

Specialitatea Ingineria Sistemelor Biomedicale

DISPOZITIV DE MONITORIZARE A ACTIVITĂȚII INIMII

Teză de licență

Elaborat :
Conducător:

st.gr., Suhoborcenco Daria
lect.univ., Iavorschi Anatolie

Scopul Proiectului:

Elaborarea unui dispozitiv care va înregistra activitatea electrică a inimii pe parcursul a 6 ore cu o ulterioară salvare a semnalelor.

Obiectivele Proiectului:

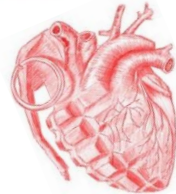
- Studierea literaturii specializate pe tema proiectului
- Elaborarea schemei-bloc a dispozitivului
- Elaborarea părții Analogice – simulare, testare, PCB
- Elaborarea părții Digitale – testare, simulare, stocarea datelor pe memoria externă
- Elaborarea interfeței cu utilizatorul – librăria grafică Processing
- Testarea și verificarea dispozitivului în condiții de laborator
- Testarea dispozitivului în condiții clinice

MONITORIZAREA ACTIVITĂȚII INIMII - Actualitatea Temei

- ritm cardiac de peste 100/180/200 bpm
- ritm cardiac rapid și dezordonat
- ritm cardiac lent al inimii, sub 60 bpm
- oboseală inexplicabilă
- amețeli bruște și greață
- sincope
- dureri în piept
- dificultăți în respirație



???



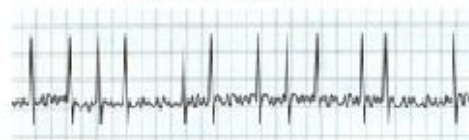
Tahicardie Supraventriculară
Fibrilație Atrială
Tremur Atrial
Sindromul Wolff-Parkinson-White
Tahicardie Ventriculară
Fibrilație Ventriculară
Bradicardia Sinusală
Bradicardia miocardică
Ischemia miocardică

Monitorizarea activității cardiace timp de 24/48 h, utilizînd un Holter ECG

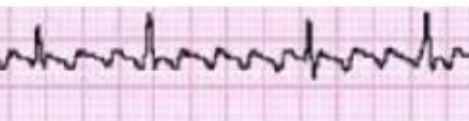
Tahicardie supraventriculară



Fibrilație Atrială



Tremur Atrial



Bloc Cardiac



Ischemia miocardului



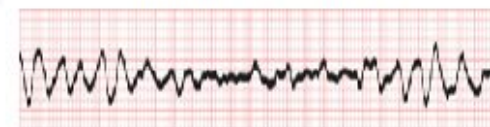
Sindromul Wolff-Parkinson-White



Tahicardie Ventriculară



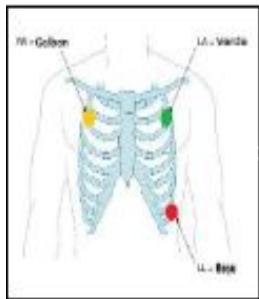
Fibrilație Ventriculară



- *tratament medicamentos*
- *intervenție chirurgicală*

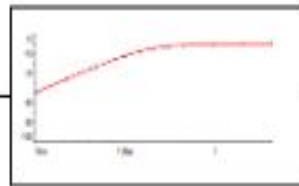
Schema – Bloc a dispozitivului

Electrozi

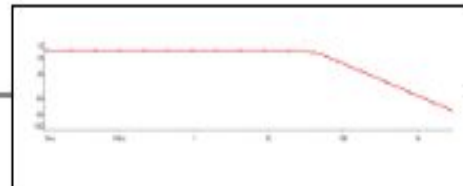


AI

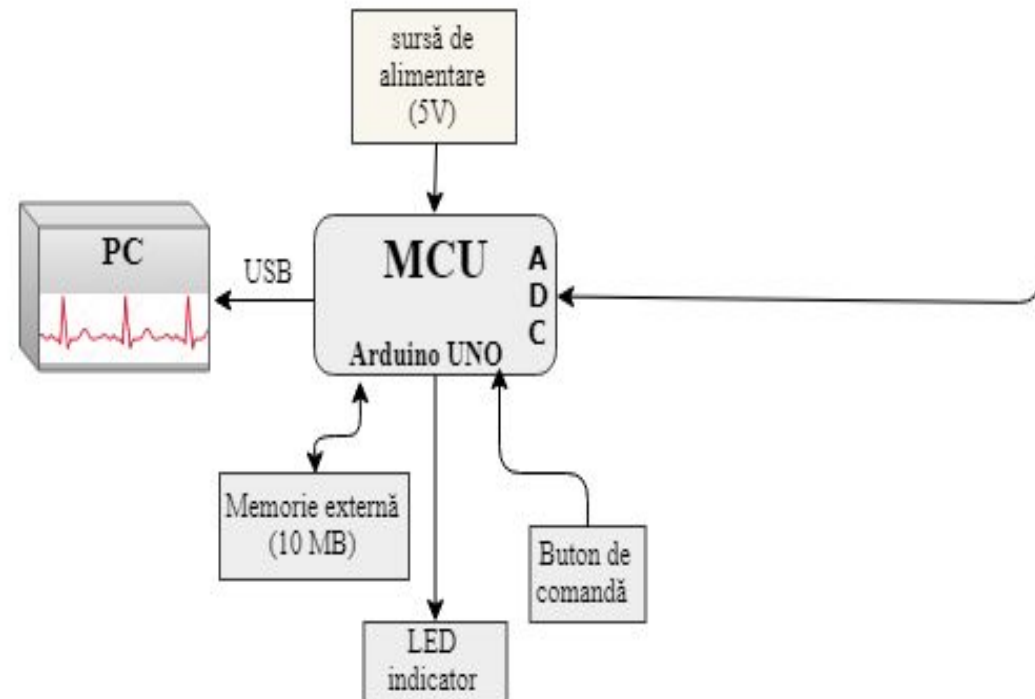
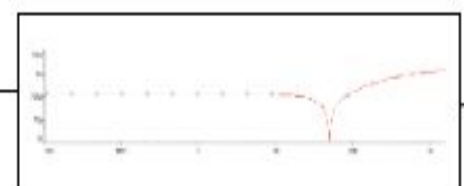
Filtrul trece-sus



