



2. házi feladat

Kiegyenlítő számítások MSc

2018/19

Idősor PSD becslése

- Adott egy *idősor*, melynek hossza 2.5 s, a mintavételezési frekvencia 300 Hz (750 adat)
- A jel 800 véletlen fázisú és 1-50 Hz közötti véletlen frekvenciájú, egységnyi amplitúdójú szinusz hullámot tartalmaz
- A jelben van még egy 50 Hz-nél valamivel nagyobb frekvenciájú *igen kis amplitúdójú szinuszos összetevő*
- Feladat: PSD becsléssel határozza meg a gyenge jel *összetevő frekvenciáját* és közelítő *amplitúdóját* dB-ben

Megoldás

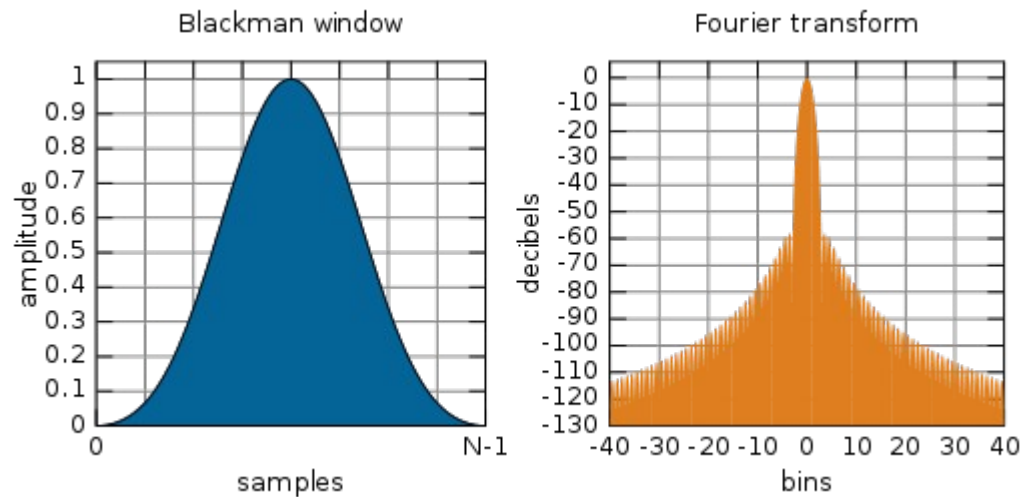
- A megoldáshoz használjon kétfajta PSD becslési eljárást:
 - 1) Periodogram becslés *Blackman* simítással
 - 2) Periodogram becslés *Slepian* simítással

$$S\left(\frac{k}{NT}\right) = \left| \sum_N x_N[n] \cdot e^{-i2\pi \frac{kn}{N}} \right|^2$$

Blackman simító függvény

- A Blackman simító függvény számítása
Octave: blackman(N) függvény, N az elemek száma

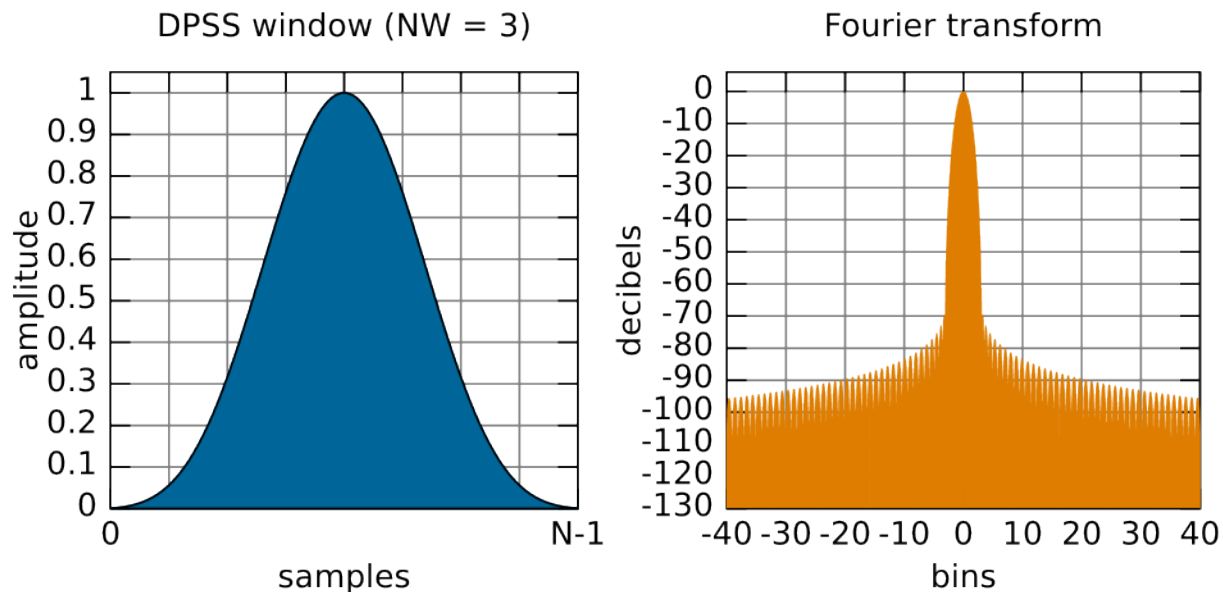
$$w(n) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right) \quad a_0 = \frac{1-\alpha}{2}; \quad a_1 = \frac{1}{2}; \quad a_2 = \frac{\alpha}{2}$$



