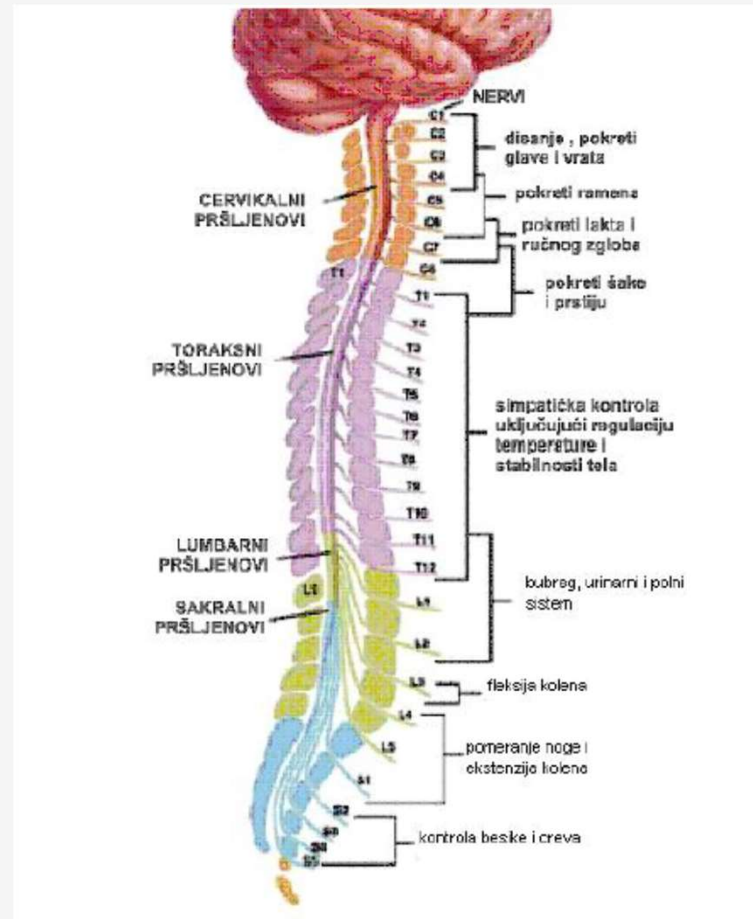


OSNOVE BIOMEDICINSKOG INŽENJERSTVA

EMG – ElektroMioGrafija

ENG - ElektroNeuroGrafija

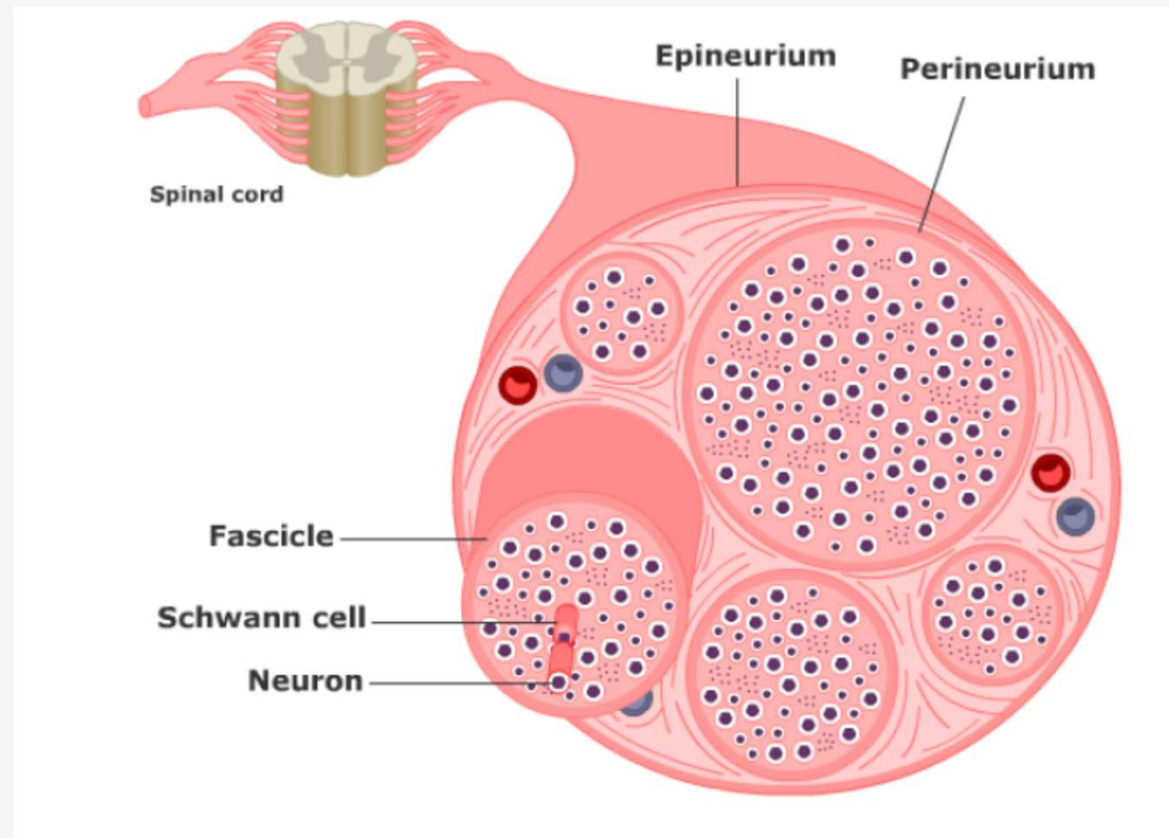
Spinalni nervni sistem



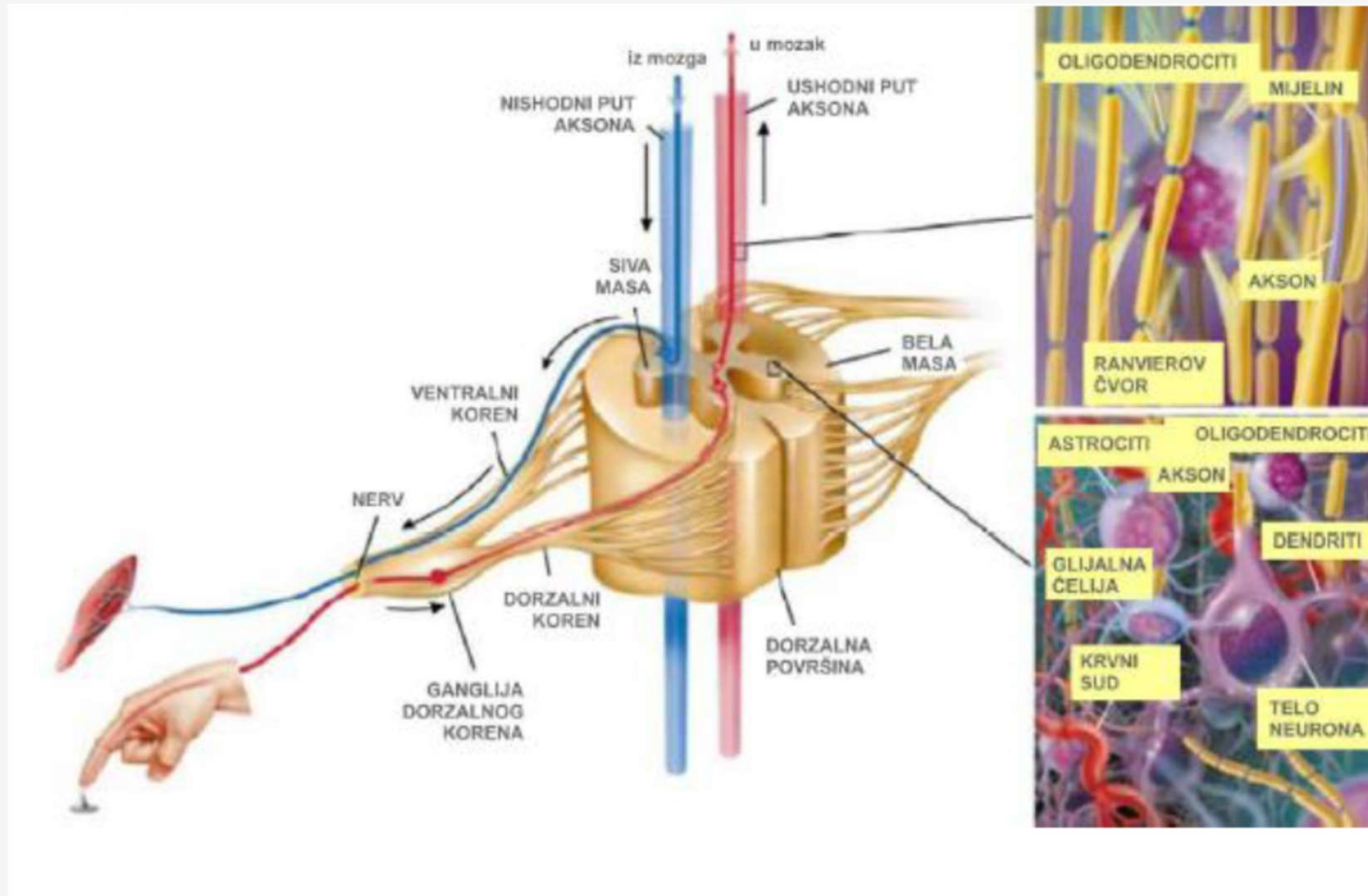
Podela perifernog nervnog sistema

- Informacije somatskog nervnog sistema upotrebljava CNS da upravlja – koriguje aktivnosti skeleta, zgloba, mišića, kože, senzorskih organa. Moguće voljno upravljanje!
- Autonomni nervni sistem omogućuje CNS-u regulisanje rada srca, nekih glatkih mišića i žlezda. Nije moguće voljno upravljanje!

Struktura perifernog nerva



Veza perifernih nerava sa CNS-om



Senzorno-motorni mehanizmi

- ❑ Senzorni sistem čine receptor i senzorni nerv (afarentno nervno vlakno) koji spoljni nadržaj (pritisak, silu, temperaturu itd.) prevode u akcioni potencijal
