

Méréselmélet második házi feladat

Kirilly Miklós CET61E

1. feladat

```
%% Méréselmélet 2. házi feladat
% Kirilly Miklós
% CET61E

clear all;
close all;

N= 59;           % bázis elemszám
G = 1;           % bázisfüggvény-választás
p = 0.84;        % analizálandó egység paraméter
SNR = 40;        % jel-zaj szint

%% 1. feladat : bázis- és inverz bázis rendszer generálása

w_arg = 2*pi/N;           % fázis lépés szöge
m = 0:1:(N-1);           % egységgyökök sorszáma
egyseg_gyokok = exp(j*w_arg*m); % egységgyökök

n = 0:1:N-1;             % diszkrét idő

% base_func sorai tartalmazzák a bázisvektorokat.
% Mivel a MATLAB indexelése 1-től kezdődik, a sorok sorszáma 1-gyel nagyobb
% a bázisfüggvény sorszámanál.
base_func = zeros(N,N);

% m=0 -nál DC komponenst kapunk
base_func(1,:) = ones(1,N);

for k = 1:1:(N-1)/2
    base_func(2*k, :) = real(egyseg_gyokok(k+1).^n);
    base_func(2*k+1, :) = imag(egyseg_gyokok(k+1).^n);
end

% inverz bázis
inv_base_func = zeros(N,N);

% dc komponens az inverz bázisban is van
inv_base_func(1,:) = ones(1,N);

for k = 1:1:(N-1)/2
    % 2-szeres szorzás, mert elvileg nem csak a x. bázisfüggvényt, hanem az
    % N-x.-et is fel kellene használni a visszaállításhoz
    inv_base_func(2*k, :) = 2*real(egyseg_gyokok(k+1).^(-n));
    inv_base_func(2*k+1, :) = -2*imag(egyseg_gyokok(k+1).^(-n));
end
% az inverz bázis skálázása 1/N-nel
inv_base_func = inv_base_func /N;

clear n m k
```

2. feladat

```
%% 2. feladat : bázis- és inverz bázis rendszer ellenőrzése

% skálár szorzások elvégzése egy mátrixszorzásként
cross_products = inv_base_func * base_func';
% eltérés számítása az elvárttól
difference = cross_products-eye(size(scalar_products));
% 1 ezrelék kerekítési pontatlanságot elfogadunk
if max(max(abs(difference))) > 0.001
    for y = 1:1:size(difference,1)
        for x = 1:1:size(difference,2)
            if abs(difference(y,x)) > 0.001
                'elteres itt: '
                helye = [x, y]
            end
        end
    end
    'Hiba : a nem inverzek!'
end
```

3. feladat

```
function y = generator(base_function, length_of_signal)
%% Méréselmélet 2. házi feladat
% A bázisfüggvények a base_function sorai
% Kirilly Miklós CET61E
% 3. feladat : jelszintetizátor

% A tetszőleges bázisfüggvénnyel való használhatóság érdekében a szinuszos
% függvények előállítását lehetővé tevő speciális elrendezésekkel nem
% éltem.

N = size(base_function,1); % a bázis elemszáma
n = 0:1:length_of_signal-1; % diszkrét idő
weights = randn(N, 1); % 1 szórású 0 várható értékű, Gauss eloszlású

y = weights'*base_function(:,mod(n, N)+1); % a jel N-periodikus
```