forrás: Wikipedia®

Slepian simító függvény

- A Slepian simító függvény számítása
Octave: `dpssw(N,W)` függvény,
N az elemek száma, W a sávszélesség



forrás: Wikipedia®

Slepian simító függvény

- `dpssw(N,W)` függvény Octave kódja

```
function w = dpssw(N,W)

% DPSSW - N hosszúságú DPSS sorozat számítása
%          W levágási frekvenciához

k = (1:N-1);
s = sin(2*pi*W*k)./(pi*k);
c0 = [W,s];
A = toeplitz(c0);
% 2*NW-1 legnagyobb sajátérték
[V,D] = eigs(A,2*N*W-1);
w = V;
```

Minta feladat megoldása

- Az adatok az `input_5` fájlban vannak

beolvassuk

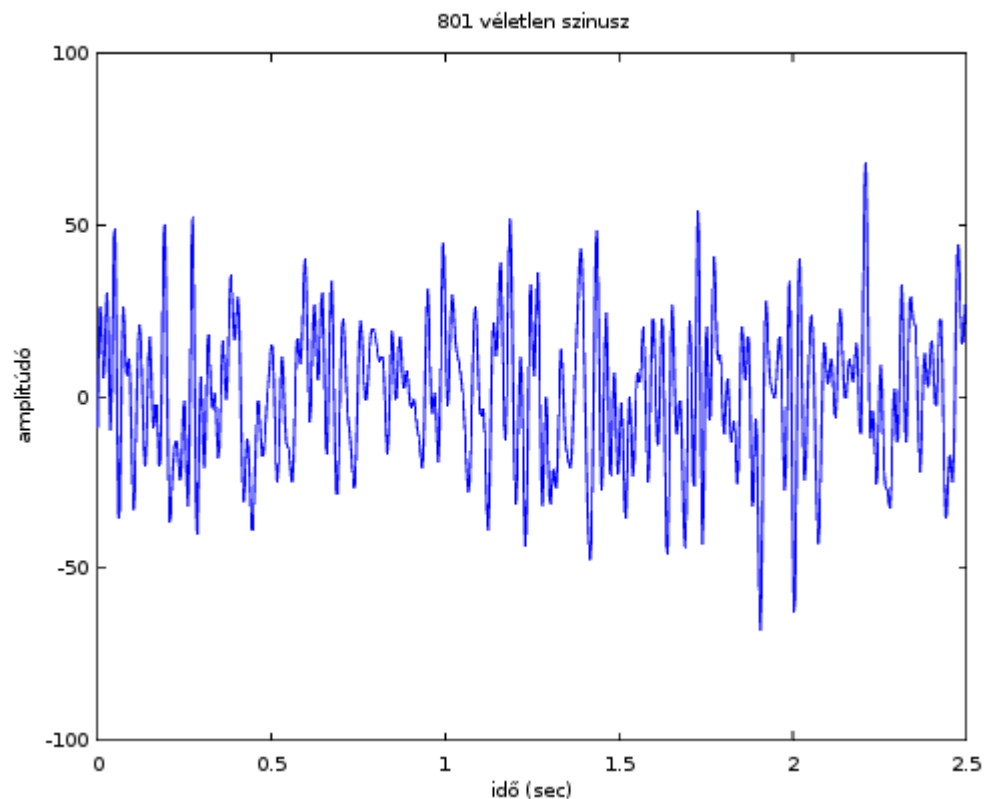
felrajzoljuk

```
clc; clear all; close all
ss = 300; % mintavételi frekvencia (Hz)
Ts = 2.5; % 2.5 sec jel
nsa = Ts*ss; % minták száma
ti = [0:(nsa-1)]/ss; % időegyenés
```

```
% az adatok beolvasása és rajz készítése
```

```
xsi = load('input_5');
```

```
figure(1);
plot(ti,xsi);
xlabel('idő (sec)');
ylabel('amplitúdó');
title('801 véletlen szinusz');
```