- ❑ Taj akcioni potencijal se prenose do kičmene moždine (CNS-a).
- ❑ Motorni sistem čine motorni nerv (eferentno vlakno) i izvršni organ (mišić) koji dobijaju kontrolni signal od kičmene moždine (CNS-a) i eventualno ga prevode u kontrakciju
- ❑ Dodir i bol

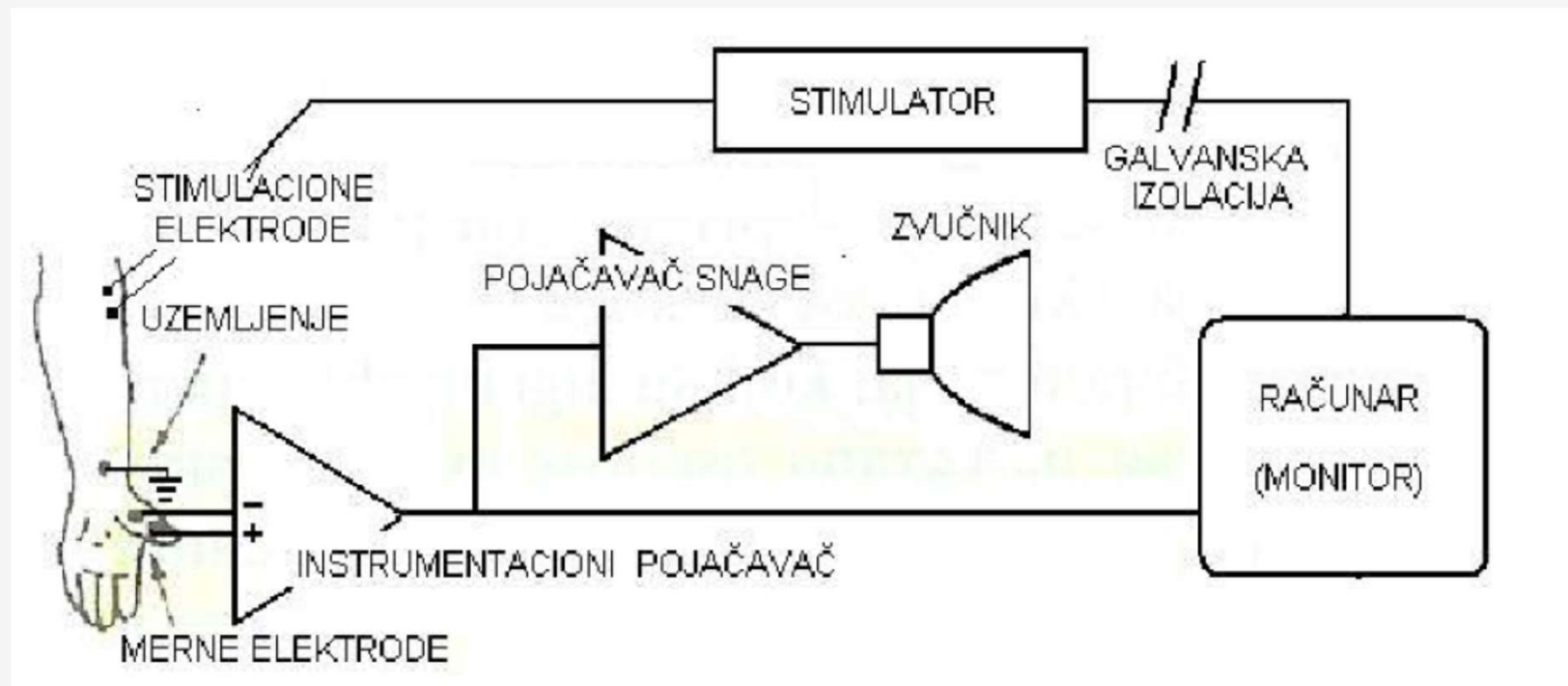
Elektroneurografija

- ❑ ENG je merenje akcionih potencijala periferalnih nerava
- ❑ Cilj - provera pravilnosti provođenja periferalnih nerava
- ❑ Mere se akcioni potencijali duž nervnog puta (senzorskog i motornog)
- ❑ Na osnovu poznatog položaja elektroda i merenja vremena pojavljivanja akcionog potencijala određuje se brzina provođenja nerva

ENG karakteristike

- ❑ Opseg napona $1-100\mu V_{pp}$
- ❑ Upotrebljavan frekvencijski opseg: $0-5000\text{Hz}$
- ❑ Dominantne učestanosti $1-1.5\text{kHz}$

