

UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
Secția: CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI
Anul universitar 2023-2024

Proiectarea Microsistemelor Digitale

Microsistem cu microprocesorul 8086

Proiect realizat de: Maricuțu Miriana-Dana
Îndrumător: Prof dr. ing. Nimară Sergiu

Tema proiectului

Să se proiecteze un microsistem cu următoarea structură:
unitate centrală cu microprocesorul 8086;

- 128 Ko memorie EPROM, utilizând circuite 27C512;
- 64 Ko memorie SRAM, utilizând circuite 62256;
- interfață serială, cu circuitul 8251, plasată în zona 0650H – 0652H sau 0E50H – 0E52H, în funcție de poziția microcomutatorului S1;
- interfață paralelă, cu circuitul 8255, plasată în zona 0260H – 0266H sau 0360H – 0366H, în funcție de poziția microcomutatorului S2;
- minitastatură cu 9 contacte;
- 24 LED-uri;
- un modul de afișare cu 7 segmente, cu 6 ranguri (se pot afișa maxim 6 caractere hexa simultan).
- un modul LCD, cu 2 linii a câte 16 caractere fiecare, cu o interfață la alegerea studentului.

Toate programele în limbaj de asamblare vor fi concepute sub formă de subrutine. Programele necesare sunt:

- rutinele de programare ale circuitelor 8251 și 8255;
- rutinele de emisie/ recepție caracter pe interfața serială;
- rutina de emisie caracter pe interfață paralelă;
- rutina de scanare a minitastaturii;
- rutina de aprindere/ stingere a unui led;
- rutina de afișare a unui caracter hexa pe un rang cu segmente.

Structura rutinelor (intrări, secvențe, ieșiri) va fi stabilită de fiecare student.

Descrierea hardware

Microsistemul este conceput pe baza microprocesorului 8086 produs de Intel.[1] Sistemul conține memorie EPROM de 128 Ko și memorie SRAM 64 Ko, interfețe seriale și paralele ce asigură posibilitatea de conectare a perifericelor, interfață cu utilizatorul asigurată prin minitastatura cu 9 contacte, afișaje cu 24 LED-uri, un modul de afișare cu 7 segmente, cu 6 ranguri și un modul LCD, cu 2 linii a câte 16 caractere fiecare.

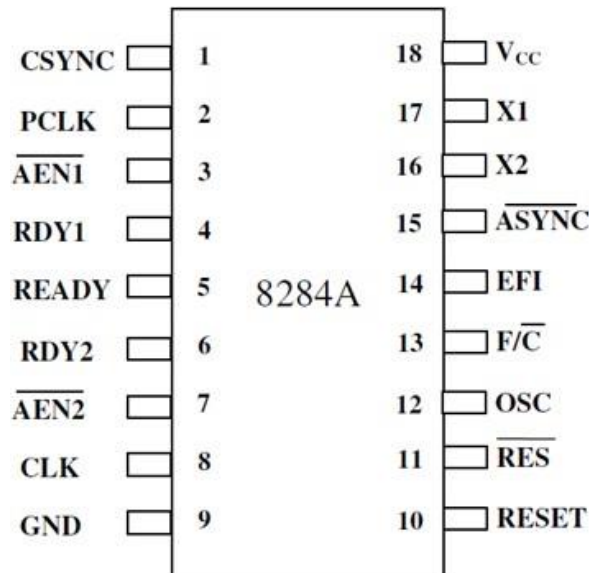
1. Unitate centrală cu microprocesorul 8086

Pentru proiectarea unității centrale, sunt necesare circuitele: generatorul de tact 8284A, microprocesorul 8086, trei circuite registru 74LS373 și două circuite amplificator/separator bidirecționale 74LS245.

Generator de tact 8284A

Generatorul de tact 8284A generează tactul CLK către microprocesor, dar și tactul PCLK, care are frecvența pe jumătate față de cea de la CLK, utilizat pentru circuite specializate pentru interfețe. Un alt rol este de a genera semnalul de inițializare RESET, rezultat prin sincronizarea intrării de inițializare /RES cu frontul căzător al tactului. De asemenea, generează semnalul READY, cerere pentru inserarea de stări de așteptare, sincronizându-l și pe acesta cu tactul CLK.[2]

Generatorul folosește ca și intrare o sursă de semnal - un cristal de cuarț pentru a putea genera semnalul de clock necesar procesorului. Acesta va fi 1/3 din valoarea frecvenței cristalului. Pentru a genera tactul cu frecvența de 5 MHz la care lucrează microprocesorul, se conectează la circuitul 8284A un cuarț de 15 MHz.



