

Etapa 1 - Descrierea echipamentului de achizitie BIOPAC MP-150

Sistemul MP este un sistem de achizitii de date bazat pe calculator care efectueaza multe din aceleasi functii ca un înregistrator de diagrame sau alt dispozitiv de vizualizare a datelor, dar este superior unor astfel de dispozitive în sensul ca transcende limitele fizice întâlnite frecvent (cum ar fi lăţimea hârtiei sau de viteză). Unitatea de achizitii de date MP (MP150 sau MP100) este inima sistemului MP. Unitatea MP preia semnale de intrare şi le transformă în semnale digitale care pot fi procesate cu computerul.

Colectarea datelor implică, în general, preluarea semnalelor primite (de obicei analogice) şi trimiterea lor la computer, unde sunt:

(a) afişate pe ecran

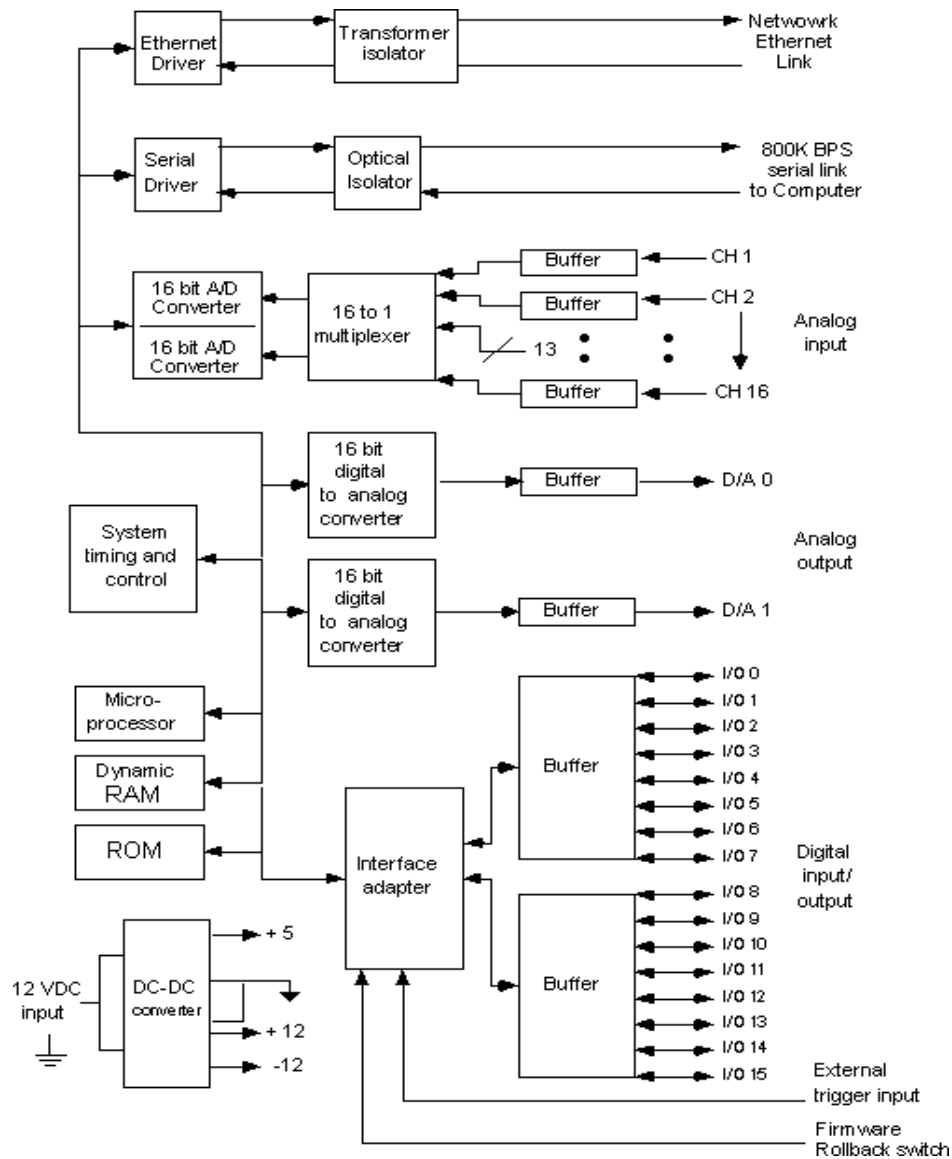
(b) stocate în memoria computerului (sau pe hard disk).

Aceste semnale pot fi apoi stocate pentru examinare viitoare. Reprezentări grafice şi numerice ale datelor pot fi, de asemenea, produse pentru utilizarea cu alte programe.

MP150 sistem include:

- Unitatea de achizitie a datelor: MP150A-CE
- Modul de interfaţă universală: UIM100C
- Switch Ethernet (pentru card sau adaptor Ethernet furnizat de utilizator): ETHSW1
- Transformator: AC150A cabluri: CBLETH1 (2)
- Software AcqKnowledge®: ACKv 3.7 pentru PC (Windows) sau
- ACKv 3.7 pentru Mac disponibil 3A trimestru 2001

- **Schema bloc de achizitie a MP150**



MP150 are un microprocesor intern pentru a controla achiziționarea de date și de comunicare cu computerul.

Există 16 canale analogice de intrare, două canale de ieșire analogice, 16 canale digitale care pot fi utilizate fie pentru intrare sau ieșire, cât și pentru o intrare de declanșare externă. Liniile digitale pot fi programate fie ca intrări, fie

ieșiri și funcționează în 8 blocuri de canale. Blocul 1 (liniile i/O 0 până la 7) pot fi programate fie ca toate intrările, fie toate ieșirile, independent de blocul 2 (liniile i/O 8 până la 15).

Parametrii de achiziție utilizați

Intrări analogice

- Număr de canale: 16
- Interval tensiune de intrare: $\pm 10V$
- Rezoluție A/D: 16 biți
- Acuratețea (% din FSR): $\pm 0,003$
- Impedanță intrare: $1.0 M\Omega$

Ieșiri analogice

- Număr de canale: 2
- Interval tensiune de ieșire: $\pm 10V$
- Rezoluție D/A: MP150:16 biți, MP100:12 biți acuratețe (% din FSR): MP150: $\pm 0,003$, MP100: $\pm 0,02$
- Curent unitate de ieșire: $\pm 5mA$ (Max)
- impedanță ieșire: 100Ω

Digital I/O

- Număr de canale: 16
- Nivelurile de tensiune: TTL, CMOS ieșire unitate curent: $\pm 20mA$ (Max)
- Intrare trigger extern: TTL, compatibil CMOS

Baza de timp

- Rata minima de eşantionare: 2 probe/oră
- Opţiuni de declanşare: nivel intern, extern sau semnal

Putere

- Modul de izolare a modulului amplificator: furnizat de unitatea MP
- Marcaj CE: directivele ce de joasă tensiune şi EMC scurgeri curent: $< 8\mu\text{A}$ (normal), $< 400\mu\text{A}$ (defect unic) siguranţă: 2A (lovitură rapidă)

Caracteristici generale ale modulului EMG

EMG100C - Modul de amplificare al electromiogramei

Modulul de amplificare al electromiogramei este un amplificator monocanal, de mare castig, cu intrare diferentiala proiectat specific pentru monitorizarea raspunsului la activitatea musculara si nervoasa. EMG100C este proiectat pentru a fi folosit in urmatoarele aplicatii:

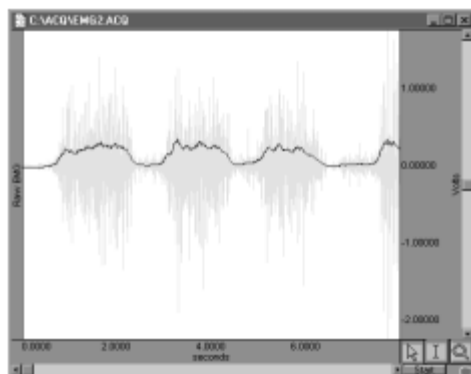
- masurare EMG conventionala bipolara
- biomecanica
- masurarea conductiei nervoase
- studii ale reflexelor nervoase
- masurare a potentialului a unitatii de miscare

EMG100C se va conecta direct la orice model de electrozi din seria cu varf Ag-AgCl de la BIOPAC Systems. Cea mai buna alegere de electrozi depinde de

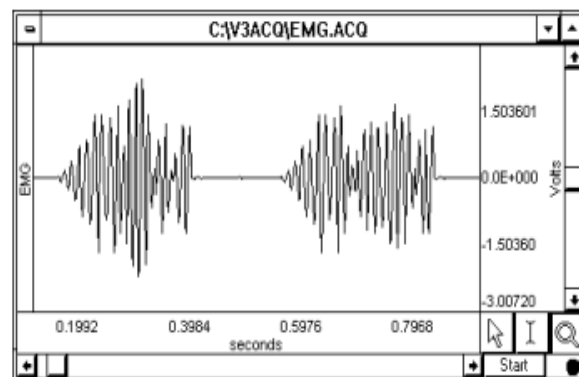
aplicatie inasa de obicei, modelul EL503 cu electrozi adezivi/dispensabili este folosit impreuna cu modelul LEAD110S de varfuri de prindere. Daca se folosesc electrozi reutilizabili, se recomanda modelul EL508S; la utilizarea electrozilor EL508S este nevoie de discuri adezive (ADD208) si gelul specific (GEL100). Trebuie sa se utilizeze doi electrozi ecranati (LEAD110S/EL503 sau EL508S) pentru semnalele de intrare si un electrod neecranat (LEAD110/EL503 sau EL508) pentru impamantare.

EMG100C are capacitate de unitate incorporata la folosirea de varfuri ecranate ale electrozilor. Acestea sunt de obicei necesare deoarece EMG100C are un raspuns in frecventa care depaseste banda de interferenta de 50/60Hz. EMG100C este proiectat sa transmita semnale EMG si semnale asociate cu raspunsuri ale nervilor.

EMG100C incorporeaza o varietate de optiuni de filtrare pentru a optimiza performantele amplificatorului atunci cand se inregistreaza de la electrozi de suprafata sau ac, sau la inregistrarea semnalelor musculare sau nervoase. De exemplu, atunci cand se inregistreaza EMG de la electrozii de suprafata, se poate folosi setarea latimii de banda de la 10 Hz la 500 Hz, inasa pentru inregistrarea timpilor de propagare nervoase, se poate folosi setarea benzii de la 100Hz la 5000Hz.



Acest grafic ilustreaza o inregistrare EMG nefiltrata. Formele de unda indica punctele activitatii musculare de varf.



Acest grafic ilustreaza EMG nefiltrat si EMG integrat.

Caracteristici ale raspunsului in frecventa

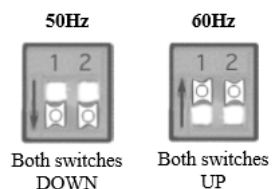
Setările răspunsului de frecvență joasă (1 Hz -10 Hz) sunt filtre de rulare cu un singur pol.