ENG instrumentacija



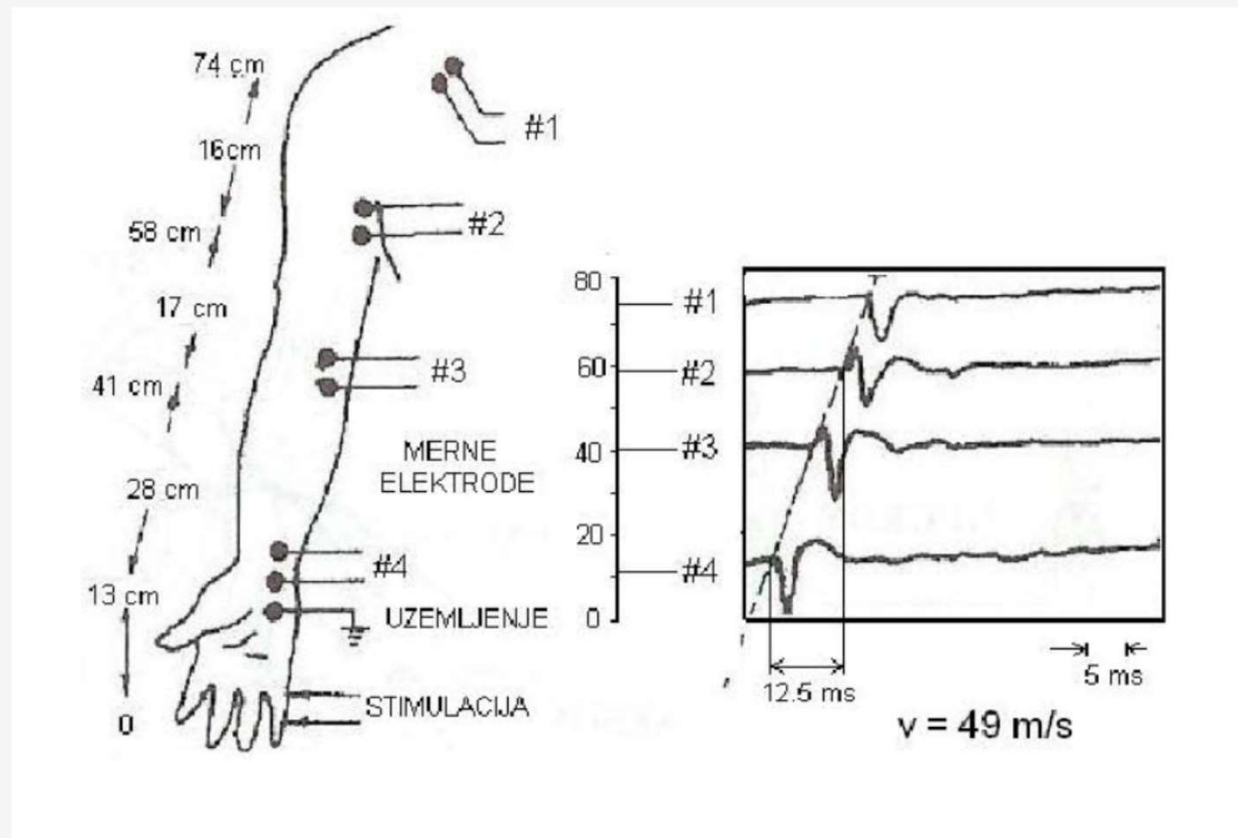
Merenje brzine provođenja nerva

- ❑ U “zdravom” senzorno-motornom sistemu uočava se linearna zavisnost rastoajanja i latence.
- ❑ Odstupanje od linearnosti na neurogramu ukazuje na povredu ili promenu na perifernom nervu.
- ❑ Ova merenja daju bolji rezultat ako se rade iglenim elektrodama.
- ❑ Pri primeni površinskih elektroda je moguće, ali često sa nedvoljnom sigurnošću, odrediti izolovani akcioni potencijal jer su artefakti od EMGa 10^3 puta veći.

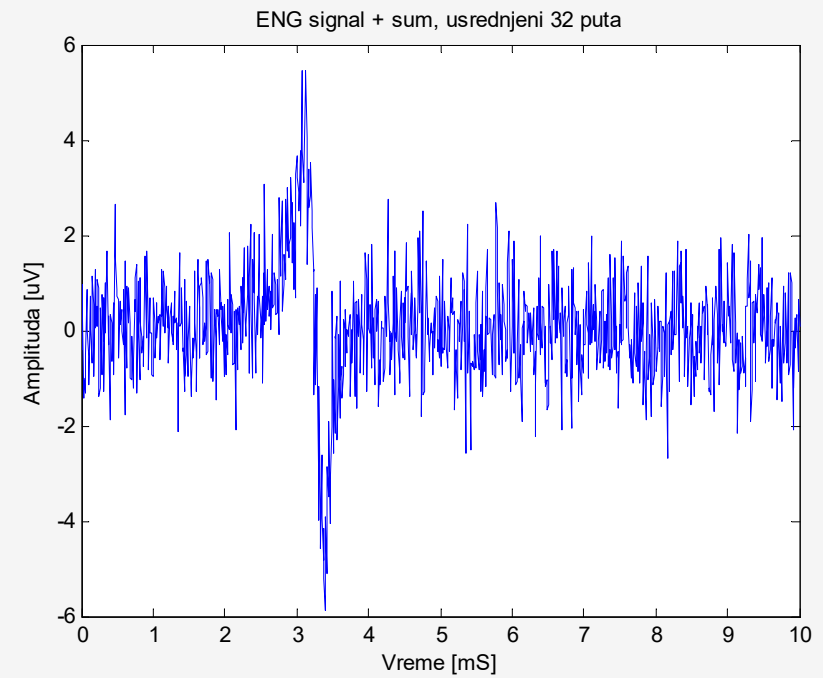
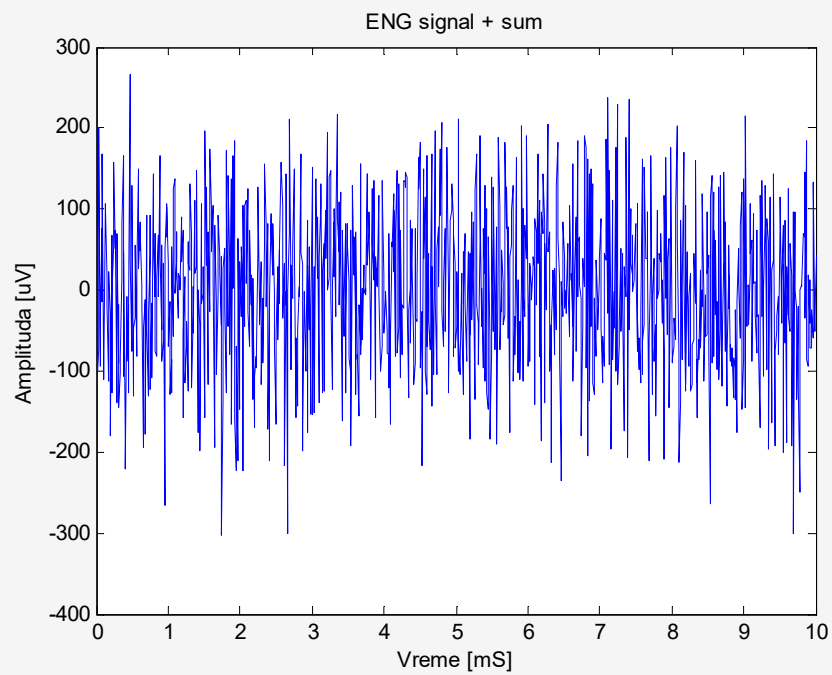
Merenje brzine provođenja nerva

- ❑ Brzina provođenja duž aksona se određuje merenjem akcionog potencijala na jednom nervu u bar dve tačke čije fizičko rastojanje znamo.
- ❑ Svaki od izmerenih signala ima svoje kašnjenje (latencu) od pojave prvog impulsa (artefakta stimulacije).
- ❑ Delenjem rastojanja između mernih mesta i razlike latenci za izmerene signale dobijamo brzinu provođenja.
- ❑ Primenujemo električnu ili magnetsku stimulaciju da bismo generisali akcioni potencijal koji snimamo.

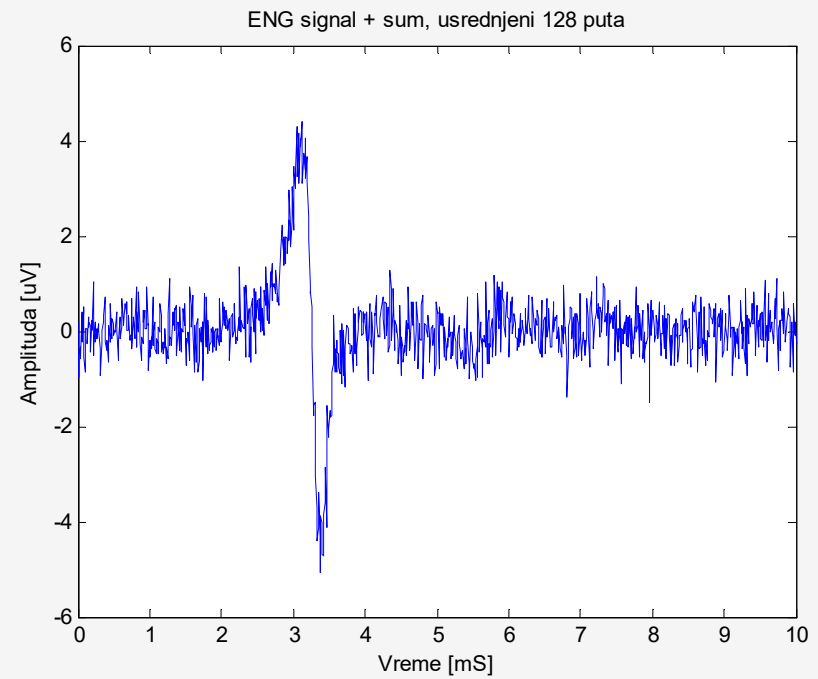
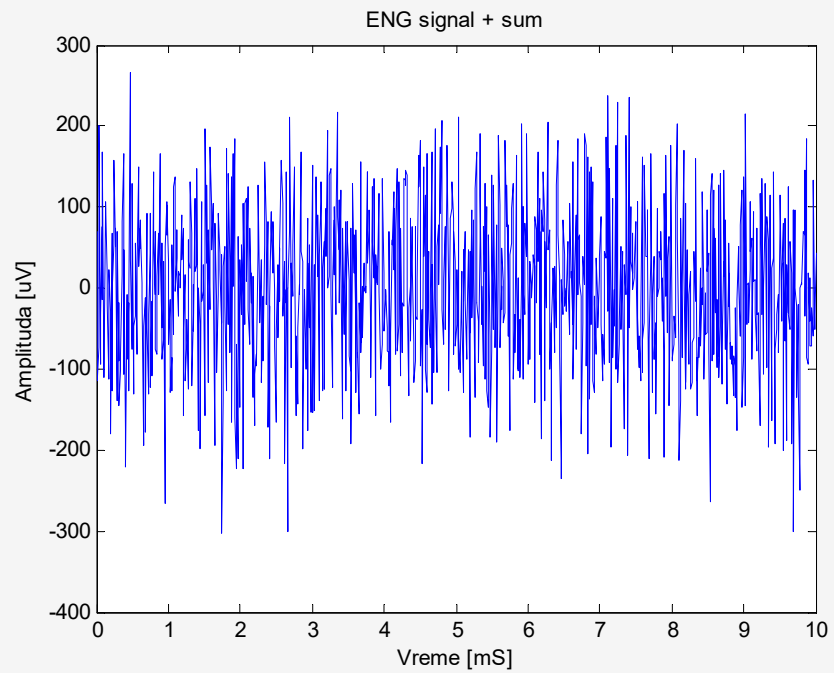
Merenje brzine provođenja nerva