Microprocesorul 8086

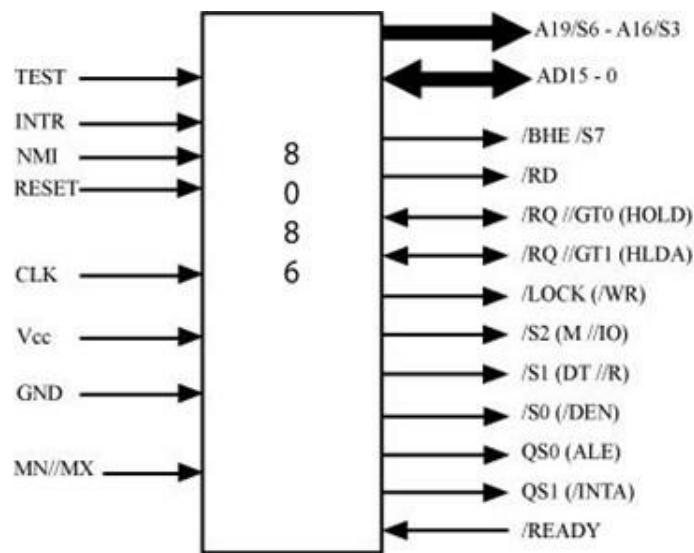
Microprocesorul 8086 a apărut în anul 1978 și este primul microprocesor pe 16 biți. Apariția lui a fost urmată de o familie de componente: generatorul de tact 8284, controlerul de magistrală 8288, coprocesorul matematic 8087 și coprocesorul de intrare/ieșire 8089.

Principalele caracteristici ale microprocesorului: registrele interne și magistrala de date sunt pe 16 biți; posibilitatea de a adresa direct un 1 Mo de memorie; includerea a 29.000 de tranzistori; viteza mărită de lucru datorită frecvenței tactului (5MHz).

Structura internă bazată pe conceptul de suprapunere, prin aducerea în avans a instrucțiunilor în memorie, magistrala de date și adrese este multiplexată în timp. Magistralele de date și adrese sunt multiplexate iar o parte dintre terminalele de comandă au rol dublu; aceasta a permis încapsularea circuitului într-o capsulă cu doar 40 terminale.[1]

Microprocesorul poate lucra în două moduri: modul minim și modul maxim. Acestea nu oferă privilegii diferite, ci ele se recomandă în anumite configurații hardware, pentru tipuri de aplicații diferite. Modul maxim se utilizează în cazul aplicațiilor complexe, spre exemplu: sisteme multiprocesor, în care semnalele de comandă pentru memorii și porturi sunt generate de un controler de magistrală.

În acest proiect, microprocesorul va lucra în modul minim, acest mod fiind utilizat pentru aplicații de complexitate mică sau medie, în sisteme monoprocesor. În modul utilizat, microprocesorul generează el însuși semnalele de comandă pentru transferurile cu memoria și porturile de intrare/ieșire.



Rolul terminalelor:

- AD0 - AD15: linii bidirectionale cu trei stări (three state), constituie magistrala de adrese și date multiplexate. Pe durata stării T1 a ciclului mașină, pe cele 16 linii se încarcă o adresă de memorie sau pentru porturi I/O, iar pe durata stărilor T2, T3, Tw și T4 liniile constituie magistrala de date.
- A16 /S3, A17 /S4, A18 /S5, A19 /S6: ieșiri cu trei stări; în starea T1 reprezintă cei mai semnificativi 4 biți ai magistralei de adrese, iar în stările T2 - T4 reprezintă informații de stare: S3, S4 indică registrul segment utilizat în calculul adresei fizice, S5 copiază indicatorul de întrerupere (IF), iar S6 = 0.
- BHE (Bus High Enable): ieșire cu trei stări; în timpul stării T1 se activează când are loc un transfer pe octetul superior al magistralei de date, validând acest transfer, iar în stările T2-T4 este bit de stare.
- RD (Read): ieșire cu trei stări, activă (în "0") atunci când microprocesorul execută un ciclu mașină de citire memorie sau porturi.

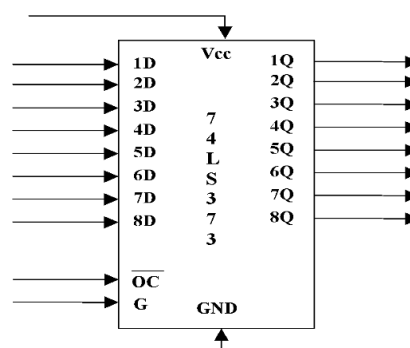
- READY: intrare activă în "1", pentru sincronizarea procesorului cu memoria sau porturile I/O mai lente.
- INTR (Interrupt Request): intrare activă în "1" reprezentând cerere de întrerupere mascabilă.
- TEST: intrare activă în "0", utilizată în cazul instrucțiunii ESC (Escape) care permite altui procesor să extragă instrucțiuni sau operanzi din memorie, din segmentele curente ale lui 8086/8088.
- NMI (Non Mascable Interrupt): intrare activă în "1" reprezentând cerere de întrerupere nemascabilă (care nu poate fi invalidată prin soft). Este utilizată pentru intervenția operatorului sau pentru evenimente a căror luare în considerare nu suportă amânare.
- RESET: intrare activă în "1", pentru initializarea microprocesorului. Se aplică automat la apariția tensiunii de alimentare sau în timpul Begin, End, Escape, Exec.