Modulele sunt presetate din fabrică pentru opțiuni de notch de 50 Hz sau 60 Hz pentru a se potrivi cu frecvența liniei de brum de retea.

Setarea corectă reduce zgomotul de la semnalele de interferență atunci când este folosit filtrul notch .

În general, frecvența liniei brumului de retea este de 60 Hz în Statele Unite și 50 Hz în cea mai mare parte a Europei. Pentru a reseta setarea frecvenței liniei, ajustați bancul întrerupătoarelor de pe partea din spate a modulului amplificator.

Banda de comutare a frecvenței de linie se află pe partea din spate a amplificatorului.



500Hz LP option
5000Hz LP

Calibrare EMG100C

EMG100C este setat din fabrică și nu necesită calibrare. Pentru a confirma acuratețea dispozitivului, utilizați CBLCAL.

Specificatii EMG100C

- Castig: 500 ,1000, 2000 ,5000

- Interval de ieșire: $\pm 10\text{V}$ (analogic)

Răspunsul de frecvență

- Filtru trece jos: 500 Hz, 5000 Hz

- Filtru trece sus: 1Hz, 10Hz, 100Hz

- Filtru Notch : 50dB

- Tensiune de zgomot: $0.2\mu\text{V rms}$ - (10-500Hz)

- Sursa de semnal: Electrozi (sunt necesare trei cabluri de electrod)

- Diferentiala: $2\text{M}\Omega$

-Mod comun: $1000\text{M}\Omega$

-CMRR: 110dB min (50/60 Hz)

-CMIV - la care se face referire

-Amplificator de masă: $\pm 10\text{V}$

-Impamantarea principala: $\pm 1500\text{VDC}$

- Tensiunea de intrare	Castig	Vin (mV)
	500	± 20
	1000	± 10
	2000	± 5
	5000	± 2

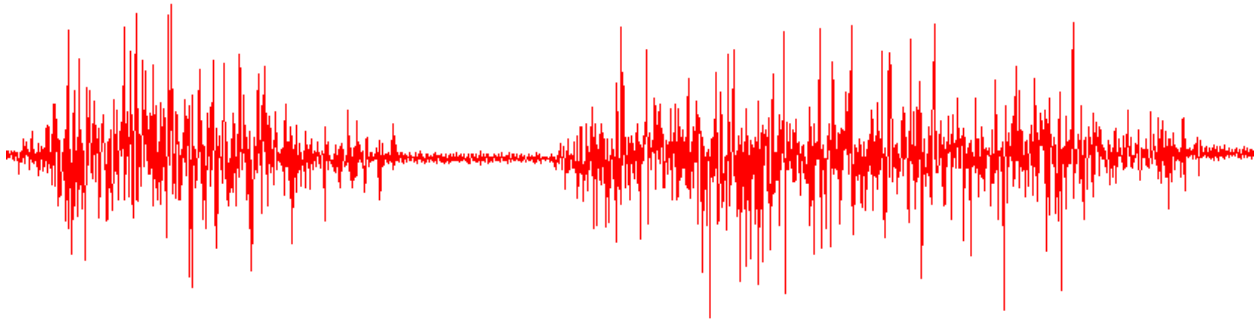
Etapa 2 - Achizitionarea de semnale EMG picior

Pozitionarea electrozilor de masura

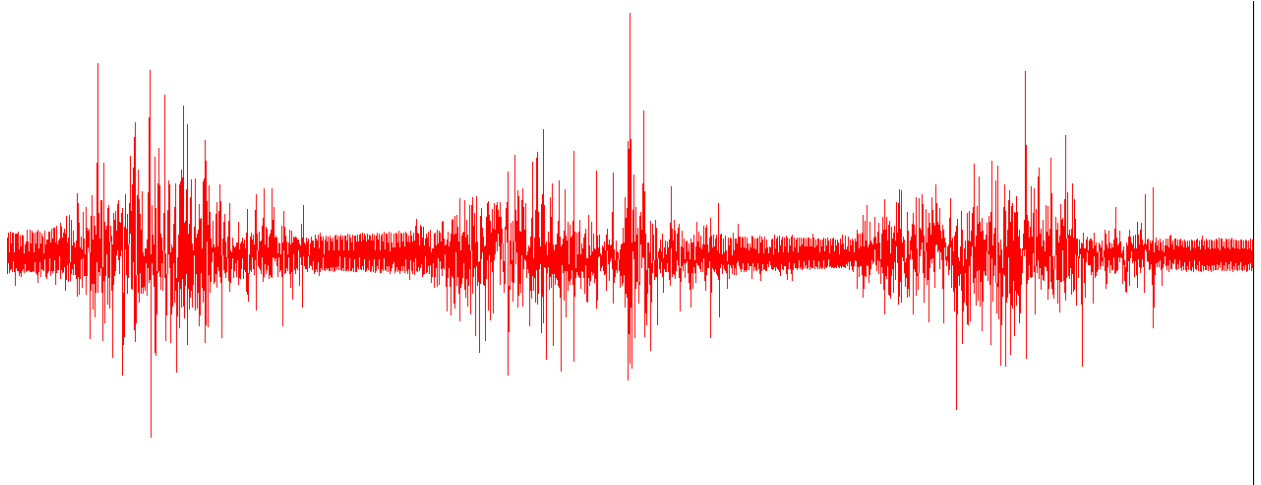
Blocul telescopic se va atasa pe calcai. Glezna se va extinde pana la prelungirea maxima anticipata in timpul masuratorilor si atasati blocul de fixare fix pe partea posterioară a piciorului, cu goniometrul in poziția 1 astfel încat axele blocului de incheiere a piciorului sa coincidă.



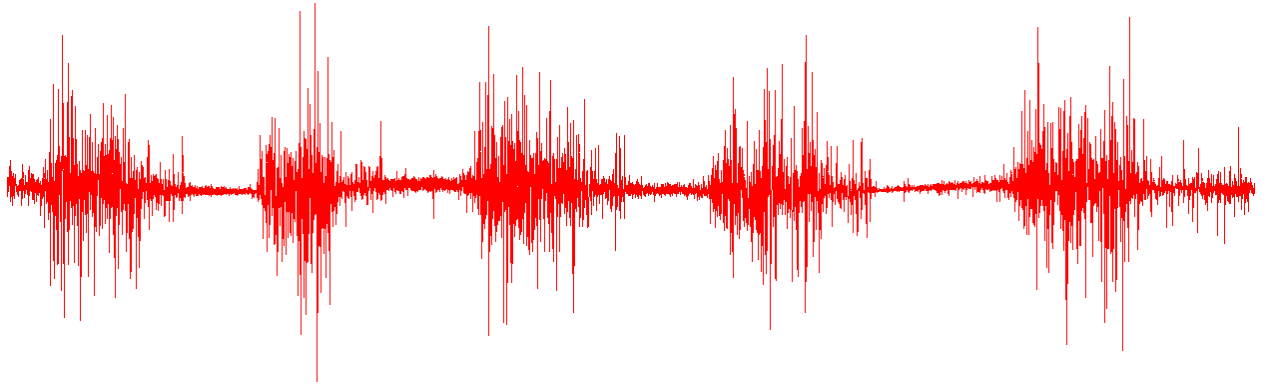
- Semnal cu Filtru trece sus de 10Hz si Filtru trece jos de 100Hz



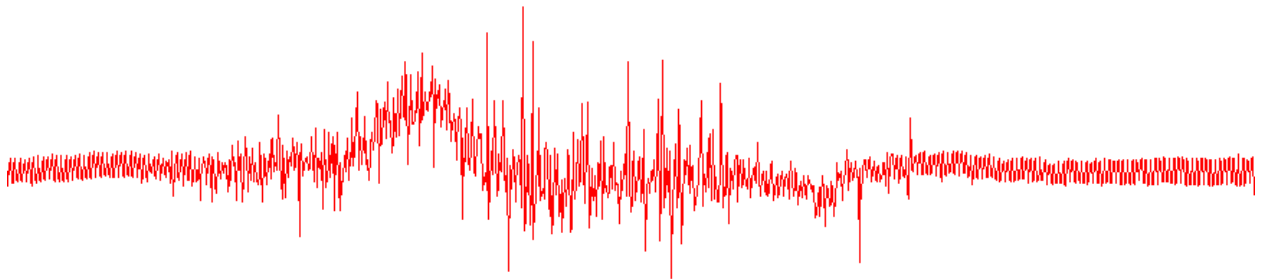
- Semnal cu Filtru trece sus de 10Hz fără Filtru trece jos



- Semnal fără Filtru trece sus, cu Filtru trece jos de 100Hz (cu artefacte)