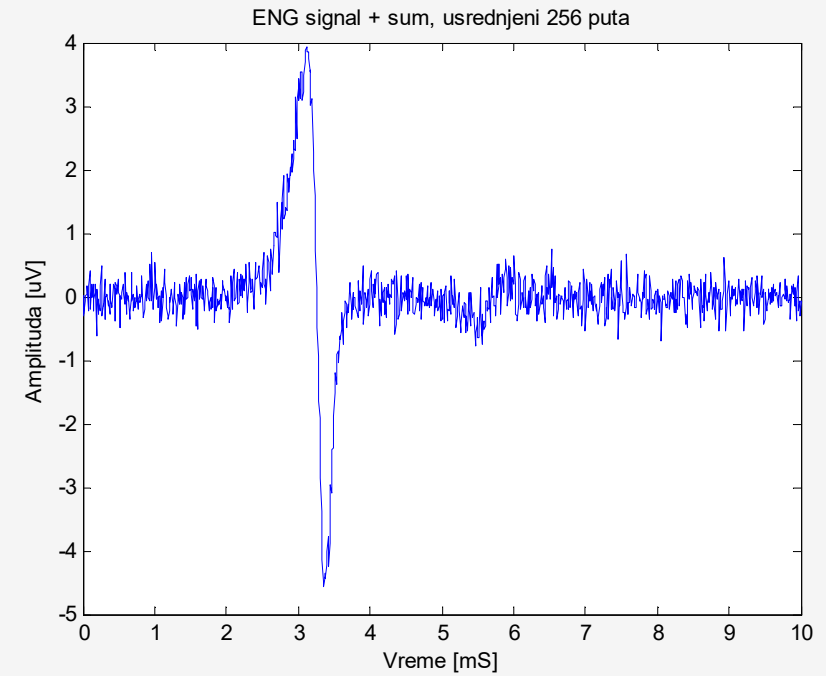
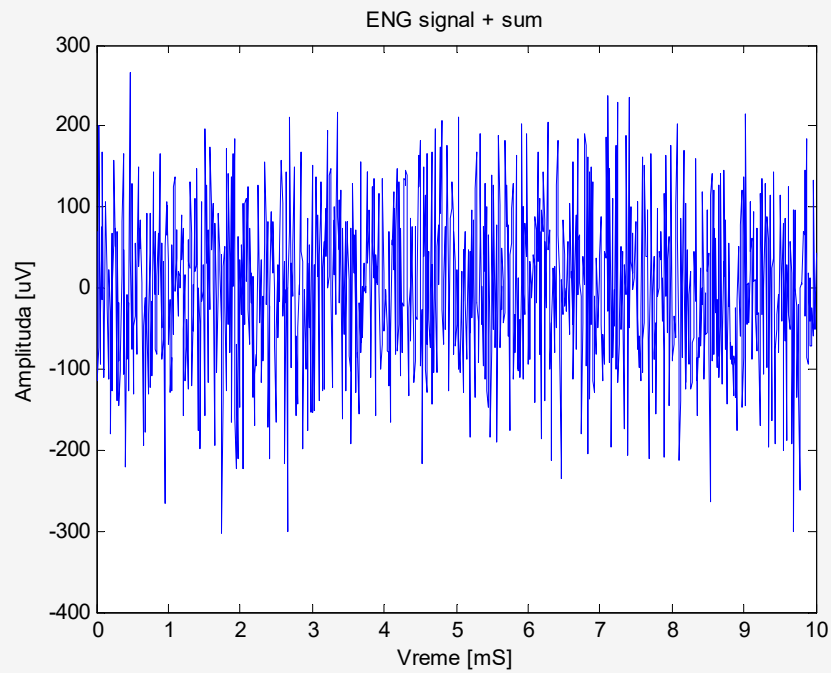
Eliminacija artefakta usrednjavaњem



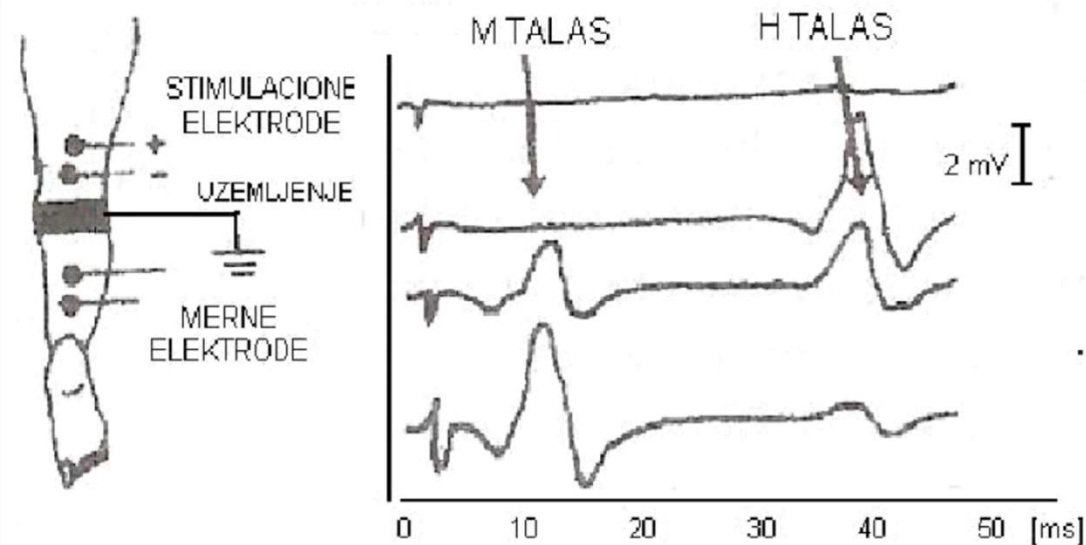
Eliminacija artefakta usrednjavanjem



Eliminacija artefakta usrednjavaњem



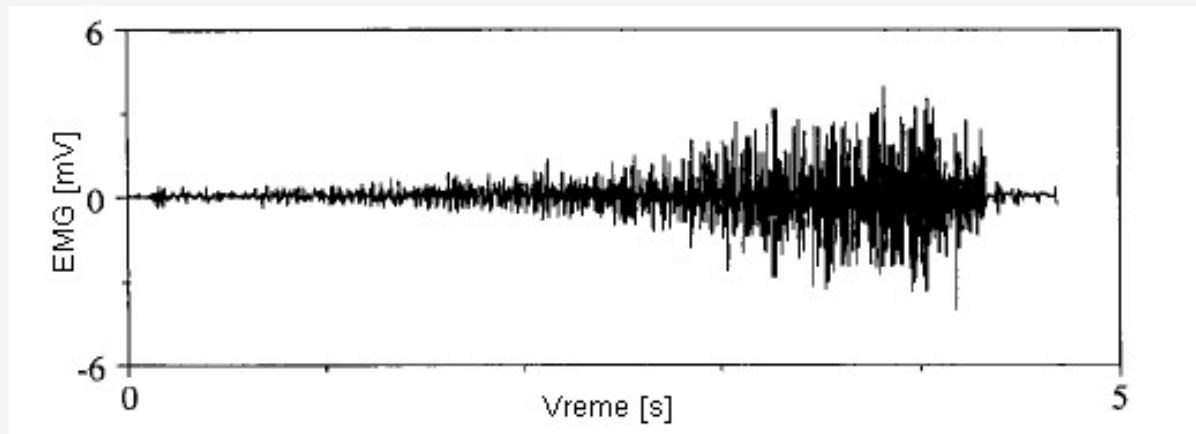
Prikaz evociranog i direktnog talasa merenog na potkolenom delu noge



- ❑ Slika prikazuje direktni (M) talas i evocirani (H-Hofmanov) talas.
- ❑ Evocirani akcioni potencijal je rezultat spinalnog refleksa.
- ❑ Za iniciranje spinalnog refleksa je prag okidanja mnogo niži (jedan red veličine) i on ima dužu latencu od direktnog talasa.
- ❑ Tipičan primer je Ahilov tzv. tetivni refleks. Pri ispitivanju Ahilovog (Ahilova tetiva) refleksa utvrđuje se da li su i kako oštećeni nervni putevi koji idu od senzora do kičmene moždine i ponovo do mišića.

