

Universitatea
Transilvania
din Brașov

FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ
ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

Circuit electronic destinat reglării digitale a intensității sonore în trepte

Student: Parocescu Andrei

Anul III

Grupa 4LF221

Disciplina: Proiectarea Modulelor
Electronice 2

Coordonator Științific: Dr. Ing. Aurel
Cornel STANCA

Cuprins

Introducere	3
Etapa 1 - Proiectare stabilizator de 5V cu CI μA723	4
Etapa 2 - Proiectare comutator si amplificator	9
Etapa 3 - Proiectare decodificator si afisor	12
Etapa 4 - Programare μC PIC 12F1822.....	16

Bibliografie:

- Fisa de catalog a DCD 74hc138:

<https://media.digikey.com/pdf/data%20sheets/on%20semiconductor%20pdfs/74hc138.pdf>

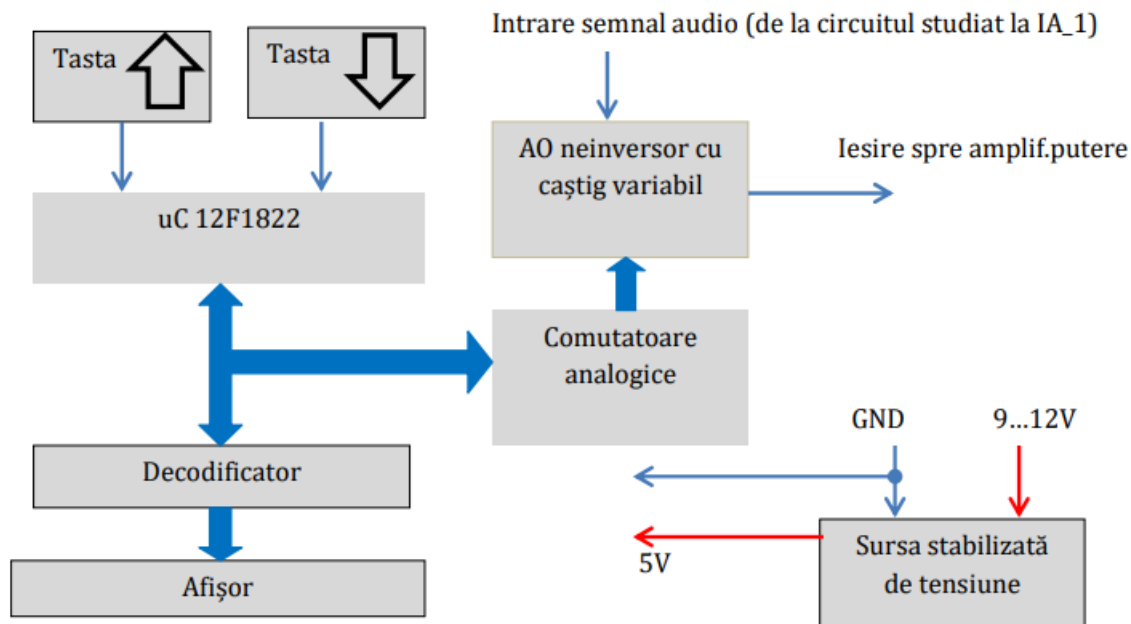
- Proiectarea modulelor electronice – Laborator
- Instructiuni assembly:

https://www.neoloch.com/learning_lab/assembly/

1. Tema proiectului:

Proiectarea unui circuit electronic destinat reglării digitale a intensității sonore în trepte și afișarea acestuia.

2. Schema bloc a circuitului:



3. Etape de proiectare:

3.1 Proiectare stabilizator de 5V cu CI $\mu A723$

3.2 Proiectare comutator (cu MMC4066 sau similare) și amplificator cu alimentare unipolară (cu LM358 sau similare) și câștig variabil

3.3 Proiectare decodificator cu unul din circuitele:

- 74HC4514 (sau similare) și afișor pe 16 LED-uri sau
- MMC4028 (sau similare) și afișor pe 10 LED-uri sau
- 74HC137 (sau silimale) și afișor pe 8 LED-uri sau
- 74HC138 (sau silimale) și afișor pe 8 LED-uri
- 74HC4511 (sau similare) și un digit pe 7 segmente
- 74HC47 (sau similare) și un digit pe 7 segmente
- 74HC48 (sau similare) și un digit pe 7 segmente

Programare μC PIC 12F1822

3.1 Proiectare stabilizator de 5V cu LM723:

Schema serie, cu tranzistor extern, cu întoarcerea caracteristicii.

Variabile:

- a. Valoarea curentului maxim **IoMax=1150mA**.
- b. Valoarea curentului de scurtcircuit **ISC=750mA**.
- c. Valorile rezistențelor **R1=5,62k** și **R4=9,5k**.

Cerințe:

- a. Dimensionare rezistență R2 cu toleranța 1% pentru Vo=5V.
- b. Recalculare Vo cu valoarea lui R2 dimensionată la punctul a).
- c. Dimensionare rezistență R3 cu toleranța 2%.
- d. Dimensionare RSC cu toleranța 5% și puterea adecvată.
- e. Recalculare ISC și Iomax cu valorile lui R3 și RSC dimensionate la punctele c) și d).
- f. Dimensionare tranzistor extern.
- g. Realizare schemă stabilizator cu tranzistor extern și verificare funcționare în Proteus.
- h. Determinare caracteristica Vo(Io).

Observații:

I Parametri **VSL=0,65V** și **VREF=7,35V** se vor lua din foaia de catalog a CI $\mu A723$.