Circuitul registru 74LS373

În acest proiect voi folosi 3 circuite 74LS373.

Acestea sunt circuite registru cu 8 ranguri, folosite pentru demultiplexarea magistrelor microprocesorului 8086, întrucât pe durata unui acces la memorie este necesar ca informația de pe liniile de adrese/date să rămână stabilă.

/OC	G	8Q – 1Q
0	0	Vechiul conținut
0	1	8D – 1D
1	X	A 3 – a stare



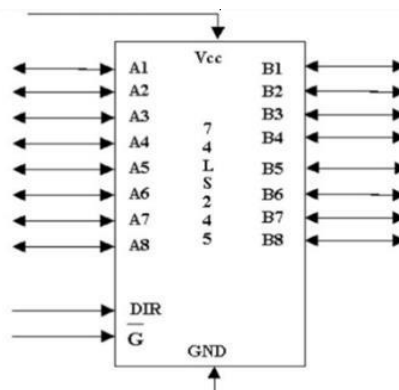
Circuitul 74LS373 este folosit pentru demultiplexarea liniilor de adrese. Este un registru cu ieșiri cu 3 stări, alcătuit din 8 bistabile. Are o intrare de validare pentru toate ieșirile /OC (dacă este pe 1 logic bistabilele trec în a 3-a stare) și o intrare pentru încărcarea bistabilelor G activă la 1 logic.

Circuitul amplificator/separator bidirecțional 74LS245

2 circuite 74LS245

folosite pentru amplificarea/separarea magistrelor bidirecționale ale microprocesorului.

/G	DIR	A8-A1	B8-B1
0	0	B8 - B1	Intrari
0	1	Intrari	A8 - A1
1	X	A 3 – a stare	A 3 – a stare



Circuitul 74LS245 este folosit pentru amplificarea, respectiv separarea magistrelor bidirecționale și este alcătuit din 8 perechi de porți cu 3 stări bidirecționale, cu o intrare de validare pentru toate porțile

(/G) activă la 0 logic și o intrare de stabilire a direcției de transfer. Dacă intrarea de validare este pe 1 logic, porțile se află în a treia stare.

2. Memoria

Pentru acest proiect vom folosi, conform cerințelor:

- memorie EPROM 27C512 de capacitate 128 Ko
- memorie SRAM 62256 de capacitate 64 Ko

Fiecare circuit prezintă câte 16 intrări de adrese și 8 ieșiri de date, o intrare de selectare circuitului activă la 0 (CE, respectiv CS), o intrare de validare a ieșirilor, activă la 0 (OE) și alimentările (Vcc și GND). Pentru memoria EPROM, în ciclul de citire a datelor, la intrarea Vpp trebuie să fie o tensiune egală cu cea de la Vcc. În cazul memoriei SRAM, deoarece conținutul poate fi modificat, circuitul prezintă și intrarea, activă la 0, Write Enable Input (WE).

EPROM 27C512

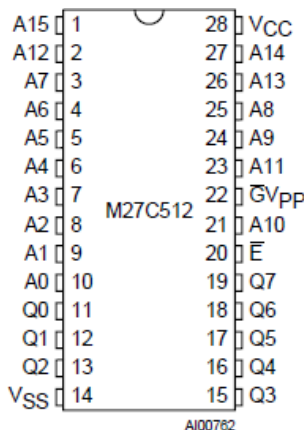
EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) este un tip de memorie nevolatilă, păstrându-și datele chiar și în cazul întreruperii alimentării cu curent electric. Odată programat, conținutul său poate fi șters doar prin expunerea la lumină ultravioletă puternică.

- Timp de acces: 45ns
- Timp de programare 6.5s

Compatibilitate CMOS și TTL Conține 28 de pini, dintre care:

- A0 – A15 care vor fi conectați la liniile magistralei de adrese;
- Q0 – Q7 care vor fi conectați la liniile magistralei de date;
- /E (/CS - Chip Enable) intrare de control care, atunci când este activă, permite funcționarea circuitului, iar când este inactivă, intrările și ieșirile sunt în a treia stare ceea ce face ca circuitul să fie într-un mod de standby cu putere redusă;
- /GVpp (/OE – Output Enable) intrare de control care, în funcție de nivelul logic aplicat, activează ieșirile sau le pune în a treia stare;
- Vcc – tensiunea de alimentare
- Vss - Ground

/OE trebuie activat atunci când microprocesorul necesită citire de la circuit, astfel că va fi conectat la pinul /RD al microprocesorului. /CS va fi activat în funcție de ieșirea decodicatorului care asiguară selectarea circuitelor de memorie.[4]



SRAM 62256

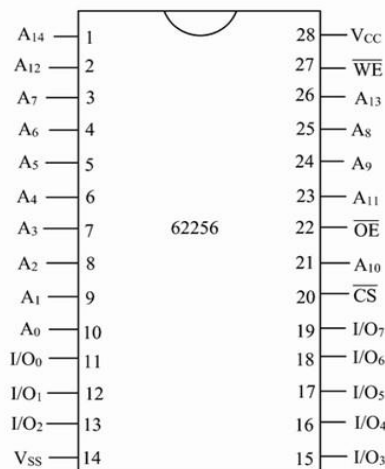
SRAM (Static Random Access Memory) este un tip de memorie semiconductoare care nu are nevoie de un ciclu periodic pentru reîmprospătare a datelor. Memoria SRAM folosește circuite logice combinaționale pentru memorarea fiecărui bit.