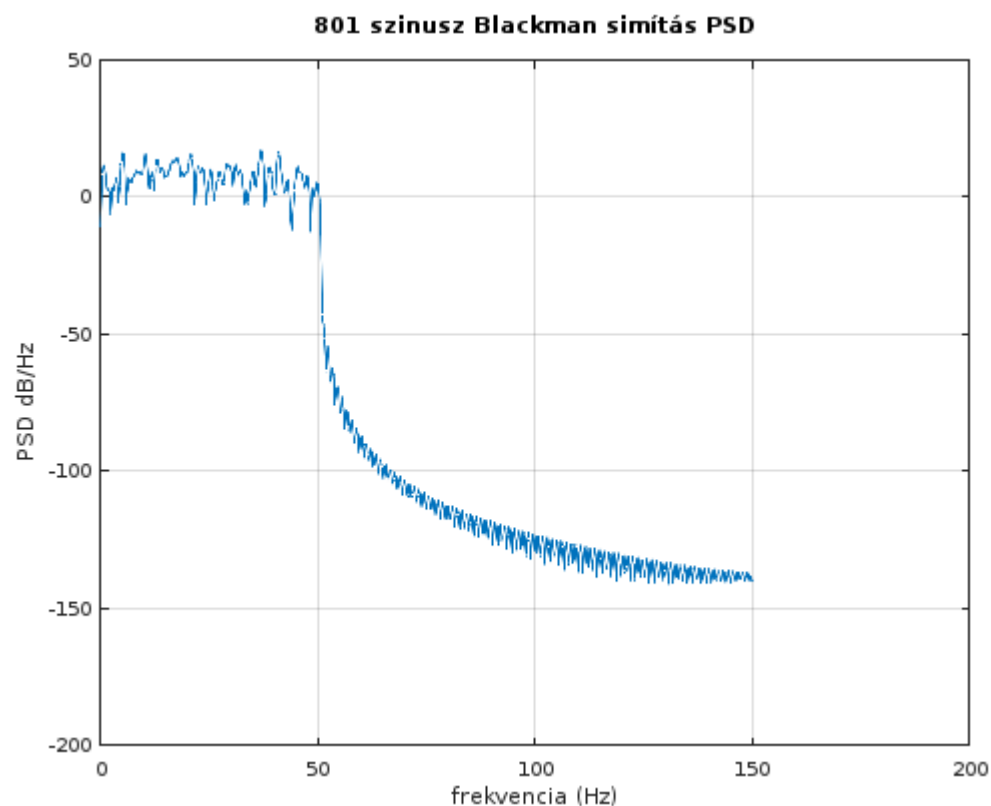


Minta feladat megoldása

- Periodogram becslést számítunk Blackman simítással

```
% Periodogram PSD, Blackman simítással  
figure(2);  
periodogram(xsi, blackman(length(xsi)), [], ss);  
xlabel('frekvencia (Hz)');  
ylabel('PSD dB/Hz');  
title('801 szinusz Blackman simítás PSD');
```

nem látható a gyenge
szinuszos jel a PSD-ben



Minta feladat megoldása

- Periodogram becslést számítunk Slepian simítással – a legnagyobb sajátértékhez tartozó Slepian függvényt alkalmazzuk a feladatban

```
% Periodogram PSD, Slepian simítással
figure(3);
% nagyobb NW: kevesebb szivárgás, de a PSD felbontása csökken
NW = 4;
W = NW/length(xsi);
slepian = dpssw(length(xsi),W);
periodogram(xsi, slepian(:,1),[],ss);
xlabel('frekvencia (Hz)');
ylabel('PSD dB/Hz');
tstr = '801 szinusz Slepian simítás PSD'
title(strjoin({tstr,'NW=' ,int2str(NW)},' '));
```