II Valorile standard ale rezistențelor se găsesc în Anexă.

a. Dimensionare rezistență R2 cu toleranța 1% pentru Vo=5V:

$$V_0 = V_{REF} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

(a.1 Calculul tensiune de iesire (2...7V))

$$V_0 = V_{REF} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_0 \cdot (R_1 + R_2) = V_{REF} \cdot R_2$$

$$V_0 \cdot R_1 + V_0 \cdot R_2 = V_{REF} \cdot R_2$$

$$V_0 \cdot R_1 = R_2 \cdot (V_{REF} - V_0)$$

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{V_0}{V_{REF} - V_0}$$

$$R_2 = 12k\Omega$$

Conform seriei E96 **R2=12.1k Ω**

b. Recalculare V_0 cu valoarea lui R_2 dimensionată la punctul a):

$$V_0 = V_{REF} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_0 = 5,0127V$$

c. Dimensionare rezistență R_3 cu toleranța 2%:

$$I_{oMax} = \frac{V_0}{R_{SC}} \cdot \frac{R_3}{R_4} + \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

(c.1 Formula de calcul a curentului maxim de ieșire)

$$I_{SC} = \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

(c.2 Formula de calcul a curentului de scurtcircuit)

Folosind formula c.2 îl exprimăm pe R_{SC} în funcție de R_3 :

$$I_{SC} = \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

$$I_{SC} \cdot R_4 \cdot R_{SC} = V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)$$

$$R_{SC} = \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{I_{SC} \cdot R_4}$$

Înlocuim pe R_{SC} în formula c.1:

$$I_{oMax} = \frac{V_0}{R_{SC}} \cdot \frac{R_3}{R_4} + \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

$$R_3 = 1,412k\Omega$$

Conform seriei E96 $R_3=1,4k\Omega$

d. Dimensionare RSC cu toleranța 5% și puterea adecvată:

$$R_{SC} = \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{I_{SC} \cdot R_4}$$

$$R_{SC} = \frac{0,65 \cdot (1,4 + 9,5)}{7125}$$

$$R_{SC} = 0,99\Omega$$

Conform seriei E24(5%) **R_{sc}=1Ω**

e. Recalculare ISC și I_{max} cu valorile lui R₃ și RSC dimensionate la punctele c) și d):

Folosim formula c.2 pentru a calcula I_{SC}:

$$I_{SC} = \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

$$I_{SC} = \frac{0,65 \cdot (1,4 + 9,5)}{0,001 \cdot 9,5}$$

$$\mathbf{I_{SC} = 745,789mA}$$

Folosim formula c.1 pentru a calcula I_{SC}:

$$I_{oMax} = \frac{V_0}{R_{SC}} \cdot \frac{R_3}{R_4} + \frac{V_{SL} \cdot (R_3 + R_4)}{R_{SC} \cdot R_4}$$

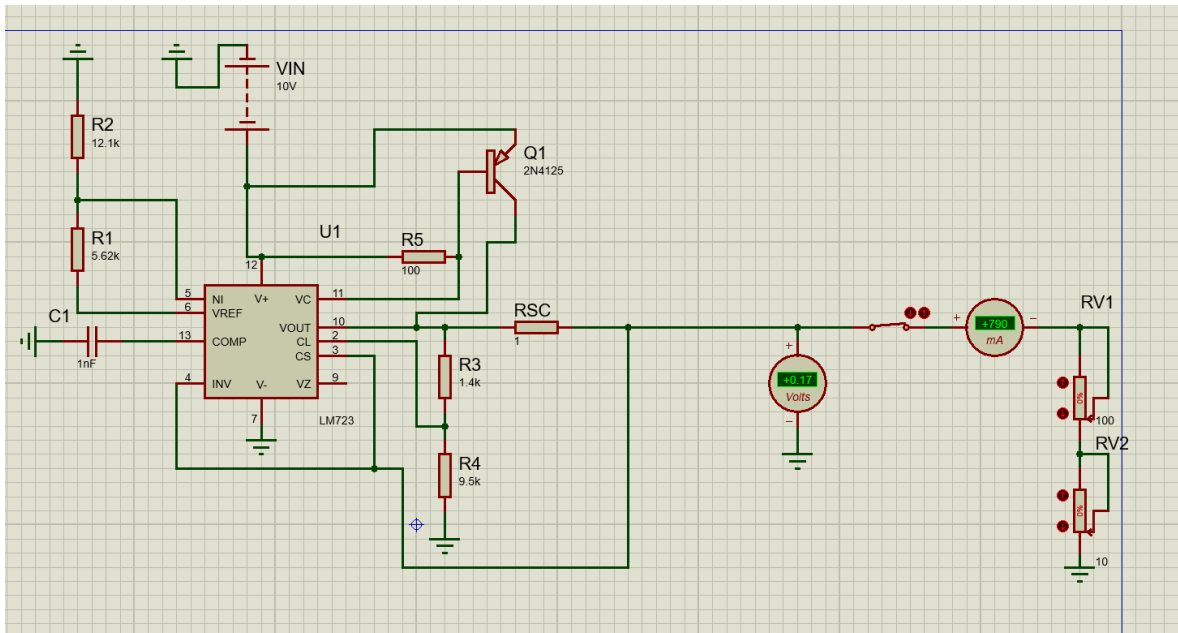
$$I_{oMax} = \frac{5}{0,001} \cdot \frac{1,4}{9,5} + 745,789$$

$$\mathbf{I_{oMax} = 1482,631}$$

f. Dimensionare tranzistor extern:

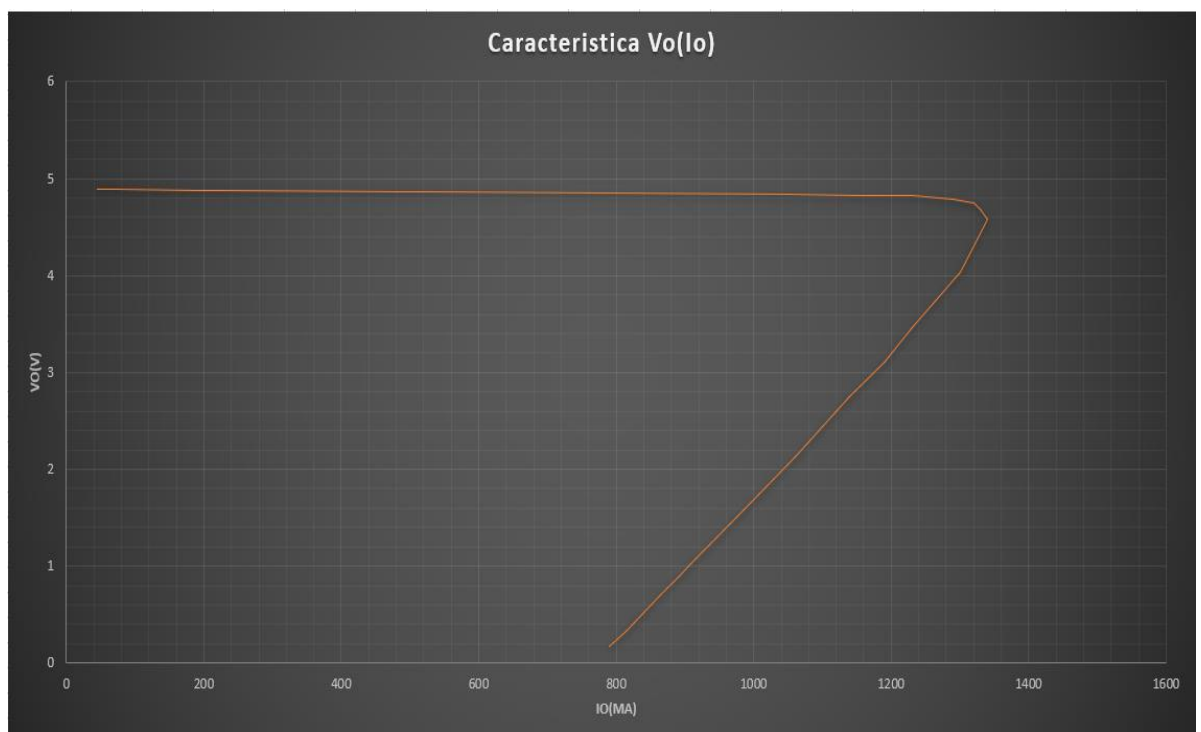
Folosim un tranzistor bipolar de tip PNP (2N4125), fiind un tranzistor de putere mică și frecvență mare (350mW).

g. Realizare schemă stabilizator cu tranzistor extern și verificare funcționare în Proteus:



h. Determinare caracteristica $V_o(I_o)$:

I_o (mA)	V_o (V)
44.4	4.89
66	4.89
66.9	4.89
71.6	4.89
188	4.88
229	4.88
482	4.87
523	4.87
1050	4.84
1150	4.83
1230	4.82
1290	4.79
1320	4.75
1330	4.68
1340	4.58
1300	4.04
1230	3.46
1190	3.1
1140	2.75
1060	2.13
986	1.59
907	1.01
892	0.9
864	0.7
814	0.33
802	0.25
790	0.17



Etapa 2 - Proiectare comutator (cu MMC4066 sau similare) si amplificator cu alimentare unipolară (cu LM358 sau similare) și câștig variabil

1. Variabile:

- a) Valoarea rezistenței Rref.
- b) Câștigul maxim al amplificatorului, Gmax [dB].

2. Cerințe:

- a) Dimensionare rezistențe R1, R2 și R3 cu toleranța 1% pentru R0=Rref.
- b) Dimensionarea rezistenței Ri cu toleranța 1% a.î. să se realizeze domeniul de amplificare cerut (0-Gmax).
- c) Recalcularea câștigului maxim al amplificatorului cu rezistența Ri adoptată.
- d) Realizarea schemei și simularea funcționării în Proteus (se completează schema realizată la etapa 1 - punctul 3.1).

2.1 Variabile:

$$R_0 = 6.49 \text{ k}\Omega$$
$$G_{\max} = 20.5 \text{ dB}$$

2.2 Cerinte:

- a) Dimensionare rezistente R1,R2 și R3 cu toleranta 1% pentru R0=Rref:

$$R_{\text{ref}} = R_0 = 6.49 \text{ k}\Omega$$
$$R_3 = 2 * R_2 = 4 * R_1 = 8 * R_0$$
$$R_3 = 8 * 6.49 = 51.92 \text{ k}\Omega$$

Dupa tabelul cu toleranta 1% **R3 este egal cu 52.3 kΩ**

$$R_1 = 4 * R_0 = 25.96 \text{ k}\Omega$$

Dupa tabelul cu toleranta 1% **R1 este egal 26.1 kΩ**

$$R_2 = 2 * R_0 = 12.98$$

Dupa tabelul cu toleranta 1% **R2 este egal cu 13 kΩ**

- b) Dimensionarea rezistentei Ri cu toleranța 1% a.î. să se realizeze domeniul de amplificare cerut (0-Gmax):

$$A = 1 + \frac{R_0 + R_1 + R_2 + R_3}{R_i} \Rightarrow R_i = \frac{R_0 + R_1 + R_2 + R_3}{A - 1}$$