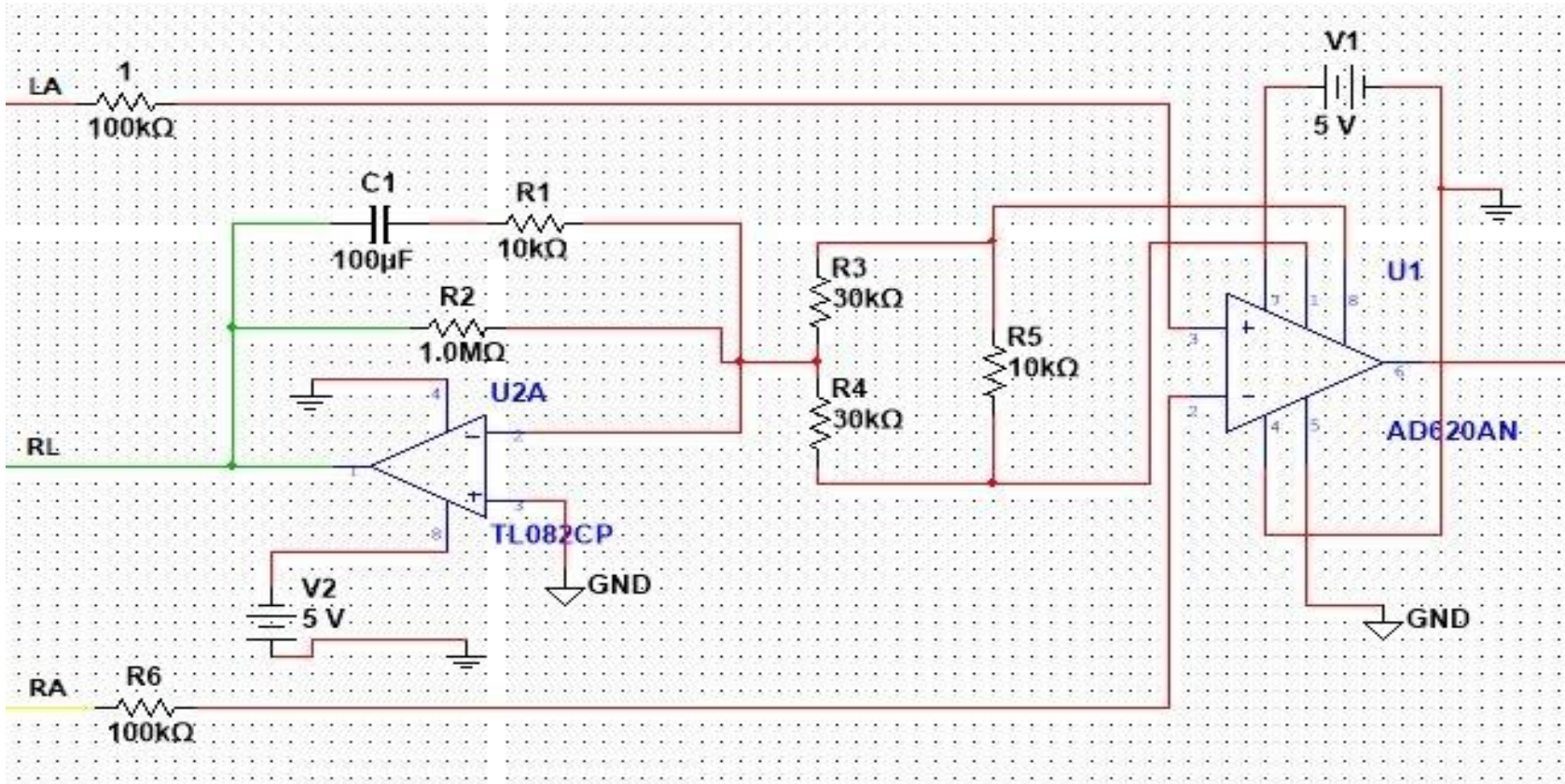
Filtrul trece-jos



Filtrul Notch

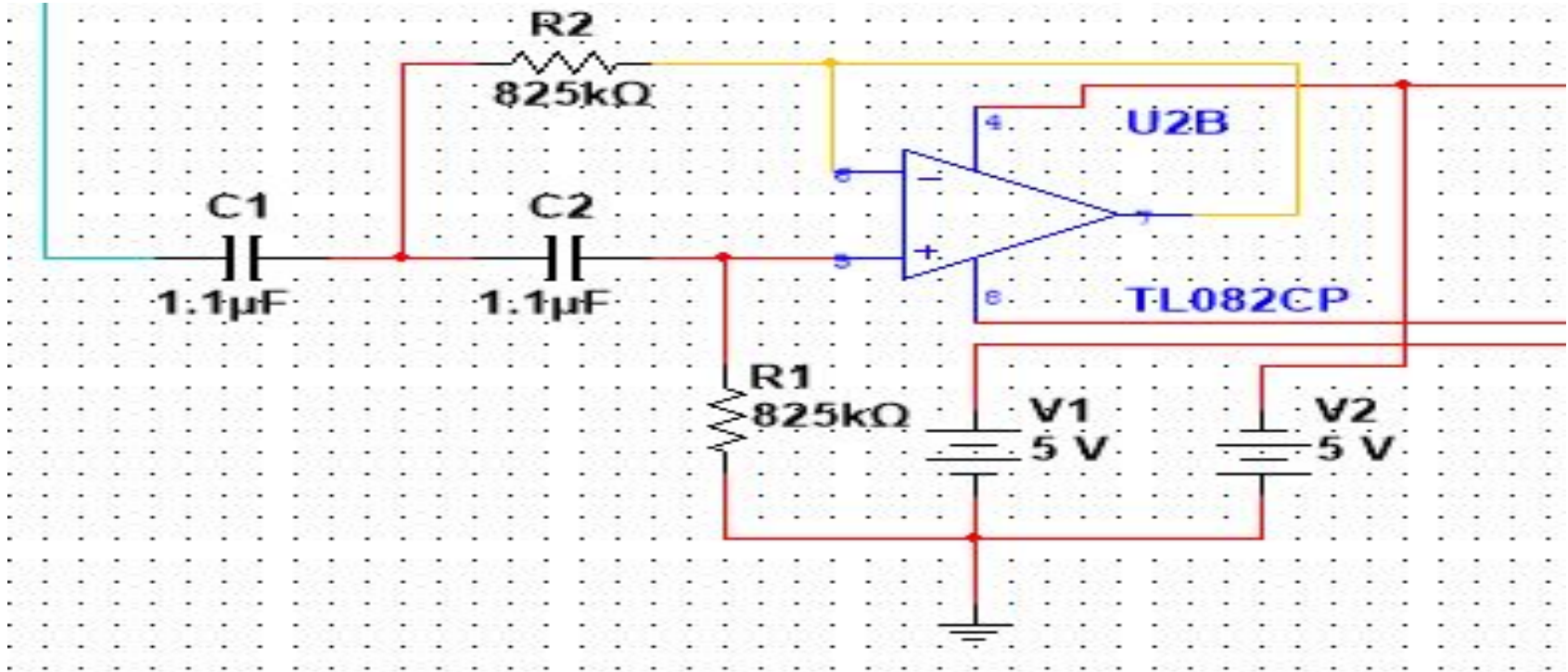


Amplificatorul de Instrumentație



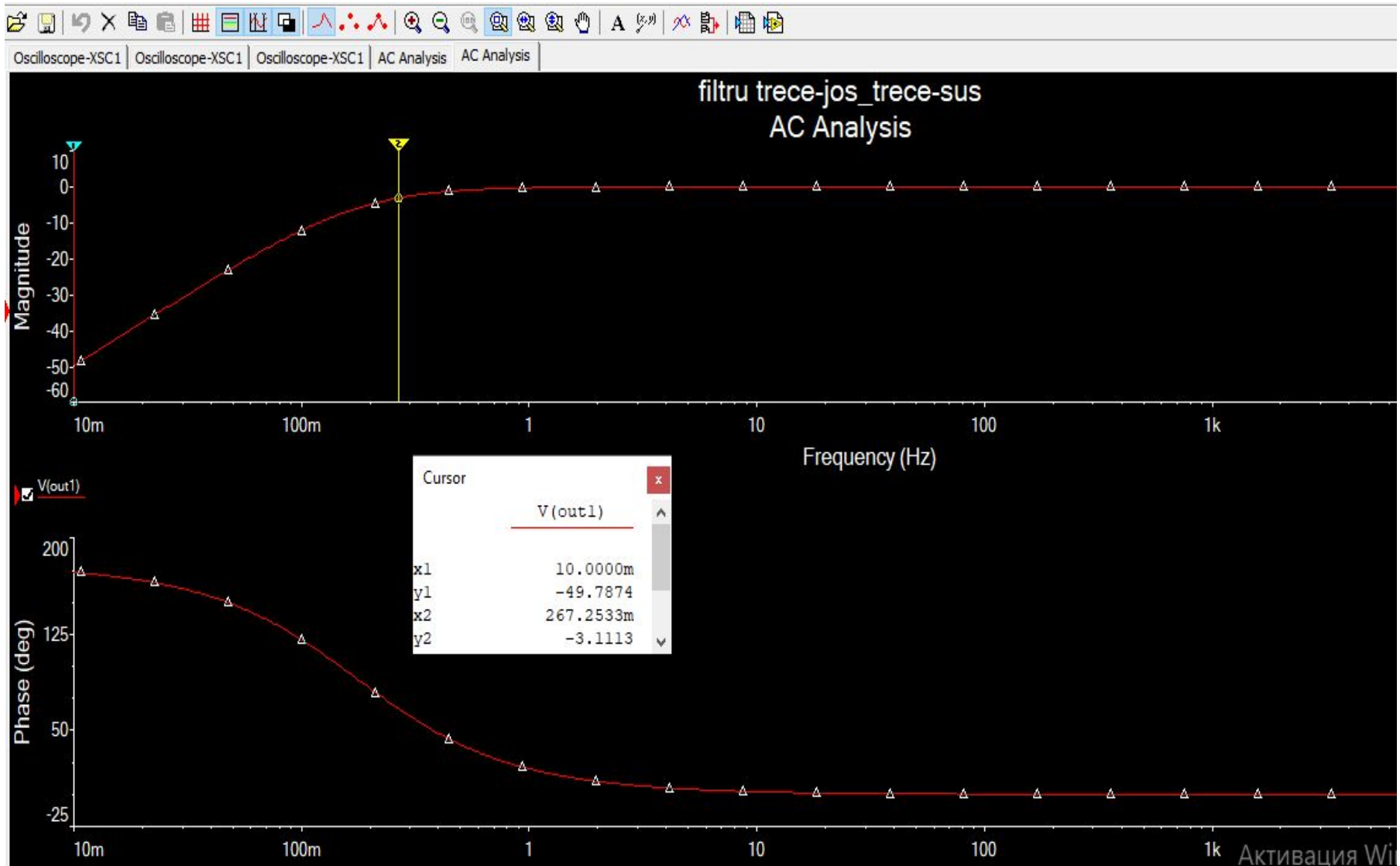
- Impedanță de intrare mare
- $\text{CMMR} \geq 100\text{-}120 \text{ dB}$
- eliminare a variațiilor care vin de la sursa de alimentare.