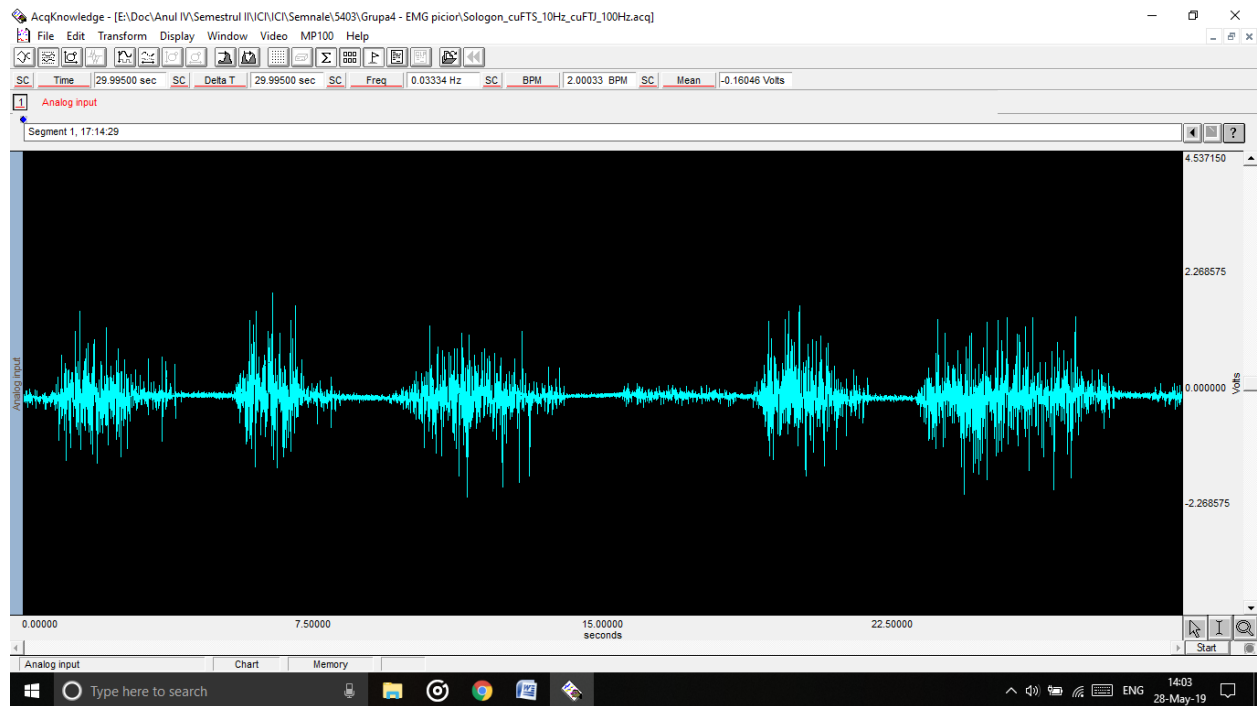


- Semnal fără Filtru trece sus și Filtru trece jos



Etapa 3 - Determinarea parametrilor semnificativi a semnalelor achizitionate

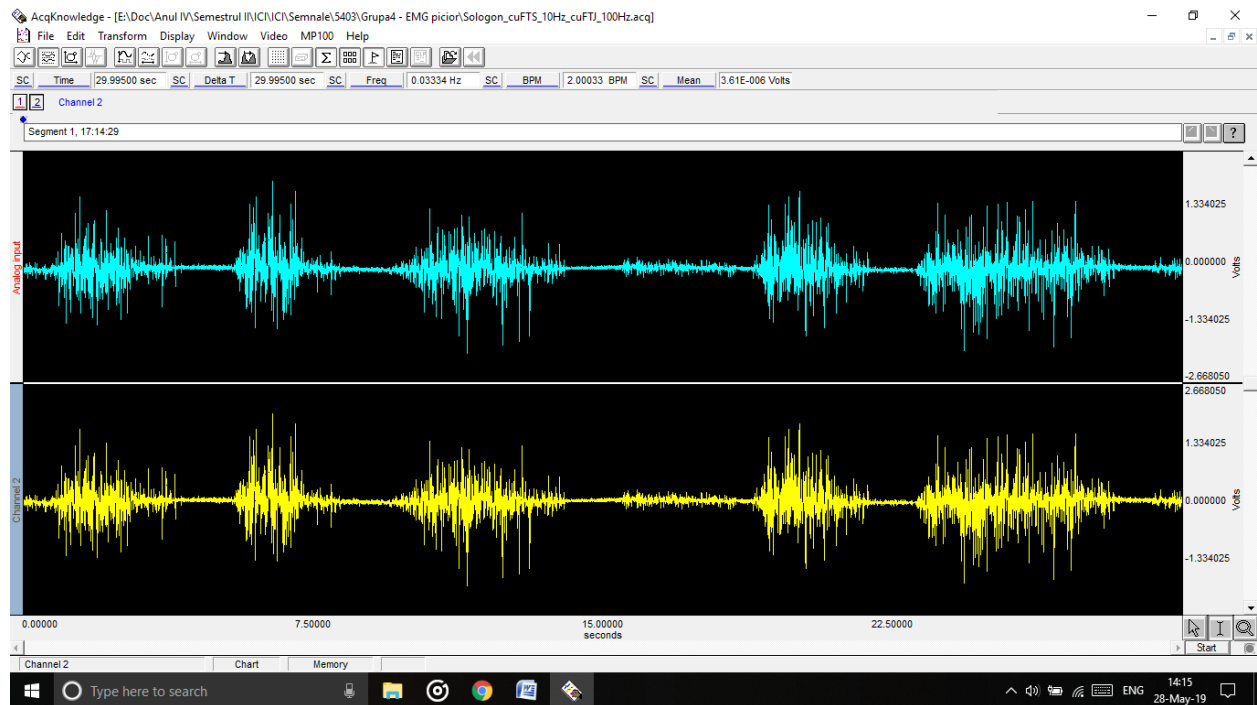
Semnal cu FTS 10Hz cu FTJ 100Hz



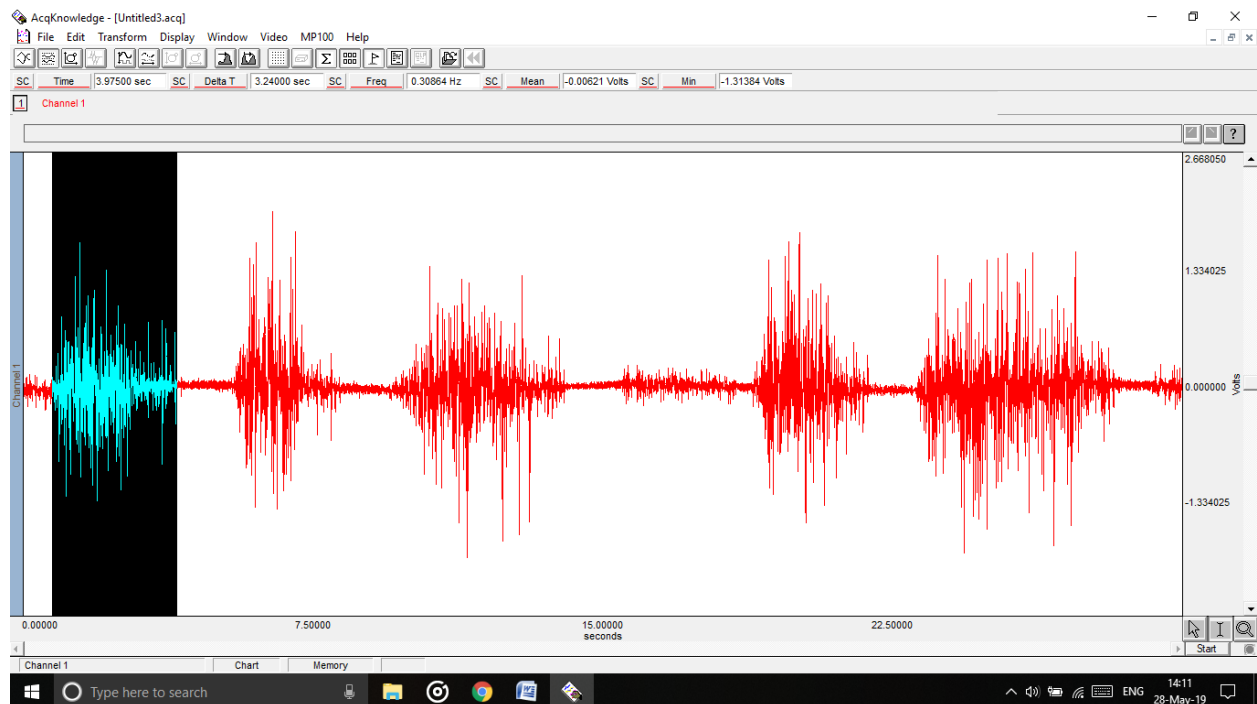
Pentru a nu avea erori la reprezentarea semnalului in FFT se elimina offset-ul semnalului. Vom selecta tot semnalul si vom cauta in meniu valoarea “Mean” apoi vom scadea din semnal valoarea gasita.

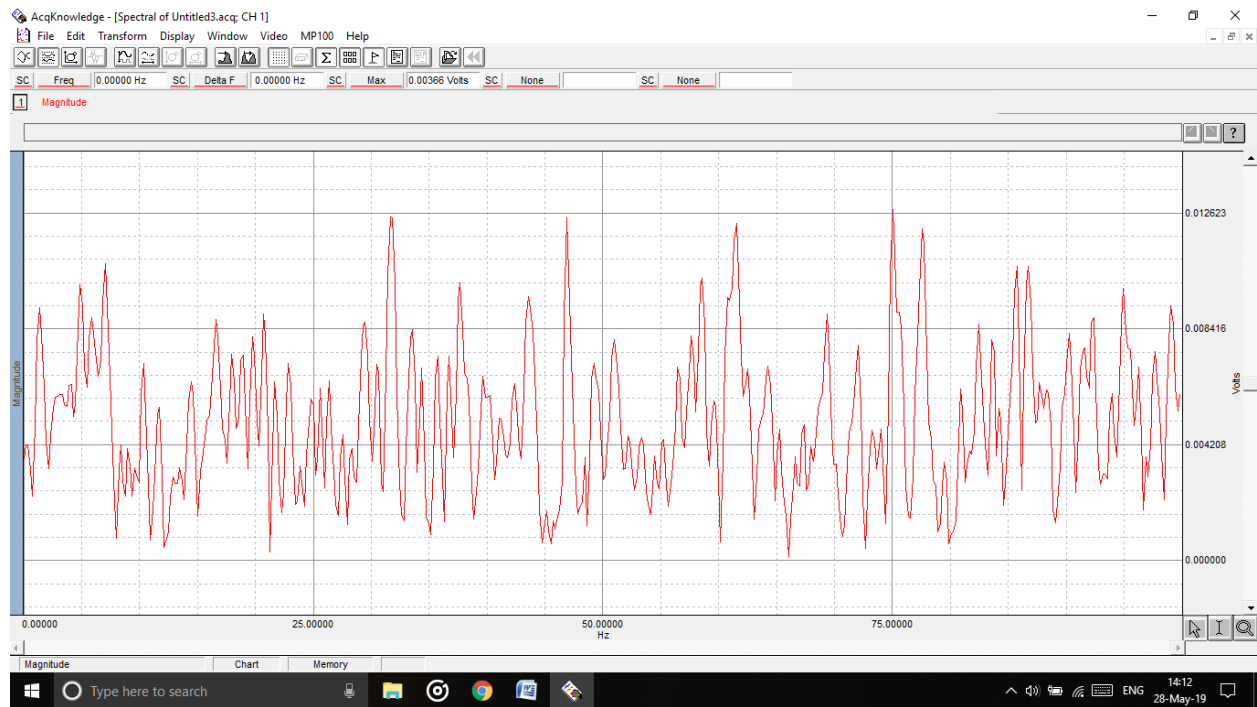
Mean= -0.16046 V

CH2=CH1-Mean(CH1);