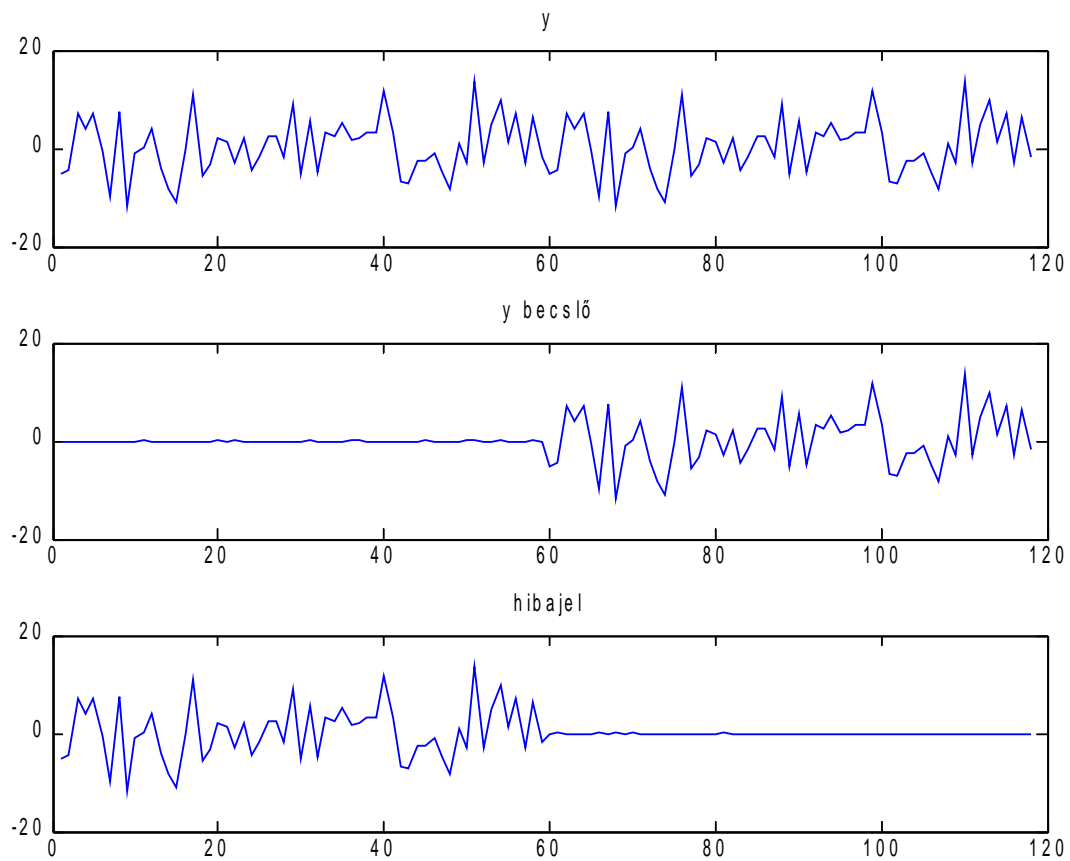
4. feladat

```
function [y, x_hat] = analysator(input, base_function, inv_base_function)
% Méréselmélet 2. házi feladat
% Kirilly Miklós CET61E
% 4. feladat : analizátor
% params: input sorvektor
% base_function négyzetes, sorai a bázisfüggvények
% inv_base_function négyzetes, sorai az inverz bázisfüggvények

N = size(base_function,1); % a bázis elemszáma
y = zeros(size(input)); % bemenet méretével egyezik meg
x_hat = zeros(N,length(input));

for i = 1:1:length(input)
    y(i) = x_hat(:,i)' * base_function(:, mod(i-1,N) + 1);
    x_hat(:,i+1) = (input(i)-y(i)) * inv_base_function(:,mod(i-1,N) + 1)...
        + x_hat(:,i);
end
```