Filtrul activ Trece - Sus

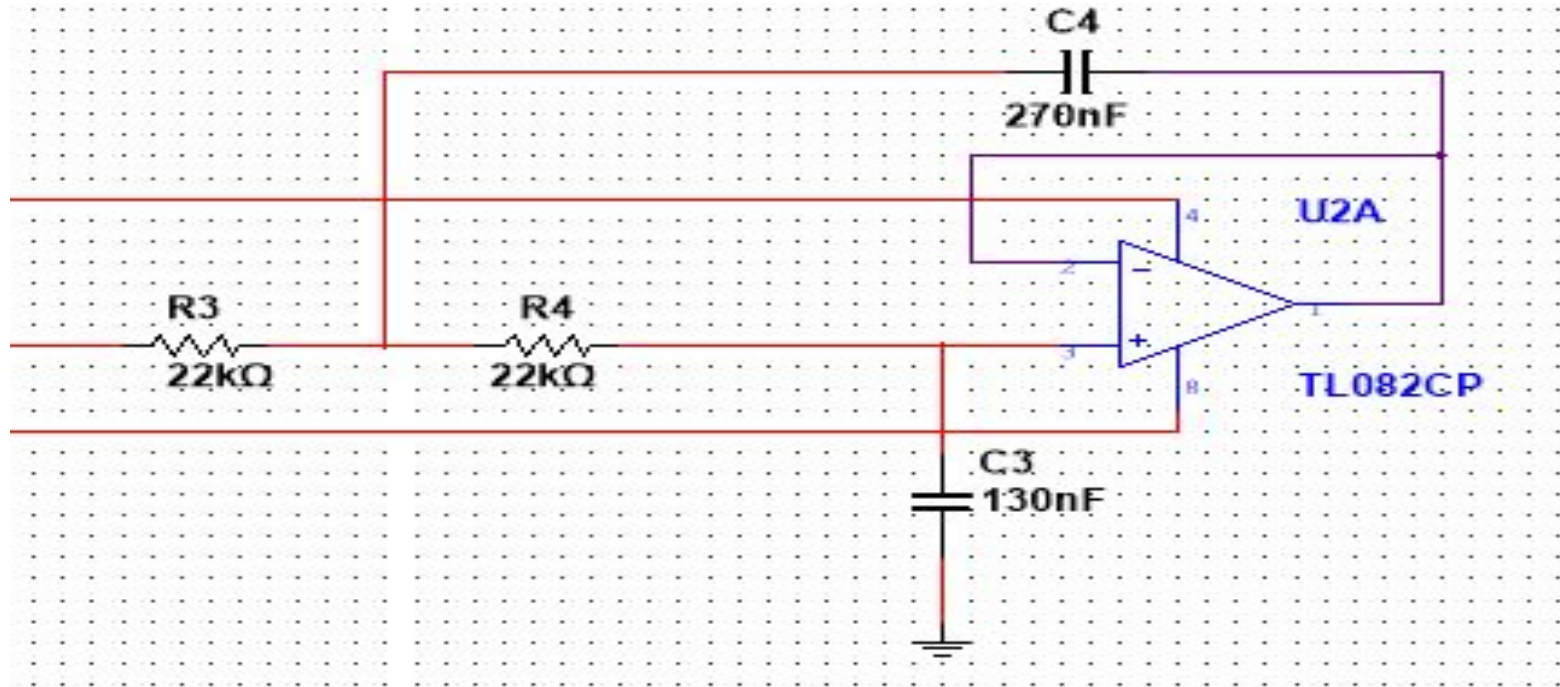


$$f_c = 2\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Caracteristica de Transfer și Caracteristica de Fază