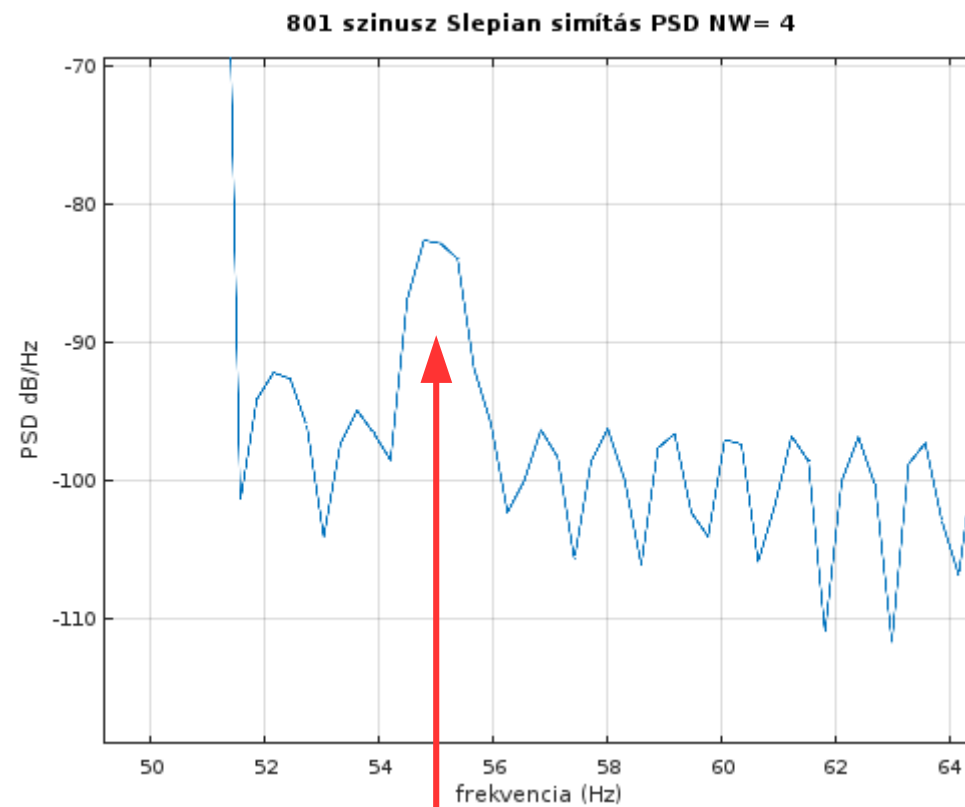
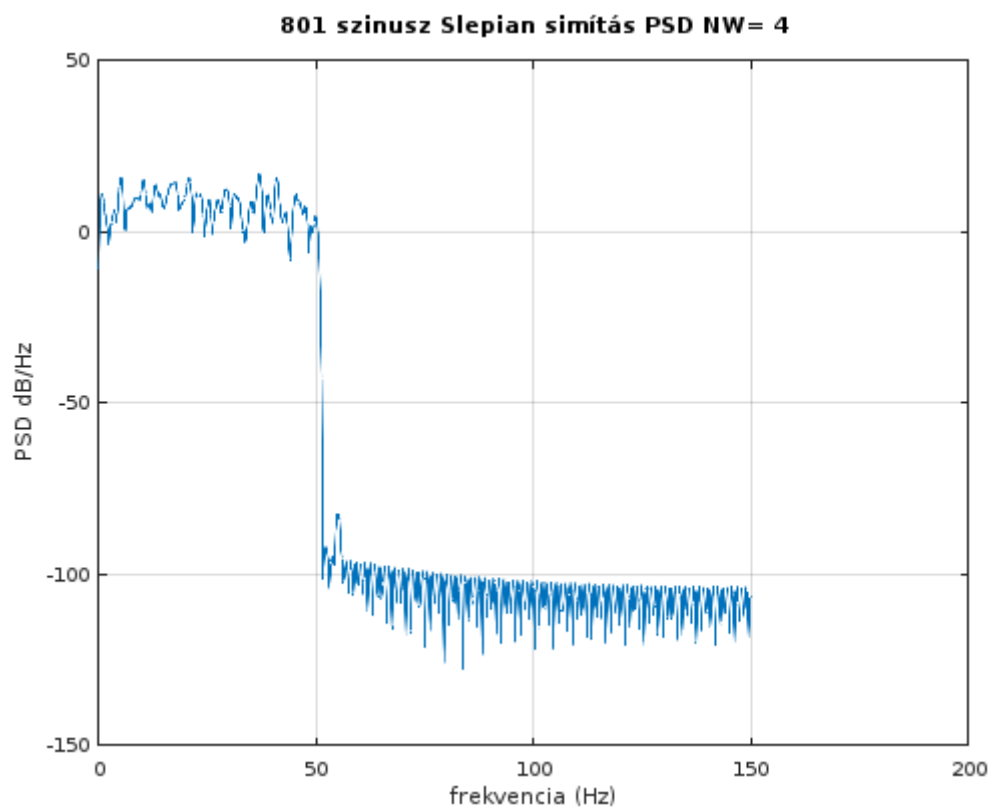
Minta feladat megoldása

