

# KOLOKVIJUM

**PREDMET:** Medicinska elektronika

**STUDENT:** Jovana Ćipranić 23/19

**DATUM:** 07.04.2022.

## DIO A)

### 2. Koja je osnovna strukturna jedinica nervnog sistema i od kojih djelova se sastoji (opiši)?

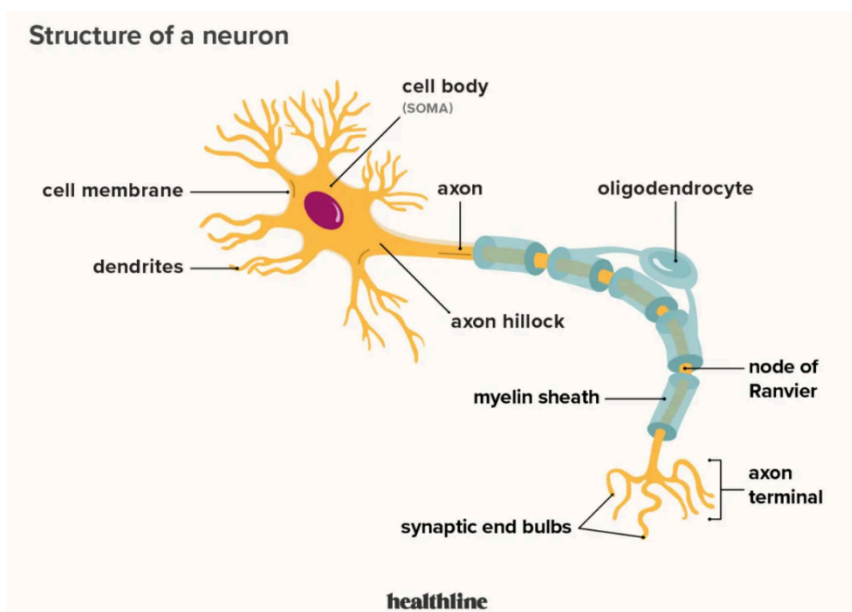
Osnovna strukturna jedinica nervnog sistema je **neuron(nervna ćelija)**. Neuron ima ulogu provodnika nadražaja od receptora do CNS ili od CNS do odgovarajućih ćelija i oragana koji će odreagovati na nadražaj. Osim toga neuron ima ulogu prenosa i skladištenja informacija u nervnom sistemu.

Glavni dijelovi neurona su:

- **tijelo(soma, perikarion)**
- **nastavci**

Tijelo je prošireni dio nervne ćelije koji može biti različitog oblika. Njegova uloga je da prima električne poruke od drugih neurona, preko sinapsi lociranih na njemu ili na dentritima, kao i od aksiona.

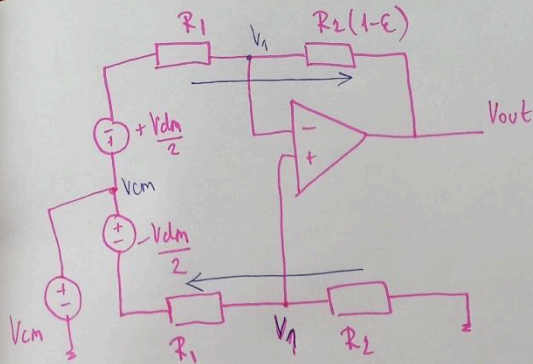
Postoje dvije vrste nastavaka: dentriti i aksion. Dentriti su kratki, razgranati nastavci koji mogu da prenose električni signal samo u jednom smjeru-dovode ga to tijela neurona. Akson(nervno vlakno) odvodi impuls od tijela neurona ka sljedećem neuronu. Može biti dugačak čak i do 1m. U suštini, aksion može da prenosi električne signale u oba smjera. Akson je obično obavijen mijelinom, koji se ponaša kao izolator.



## DIO B)

2. . Nacrtati šemu diferencijalnog pojačavača i izračunati pojačanje diferencijalne i srednje vrijednosti.