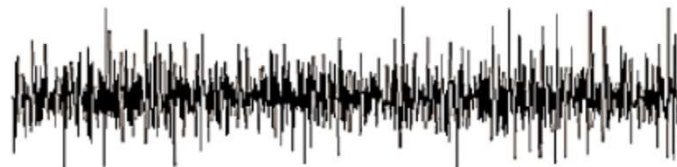
Elektromiografija

Elektromiografija (EMG) je metoda merenja akcionih potencijala mišićnih vlakana. Akcioni potencijal se meri na površini tela, površinskim elektrodama i tada se merenje naziva površinska elektromiografija (SEMG). Ova metoda je potpuno neinvazivna. Površinskim merenjima se snima oslabljena algebarska suma akcionih potencijala svih mišićnih vlakana koji su pobuđeni, i ta metoda je pogodna samo za mišiće koji su u blizini kože. Ako se želi snimiti električna aktivnost malog broja mišićnih vlakana, koriste se iglene elektrode. Primena iglenih elektroda je minimalno invazivna.

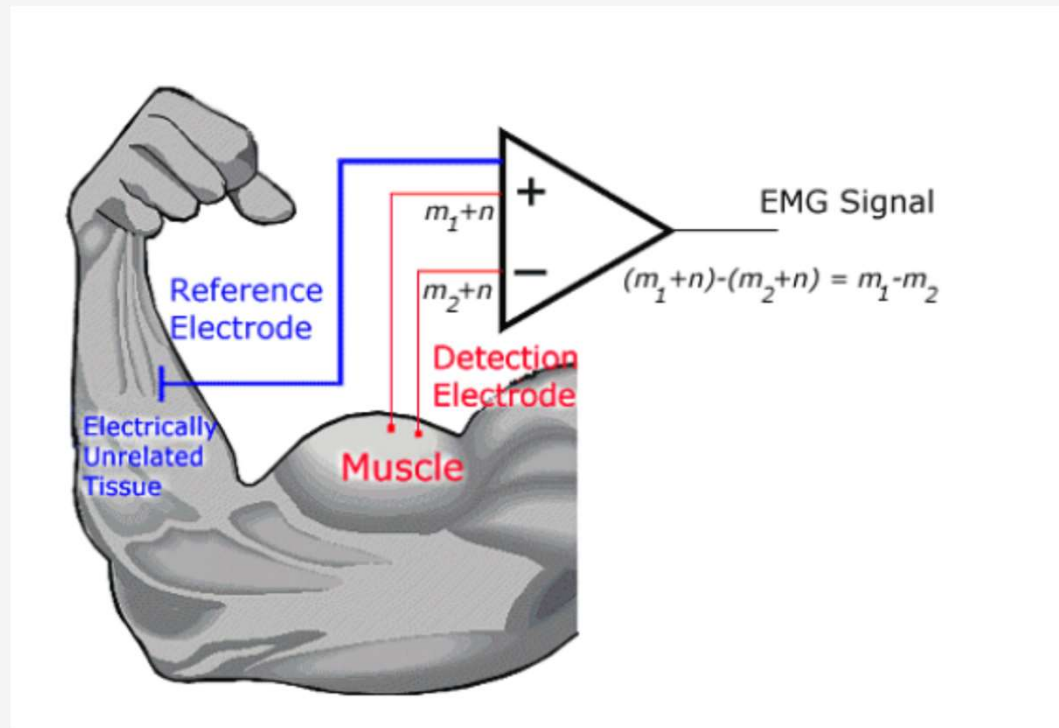


EMG karakteristike

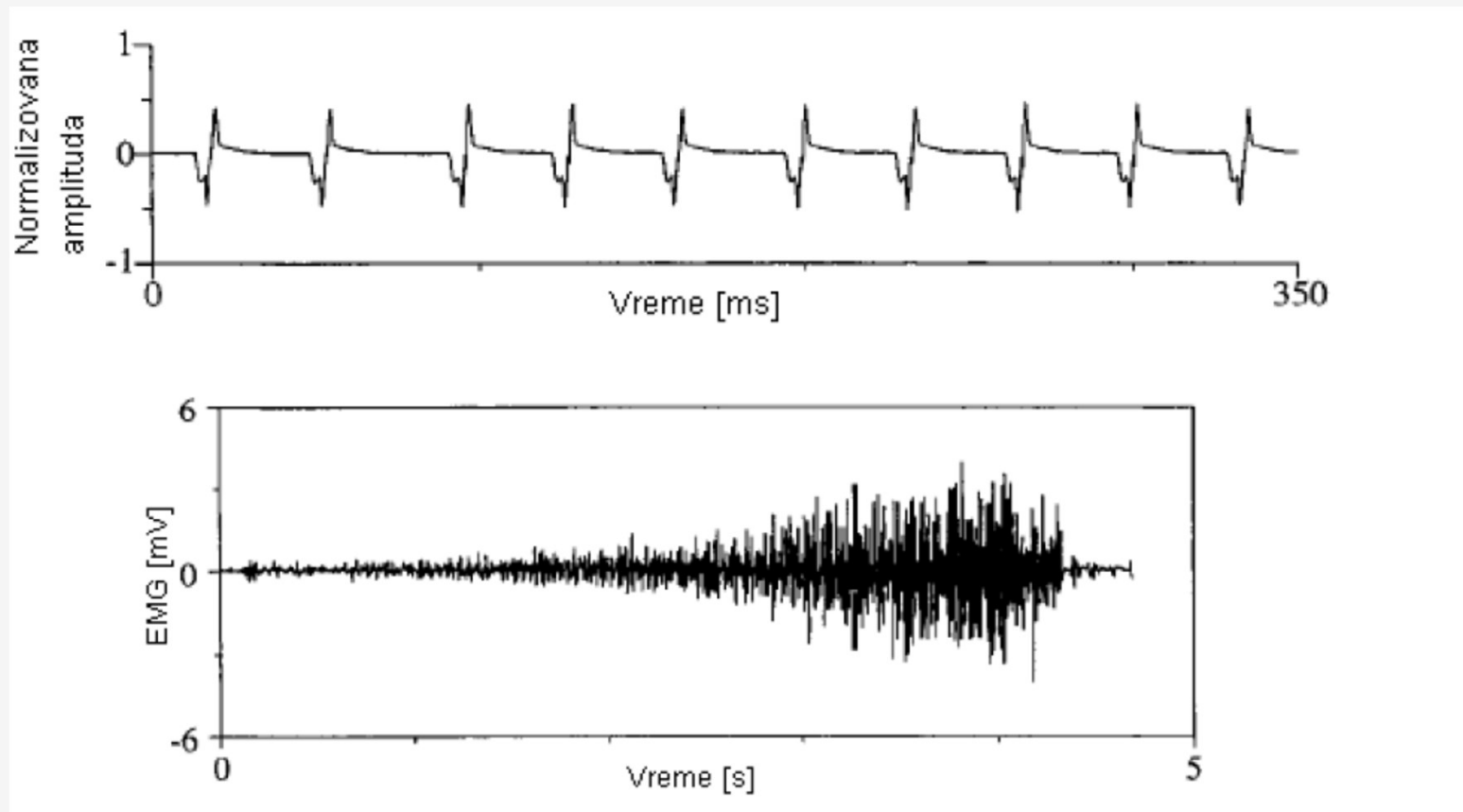
- Opseg napona $0-10\text{mV}_{\text{pp}}$
- Upotrebljavan frekvencijski opseg: $0-500\text{Hz}$
 - Dominantne učestanosti $50-150\text{Hz}$
- Stohastička priroda
 - Mešavina akcionih potencijala sa različitih motornih jedinica