Circuitul 62256 are capacitatea de 32 KB cu adrese de câte 8 biți. Acesta are 15 pini de adrese (A14 – A0) și 8 pini de scriere/citire (I/O7 – I/O0). Caracteristicile sale principale sunt: consum scăzut, timp de acces rapid, memorie complet statică.

- Timp de acces: 45 – 84 ns
- Intrări și ieșiri compatibile TTL, ieșiri cu 3 stări

Conține 28 de pini:

- A0 – A14 care vor fi conectați la liniile magistralei de adrese;
- IO0 – IO7 care vor fi conectați la liniile magistralei de date;
- /CS (Chip Enable) intrare de control care, atunci când este activă, permite funcționarea circuitului, iar când este inactivă, intrările și ieșirile sunt în a treia stare ceea ce face ca circuitul să fie într-un mod de standby cu putere redusă;
- /OE (Output Enable) intrare de control care, în funcție de nivelul logic aplicat, activează ieșirile sau le pune în a treia stare;
- /WE (Write Enable) controlează operația de scriere/citire a memoriei. Dacă este pe 0, atunci este setat pentru scriere, iar pe 1 pentru citire.



Pentru un ciclu de scriere/citire trebuie să avem în vedere următoarele condiții:

- Citire: /CS = 0, /OE = 0, /WE = 1
- Scriere: /CS = 0, /OE = 1, /WE = 0

/OE trebuie activat atunci când microprocesorul necesită citire de la circuit, prin urmare va fi conectat la terminalul /RD al lui 8086. Pe de altă parte, /WE trebuie activat atunci când microprocesorul necesită scriere în SRAM, deci va fi conectat la terminalul /WR al microprocesorului. /CS va fi activat de ieșirea decodificatorului care asigură selectarea circuitelor de memorie.

Harta memoriei

128 Ko cu 27C512 (64 K * 8 biti = 64 Ko) => avem nevoie de 2 circuite 27C512

64 Ko cu 62256 (32K * 8 biti = 32 Ko) => avem nevoie de 2 circuite 62256

Va fi nevoie de două circuite 27C512 pentru a asigura necesarul de 128 Ko memorie EPROM și două circuite 62256 pentru a asigura necesarul de 64 Ko de memorie SRAM.

În spațiul de adresare, memoria SRAM va fi plasată la început, iar memoria EPROM va fi plasată la finalul acestuia.

Din cauza faptului că fiecare din aceste circuite lucrează cu memorie pe 8 biți, iar procesorul 8086 suportă memorie pe 16 biți, fiecare adresă din memorie va referi (adresa) câte două circuite după cum urmează:

00000H – 0FFFFH circuit 62256, având capacitatea de 32K * 16 biți (C1)

(explicație calcul adrese: $32 * 1024 - 1$)

F0000H – FFFFFH circuit 27C512, având capacitatea de 64K * 8 biți (C2)

(explicație calcul adrese: $64 * 1024 - 1 = 0FFFFH \Rightarrow FFFFFH - 0FFFFH = F0000H$)

A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Bitul A0 împreună cu terminalul (/BHE) vor fi folosiți pentru partea superioară sau inferioară a magistralei de date, respectiv a scrie 16 biți.

Vom avea următoarele situații pentru scriere (citirea se va realiza mereu pe 16 biți):

BHE = 0, A0 = 0 → scrierea se efectuează pe 16 biți

BHE = 1, A0 = 0 → scrierea se efectuează pe cei 8 biți inferiori (D0:D7)

BHE = 0, A0 = 1 → scrierea se efectuează pe cei 8 biți superiori (D8:D15)

BHE = 1, A0 = 1 → nu se face scriere

Pe baza tabelului de mai sus, obținem următoarele semnale de selecție având o decodificare incompletă:

$$SEL_{C1} = (\neg A_{19}) \cdot (\neg A_{18}) \cdot (\neg A_{17})$$

$$SEL_{C2} = A_{19} \cdot A_{18} \cdot A_{17}$$

3. Interfața serială și interfața paralelă

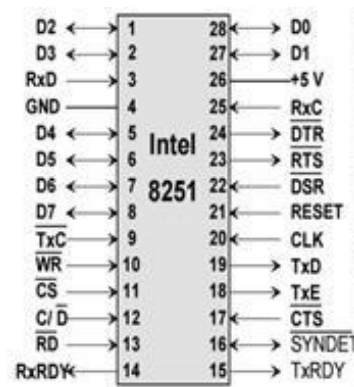
Interfața serială

Interfața serială reprezintă totalitatea circuitelor și programelor de bază care asigură comunicarea între unitatea centrală și un echipament periferic. Interfața serială este de tip bit după bit.