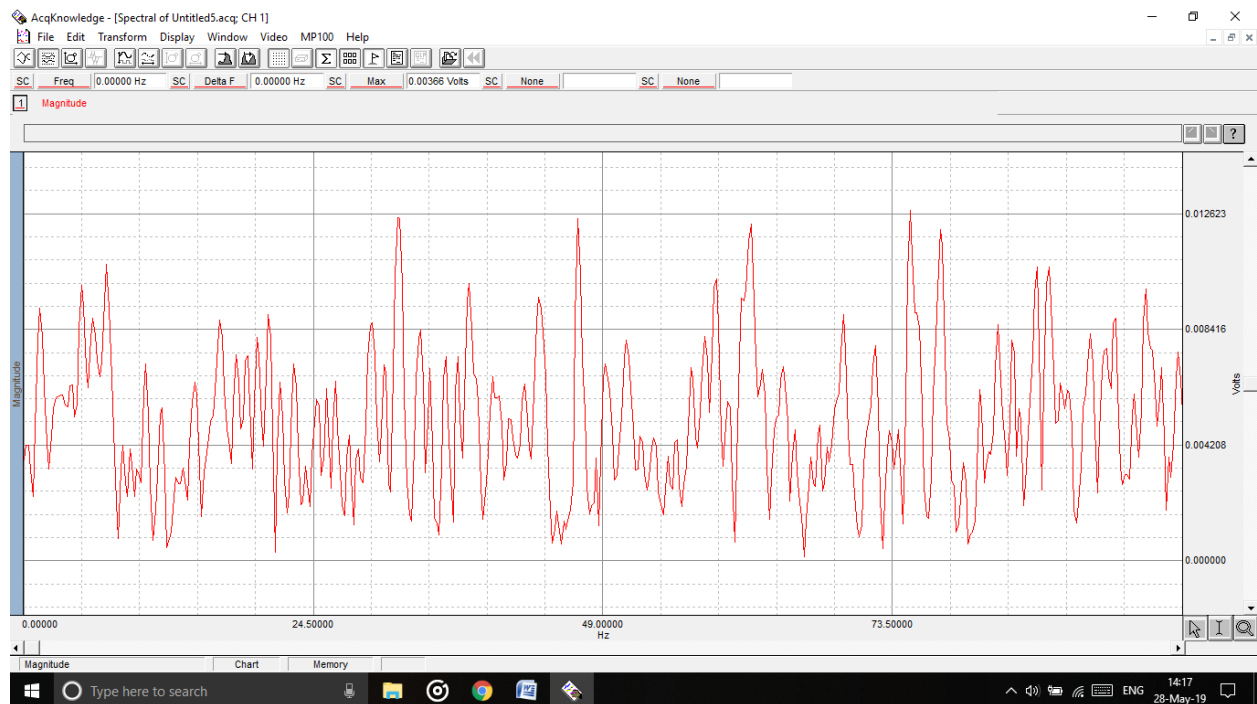


Dupa eliminarea offset-ului, alegem o contractie pentru a o analiza.



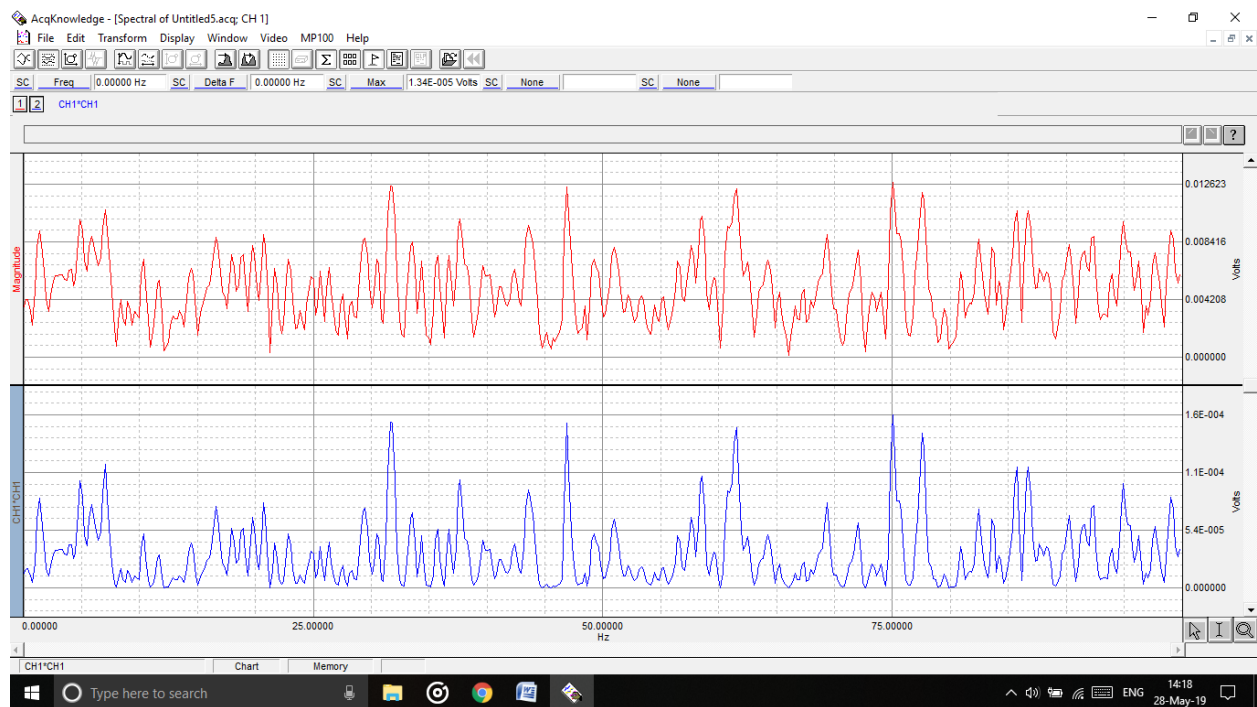


Calcul FFT din contractia prezentata cu parametric.

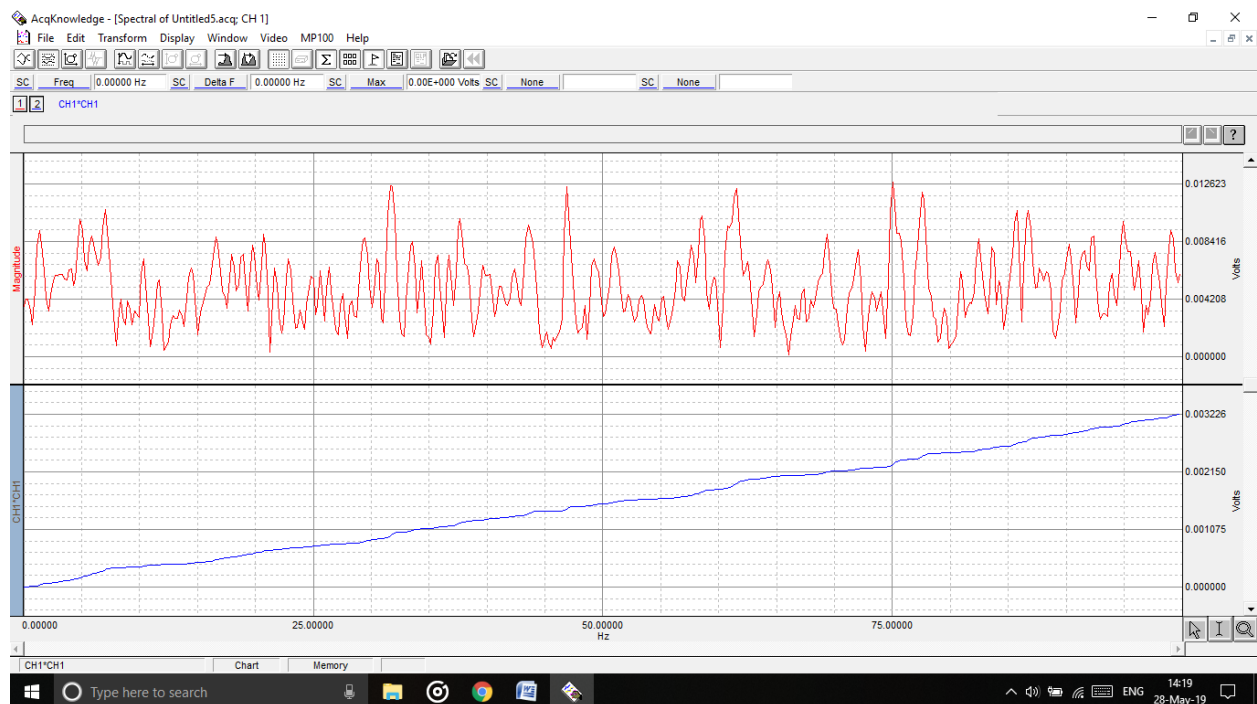


Aplicam spectrul de putere.

CH1*CH1=CH2

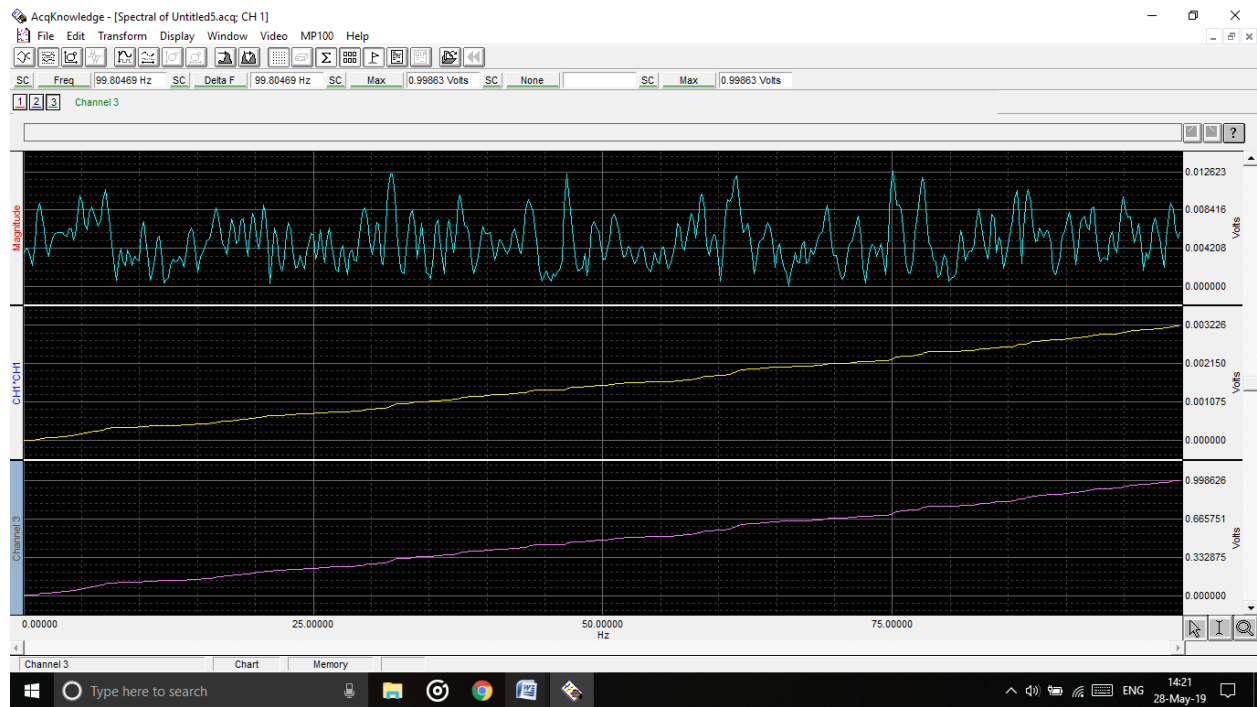


Semnalul trece printr-un integrator.