U priloženim slikama prikazan je detaljan postupak, tj, izvođenje diferencijalne i srednje vrijednosti pojačanja. Formule 2.1 i 2.2 predstavljaju konačne izraze.



$$V^+ = V^- = V_1$$

$$\frac{V_1 - (V_{cm} + V_{dm}/2)}{R_1} = -\frac{V_1}{R_2}$$

$$V_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V_{cm} + V_{dm}/2}{R_1}$$

$$V_1 \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right) = \frac{V_{cm} + V_{dm}/2}{R_1} \Rightarrow \boxed{V_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left( V_{cm} + \frac{V_{dm}}{2} \right)}$$

$$\frac{V_1 - V_{out}}{R_2(1-\epsilon)} = \frac{(V_{cm} - V_{dm}/2) - V_1}{R_1}$$

$$V_1 \left( \frac{1}{R_2(1-\epsilon)} + \frac{1}{R_1} \right) - \frac{V_{cm} - V_{dm}/2}{R_1} = \frac{V_{out}}{R_2(1-\epsilon)}$$

$$V_{out} = \left( 1 + \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} \right) \cdot V_1 - \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} \cdot \frac{V_{cm} - V_{dm}/2}{R_1}$$

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_1 + R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \left( V_{cm} + \frac{V_{dcm}}{2} \right) - \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \left( V_{cm} - \frac{V_{dcm}}{2} \right)$$

$$V_{out} = A_{dm} \cdot V_{dcm} + A_{cm} \cdot V_{cm}$$

$$V_{out} = V_{cm} \left[ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left( 1 + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \right) - \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \right] +$$

$$+ \frac{V_{dcm}}{2} \left[ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left( 1 + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \right) + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \right]$$

$$A_{cm} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} - \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} =$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - 1 \right) =$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \cdot \frac{R_2 - R_1 - R_2}{R_1 + R_2} =$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 (1 - \epsilon)}{R_1} \left( - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = \boxed{\frac{R_2 \cdot \epsilon}{R_1 + R_2}}$$



→ Pojačanje srednje vrijednosti signala:

$$A_{cm} = \frac{R_2 \cdot \epsilon}{R_1 + R_2} \quad (2.1)$$

$$A_{cm} = \frac{1}{2} \left[ \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} + \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \left[ \frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} + 1 \right) \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \left[ \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_2(1-\epsilon)}{R_1} \cdot \frac{R_1 + 2R_2}{R_1 + R_2} \right] = \quad \rightarrow -R_1 R_2 \epsilon - 2R_2^2 \epsilon$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{R_1 R_2 + R_2(1-\epsilon)(R_1 + 2R_2)}{R_1(R_1 + R_2)} = \frac{1}{2} \frac{R_1 R_2 + R_1 R_2 + 2R_2^2}{R_1(R_1 + R_2)}$$

$$V_{cm} = \frac{1}{2} \frac{2R_1 R_2 + 2R_2^2 + R_1 R_2 \epsilon - 2R_2^2 \epsilon}{R_1(R_1 + R_2)} =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1} \frac{2R_1 + 2R_2 - R_1 \epsilon - 2R_2 \epsilon}{R_1 + R_2}$$

$$V_{dm} = \frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1} \left[ \frac{2(R_1 + R_2) - (R_1 + 2R_2)\epsilon}{R_1 + R_2} \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1} \left[ 2 - \frac{R_1 + 2R_2}{R_1 + R_2} \epsilon \right]$$

→ Diferencijalno pojačanje:

$$V_{dm} = \frac{R_2}{R_1} \left( 1 - \frac{R_1 + 2R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{\epsilon}{2} \right) \quad (2.2)$$

DIO C)

## 6. Objasniti formulu za izračunavanje SpO2.

Relacija od koje se polazi za računanje SpO2<sup>1</sup> je:  **$SpO2 = HbO2 / (HbO2 + Hb)$**

**HbO2**-koncentracija oksigenizovanog<sup>2</sup> hemoglobina

**Hb**-koncentracija deoksigenizovanog<sup>3</sup> hemoglobina

Medjutim, ove koncentracije je teško odrediti, pa se vrši njihova optička detekcija, a onda se dobijene optičke veličine pretvaraju u električne. Optička detekcija se vrši pomoću dvije LED, jedna koja emituje crvenu svjetlost(koju apsorbuje Hb) i jedna koja emituje infracrvenu svjetlost(koju apsorbuje HbO2) i fotodetektora. Iz tog razloga prvo je potrebno odrediti normalni apsorpcioni koeficijent R:  **$R = (AC(Red)/DC(Red)) / (AC(IR)/DC(IR))$**

Koncentraciju možemo izračunati preko relacije:  **$SpO2\% = A - R * B$**

Dobra aproksimacija:  **$SpO2\% = 110 - R * 25$**

---

<sup>1</sup> Zasićenost krvi kiseonikom. Normalne vrijednosti SpO2 kod zdravih osoba su od 97% do 99%.