Se realizează folosind circuitul 8251A. Semnalul S51 va selecta acest circuit 8251A (se leagă la intrarea de selecție /CS). În funcție de combinația care apare pe liniile /RD, /WR și C/ /D se citesc stări sau date la circuit, se scriu date sau cuvinte de comandă la circuit sau pentru selectarea internă a porturilor circuitului.

Interfața serială prezintă costuri mai reduse și o rezistență la perturbații mai mare. Datorită acestor proprietăți, transferul de tip serial este util atunci când informația trebuie transmisă pe distanțe mai mari de 3 metri. Costul redus este determinat de numărul firelor care leagă cele 2 echipamente, asadar numărul mai mic de fire determină un cost mai redus. Numărul de fire fiind mai mic, atunci și posibilitatea de perturbare este mai mică. Cu toate acestea, distanța dintre nivele de tensiune este mai mare.

/CS	/RD	/WR	C/ D	Operație
1	X	X	X	Magistrala de date este în a treia stare
0	1	1	X	Magistrala de date este în a treia stare
0	0	1	1	Citirea octetului de stare
0	0	1	0	Citirea datelor
0	1	0	1	Scrierea cuvintelor de comandă
0	1	0	0	Scrierea datelor



Caracteristici de bază:

- mod de lucru sincron sau asincron
- transmisie si receptie cu dublu tampon
- detectare de erori

Prezintă 28 de terminale, dintre care:

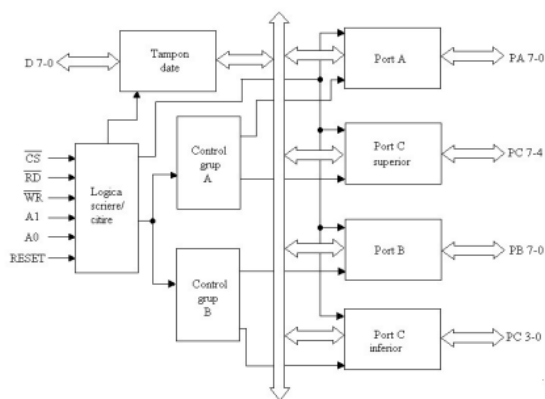
- D0-D7 – vor fi conectate la liniile magistralei de date și reprezintă informația primită de la unitatea centrală în paralel;
- RESET – intrare de inițializare;
- CLK – intrare de tact (comun cu tact sistem);
- C/D – selecție Comandă/Date (de regulă, este linia A0 a magistralei de adrese, “1” – comandă, “0”-date);
- /RD(Read) – citire de date sau stare de către unitatea centrală;
- AVR (Write) – scriere date sau cuvânt de programare către unitatea centrală;
- RXD (Reception Data) – intrare serială de date;
- TXD (Transmission Data) – ieșire serială de date;
- RXRDY (Receptor Ready) – caracter recepționat, ce poate fi citit de procesor;
- TXRDY (Transmitter Ready) – transmițătorul disponibil pentru un nou caracter;
- TXE (Transmitter Empty) – transmițătorul este vid (nu are date de transmis) ;
- /RXC (Reception Clock) – intrare de tact pentru recepție;
- /TXC (Transmission Clock) – intrare de tact pentru transmisie;
- SYNDY (Synchrony Detection) – forțare sau detecție sincronă de date;
- /DTR (Data Terminal Ready) – terminal de date pregătit;
- /DSR (Data Set Ready) – echipament de date pregătit;
- /RTS (Request To Send) – cerere în vederea transmisiei;
- /CTS (Clear To Send) – anulare în vederea trsmisiei.

Interfața paralelă

Interfata paralelă se implementează folosind circuitul 8255A. Spre deosebire de interfața serială la care transferul se face bit după bit, cel paralel presupune transmiterea a 8 biți simultan. Pe lângă liniile necesare transferului octetului, mai sunt prezente și linii pe care se transmit semnale de dialog, de exemplu semnal prin care se anunță că informația este stabilă pe linii și poate fi preluată sau semnalul prin care se anunță primirea informației sau indisponibilitatea de a primii date.

Circuitul 8255 este un circuit buffer bidirecțional cu 3 stari. Dispune de 24 linii bidirecționale, din care 16 linii au posibilități de memorare. Aceste 24 linii bidirecționale pot fi configurate în funcție de modul de lucru ales, astfel:

- 2 grupe de câte 12 linii de intrare sau ieșire, fără semnale de dialog;
- 2 grupe de câte 8 linii de intrare sau ieșire, cu semnale de dialog sau
- grupă de 8 linii bidirecționale, cu semnale de dialog.



Structura internă a circuitului 8255



În acest proiect, modul 0 va fi folosit pentru operații de intrare/ ieșire date fără a utiliza semnale de dialog.

Pentru interfața serială voi adăuga circuitul MAX232 - utilizat pentru a converti semnalele în unele care pot fi utilizate în circuite TTL.