$$A = 10^{\frac{G_{\max}}{20}} = 10^{\frac{20.5}{20}} = 10.592$$

$$R_i = \frac{97.89}{9.592} = 10.205 \text{ k}\Omega$$

Dupa tabelul cu toleranta 1% **Ri este egal cu 10.2kΩ**

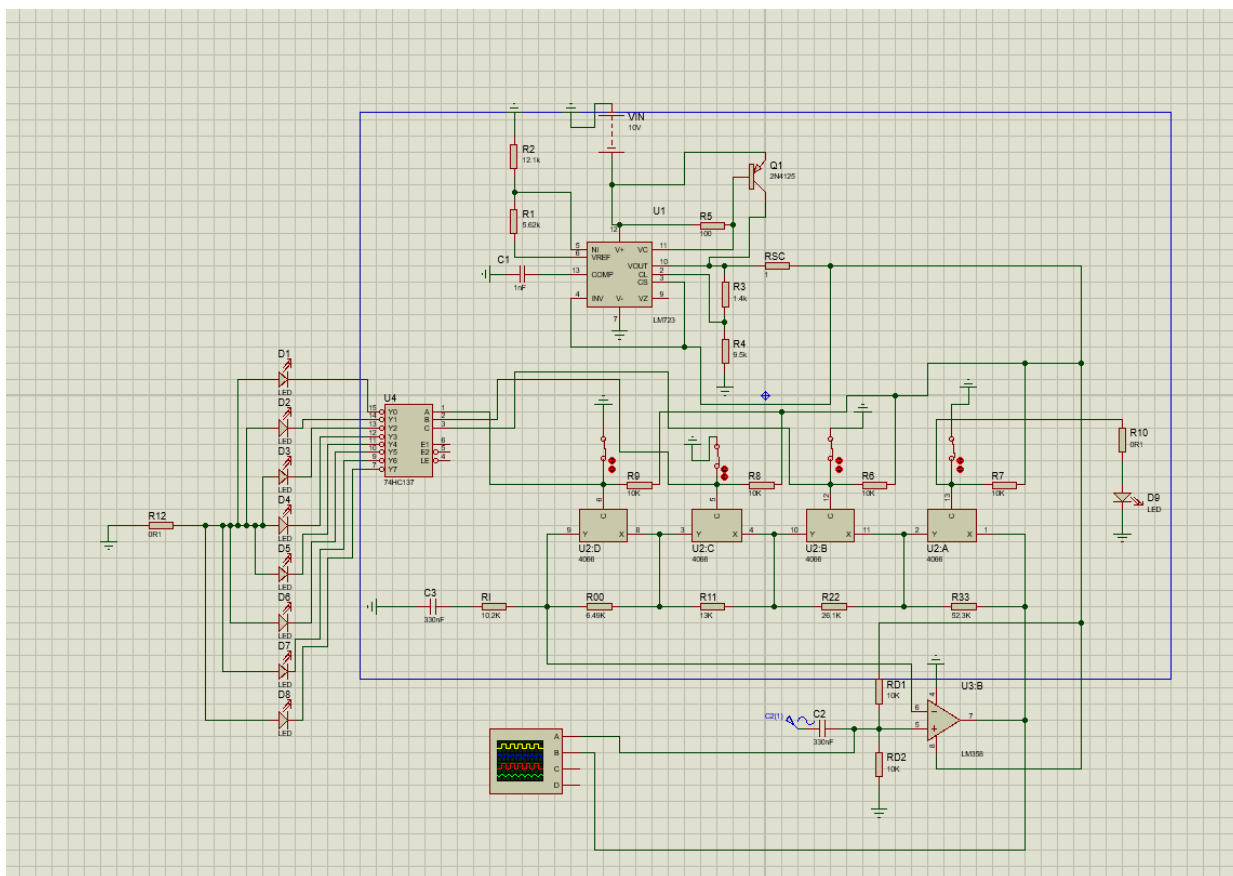
c) Recalcularea câștigului maxim al amplificatorului cu rezistența R_i adoptată:

$$A = 1 + \frac{R_0 + R_1 + R_2 + R_3}{R_i} = 1 + \frac{6.49 + 13 + 26.1 + 52.3}{10.2} = 10.592$$

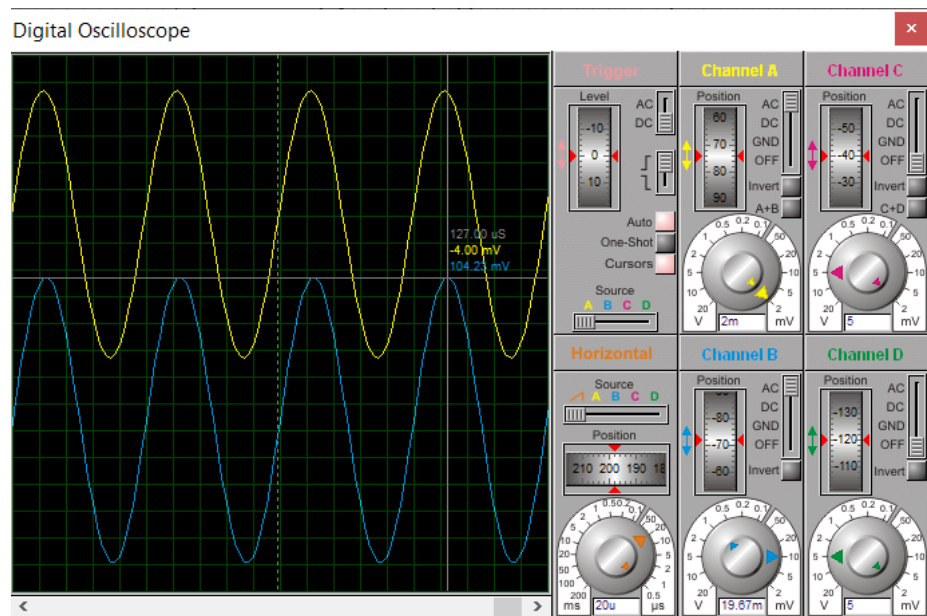
$$10.592 = 10^{\frac{G_{max}}{20}} \Rightarrow \log 10.592 = \log 10^{\frac{G_{max}}{20}} \Rightarrow \log 10.592 = \frac{G_{max}}{20} \log 10$$

$$G_{\max} = 20 \cdot \log 10.592 \Rightarrow G_{\max} = 20.499 \text{ dB}$$

d) Realizarea schemei și simularea funcționării în Proteus:



Verificare cu osciloscop digital :



Etapă 3 - Proiectare decodificator și afișor**Descriere circuit:**

Decodificator –circuit 74HC137 sau 74HC138 (sau similare) decodificator 3 în 8 cu ieșirile active Low; cele 3 intrări ale decodificatorului (A, B și C cu A=LSB și C=MSB) se conectează, în această fază, la comutatoarele bipoziționale utilizate în Faza 2 – punctul 3.2. Comutatorul corespunzător rezistenței R3 va rămâne în circuit și cu el se va selecta câte o jumătate din scala amplificării. Pe acest comutator se va conecta un LED, cu rezistență de limitare, care se aprinde la selecția jumătății superioare a scalei.

Afișor – 8 LED-uri conectate la ieșirile decodificatorului și la o rezistență de limitare legată la GND/VSS.

1. Variabile:

- a) Circuitul decodificator, DCD.
- b) Curentul prin LED, I_{LED}.