5. feladat

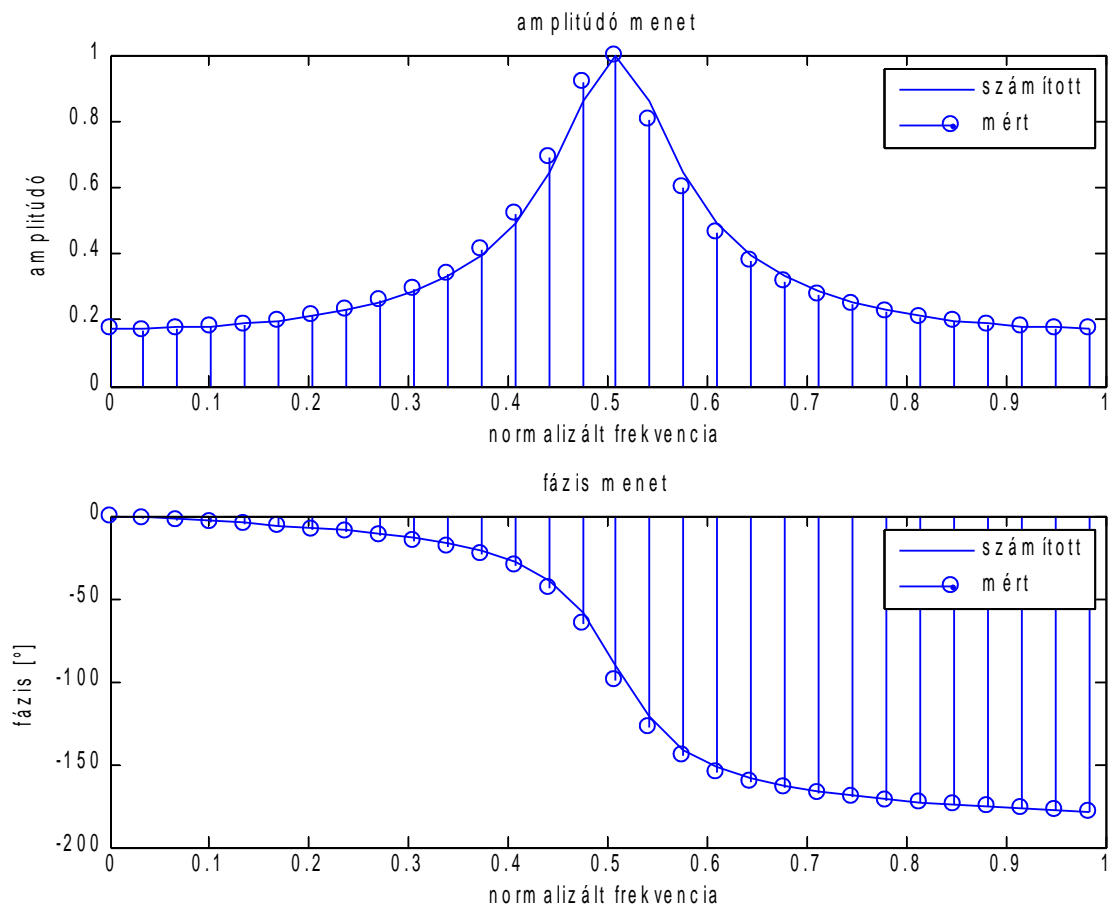


1. ábra: A rezonátor kimenetének hibája zajmentes bemenet mellett

A rezonátor az elvártnak megfelelően N ütem után gyakorlatilag kioltotta a hibát. A diagramon látható hullámosság talán a kerekítési pontatlanságokból eredhet.

6. feladat

A gerjesztő jel minden frekvencián 0 kezdőfázisú, egységnyi amplitúdójú koszinuszos jel, vagyis a 0. és a páratlan sorszámú bázisfüggvények súlya 1 lesz, a páros pozitív sorszámúaké pedig 0. Az analizátor kimenetén a megfelelő komponensek amplitúdóját és fázistolását mérhetjük, ha az azonos frekvenciához tartozó szinuszos és koszinuszos tagok együttthatóiból komplex átviteli tényezőt képezünk.



2. ábra: A hálózatanalízis eredménye

Amint az ábrán is látható, az analizátor a bázisfüggvények frekvenciáján elég jól követi a számított átviteli karakterisztikát. Mindazonáltal az amplitúdómenet csúcsának két oldalán megfigyelhető észlelhető mértékű eltérés.