Codificarea porturilor / Decodificarea semnalelor de selecție pentru interfețe

- interfață serială, cu circuitul 8251, plasată în zona 0650H – 0652H sau 0E50H – 0E52H, în funcție de poziția microcomutatorului S1;
- interfață paralelă, cu circuitul 8255, plasată în zona 0260H – 0266H sau 0360H – 0366H, în funcție de poziția microcomutatorului S2;

Interfața	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Serială A	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Serială B	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Paralelă A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Paralelă B	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0

Se va folosi un decodificator 4 – 16 pentru a putea selecta cu ajutorul comutatorului S1, respectiv S2 interfața serială respectiv cea paralelă.

Printr-o decodificare incompletă, obținem următoarele semnale de selecție:

$$SEL_{SA} = (\neg A_{11}) \cdot A_{10} \cdot A_9 \cdot (\neg A_8)$$

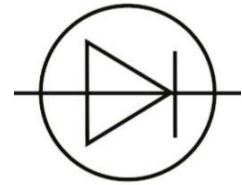
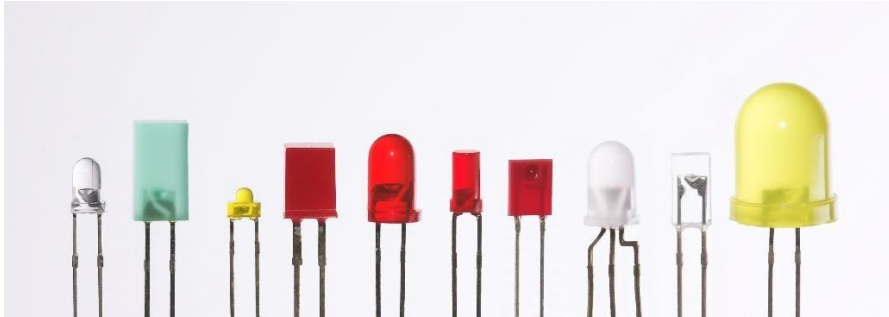
$$SEL_{SB} = A_{11} \cdot A_{10} \cdot A_9 \cdot (\neg A_8)$$

$$SEL_{PA} = (\neg A_{11}) \cdot (\neg A_{10}) \cdot A_9 \cdot (\neg A_8)$$

$$SEL_{PB} = (\neg A_{11}) \cdot (\neg A_{10}) \cdot A_9 \cdot A_8$$

4. Interfața cu utilizatorul

Conectarea LED-urilor



LED (Light Emitting Diode) este un tip special de diodă care are caracteristici electrice foarte asemănătoare cu o diodă joncțiune PN.[6] LED-urile sunt realizate dintr-un strat foarte subțire de material semiconductor destul de puternic dopat și în funcție de materialul semiconductor folosit și de cantitatea de dopare, în momentul polarizării directe, LED-ul va emite o lumină colorată de o anumită lungime de undă spectrală.[5]

Conform cerintelor, în acest proiect vor fi folosite 24 de LED-uri. LED-urile trebuie conectate la trei registre care vor fi porturi de ieșire. Implementarea se poate realiza atât cu anod comun, cât și cu catod comun. Eu voi folosi varianta cu anod comun. Această conexiune presupune conectarea anodului LED-urilor la 5V, iar catodul la ieșirile din registru. Astfel, LED-urile se vor aprinde doar dacă se aplică 0 logic la catod.

Pentru limitarea curentului prin LED-uri (ca acestea să nu se ardă), este necesară câte o rezistență pentru fiecare diodă specială. Am ales să le folosesc pe cele care emit lumină galbenă. Tensiunea de funcționare a acestora este 2.2 V, iar curentul direct nominal este de 10 mA. Pentru ca LED-urile să se aprindă la maxim, valoarea fiecărei rezistențe trebuie să fie de $5V - 2.2V = 280 \Omega$. Dacă se depășește această valoare, curentul de 10mA va fi prea mult limitat și astfel LED-urile vor fi mai puțin luminoase.

Cele 24 de LED-uri sunt plasate la adresele: 1050H (primele 8 LED-uri), 1150H (următoarele 8 LED-uri) și 1250H (ultimele 8 LED-uri).

Afișaje cu segmente

În continuare, trebuie să fie proiectat un modul de afișare cu 7 segmente, cu 6 ranguri (se pot afișa maxim 6 caractere hexa simultan). Afișajul cu 7 segmente este format din 7 LED-uri aranjate sub formă dreptunghiulară ca în figură. Fiecare din cele șapte LED-uri reprezintă un segment deoarece atunci când este iluminat segmentul dă naștere vizual unei cifre (atât zecimală, cât și hexazecimală). Un alt LED, al optulea, este uneori utilizat în același pachet, permițând indicarea punctului zecimal (DP) atunci când două sau mai multe afișaje pe 7 segmente sunt conectate împreună pentru a afișa numere mai mari de zece.