2. Cerințe:

Dimensionare rezistență de limitare a curentului prin fiecare segment al afișorului (LED), R_{LED}, cu toleranța 5%, pentru curentul prin LED-uri dat; se va ține cont de căderea de

- a) Recalculare curent prin LED-uri având în vedere valoarea standard a rezistenței de limitare.
- b) Realizarea schemei și simularea funcționării în Proteus (se completează schema realizată la punctul 3.2)

3.1. Variabile:

- a) Circuitul decodificator, DCD - **circuit 74HC137**
- b) Curentul prin LED: $I_{LED} = 10.75mA$

3.2. Cerințe:

- a) Dimensionarea rezistenței de limitare

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
V _{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	2.0	6.0	V

Fig. 3.1 Datasheet DCD 74HC137

$$U_{HIGH} = U_{LED} + U_{RLED} \Rightarrow U_{RLED} = U_{HIGH} - U_{LED}$$

$$U_{RLED} = 5V - 3,1V = 1,9V$$

$$R_{LED} = \frac{U_{RLED}}{I_{LED}} = \frac{1,9V}{10,75mA} = 0,176k\Omega \Rightarrow 180\Omega \text{ (5\%)}$$

- b) Recalculare curent prin LED-uri

$$I_{LED} = \frac{U_{RLED}}{R_{LED}}$$

$$I_{LED} = \frac{1,9V}{0,18\text{ k}\Omega} = 10,55\text{ mA}$$

c) Realizarea schemei și simularea funcționării în Proteus

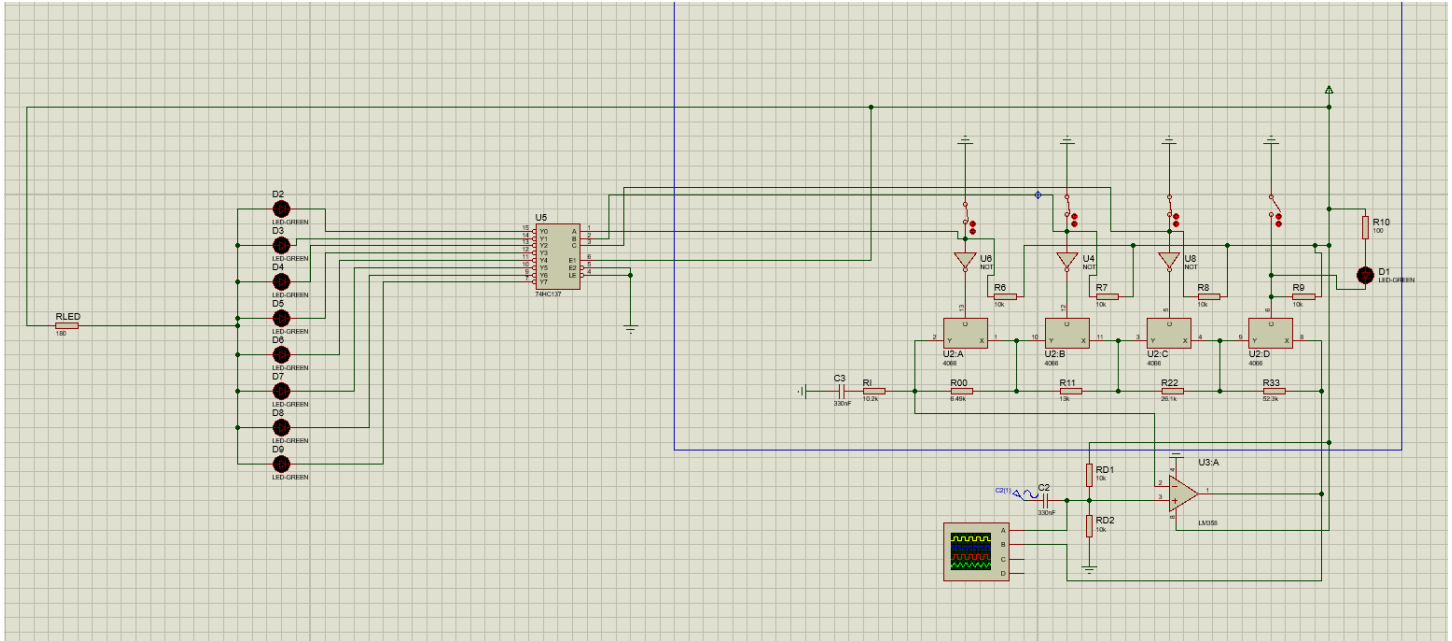


Fig 3.2 Schema din Proteus cu un decodificator 74HC137 și afișor cu 8 LED-uri conectate la ieșirile decodificatorului și la o rezistență de limitare legată la GND

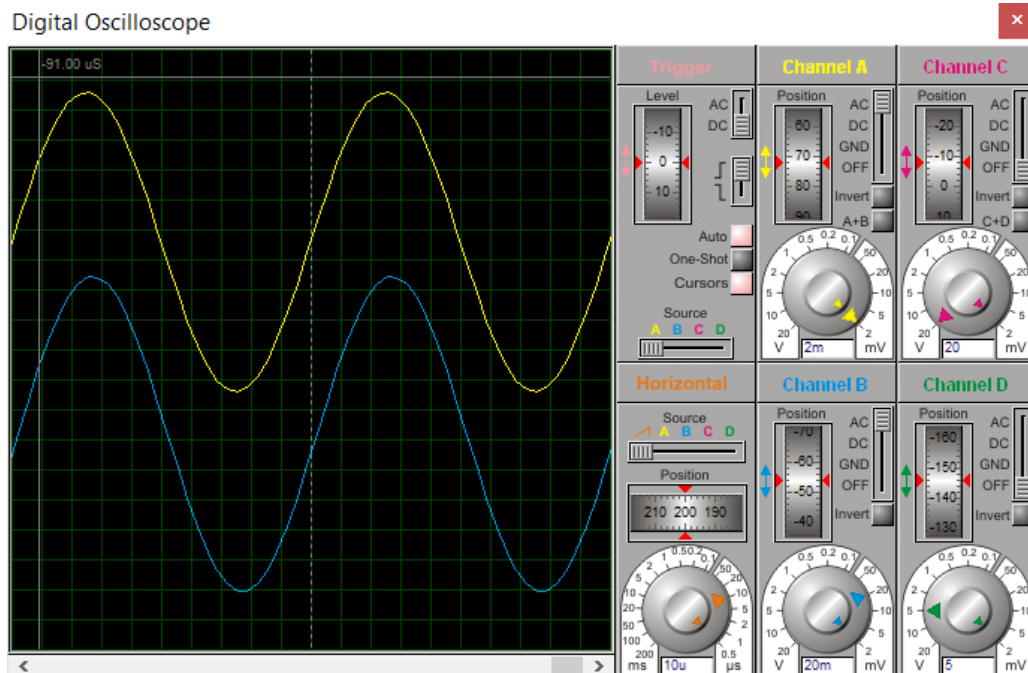


Fig 3.3 Semnalele pe osciloscop (Maxim)