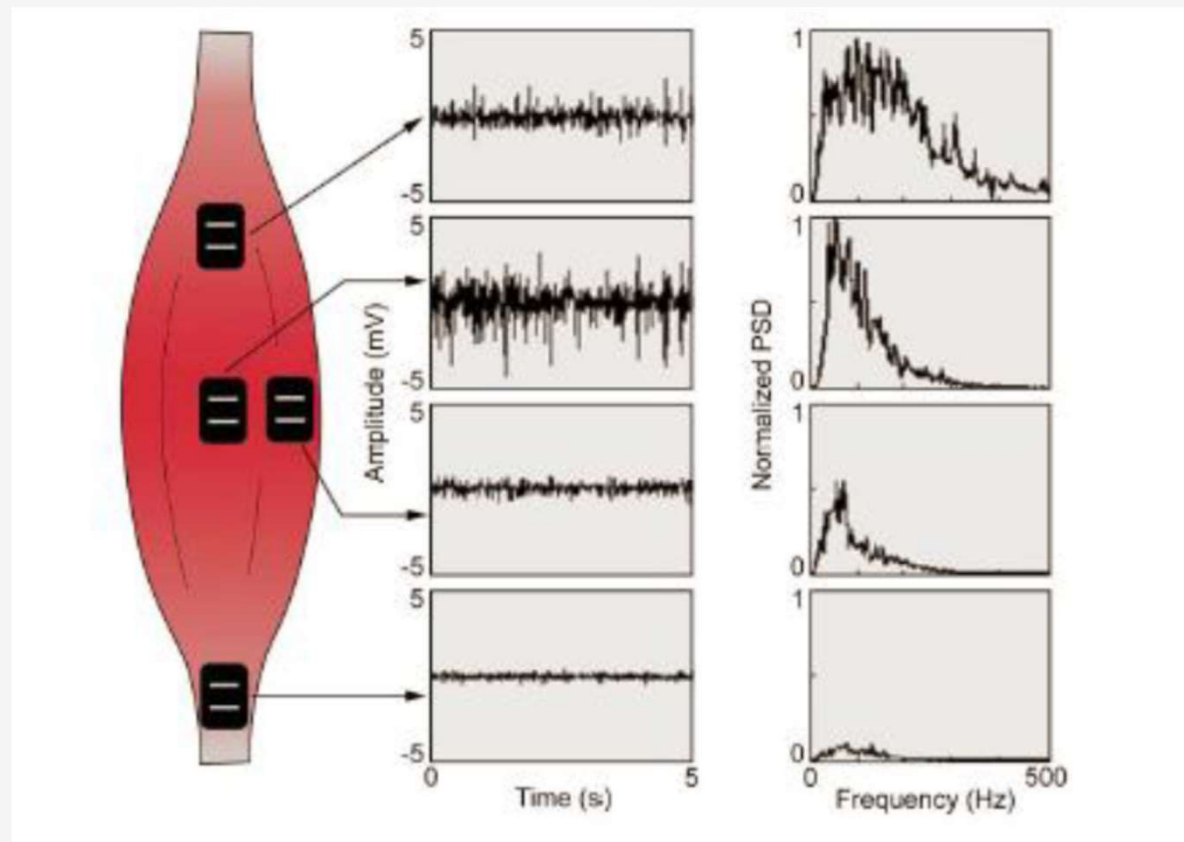
Snimanje EMG-a



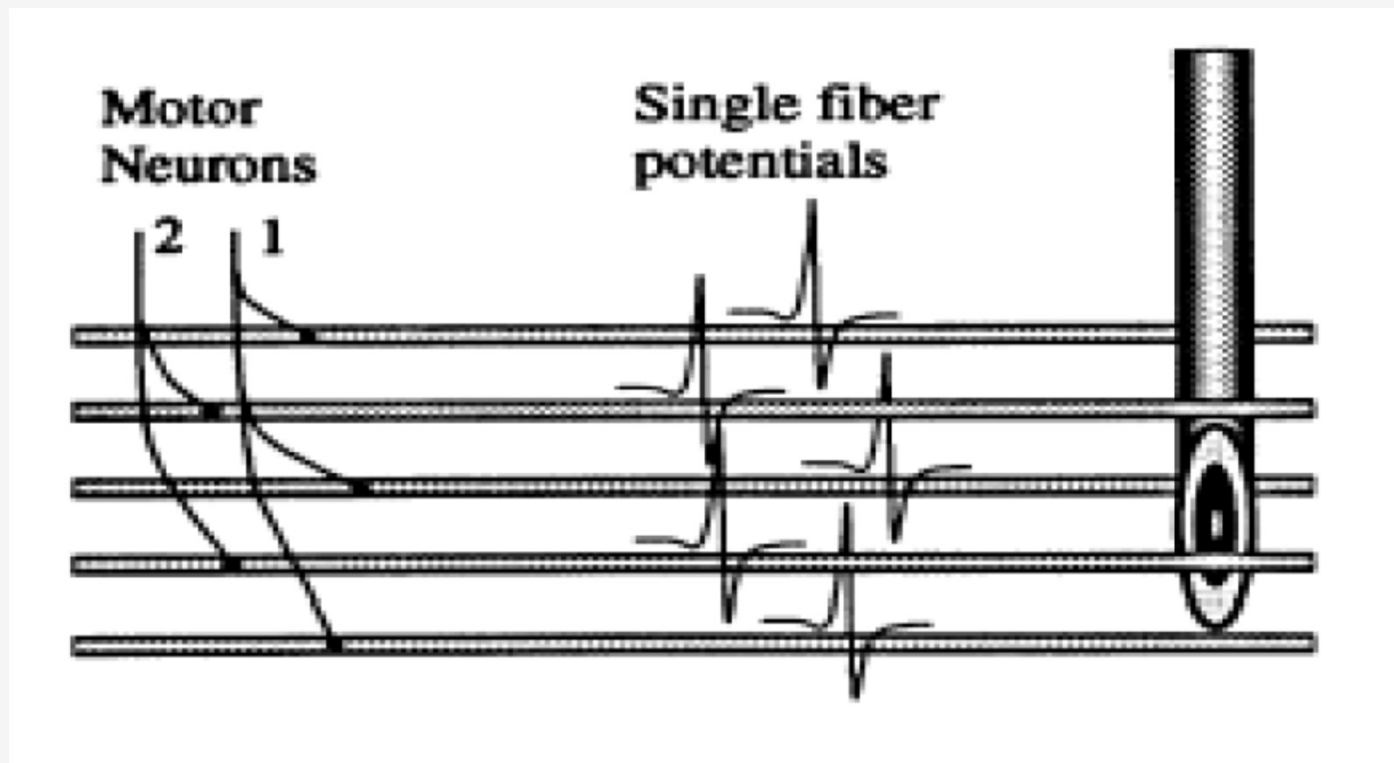
EMG motorne jedinice



Postavljanje elektroda



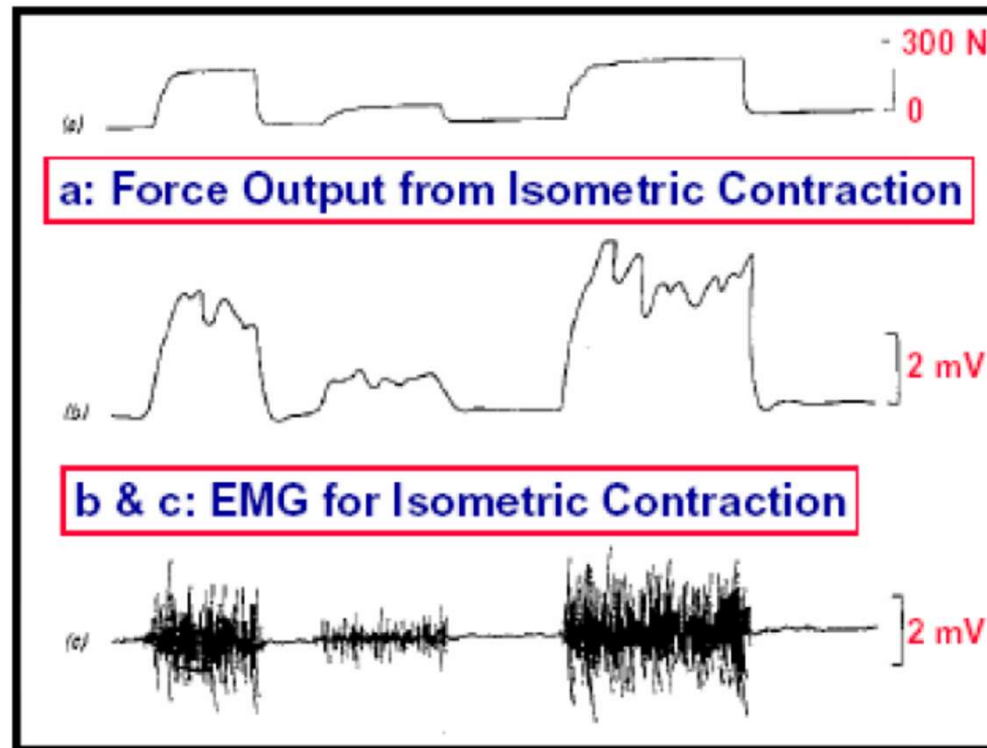
Primena iglenih elektroda