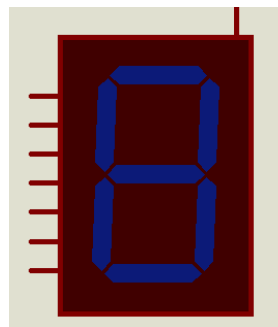
Fiecare din cele 7 LED-uri de pe afișaj are un segment pozițional, unul dintre pini de conectare fiind adus direct afară din pachetul de plastic dreptunghiular. Acești pini de LED (individuali) sunt etichetați de la a până la g, referind fiecare LED în mod individual. Ceilalți pini LED sunt conectați împreună și cablați pentru a forma un pin comun.[7]

Se vor folosi afișaje cu 7 segmente cu anod comun, segmentele fiind așadar active pe 0 logic. În

plus, deoarece fiecare afișaj are 7 segmente, este nevoie de un registru pentru fiecare afișaj. Fiindcă utilizăm 6 ranguri, vor exista 6 adrese de porturi diferite, una pentru fiecare registru care identifică afișajul respectiv.

Adresele de porturi sunt următoarele:

Rang 1: 1350H
 Rang 2: 1450H
 Rang 3: 1550H
 Rang 4: 1650H
 Rang 5: 1750H
 Rang 6: 1850H



Minitastatura cu 9 contacte

Are o structură matriceală, iar la intersecția liniilor și a coloanelor se găsesc tastele. Aceasta va funcționa în felul următor: se baleiază coloanele cu 0, prima dată se setează prima coloană pe 0, apoi a doua ș.a.m.d. Dacă o coloană este pe 0, atunci apăsarea oricărei taste din acea coloană va face ca dioda din schemă să conducă, astfel la intrarea buffer-ului 74LS244 fiind aproximativ 0.6V (căderea de tensiune pe diodă) sau 0 logic, de unde rezultă că într-adevăr ne putem da seama ce buton s-a apăsător. De exemplu, punem coloana 1 pe 0 și apăsăm butonul 4 => linia corespunzătoare butonului 4 se va pune pe 0.

Spațiul de adrese pentru 24 de LED-uri, 6 afișaje cu segmente și minitastatură:

Tipul circuitului	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
8 LED-uri (1)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
8 LED-uri (2)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
8 LED-uri (3)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 3	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 5	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Rang 6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Setare coloană minitastatură	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Scanare linie minitastatură	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Spațiul de adrese pentru LCD:

Tipul circuitului	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Setare RS, RW, E	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Setare caracter	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0

Rutinele de programare

Rutinele de programare ale circuitelor 8251 și 8255

; Rutina de programare 8251A

PROG_8251: MOV DX, 0652H ; sau 0E52H

MOV AL, 11001110B ;cuvantul de mod (2 biti de STOP, paritate dezactivata,, lungime caracter 8 biti)

OUT DX, AL

MOV DX, 0650H ; sau 0E50H

MOV AL, 06H ; cuvânt de comandă (activare recept,ie, transmisie)

OUT DX, AL

RET

; Rutinele de emisie / recepție caracter pe interfața serială

; Rutina de recepție caracter 8251

REC_8251: MOV DX, 0652H ; sau 0E52H

IN AL,DX ; citire, și testare rang RxRDY din cuvântul de stare

RCR AL,1

RCR AL,1

JNC REC

MOV DX, 0650H ; sau 0E50H

IN AL,DX ; se preia data de la 8251

MOV CL,AL ; se depune data în registrul CL

RET

; Rutina de transmisie caracter 8251

TR_8251: MOV DX, 0652H ; sau 0E52H

IN AL,DX ; citire , și testare rang TxRDY din cuvântul de stare

RCR AL,1

JNC TR

MOV AL,CL ; în CL se află caracterul de transmis

MOV DX, 0650H ; sau 0E50H

OUT DX,AL ; se transmite data către 8251

RET

; Rutina de programare 8255A

PROG_8255: MOV DX, 0266H ; sau 0366H

MOV AL, 21H ; cuvânt de comandă (C inferior - intrare, A și B - ieșiri, ; modul 0 de lucru)