Digital Oscilloscope

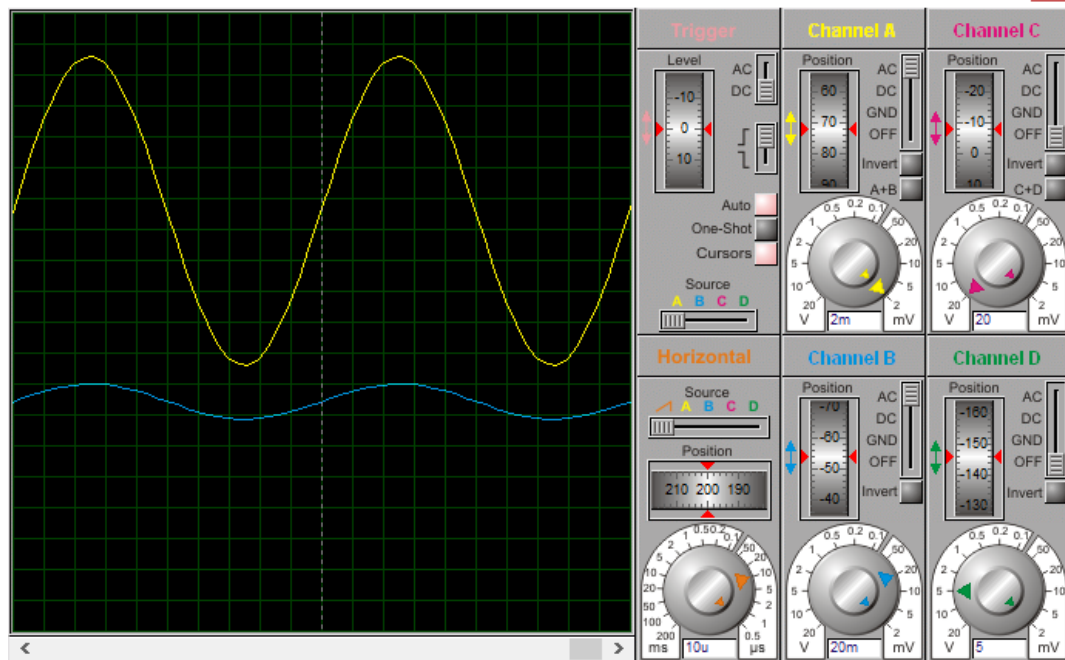


Fig 3.4 Semnalele pe osciloscop (Minim)

Etapa 4 - Programare μ C PIC 12F1822

Descriere circuit:

Microcontroler – se va utiliza microcontrolerul PIC 12F1822; intrările se conectează la butoanele de incrementare/ decrementare; ieșirile (A, B, C și D) se conectează la intrările decodicatorului și ale circuitului comutator;

Variable: Pinii alocați pentru ieșirile A, B, C și D și intrările Up și Down.

Cerințe:

- Adaptarea programului standard la cerințele impuse de variabile.
- Realizarea schemei în Proteus (adăugarea la schema de la punctul 3.3) prin conectarea butoanelor pentru incrementare/ decrementare la intrările μ C și a ieșirilor (cod NBCD) la intrările decodicatorului și comutatorului electronic.
- Încărcarea codului hex în memoria μ C (în Proteus).
- Verificarea funcționării schemei (în Proteus).

a) Variabile impuse:

Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7
iUp	A	iDown	-	B	C

Tabel cu valori:

	pin0	pin1	pin2	pin3	pin4	pin5	pin6	pin7	
	-	-	iUp	A	iDown	-	B	C	
VAL	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	HEX
0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
1	0	0	0	1	0	0	0	0	10
2	0	0	0	0	0	0	1	0	02
3	0	0	0	1	0	0	1	0	12
4	0	0	0	0	0	0	0	1	01
5	0	0	0	1	0	0	0	1	11
6	0	0	0	0	0	0	1	1	03
7	0	0	0	1	0	0	1	1	13

Codul modificat:

```
*****  
;  
****  
;  
;Proiect IA2/PME2  
*****  
;  
****  
;  
;configuratie pini uC -----  
;pin7 - - lesire C (b2) /RA0  
;pin6 - lesire B (b3)/RA1  
;pin5 - unused /RA2 msb  
;pin4 - Intrare iDown (buton decrementare )/RA3  
;pin3 - lesire A (b0)/RA4 lsb  
;pin2 - Intrare iUp (buton incrementare)/RA5  
  
;-----  
;  
LIST P=PIC12F1822  
INCLUDE "P12F1822.inc"  
;  
;Setare cuvinte de configurare  
;  
__CONFIG__CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF & _PWRTE_OFF & _MCLRE_OFF & _CP_OFF &  
_CPD_OFF & _BOREN_OFF & _CLKOUTEN_OFF & _IESO_OFF & _FCMEN_OFF  
__CONFIG__CONFIG2, _WRT_OFF & _PLLEN_OFF & _STVREN_OFF & _BORV_LO & _LVP_OFF  
;  
;Definire registrii utilizator  
;  
Cblock 0x020 ;Begin of RAM  
rNiv  
rFLAGS  
endc  
;  
#define iUp PORTA,5  
#define iDown PORTA,3  
#define fUp rFLAGS,0  
#define fDown rFLAGS,1  
  
;  
ORG 0  
GOTO START
```

```

;
;rutina de intrerupere -----
;
    ORG    4
        goto  START
;
;start program =====
;
START
;
; Define OSC (4MHz, IntOSC)
    BANKSEL OSCCON
    MOVLW  B'11101000'
    MOVWF  OSCCON
;
;PORTA as digital I/O
    BANKSEL  ANSELA
    clrf    ANSELA
;
;define I/O port
    BANKSEL TRISA
    MOVLW  B'11101000'

;RA0=C
;RA1=B
;RA2=0
;RA3=iDown
;RA4=A
;RA5=iUp

    MOVWF  TRISA
;
;initializare PORTA
    BANKSEL  PORTA
    clrf    PORTA
    movlw  0x00
    movwf  rNiv
    clrf    rFLAGS
;
MAIN
;

    movfw  rNiv
    call   Table
    movwf  PORTA

;verifica buton Up