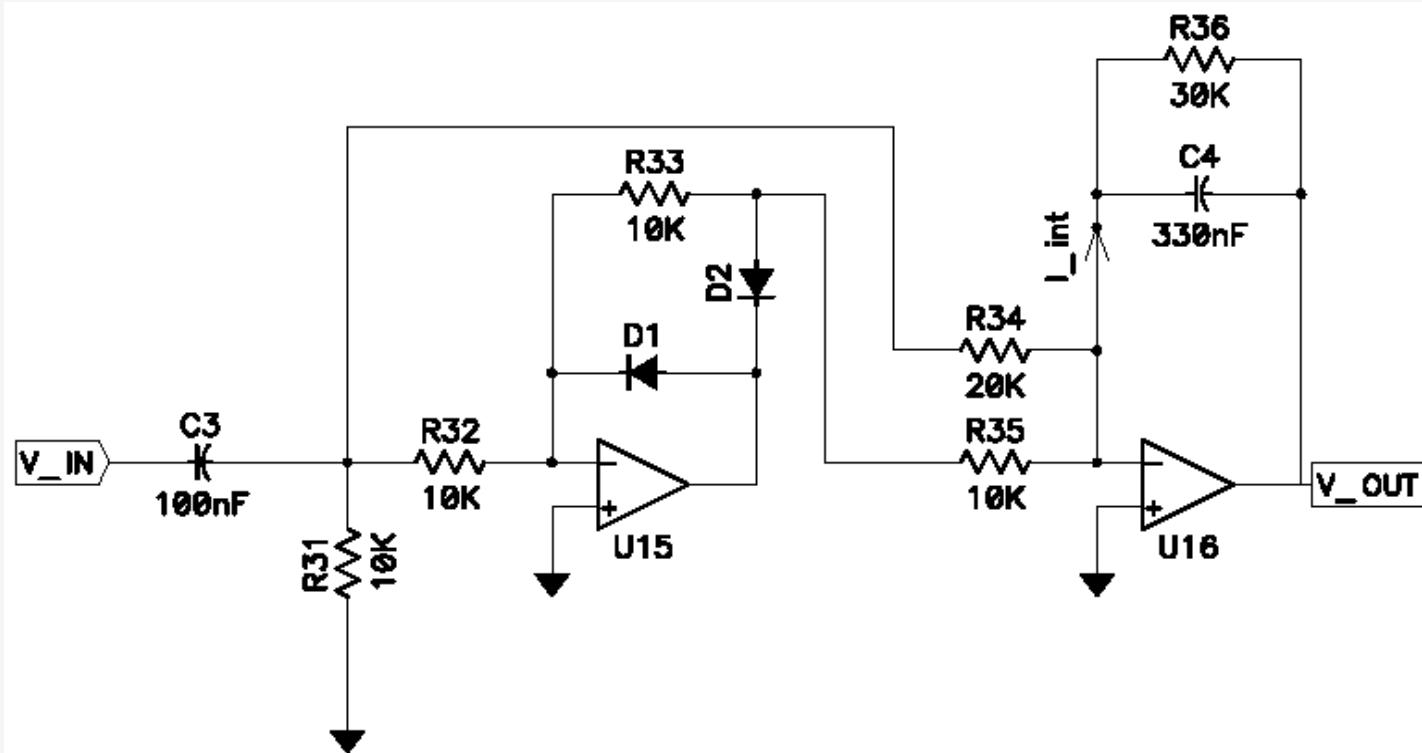
Kvantitativna analiza

- **Amplituda**
- **Ispravljanje**
- **Određivanje anvelope signala**
- **Efektivna vrednost**
- **Normalizacija**
- **Spektar snage**