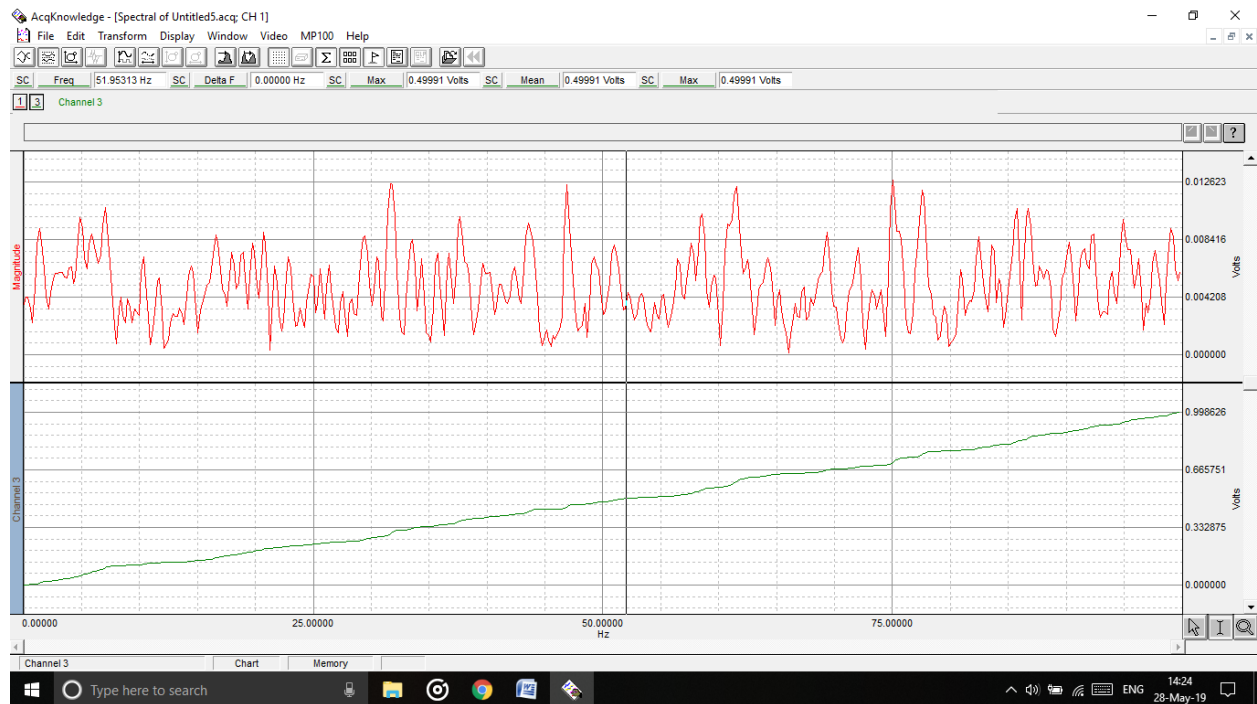


Selectam tot semnalul si cautam Max, cu valoarea gasita vom calcula $CH/K=CH$ pentru aflarea frecventei mediene.

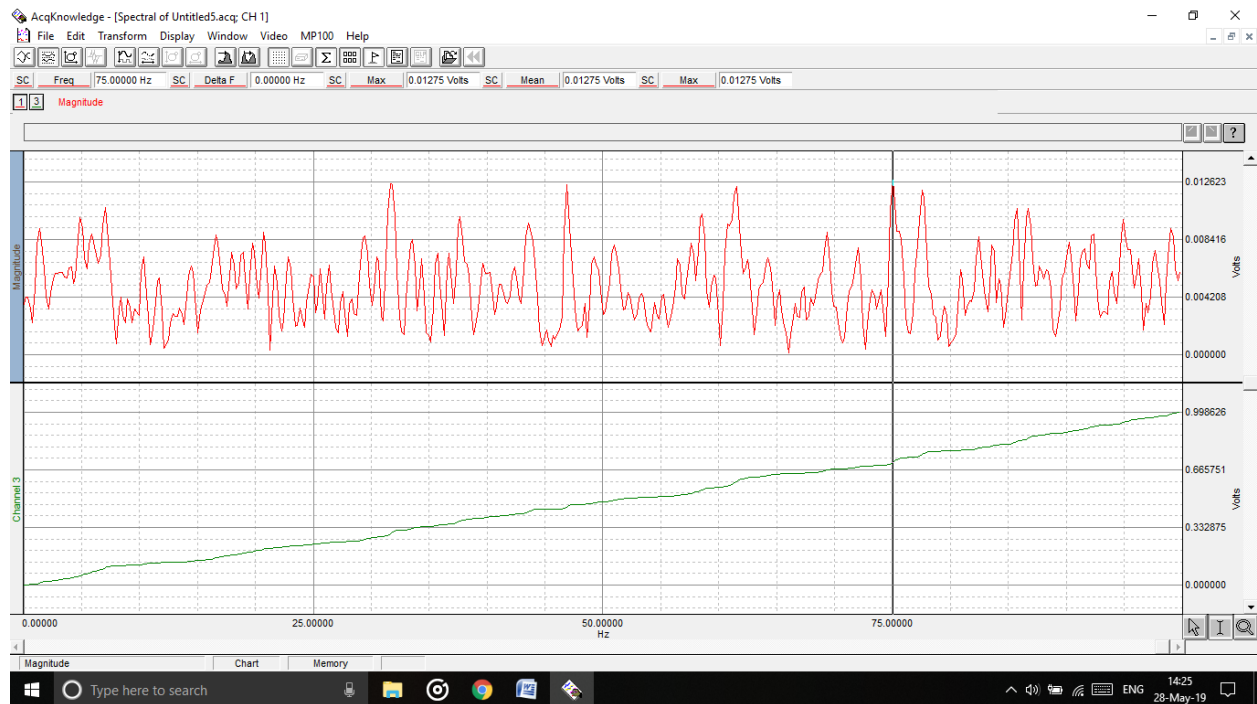
Max=0.00323 V



Cautam frecvenței mediana.



Pentru a afla frecventa la varf vom cauta cel mai inalt varf din spectru.



Codul in Matlab pentru aflarea parametrilor.

```
[fname, fpath] = uigetfile('*.txt','Open EMG file...');
fid = fopen(strcat(fpath,fname),'r');
s = fscanf(fid,'%f',inf);
fclose(fid);
s = s-mean(s); %eliminare offset
%s = s(1.25*200 : 4.25*200);
```

```
len = length(s);
fs=200;
t = [0:len-1]/fs;
- Determinarea numarului de contractii
```

```
figure(1); subplot(311); plot(t,s); title('Semnal EMG intrare');
```

```
N = 2^ceil(log2(len));
s = [s.*hamming(len); zeros(N-len,1)];
SA = abs(fft(s)) / N;
SA=SA(1:N/2);
f = [0: N]/N *fs; f=f(1:N/2);
SP = SA.^2;
figure(1); subplot(312); plot(f,SP); title('Spectru de putere'); axis tight;
- Afisarea Spectrului de putere si a Semnalului Integrat pentru fiecare contractie
SI = cumsum(SP);
```



```

clc;
Putere_totala = max(SI)
Putere_medie = mean(SP)
SI = SI/max(SI);
figure(1); subplot(313); plot(f,SI); title('Integrala Spectru');

```

```

poz = find(SI>=0.5); poz=poz(1);
if SI(poz)-0.5 > 0.5-SI(poz-1), poz=poz-1; end
Frecv_mediana = f(poz)

```

```

poz = find(SI>=mean(SI)); poz=poz(1);
if SI(poz)-mean(SI) > mean(SI)-SI(poz-1), poz=poz-1; end
Frecv_medie = f(poz)

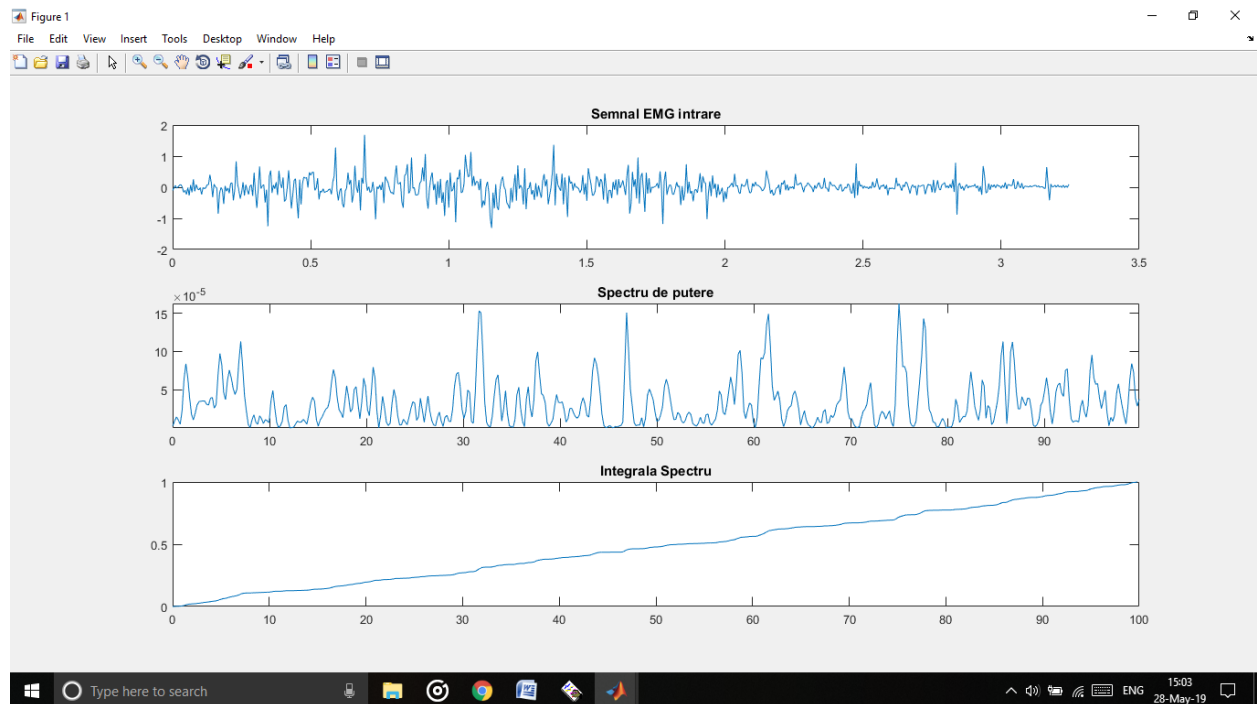
```

```

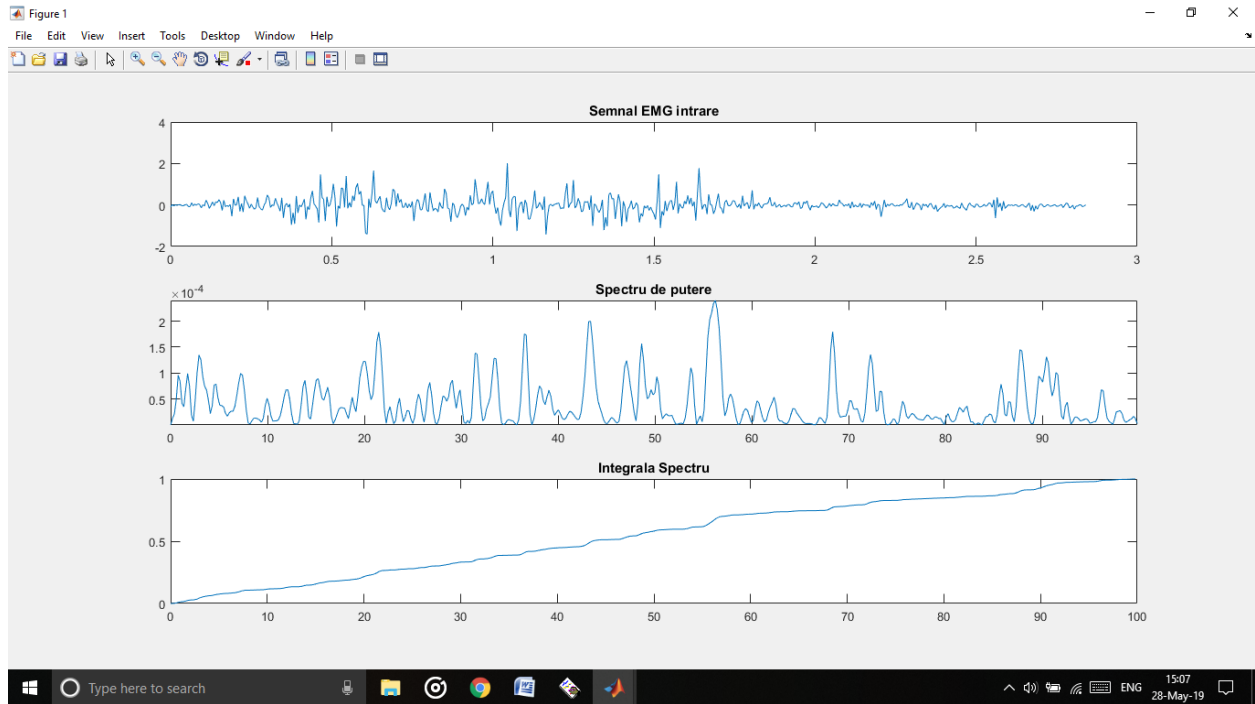
poz = find(SP==max(SP(2:end-1)));
Frecv_varf = f(poz)