<sup>2</sup> Kada je oksigenizovan hemoglobin mijenja boju u svjetlo crvenu.

<sup>3</sup> Kada je deoksigenizovan hemoglobin mijenja boju u tamno crvenu.

## DIO D)

### 4. Izvršiti prikaz ECG signal u MATLABU i odvojiti odvode I, II, III, fajl ECG\_1024Hz\_I\_II\_III\_mV.

Matlab kod:

```
global fs; %definise globalnu promenjivu fs, koja predstavlja frekvenciju odabiranja

fs=1024;

y= xlsread('ECG_1024Hz_I_II_III_mV'); %ucitavamo signal

%izdvajamo odvode
leadI=y(:,1);
leadII=y(:,2);
leadIII=y(:,3);
leadI=leadI.';
leadII=leadII.';
leadIII=leadIII.';

%trazenje duzine signala, tj. broja odbiraka
len_all1=length(leadI);
len_all2=length(leadII);
len_all3=length(leadIII);

%namjestamo da po x osi budu sekunde
x1=(1:1:len_all1)/fs;
x2=(1:1:len_all2)/fs;
x3=(1:1:len_all3)/fs;

%trazenje zbira odvoda
E=leadI+leadII+leadIII;
```

```
figure(1)
%crtanje zbira 3 odvoda
plot(x1,E,'red');
xlabel('[s]');
xlim([0,x1(len_all1)]);
ylabel('leadI+leadII+leadIII [mV]');
grid minor
```

```
figure(2)
%crtanje odvoda I
subplot(311)
plot(x1,leadI,'red');
xlabel('[s]');
xlim([0,x1(len_all1)]);
ylabel('lead I [mV]');
grid minor
```

```
%crtanje odvoda II
subplot(312)
plot(x2,leadII,'green');
xlabel('[s]');
xlim([0,x1(len_all1)]);
ylabel('lead II [mV]');
grid minor;
```

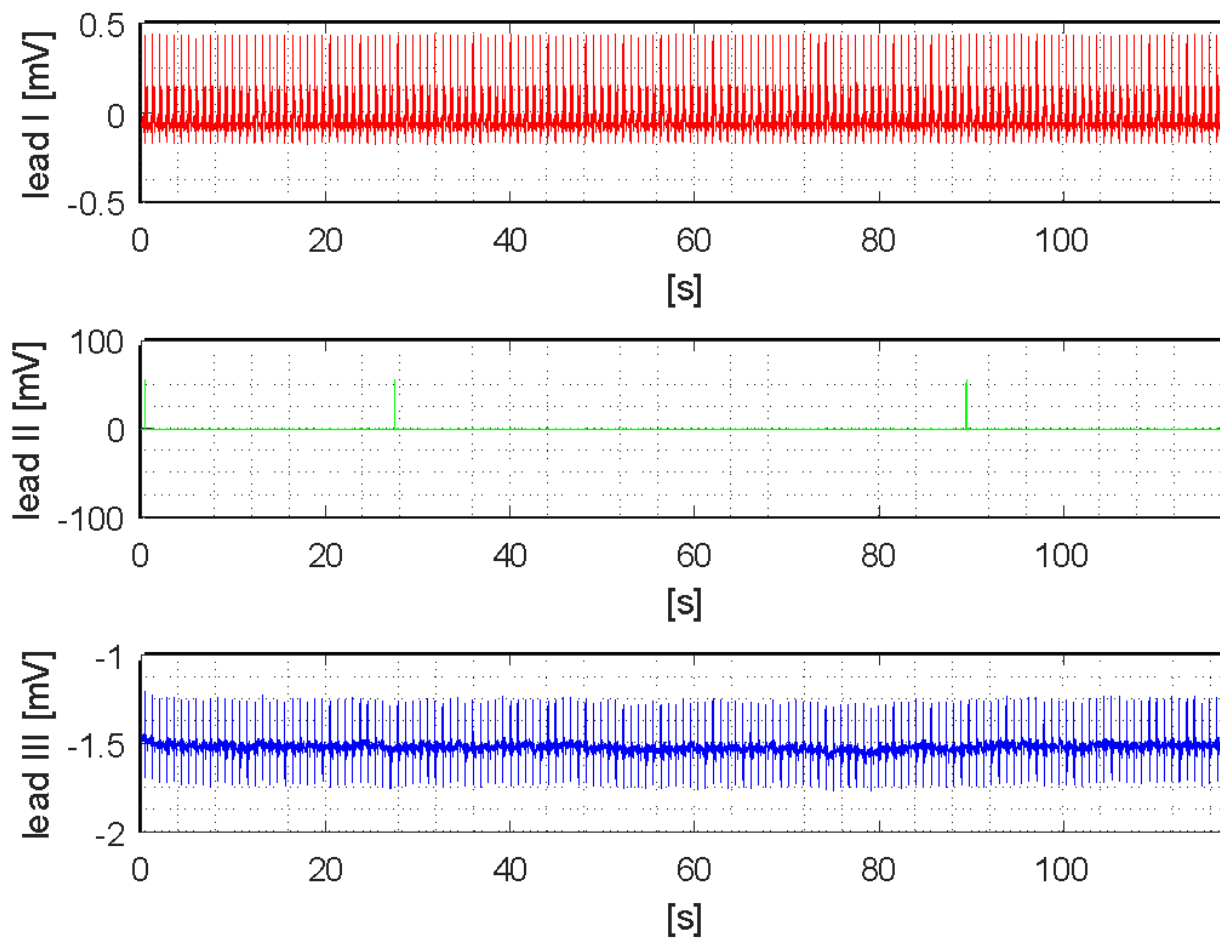
```
%crtanje odvoda III
subplot(313)
plot(x3,leadIII,'blue');
xlabel('[s]');
xlim([0,x1(len_all1)]);
```