Anvelopa EMG signala



Kolo za dobijanje envelope EMG signala

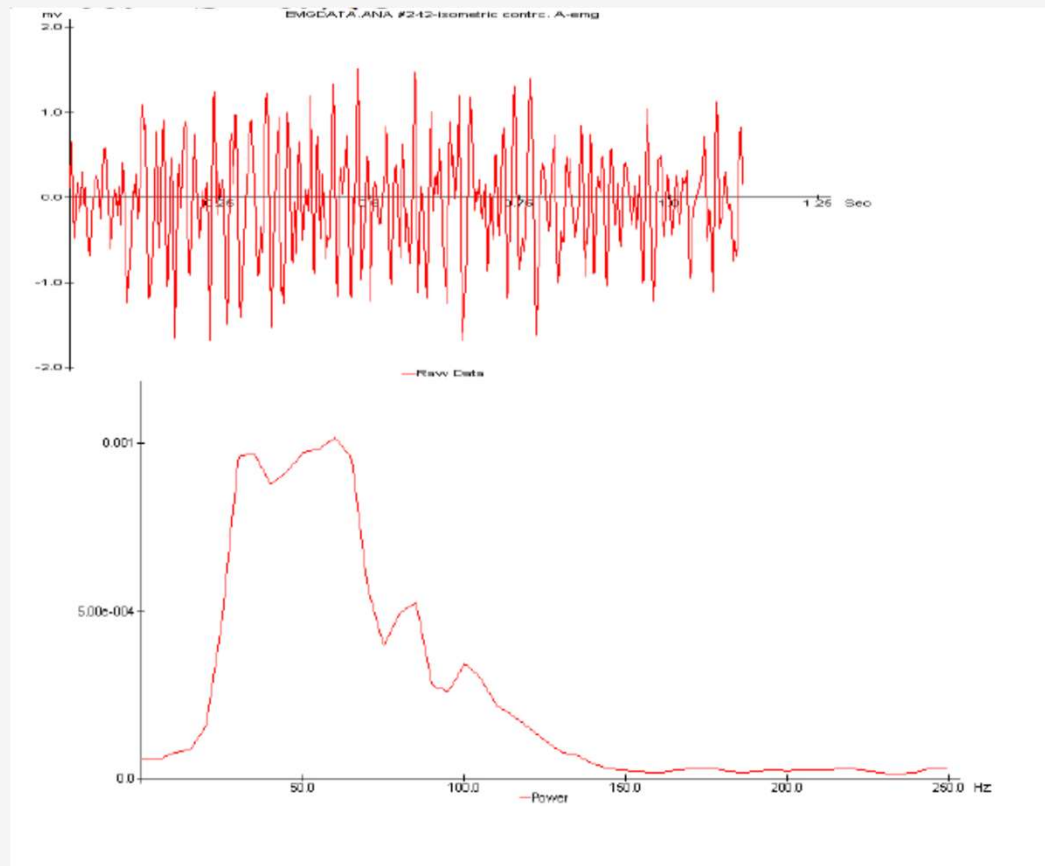


Efektivna vrednost - RMS

$$EMG_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X^2_i}$$

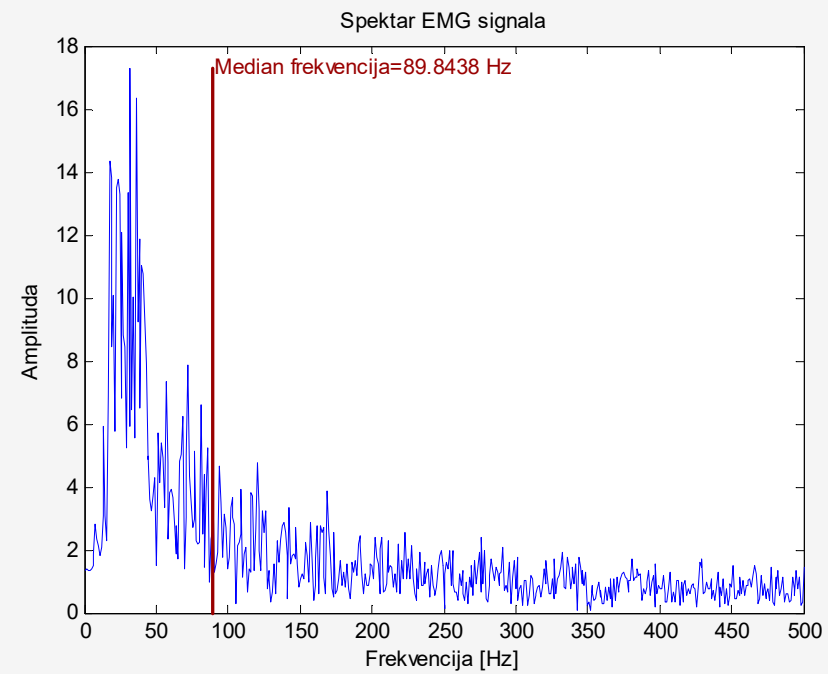
Gde je x_i i - ti odbirak EMG signala, a N je ukupan broj odbiraka u posmatranom intervalu vremena

Spektar snage

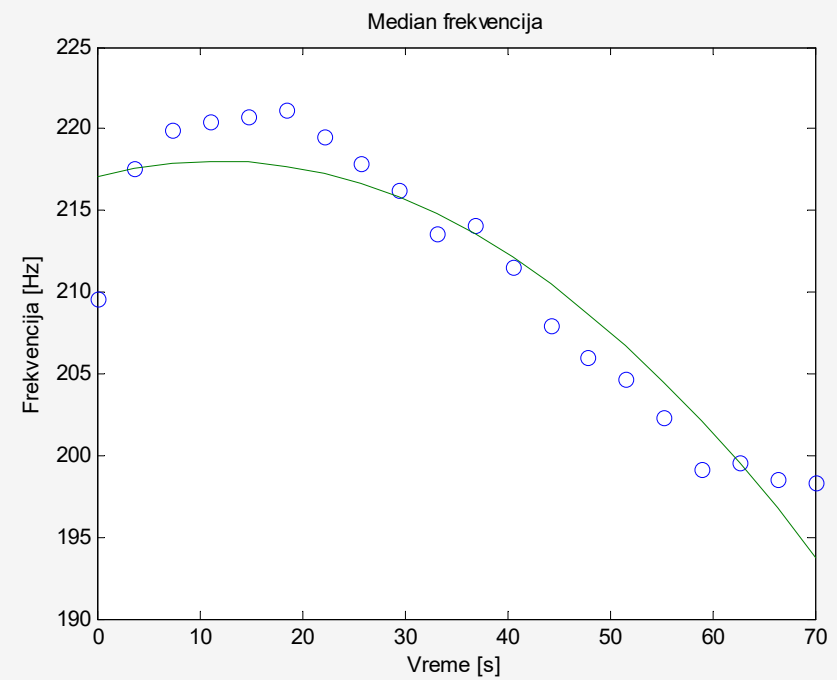
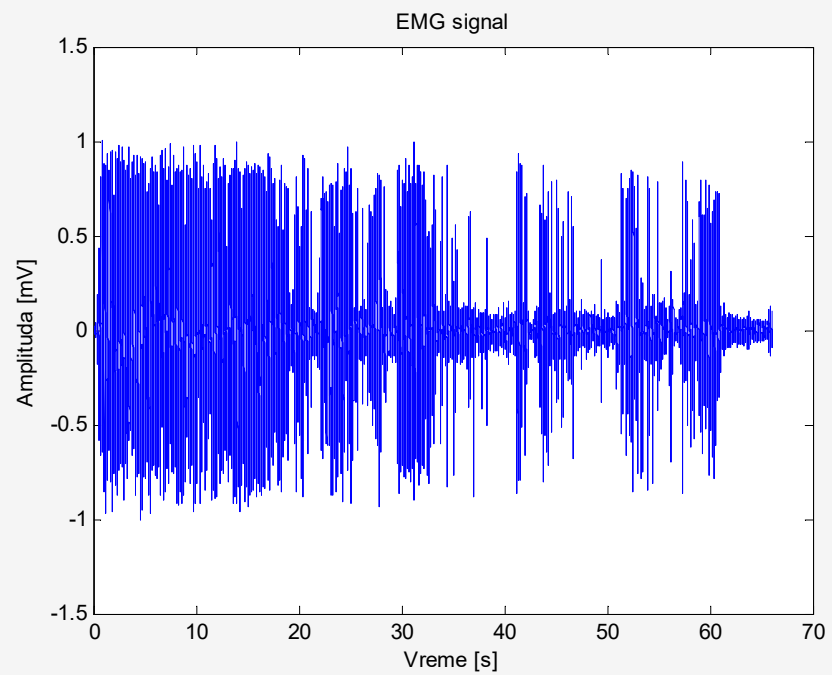


Median frekvencija

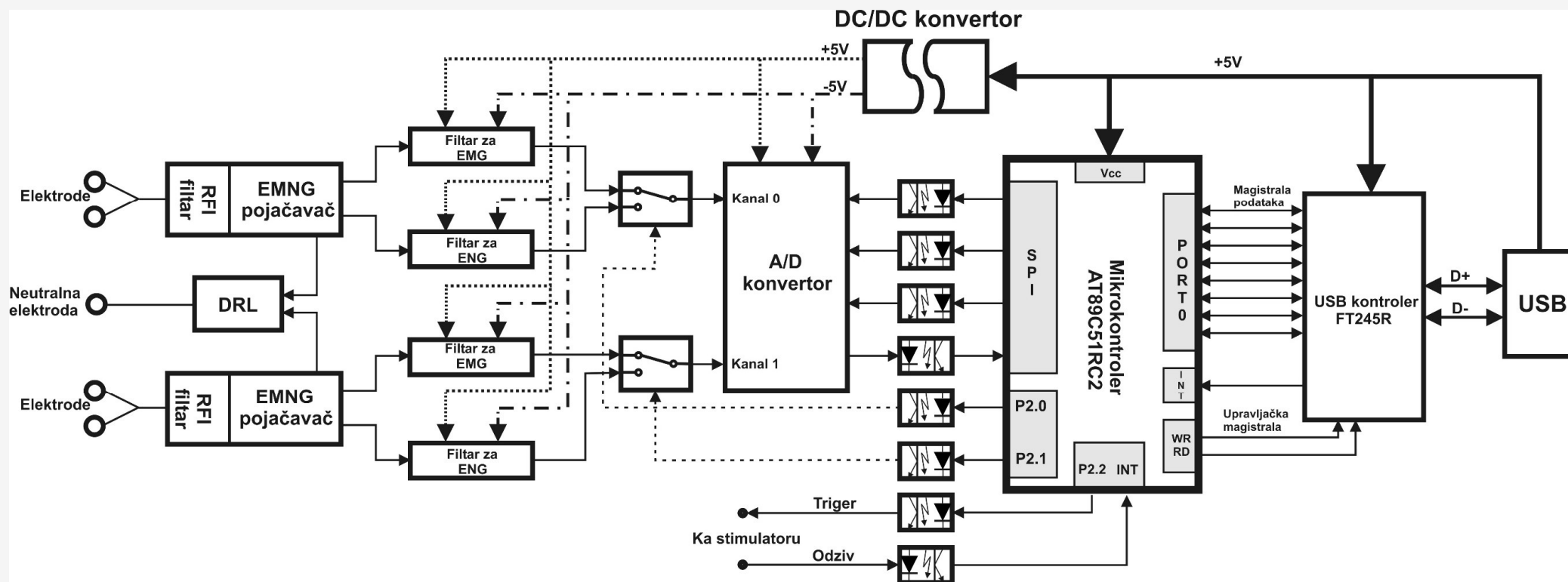
$$\sum_{k=0}^{f_{median}} P(f_k) = \sum_{k=f_{median}}^{f_s/2} P(f_k)$$



Zamor mišića



Sistem za elektromioneurografiju - EMNG



EMNG uređaj