```

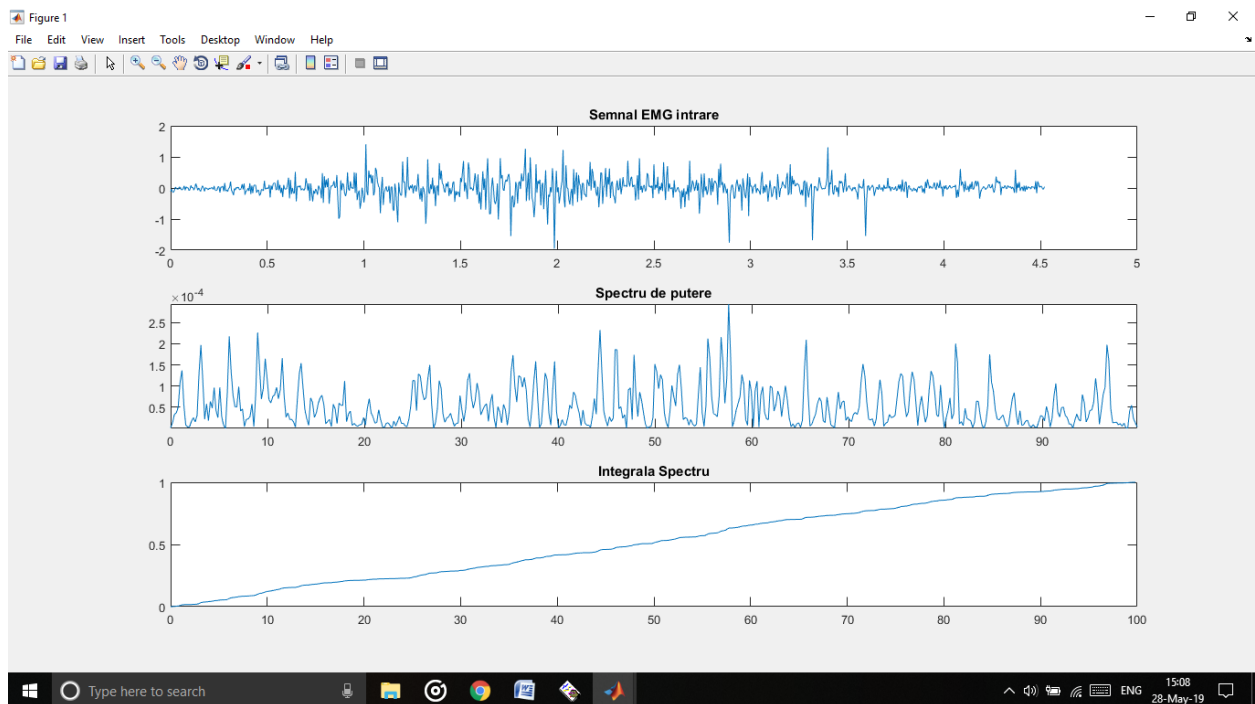
➤ Contractia 1



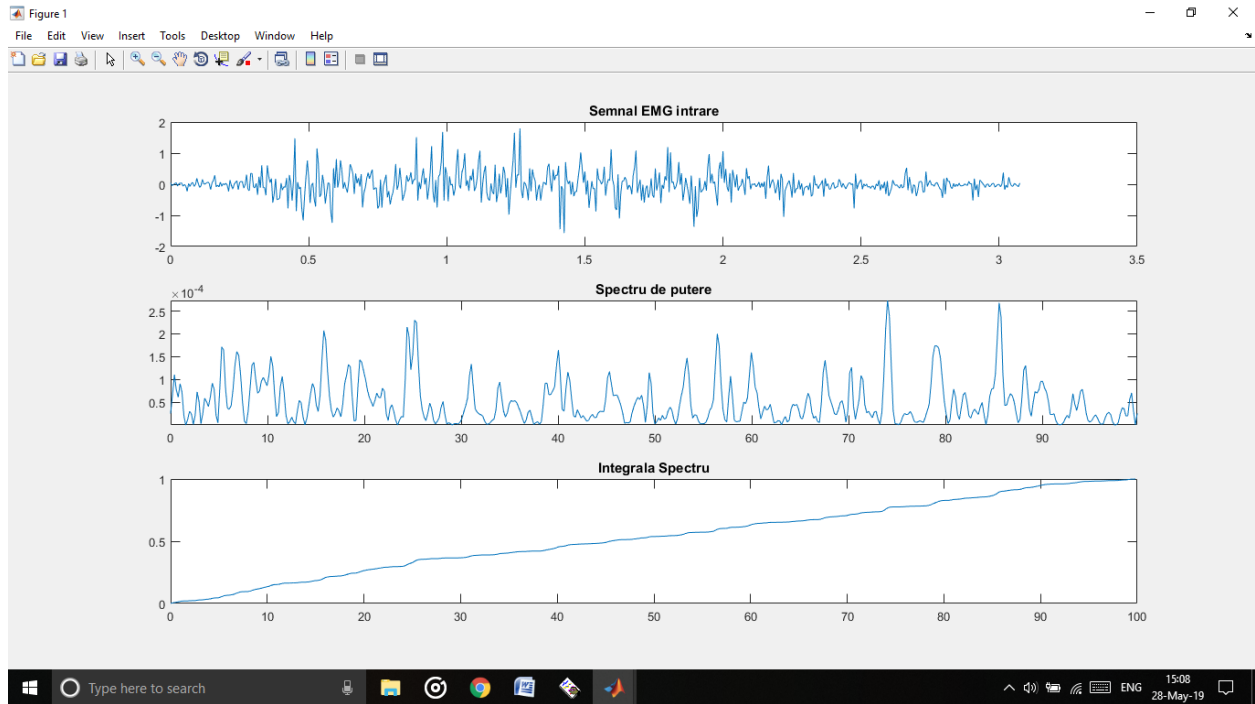
➤ Contractia 2



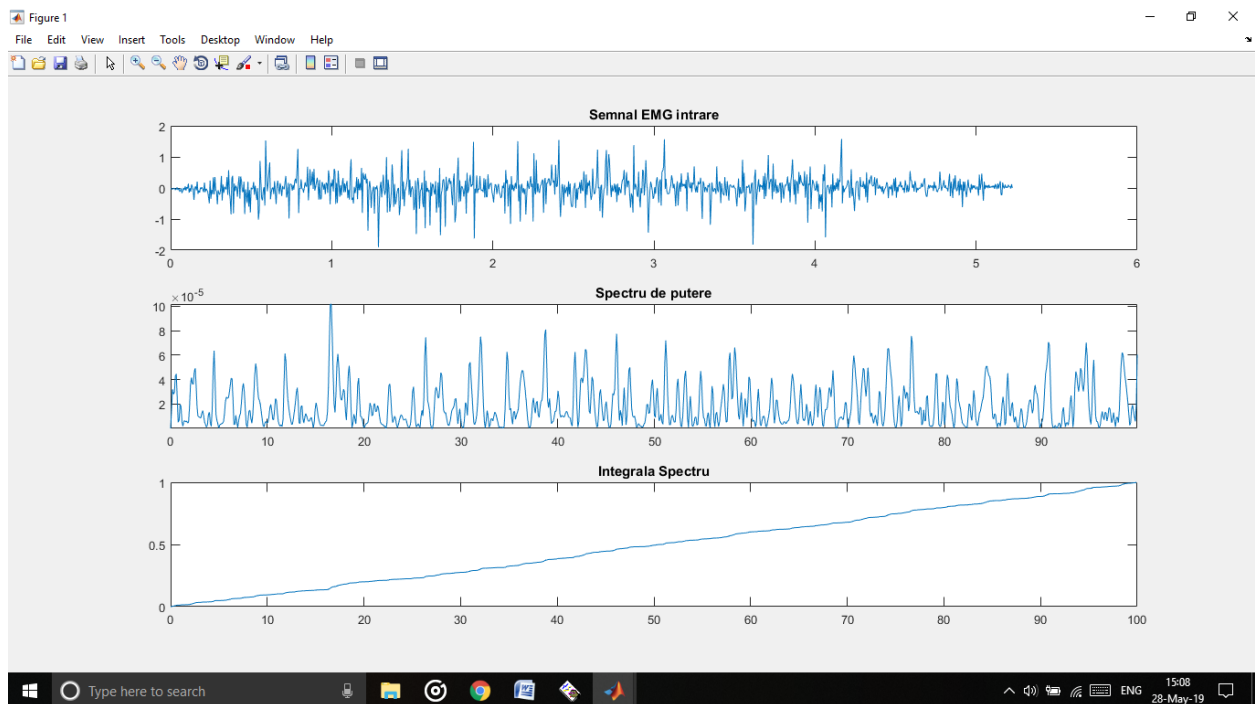
➤ Contractia 3



➤ Contractia 4



➤ Contractia 5



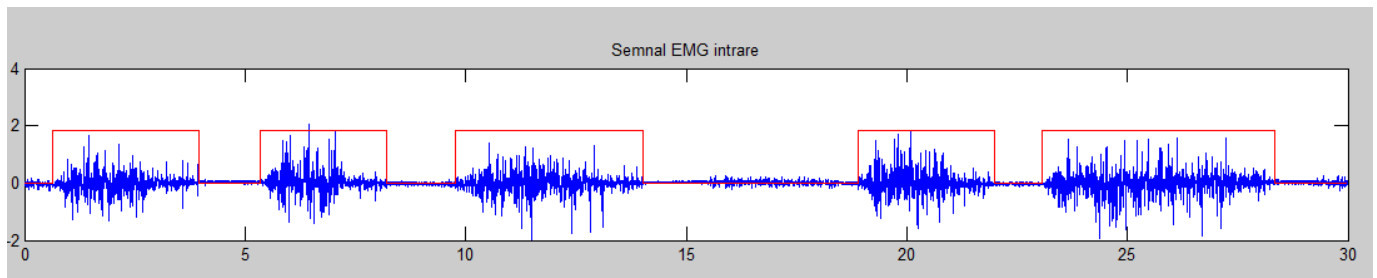
Tabelul contractiilor pentru parametrii cautati:

Contractia	Puterea totala[V^2/Hz]	Puterea medie[V^2/Hz]	Frecventa mediana[Hz]	Frecventa medie[Hz]	Frecventa la varf[Hz]
1	0.0162	3.1701e-05	52.5391	50.5859	75
2	0.0212	4.1369e-05	43.5547	48.2422	56.2500
3	0.0274	5.3545e-05	48.2422	50.3906	57.6172
4	0.0261	5.0942e-05	45.5078	49.4141	74.0234
5	0.0190	1.8516e-05	50.6836	49.7070	16.5039

Etapa 4 – Adaugare de zgomot peste semnalele achizitionate

- Semnal EMG de intrare: Semnal cu FTS 10Hz si FTJ 100Hz

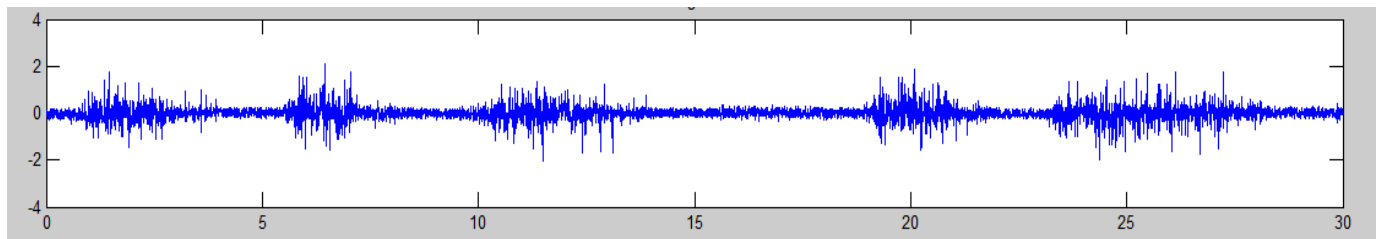
```
figure(1); subplot(311); plot(t,s); grid; axis tight;  
title('Semnal intrare');
```



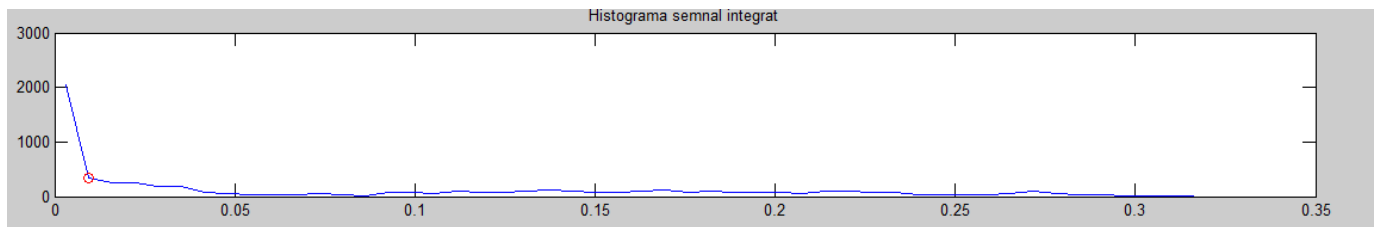
- Adaugare zgomot uniform

- Procent: 0.10

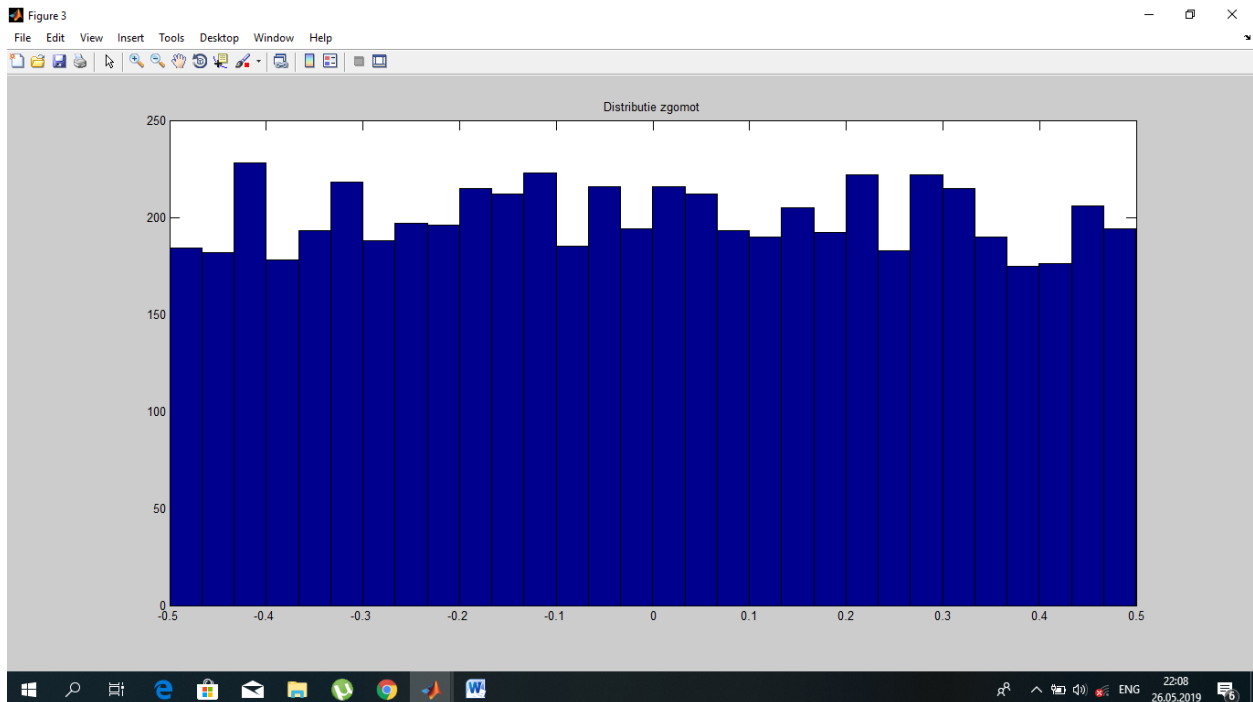
```
zgu = (rand(len,1)-0.5);  
procent = 0.10;  
Avv = max(s)-min(s);  
s_zg = s + zgu*procent*Avv;  
figure(1); subplot(312); plot(t,s_zg); title('Semnal cu  
zgomot uniform');  
figure(3); hist(zgu,30); title('Distributie zgomot');
```



- Histograma semnal integrat



- Distribuție zgomot uniform



- Raport semnal zgomot : 10.00
- Pentru:
 - procent Zgomot = 0.20 vom avea un raport S/N=5.00
 - procent Zgomot = 0.25 vom avea un raport S/N=4.00
 - procent Zgomot = 0.30 vom avea un raport S/N=3.33

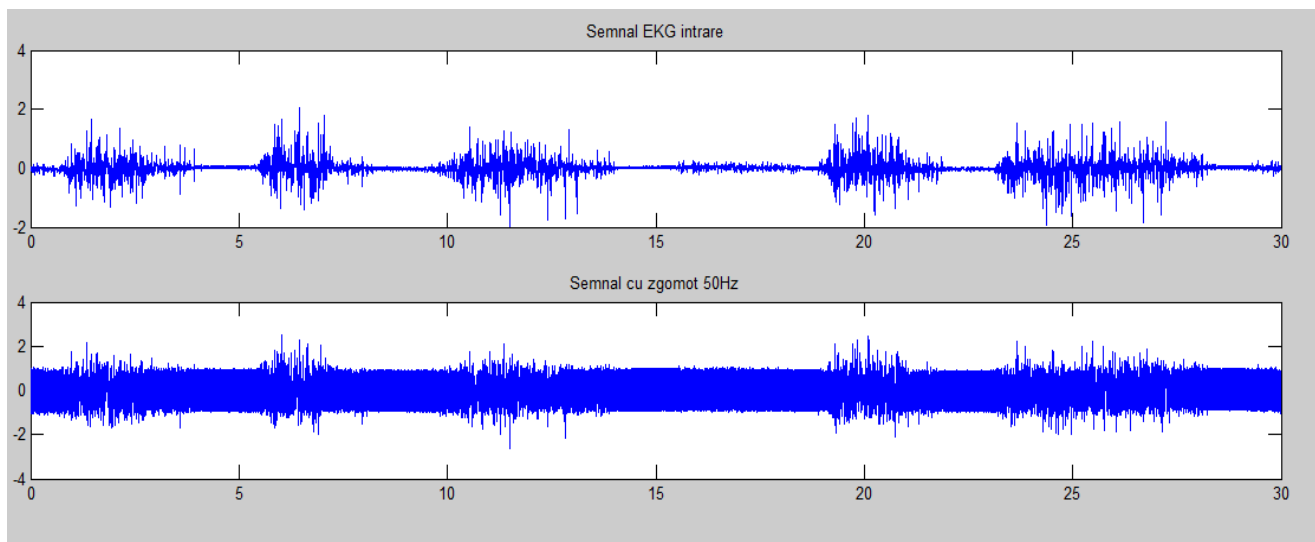
```

%% estimare raport semnal zgomot inainte de filtrare
RSN_inainte = 1/procent;
disp(sprintf('Raport semnal zgomot (inainte filtrare):
%.2f',RSN_inainte));

```

- Adaugarea de zgomot de 50Hz

```
% generare zgomot 50Hz
zg50 = sin(t*2*pi*50);
%figure(1); subplot(312); plot(zg50(1:fs));
procent = 0.5;
s_zg = s + zg50*procent*(max(s)-min(s))/2;
figure(1); subplot(312); plot(t,s_zg); title('Semnal cu zgomot
50Hz');
```