- Periodogram becslést számítunk Slepian simítással – a legnagyobb sajátértékhez tartozó Slepian függvényt alkalmazzuk a feladatban

```
% Periodogram PSD, Slepian simítással
figure(3);
% nagyobb NW: kevesebb szivárgás, de a PSD felbontása csökken
NW = 4;
W = NW/length(xsi);
slepian = dpssw(length(xsi),W);
periodogram(xsi, slepian(:,1),[],ss);
xlabel('frekvencia (Hz)');
ylabel('PSD dB/Hz');
tstr = '801 szinusz Slepian simítás PSD'
title(strjoin({tstr,'NW=',int2str(NW)},' '));
```

Minta feladat megoldása

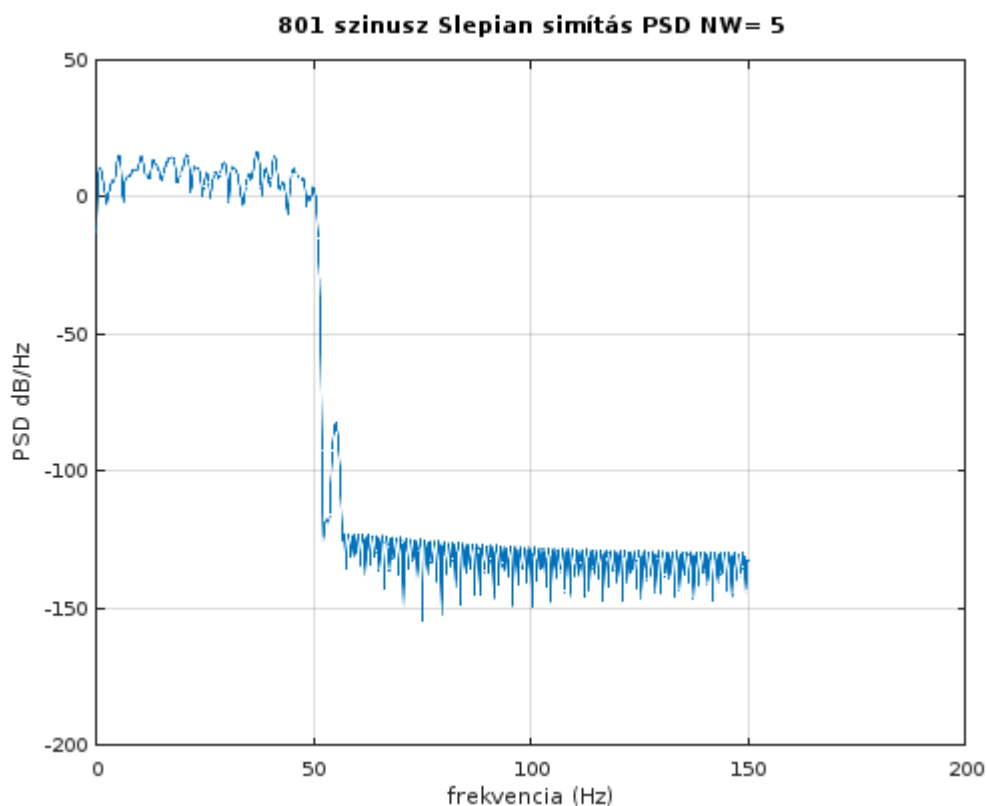
- Slepian simítás PSD eredmények (NW=4)