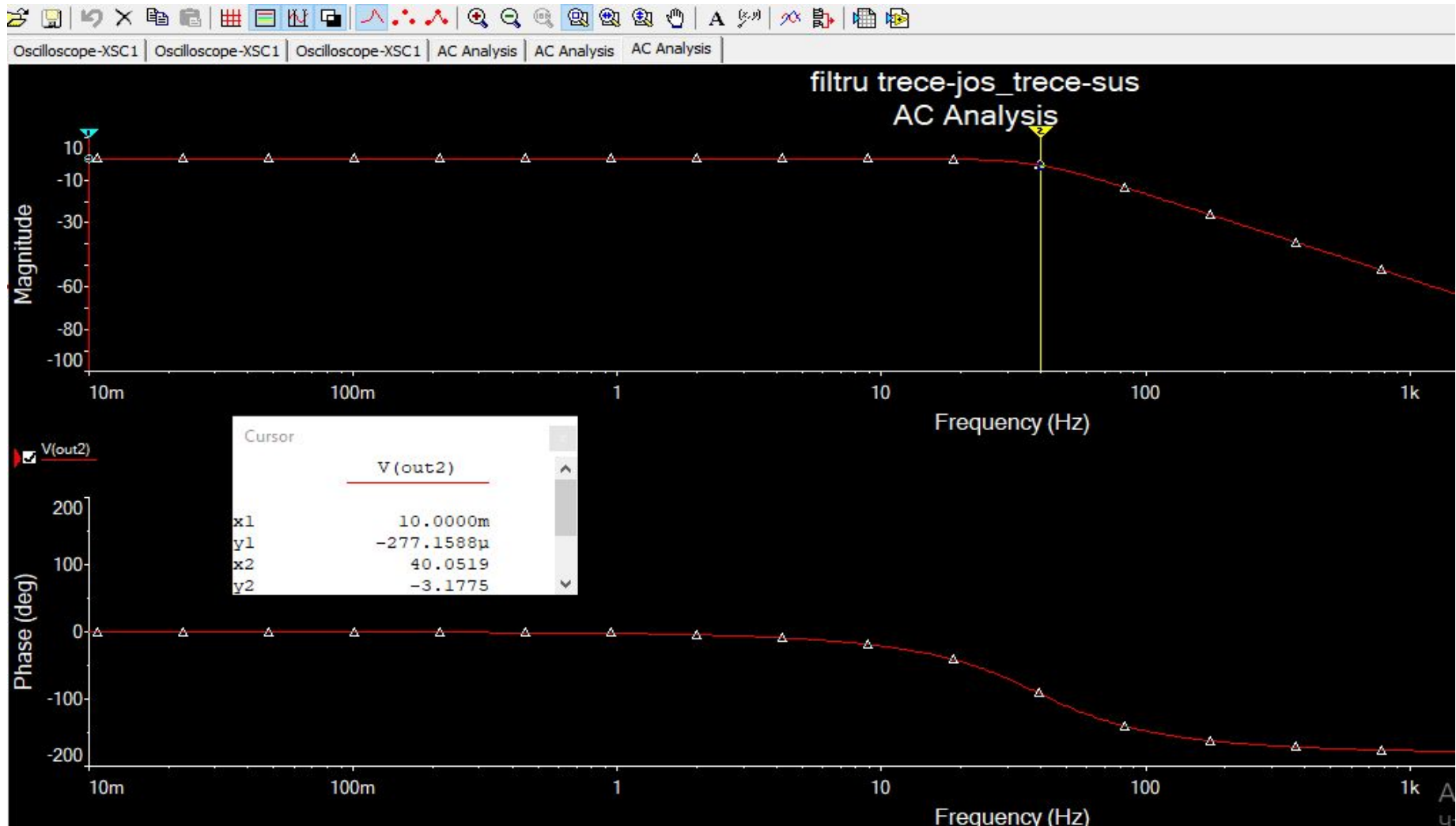


Filtrul activ Trece - Jos

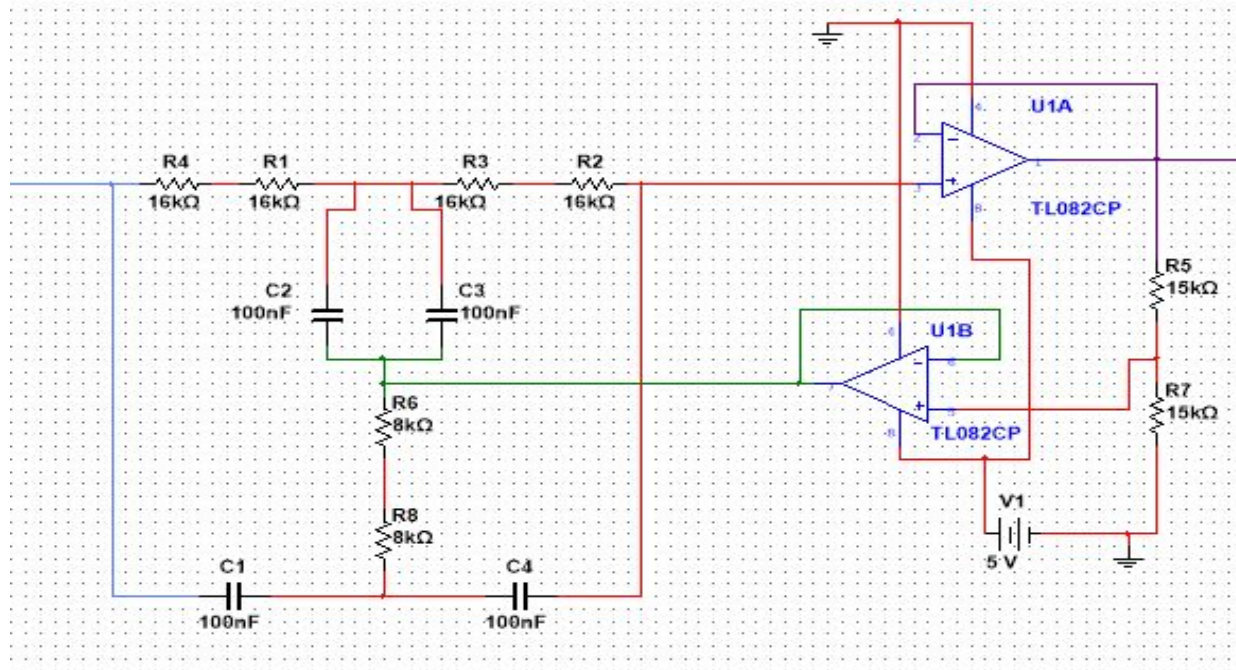


$$f_c = 2\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

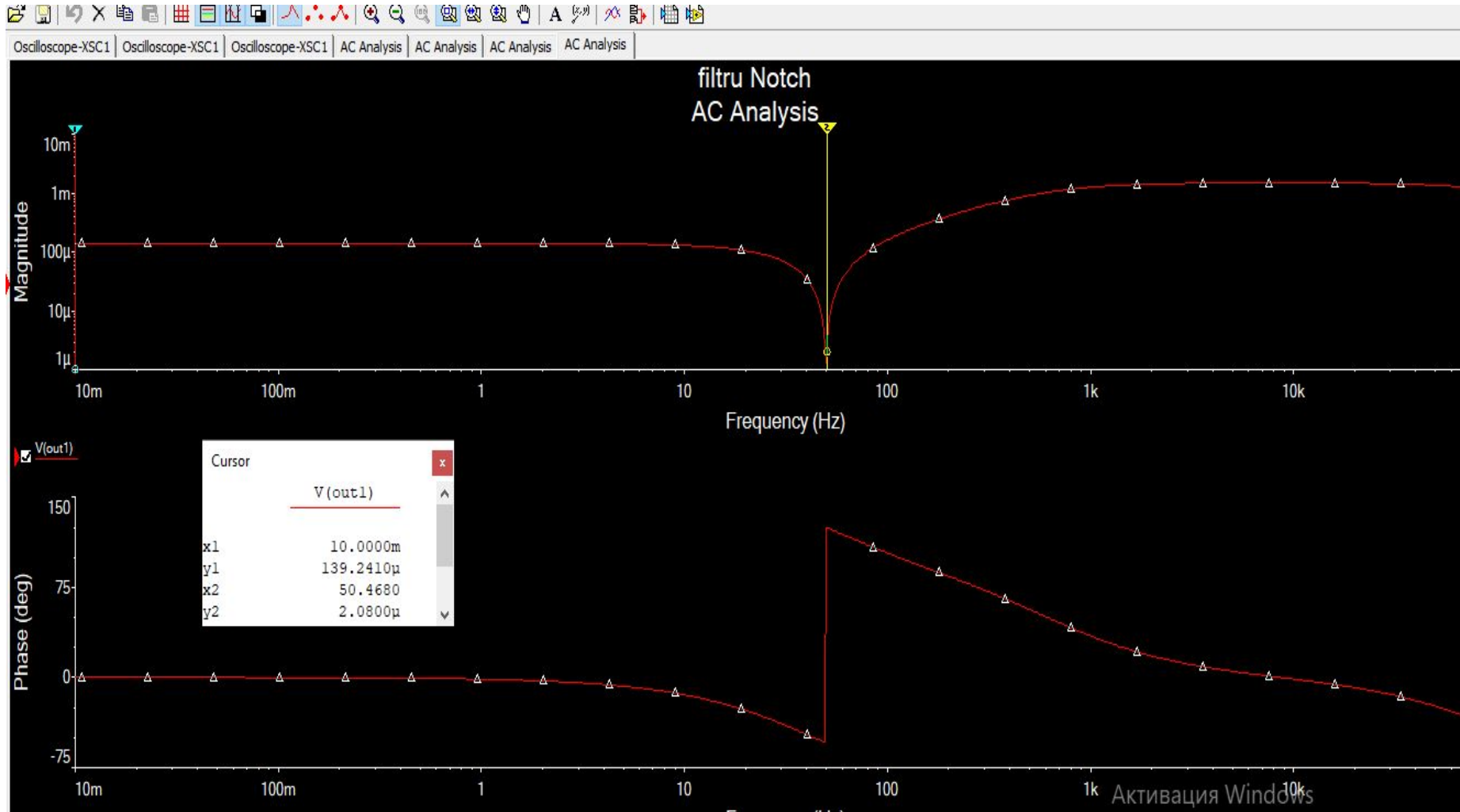
Caracteristica de Transfer și Caracteristica de Fază