7. feladat

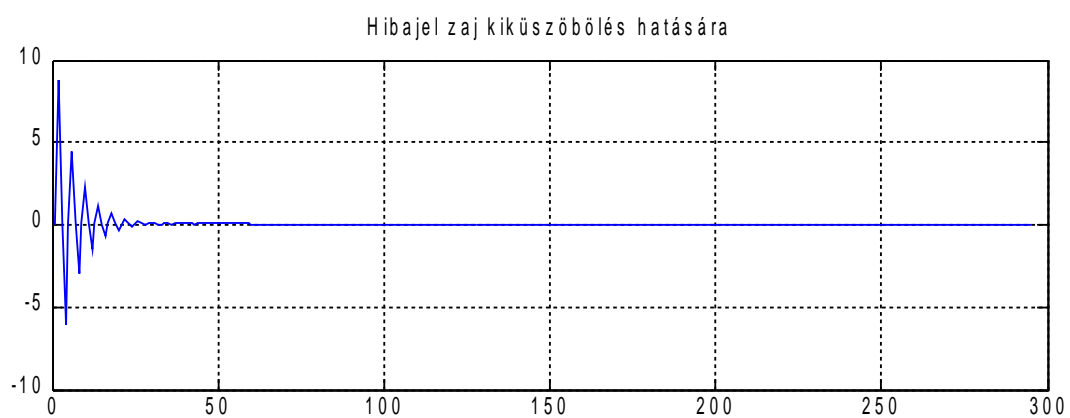
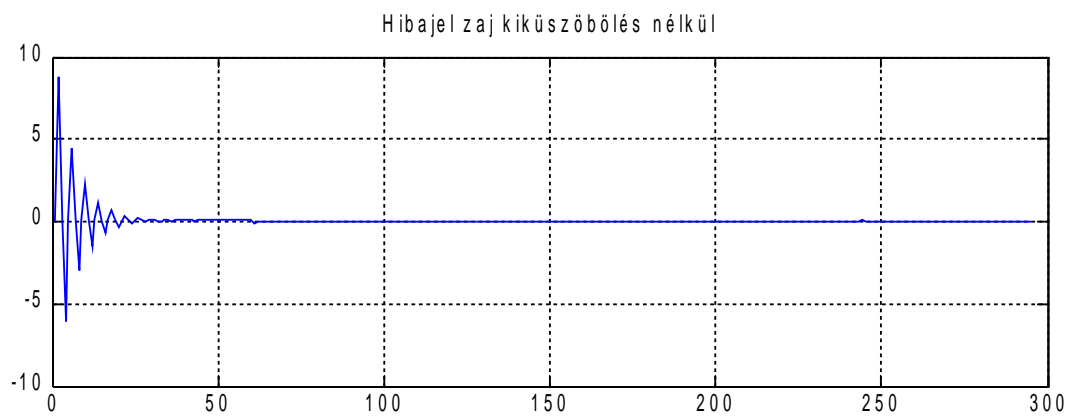
A feladat kiírása szerinti (esetemben 40dB-es) jel-zaj viszony mellett a zaj hatása az időfüggvényen lineáris léptékekkel elég nehezen kimutatható. A zajcsökkentő eljárás hatását is viszonylag nehézkes megjeleníteni. Ezért logaritmikus léptéket is használtam.

A generátor bemenetén a zaj nem periodikus, ellentétben az analizátor által várt jellel, ami $2 \cdot N$ szerint periodikus. Ezért a nem periodikus jelek kiszűrésére törekedtem. Feltételeztem, hogy a hálózatanalizátort a mérés ideje alatt stacionárius hálózat elemzésére használják, és a zajcsökkentéshez rekurzív implementációjú Wiener-szűrőt alkalmaztam. A szűrő egy N tap-es FIR szűrőt valósít meg, amelynek súlyait az analizátor bemenetére érkező jelek alapján állítja be. Egyben pedig bemenetére minden periódus elején egységimpulzust adva a kimenetén a zajtól megtisztított jelet szolgáltatja. Ennek implementációja természetesen nem igényelte a szűrő teljes megvalósítását, elegendő a kimenetre a periódusban eltelt ütemeknek megfelelő szűrő együttható értékét kiadni.