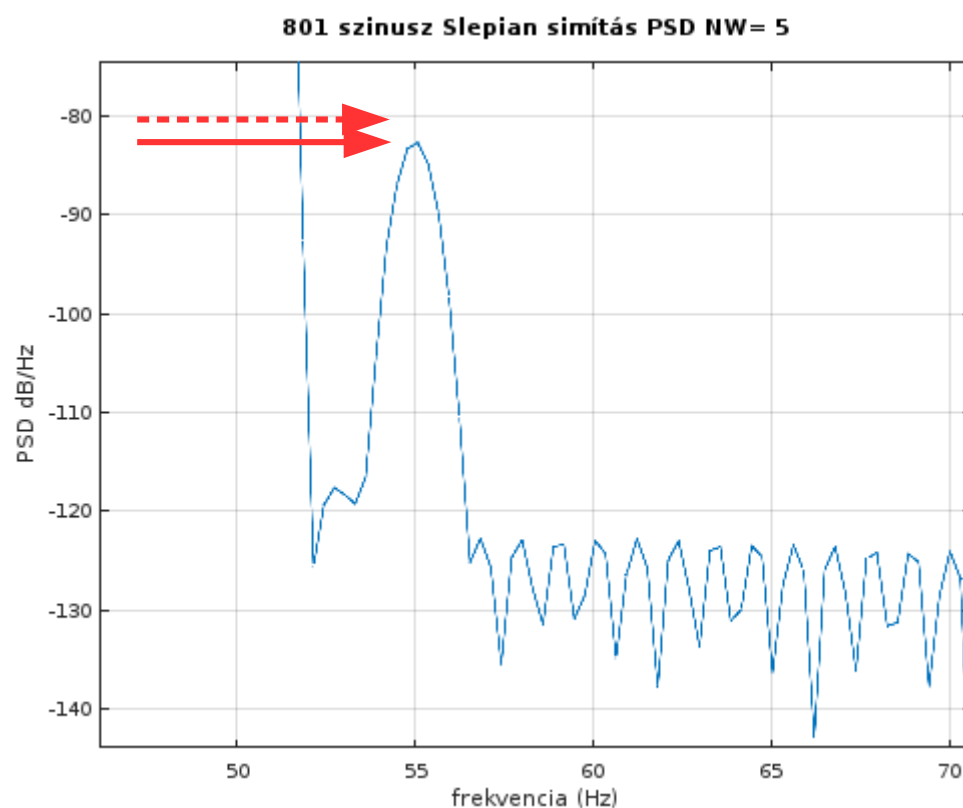
már látható az **55 Hz**-es gyenge szinuszos jel
a PSD-ben, de még nem elég meggyőző

Minta feladat megoldása

- Növeljük az **NW** szorzatot **5**-re, hogy kisebb legyen a spektrális szivárgás



az 55 Hz-es gyenge szinuszos jel teljesítménye (+2-3 dB korrekcióval) **-80 dB**



a gyenge szinuszos jel *amplitúdója* tehát ennek *fele*, **-40 dB**

Beadandók

- *Kiinduló idősor adatok* (grafikusan)

- *Eredmények* (grafikusan)

Becsült PSD Blackman simítással

Becsült PSD Slepian simítással

- *Eredmények* (számszerűen)

a jelben megtalált gyenge szinuszos összetevő

frekvenciája (Hz)

közelítő amplitúdója (dB)

- *Műszaki leírás*, mely tartalmazza a felhasznált számítási eszközt, programot is