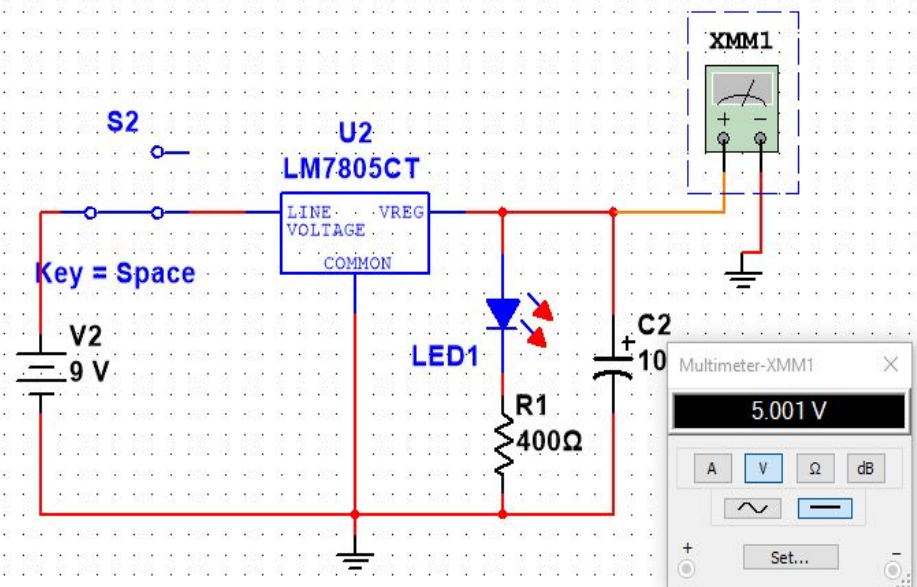
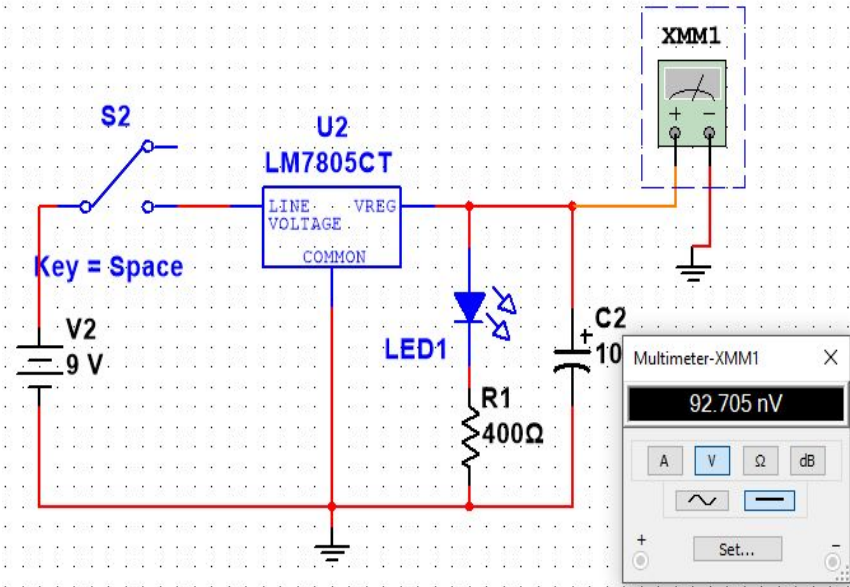
FILTRUL NOTCH



Caracteristica de Transfer și Caracteristica de Fază

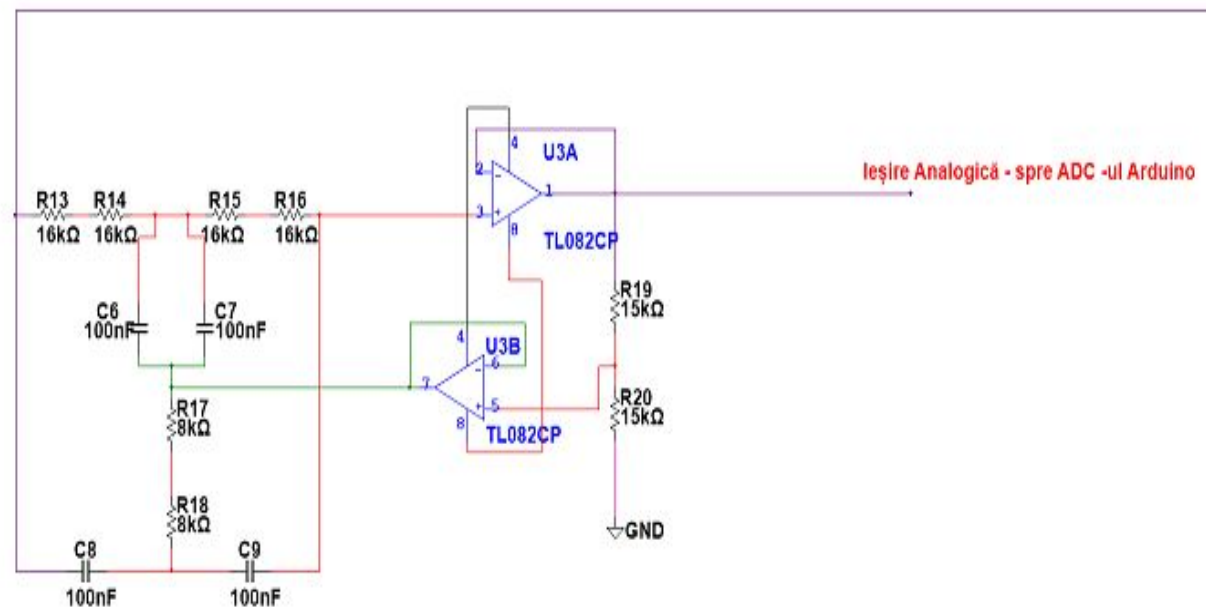
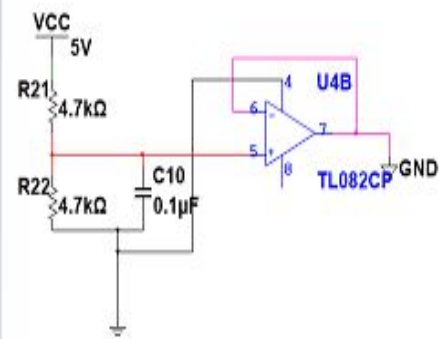
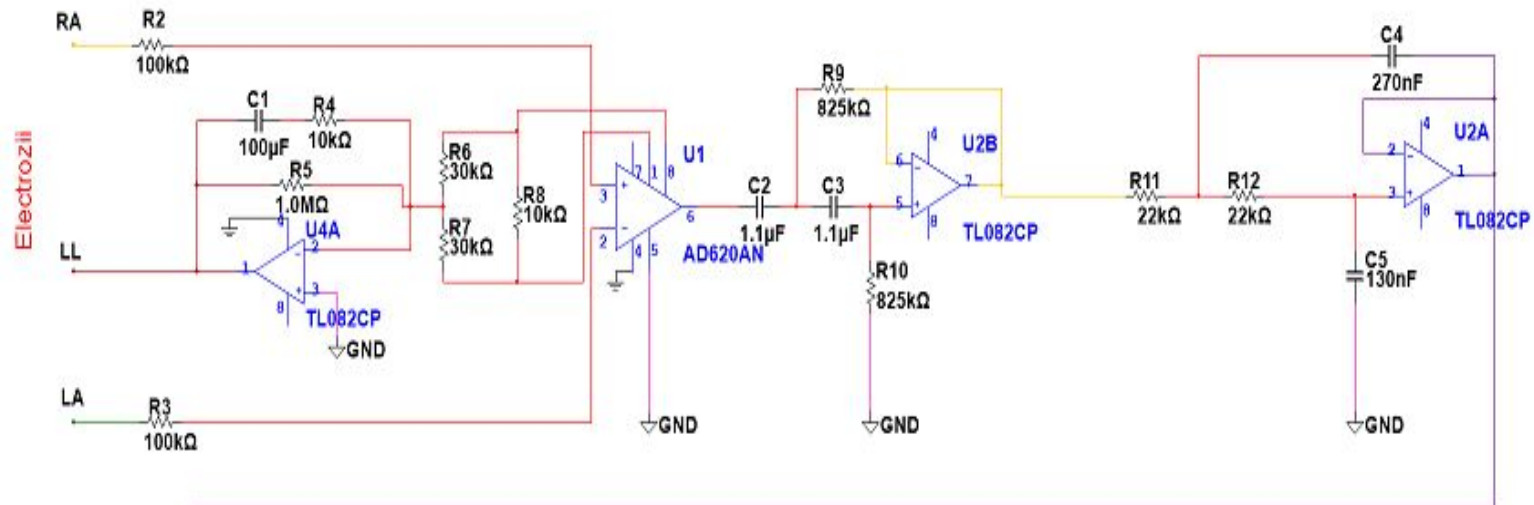
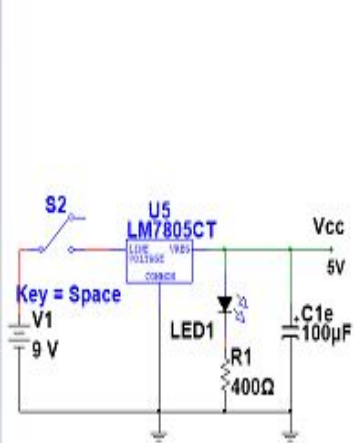