OUT DX, AL

RET

; Rutina de emisie caracter pe interfața paralelă

EMIS_8255: MOV DX, 0266H ; sau 0366H

IN AL,DX ; citire, și testare BUSY

RCR AL,1

JC PAR

MOV AL,CL ; în CL se află caracterul de emis

MOV DX, 0260H ; sau 0360H

OUT DX,AL

OR AL,01H

MOV DX, 0262H ; sau 0362H

OUT DX,AL ; /STB = 1

```

AND AL,00H
OUT DX,AL ; /STB = 0
OR AL,01H 17
OUT DX,AL ; /STB = 1
RET

```

; Rutina de scanare a minitastaturii

MT_SCAN: ;se pune 0 pe prima coloana, si se verifica daca s-au actionat tastele 0,3,6

```

MOV DX, 1950H
MOV AL, 0EH
OUT DX, AL
; se verifica tasta 0
MOV DX, 1A50H
IN AL, DX
AND AL,01H
JZ TASTA0
; se verifica tasta 3
IN AL,DX
AND AL,02H
JZ TASTA4
; se verifica tasta 6
IN AL,DX
AND AL,04H
JZ TASTA8
; se pune 0 pe a doua coloana, si se verifica daca s-au apasat tastele 1,4,7
MOV DX, 1950H
MOV AL, 0DH
OUT DX, AL
; se verifica tasta 1
MOV DX, 1A50H
IN AL, DX
AND AL,01H
JZ TASTA1
; se verifica tasta 4
IN AL,DX
AND AL,02H
JZ TASTA5
; se verifica tasta 7
IN AL,DX
AND AL,04H
JZ TASTA9
; se pune 0 pe a treia coloana, si se verifica daca s-au apasat tastele 2,5,8
MOV DX, 1950H
MOV AL, 0BH
OUT DX, AL
; se verifica tasta 2
MOV DX, 1A50H
IN AL, DX
AND AL,01H
JZ TASTA2
; se verifica tasta 5
IN AL,DX
AND AL,02H
JZ TASTA6

```

```

; se verifica tasta 8
IN AL,DX
AND AL,04H
JZ TASTAA
JMP MT_SCAN

```

```

TASTA0:    CALL DELAY ; se asteapta stabilizarea contactelor
TST0:      MOV DX, 1A50H
           IN AL, DX ; se citeste din nou linia si se asteapta dezactivarea tastei
           AND AL, 01H
           JZ TST0
           CALL DELAY
           .....
           RET

```

Analog si pentru celelalte taste.

; Rutina de aprindere / stingere a unui LED

; Rutina de aprindere a primului LED

```

; X - pozitia LED-ului de la stânga la dreapta, Z – ce registru poate activa acel LED, Y - comanda
; X = 1 => Z = 1050H => Y = 0FEH => primul LED se aprinde
; X = 2 => Z = 1050H => Y = 0FDH => al doilea LED se aprinde
; X = 3 => Z = 1050H => Y = 0FBH => al treilea LED se aprinde
; X = 4 => Z = 1050H => Y = 0F7H => al patrulea LED se aprinde
; X = 5 => Z = 1050H => Y = 0EFH => al cincilea LED se aprinde
; X = 6 => Z = 1050H => Y = 0DFH => al saselea LED se aprinde
; X = 7 => Z = 1050H => Y = 0BFH => al saptelea LED se aprinde
; X = 8 => Z = 1050H => Y = 8FH => al optulea LED se aprinde
Analog pentru LED-urile 9-16 respectiv 17-24.

```

```

X_LED_ON:  MOV DX, Z
           MOV AL, Y
           OUT DX, AL
           RET

```

; Rutina de afişare a unui caracter hexa pe un rang cu segmente

```

; X = 0 - caracter = 0C0H
; X = 1 - caracter = 0F9H
; X = 2 - caracter = 0A4H 21
; X = 3 - caracter = 0B0H
; X = 4 - caracter = 99H
; X = 5 - caracter = 92H
; X = 6 - caracter = 82H
; X = 7 - caracter = 0F8H
; X = 8 - caracter = 80H
; X = 9 - caracter = 90H
; X = A - caracter = 08H
; X = B - caracter = 03H
; X = C - caracter = 46H
; X = D - caracter = 21H
; X = E - caracter = 06H
; X = F - caracter = 0EH

```

```
; Y = 1 – adresa rang = 1350H  
; Y = 2 – adresa rang = 1450H  
; Y = 3 – adresa rang = 1550H  
; Y = 4 – adresa rang = 1650H  
; Y = 5 – adresa rang = 1750H  
; Y = 6 – adresa rang = 1850H
```

; Rutina de afisare a unui caracter hexa pe un rang cu segmente

```
AFISEAZA_X_PE_Y: ; rutina generica: X - caracter, Y - rang  
                MOV DX, <adresa_rang>  
                MOV AL, <caracter_LED_AC>  
                OUT DX, AL  
                RET
```


Bibliografie:

- [1] Mircea Popa, "Sisteme cu microprocesoare", Editura Orizonturi Universitare, 2003 Mircea Popa, "Proiectarea Microsistemelor Digitale", Editura Orizonturi Universitare, 2003
- [2] Clock Generator 8284A, <https://www.eeeguide.com/clock-generator-8284a/> (accesat în 20 noiembrie 2023)
- [3] Arhitectura lui 8086, <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-8086/> (accesat în 24 noiembrie 2023)
- [4] Foaia de catalog a lui 27C512 https://www.futurlec.com/Memory/27C512_Datasheet.shtml (accesat în 25 noiembrie 2023)
- [5] Electronica pentru toți, LED, <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home/diode-si-redresoare/8-led> (accesat în 28 noiembrie 2023)
- [6] Dioda emițătoare de lumina (LED), [Diode emițătoare de lumină \(LED\) \(illustrationprize.com\)](https://www.illustrationprize.com/diode-emitter-led-illustration/) (accesat în 28 noiembrie 2023).
- [7] Electronica pentru toți, Afișaj cu 7 segmente, <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home/circuite-diverse/10-afisaj-cu-7-elemente> (accesat în 4 decembrie 2023)