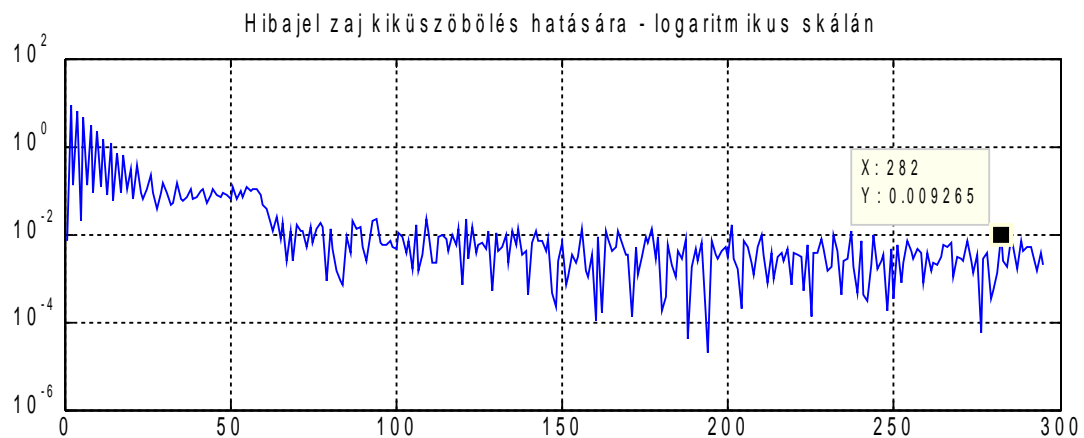
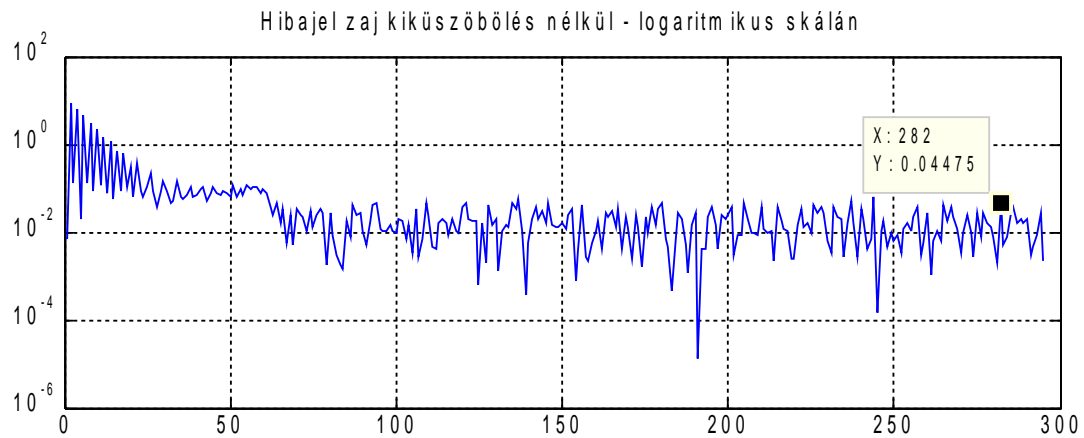
Ez a kimenet került a rezonátor bemenetére, és ezzel hasonlítottam össze az analizátor kimenetét.

Az eljárás vizsgálatára a generátorral öt ciklust futtattam le.

Az eredményül kapott időfüggvények:



3. ábra: Hibajel időfüggvénye lineáris skálán (SNR = 40 dB)



4. ábra: Hibajel abszolút értékének időfüggvénye logaritmikus skálán (SNR = 40 dB)

Összességében a javasolt szűrés, amely tulajdonképpen a periodikus átlagolás általánosítása a zajteljesítmény figyelembevételével, sikeresen csökkentette a zaj hatását a kitűzött, 40 dB-es jelzajviszony mellett.

A legmagasabb hiba értékek aránya a kimeneten az ötödik ciklusban
 $0,04475/0,009265 = 4.83$,
 ami körülbelül 13 decibeles javulásnak felel meg.