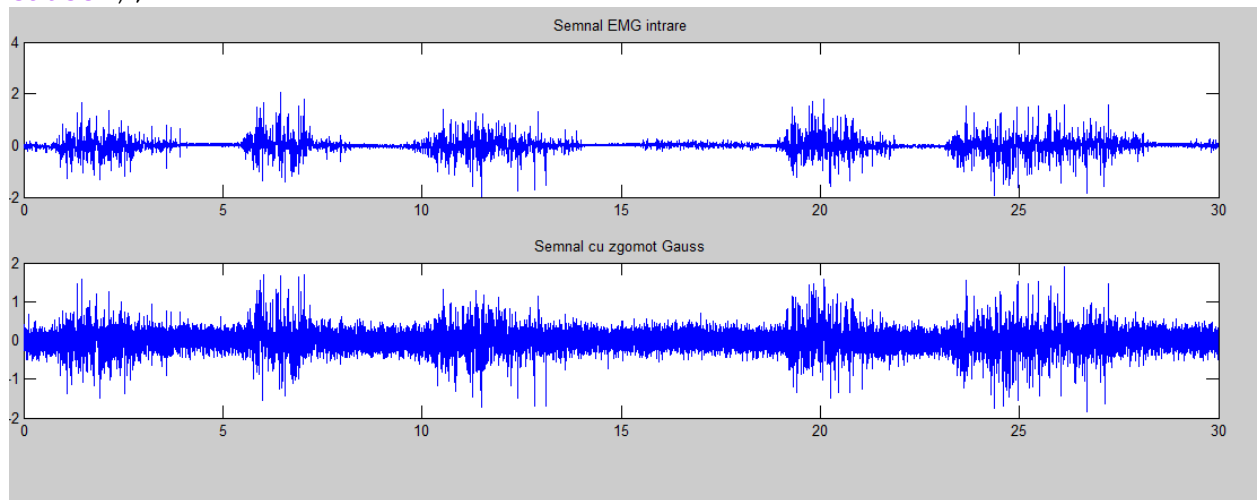
- Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 2.39, Procent zgomot: 0.5
- Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 1.28, Procent zgomot: 2.5
- Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 1.17, Procent zgomot: 4
- Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 1.07, Procent zgomot: 10

```
% estimare raport semnal zgomot inainte de filtrare
[B A] = butter(N, [49 51]/(fs/2)); %FTB
zg_e = filter(B,A,s_zg);
figure(2); subplot(211); plot(t,zg_e); title('Zgomot extras
din semnal');
```

```
Avv_s_zg = max(s_zg) - min(s_zg);
Avv_zg_e = max(zg_e(3*fs:end)) - min(zg_e(3*fs:end));
RSN_inainte = Avv_s_zg / Avv_zg_e;
disp(sprintf('Raport semnal zgomot (inainte de filtrare):
%.2f', RSN_inainte));
```

- Adaugare de zgomot Gauss

```
%% generare zgomot Gauss  
s_zg = awgn(s, 3, 'measured');  
figure(1); subplot(312); plot(t,s_zg); title('Semnal cu zgomot  
Gauss');
```

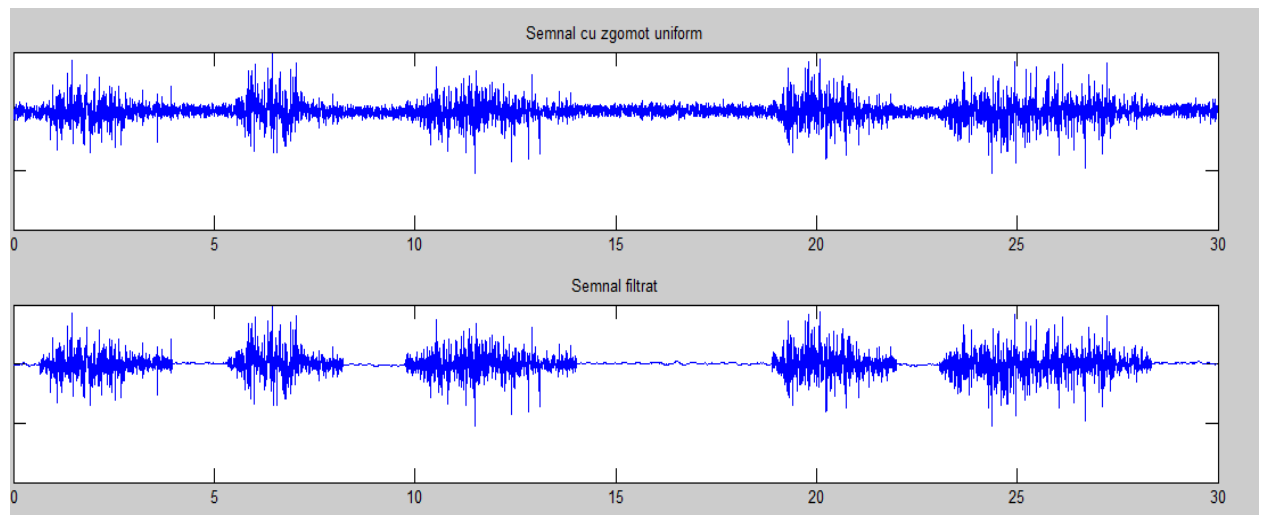


Etapa 5- Metode de filtrare a semnalelor

▪ Filtrarea zgomotului uniform

➤ Metoda 1

Descrierea metodei de filtrare: Semnalul EMG a fost filtrat cu ajutorul unui filtru de mediere clasic cu ordinul $N=25$.

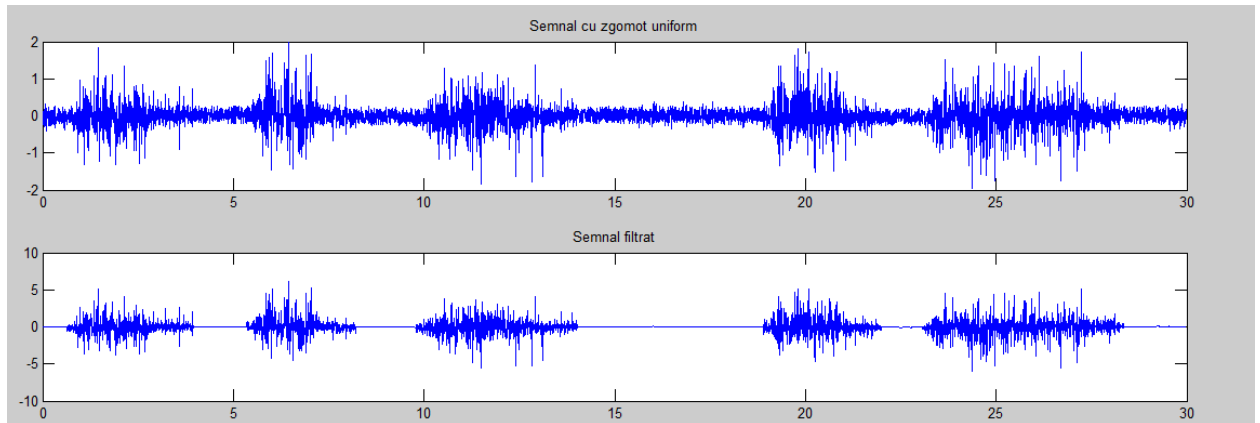


- ❖ Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 10.00
- ❖ Raport semnal zgomot (dupa filtrare): 21.90

➤ Metoda 2

Descrierea metodei de filtrare: Semnalul EMG a fost filtrat cu ajutorul unui filtru de mediere cu recurenta cu ordinul $N=7$.

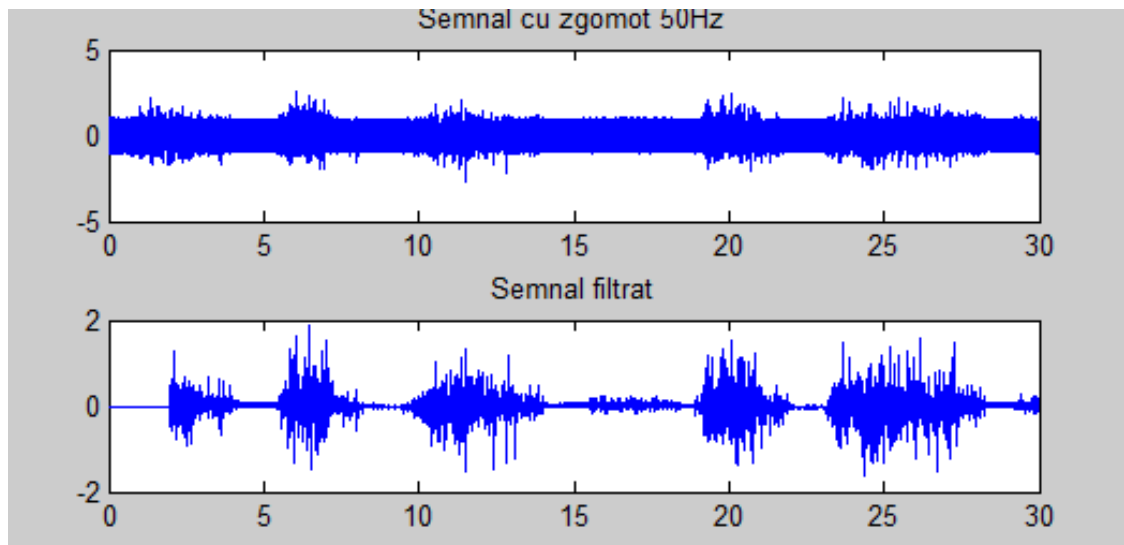
- ❖ Raport semnal zgomot (inainte filtrare): 10.00
- ❖ Raport semnal zgomot (dupa filtrare): 39.70



▪ Filtrarea zgomotului de 50 Hz

Descrierea metodei de filtrare: Semnalul EMG a fost filtrat cu ajutorul unui FOB de ordinul $N=3$.

- ❖ Raport semnal zgomot (inainte de filtrare): 2.39
- ❖ Raport semnal zgomot (dupa filtrare): 93.33



```
%% filtrare zgomot FOB
N = 3;
[B A] = butter(N, [48 52]/(fs/2), 'stop'); %FOB
sf = filter(B,A,s_zg);
%sf(1:fs*2)=0;
figure(1); subplot(313); plot(t,[zeros(1,2*fs-1),
sf(2*fs:end)]); title('Semnal filtrat');
```

Facultatea de electronică, telecomunicații și
tehnologia informației Universitatea Tehnică
“Gheorghe Asachi” din Iași
Iași 2019

Proiect ICI

Grupa 5403 EA – Grupa4-EMG picior

Studenti:

- Alexandroaia Andreea
- Crîșmăruc Alin
- Lacatus Alexandra Bianca
- Moisă Paula
- Șologon George