```



```

    btfsc    iUp          ;apasat?
    goto     MAIN1 ;Nu
;Da
    bcf      fDown
    btfsc    fUp          ;deja apasat?
    goto     MAIN ;Da
    bsf      fUp          ;Nu, prima apasare
    movlw    0x13
    xorwf    rNiv,W
    btfsc    STATUS,Z
    goto     MAIN
    incf     rNiv
    goto     MAIN
;
MAIN1      ;verifica buton Down
    bcf      fUp
    btfsc    iDown ;apasat?
    goto     MAIN2 ;Nu
;Da
    btfsc    fDown      ;deja apasat?
    goto     MAIN      ;Da
    bsf      fDown      ;Nu, prima apasare
    movlw    0x0F
    xorwf    rNiv,W
    btfsc    STATUS,Z
    goto     MAIN
    decf     rNiv
    goto     MAIN
MAIN2
    bcf      fDown
    goto     MAIN
;
Table
    ADDWF    PCL
    retlw    0x00 ;0
    retlw    0x10 ;1
    retlw    0x02 ;2
    retlw    0x12 ;3
    retlw    0x01 ;4
    retlw    0x11 ;5
    retlw    0x03 ;6
    retlw    0x13 ;7
;

```

b) Schema in Proteus:

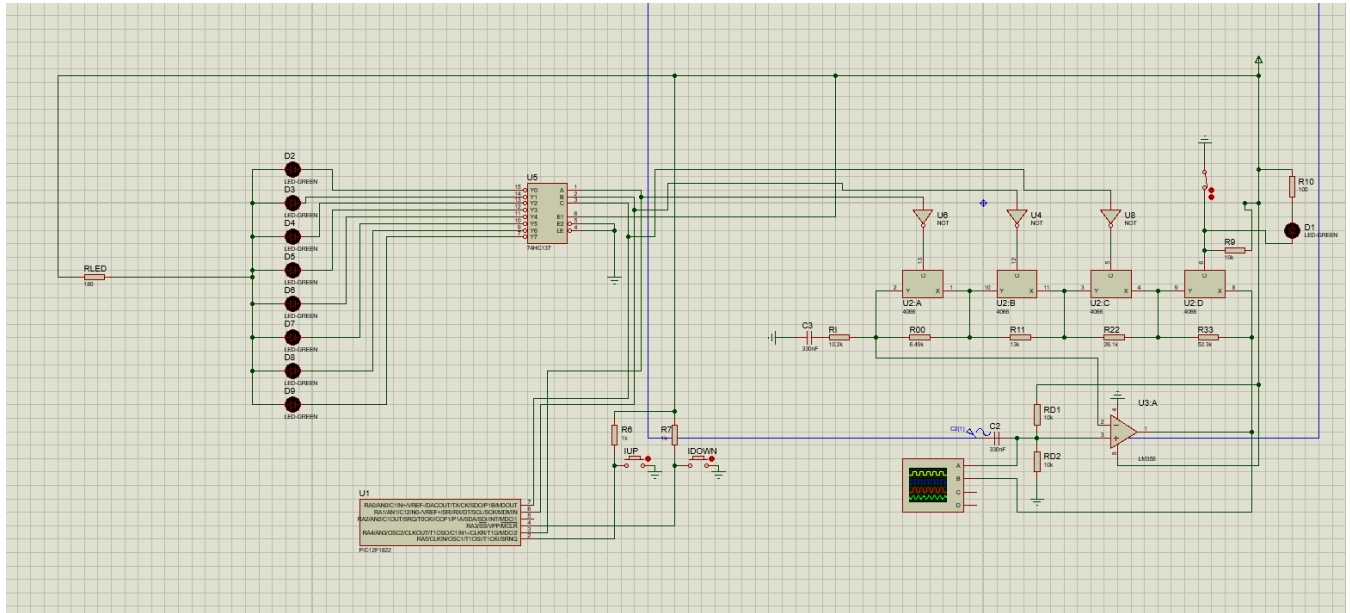


Fig 4.1 Adaptarea schemei

c) Încărcarea codului hex în memoria μC :

Din butonul “Edit Firmware” deschid fereastra “Source Code” unde pun codul modificat.

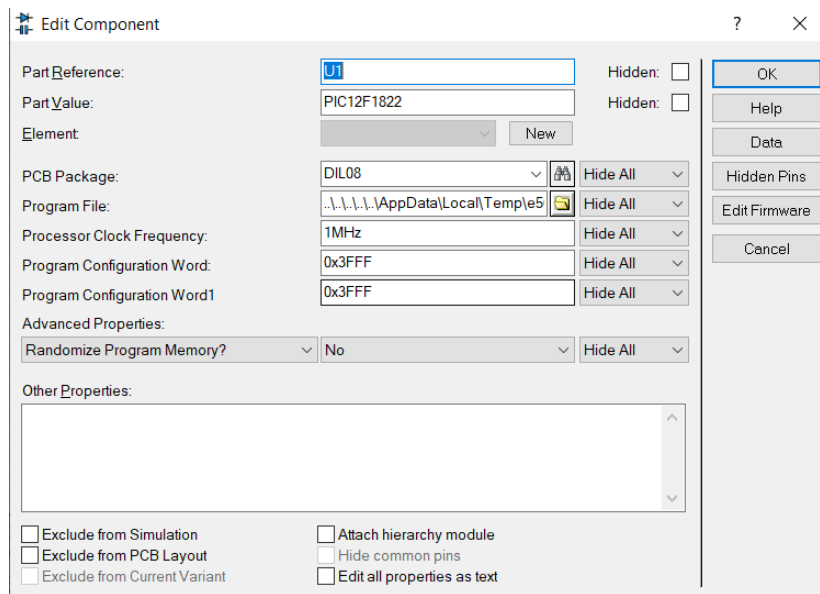


Fig 4.2 Încărcarea codului hex din Proteus

d) Verificarea funcționării:

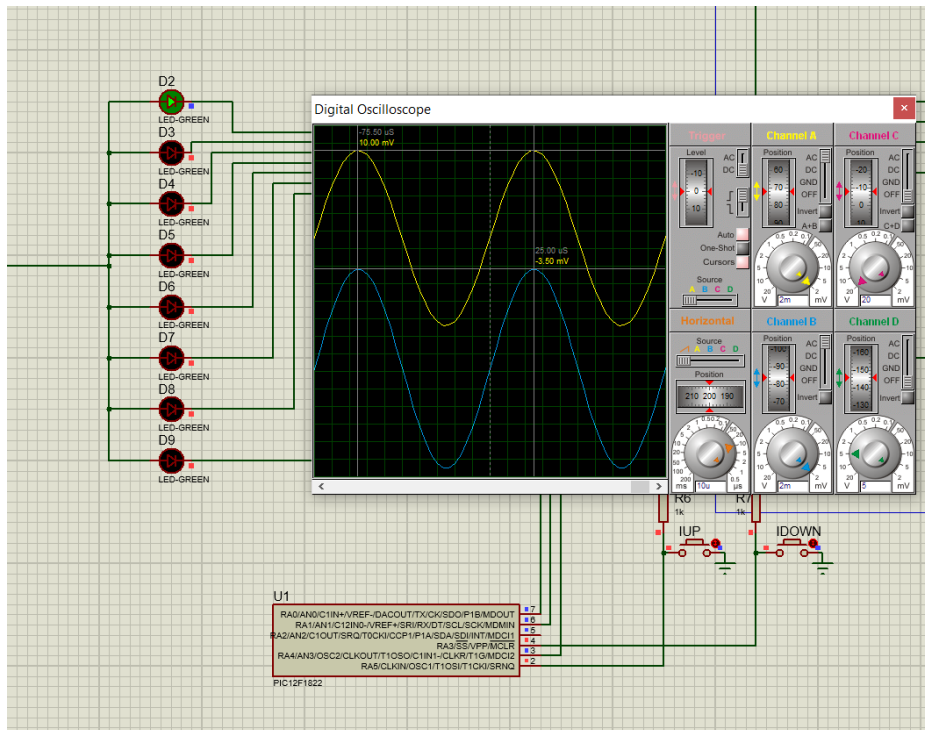


Fig 4.3 Verificarea funcționării pentru prima treapta

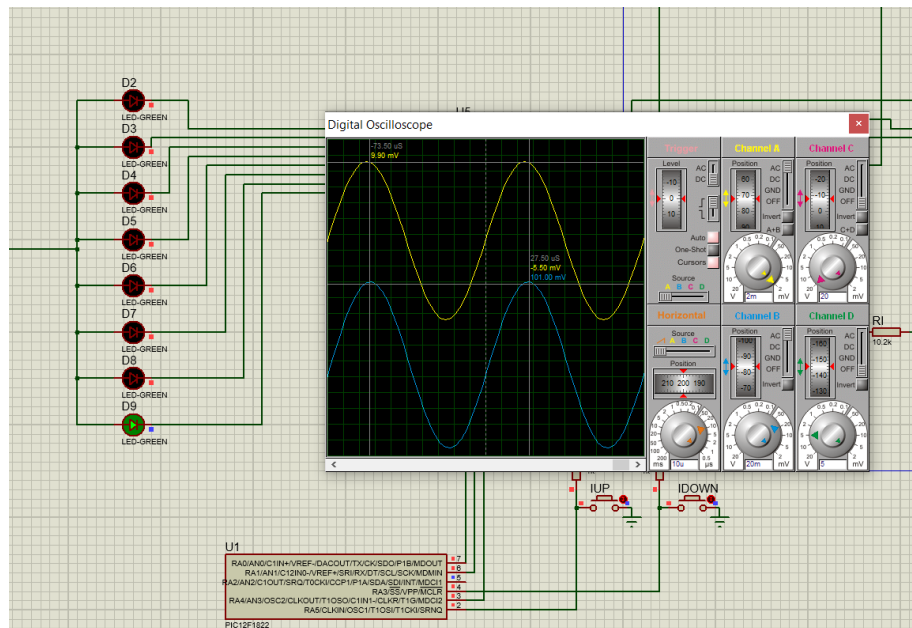


Fig 4.4 Verificarea functionării pentru ultima treapta

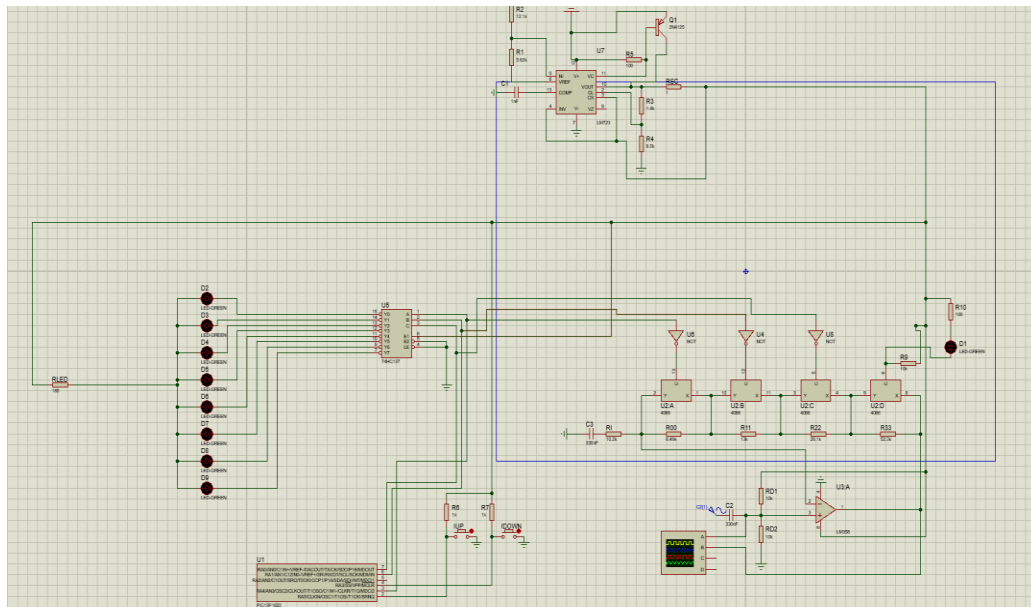


Fig 4.5 Schema finală