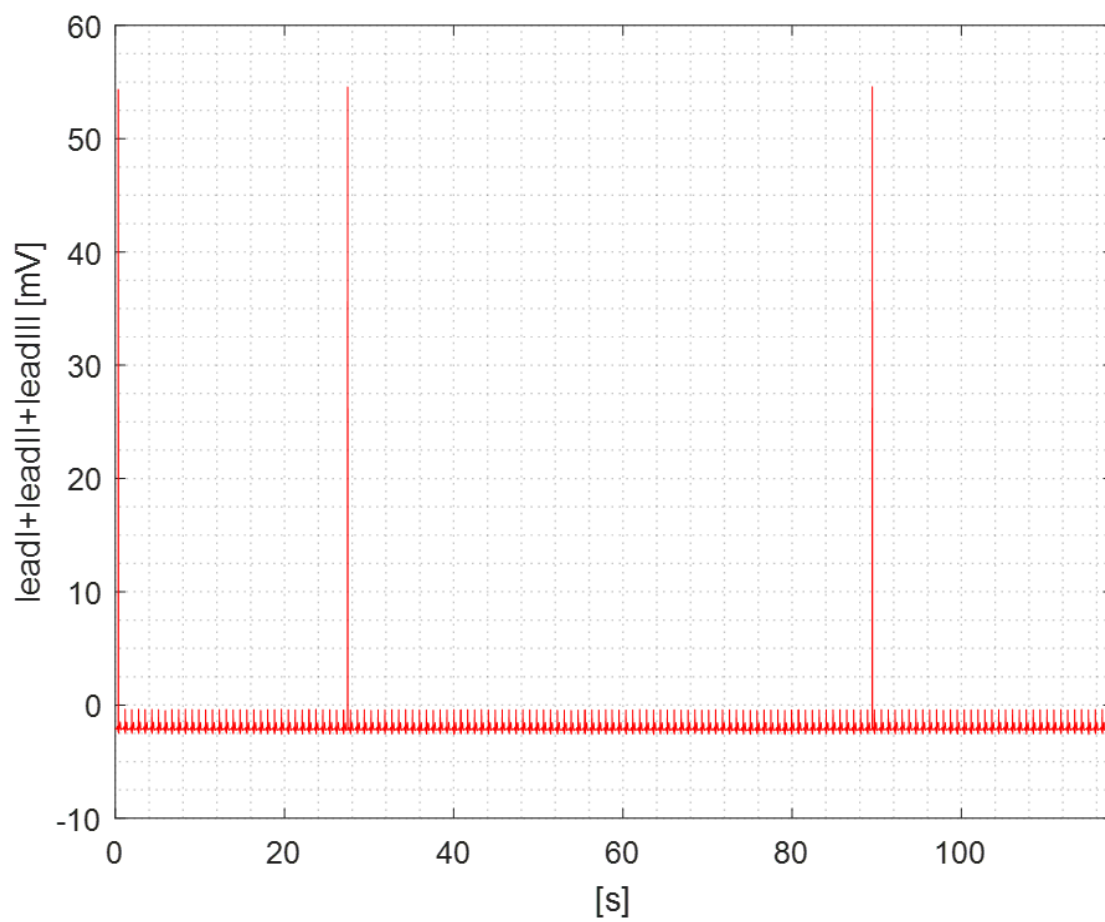
```
ylabel('lead III [mV]');
```

```
grid minor;
```