Circuitul de Alimentare

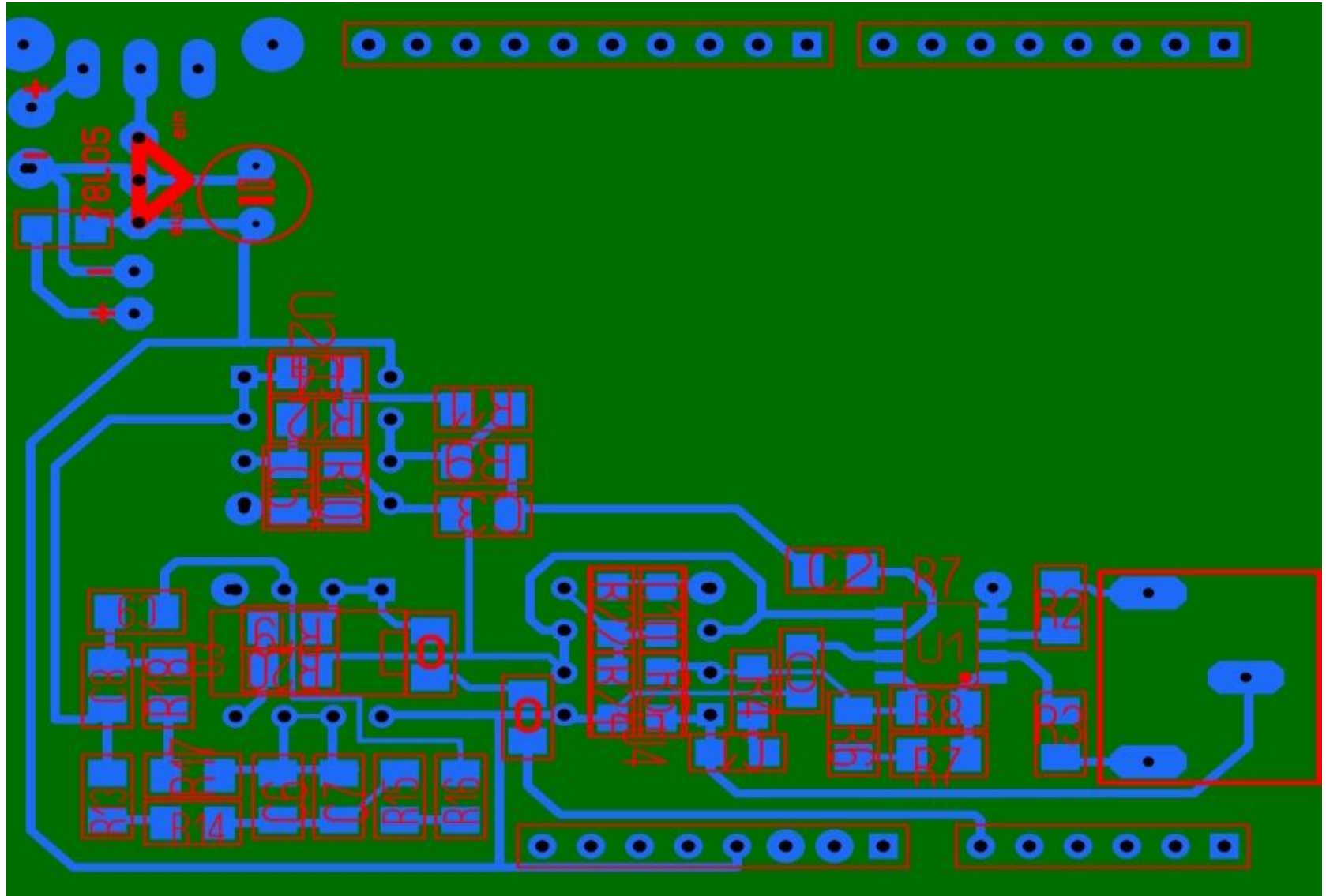


- Stabilizatorul de tensiune tip **LM7805**, stabilizarea la 5V (XX05)
- 3 pini care servesc ca intrare, împământare și ieșire
- $C = 100\mu\text{F}$, minimizarea pulsațiilor la ieșire și la intrare