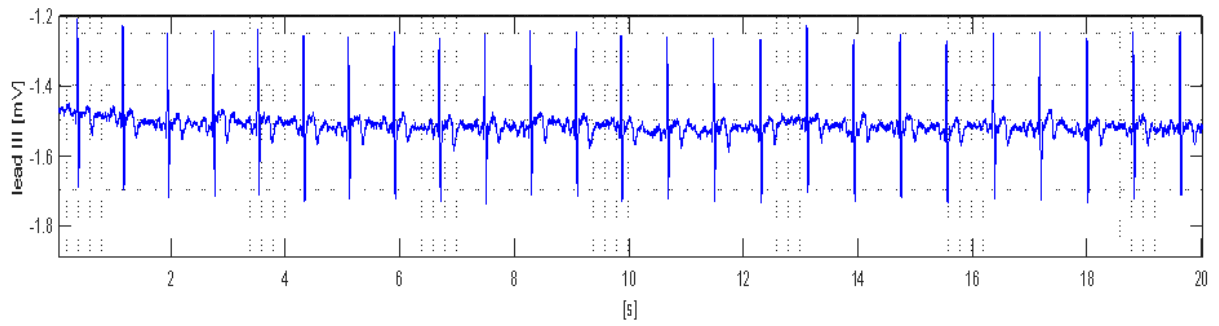
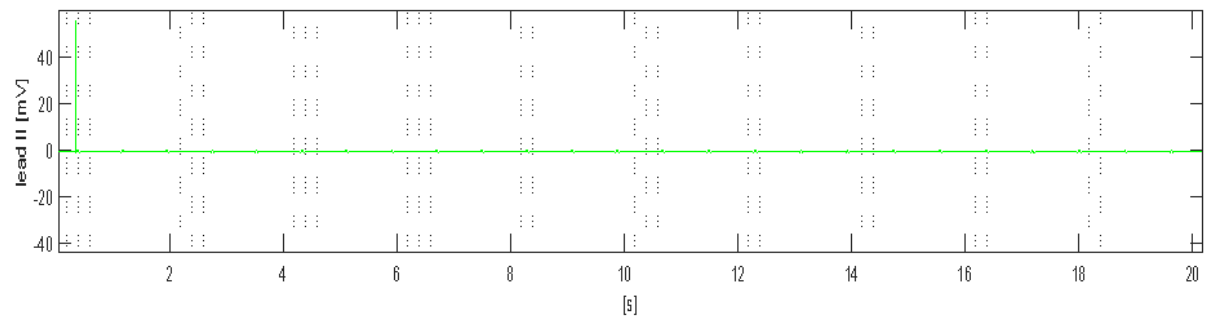
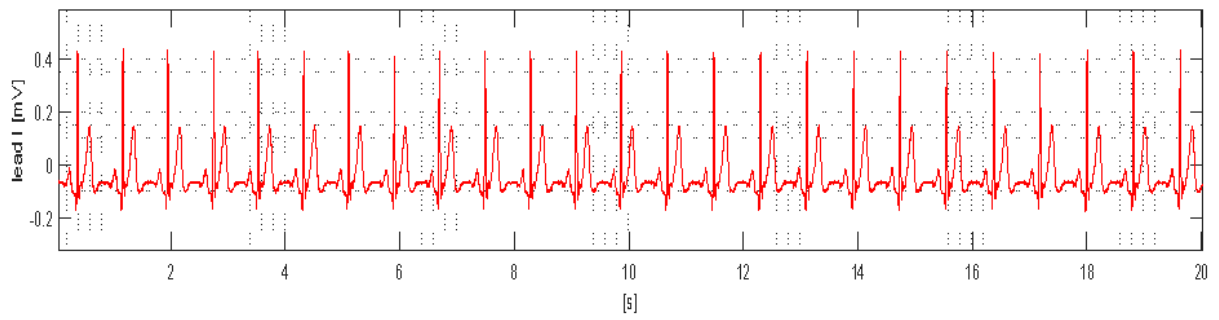
Rezultati koji su dobijeni pokretanjem koda:



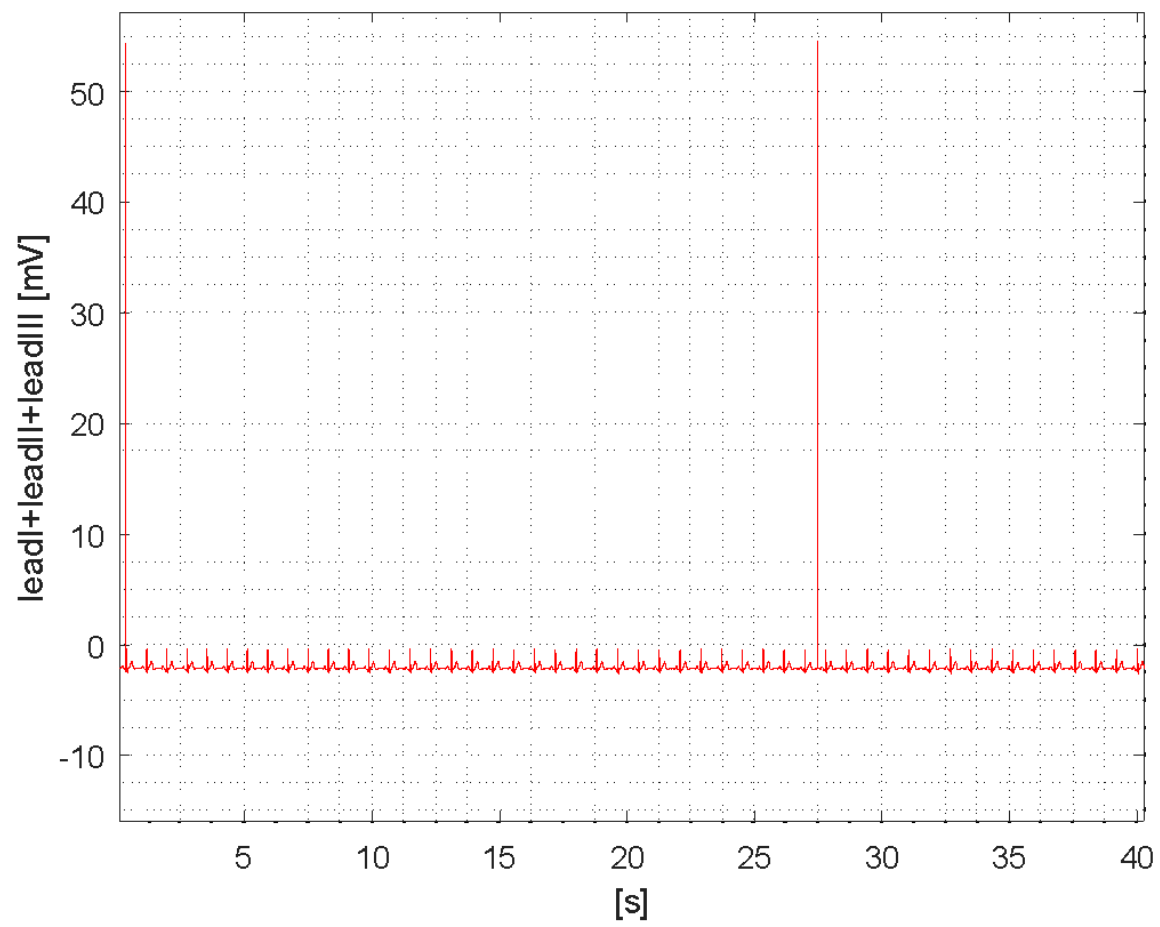
sl. 6.1



sl. 6.2



sl. 6.3



sl. 6.4