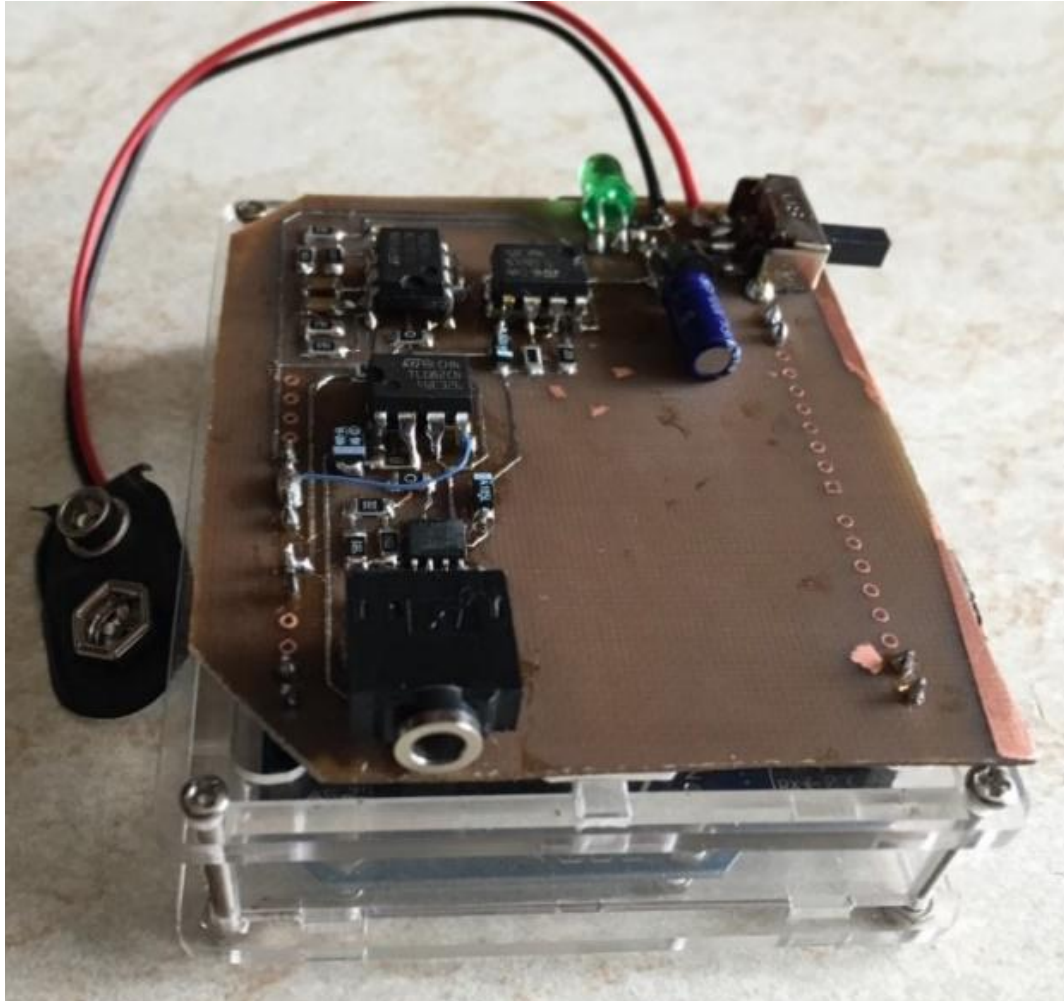
SCHEMA ELECTRICĂ



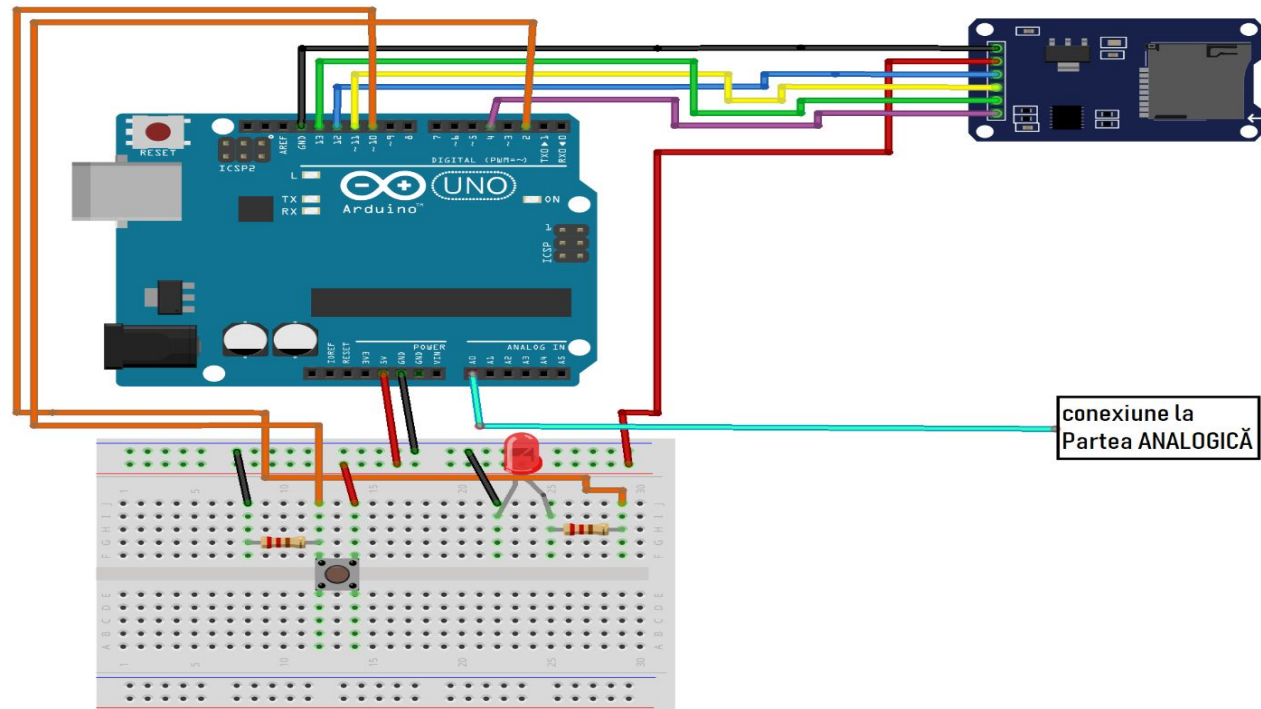
PROIECTAREA PLACII CU CABLAJ IMPRIMAT



CIRCUITUL ELECTRIC ELABORAT



ELABORAREA PARTII DIGITALE A DISPOZITIVULUI



Placa cu microprocesor **Arduino UNO**:

- microprocesorul Atmega328P
- seturi 14 pini digitali 13 – 0
- seturi 6 pini analogici A0 - A5
- microprocesorului Atmega16U2 - programat ca convertor USB-to-serial

Memoria externă și Arduino UNO

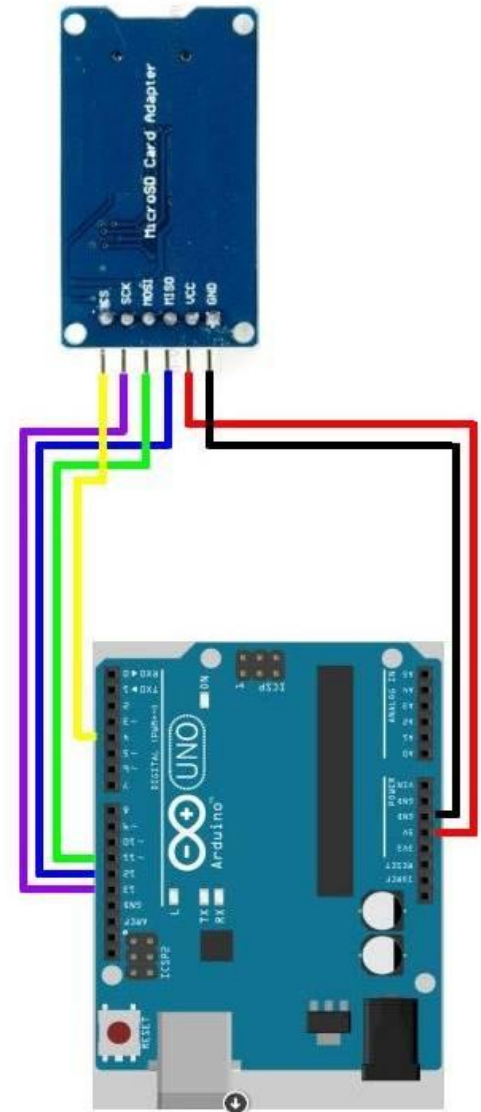
Board-ul Arduino UNO are o memorie de **32kB**, pe când colectarea datelor sub formă de semnale electrice sînt planificate pentru **6 h = 360minute**, cu frecvența de 250Hz, ceea ce presupune un volum de memorie de **10,8MB**.

Pentru a scrie și a citi de pe cardul SD, mai întîi trebuie de includes bibliotecile SPI și SD:

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
```

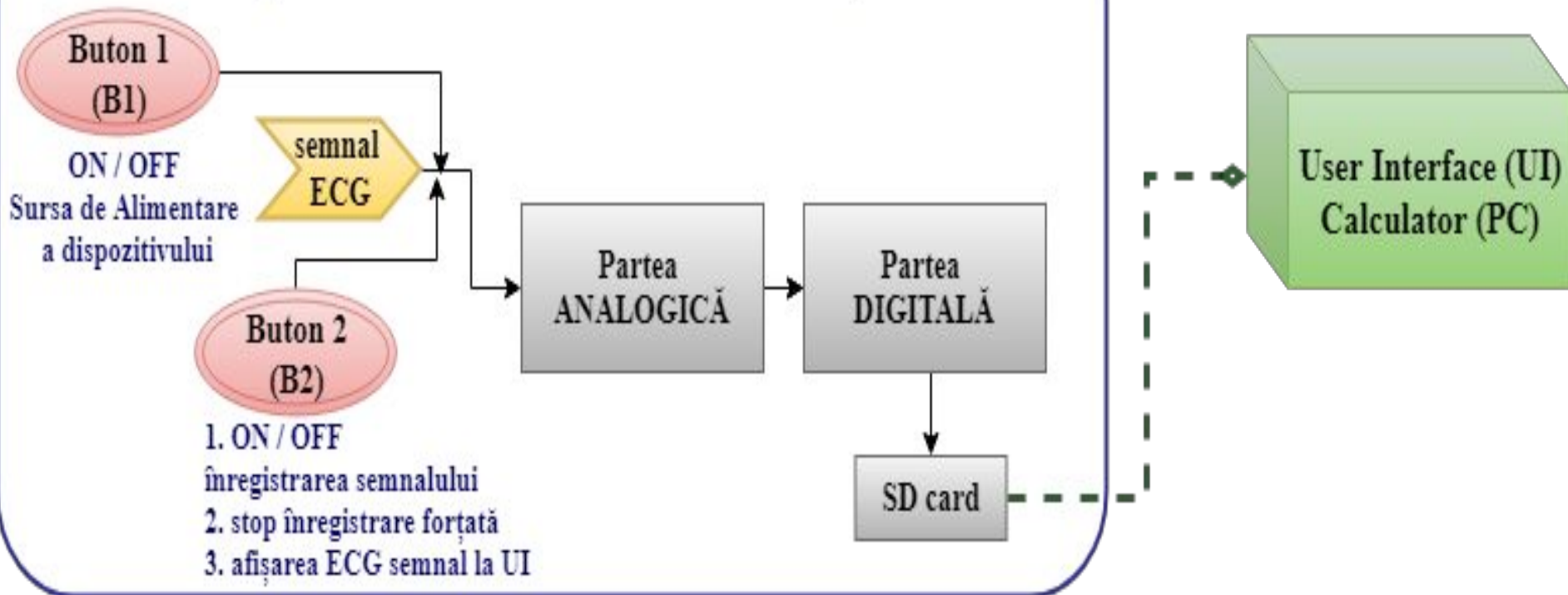
Pentru a scrie în fișierul creat în prealabil:

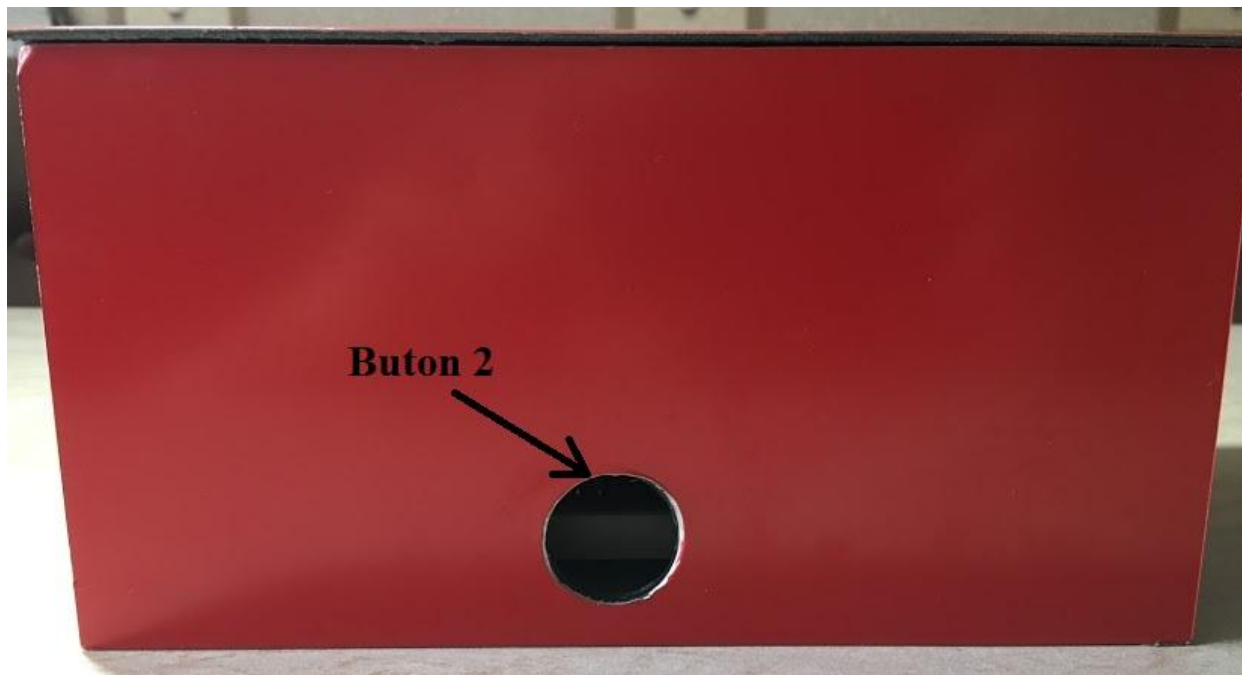
```
myFile = SD.open("ekg.txt", FILE_WRITE);
și închiderea fișierului prin funcția:
SD.close(„ekg.txt”);
```



COMANDAREA DISPOZITIVULUI

Dispozitiv de Monitorizare a Activității Inimii





INTERFAȚA CU UTILIZATORUL

The image displays a Processing IDE window titled "EKG_processing_project | Processing 3.5.3". The interface is split into three main sections:

- Code Editor:** Contains the following code:

```
13 printArray(Serial.list()); // serial ports available
14 myPort = new Serial(this, Serial.list()[0], 9600); // set up serial port
15 }
16
17 // draw graph
18 void draw() { // main loop
19   while (myPort.available()>0){ // if char available...
20     EKG_signal = 0; // zero accumulator
21     for(int i=0; i<timebase; i++) EKG_signal += myPort.read(); // accumu
22     EKG_signal = EKG_signal/timebase; // reduce to byte size
23     print("x" + Integer.toString(packageCount) + " ");
24     println(EKG_signal);
25     packageCount += 1;
26     t = t + 1; // increment time axis
27     if(t>width) t=0; // reset pointer
28     stroke(255); // change to line color
29     line(t-1,height-100-EKG_old, t,height-100-EKG_signal); // line from la
30     fill(200,0,0); // background color
31     noStroke(); // disable rectangle outline
32     rect(t+1,0,50,height); // UL, W, H, overwrite ahead of EKG sign
33   }
34   EKG_old = EKG_signal; // save newest datapoint
35 }
36
37
```
- Canvas:** A red rectangular area displaying a white EKG waveform. The waveform shows a regular rhythm with distinct P waves, QRS complexes, and T waves.
- Console:** Located at the bottom, it shows a list of hexadecimal values representing the received data:

```
X6689= 44
X6690= 40
X6691= 41
X6692= 39
X6693= 44
X6694= 43
X6695= 43
X6696= 44
X6697= 42
X6698= 40
X6699= 43
X6700= 39
X6701= 37
X6702= 36
X6703= 43
X6704= 43
X6705= 43
X6706= 42
```

TESTAREA DISPOZITIVULUI PROIECTAT ÎN CONDIȚII DE LABORATOR

Semnal obținut la dispozitivul
elaborat



P-R interval = 0.18 sec

QRS complex = 0.08 sec

Q-T interval = 0.35 sec

Semnal de referință -
standard



P-R interval = 0.12 - 0.20 sec

QRS complex = 0.08 - 0.12 sec

Q-T interval = 0.35 - 0.43 sec

TESTAREA DISPOZITIVULUI IN CONDIȚII CLINICE

În experiment au luat parte **2** persoane:

- ▣ **X** – **25** ani
- ▣ **Y** – **65** ani

Cazul 1: înregistrarea activității inimii în timpul zilei, ambele persoane își desfășoară activitatea de rutină.

Cazul 2: timp de 2-3 minute se efectuează exercițiu respirator de inspirație și expirație regim obișnuit. Începe înregistrarea, pacientul inspiră normal și expiră adânc, în măsura posibilităților.

REZULTATELE ÎN CAZUL 1:



Persoana **X** = 25 ani



Persoana **Y** = 65 ani

REZULTATELE ÎN CAZUL 2:



Persoana **X** = 25 ani



Persoana **Y** = 65 ani

VIZUALIZAREA SEMINALULUI ÎNREGISTRAT LA INTERFAȚA CU UTILIZATORUL



CONCLUZII

Scopul lucrării a fost atins, s-a elaborat un dispozitiv care înregistrează activitatea inimii pentru perioada de timp programată, semnalul este stocat pe memoria externă, și vizualizat la interfața cu utilizatorul într-un mediu comod.

În perspectivă rămâne loc de a lucra la perfecționarea dispozitivului, și anume: minimizarea dimensiunilor, sincronizarea în lucrul cu butoanele, elaborarea unei interfețe medicale cu axe și scară gradată.

MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE !