



Εθνικό Μετσόβιο

Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων

Μηχανικών και Μηχανικών

Υπολογιστών

Ψηφιακές Επικοινωνίες Ι

Εργαστηριακή Άσκηση 6

Ελευθερία Αρκαδοπούλου

el19442

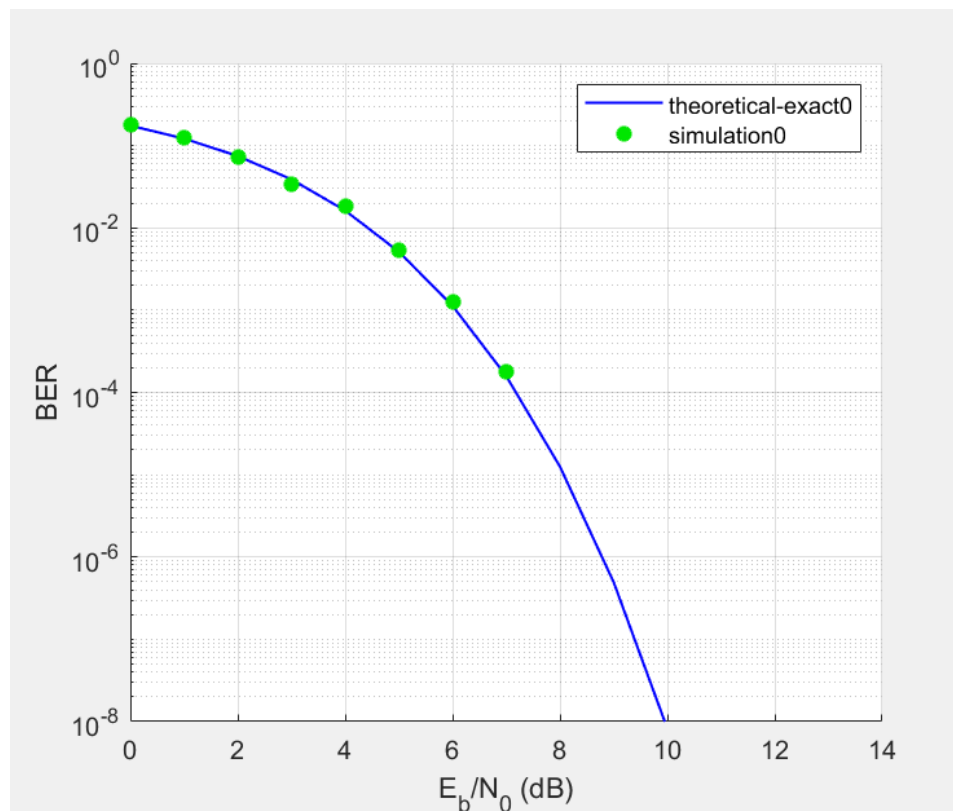
FSK-MSK

Ερώτημα 1^ο

Τροποποιούμε τον κώδικα 6.1 ως εξής, προκειμένου να εξομοιώνει την ασύμφωνη FSK (fsk_errors_second):

- Μετατρέπουμε την εντολή randint σε randi
- Διπλασιάζουμε το BR για τη συχνότητα
- Δίνουμε στη μεταβλητή theta της γωνίας τυχαία τιμή μέσω της εντολής rand, και την προσθέτουμε στη φάση των si, sq
- Ορίζουμε την sm ως την τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος $s_i^2 + s_q^2$

Η προσομοίωση της ασύμφωνης 16-FSK:



Ο κώδικας (βάζουμε την fsk_errors_second που αντιστοιχεί στην ασύμφωνη FSK ως παράμετρο στην fsk_ber_func στο bertool):

```
function errors=fsk_errors_second(bps,Nsymb,ns,EbNo) %asimfoni
```

```
%bps=4; Nsymb=2000; ns=512; EbNo=4;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
%% Input parameters
```

```
% bps: bits per symbol, Nsymb: numb of simulated symbols
```

```
% ns: number of samples per symbol (oversampling)
```

```
% EbNo: normalized signal-to-noise ratio, in db
```

```
M=2^bps; % number of different symbols
```

```
BR=1; % Baud Rate
```

```
fc=2*M*BR; % RF frequency
```

```
%% Derived parameters
```

```
nb=bps*Nsymb; % number of simulated data bits
```

```
T=1/BR; % one symbol period
```

```
Ts=T/ns; % oversampling period
```

```
% M frequencies in "non-coherent" distance (BR)
```

```
f=fc+BR*((1:M)-(M+1)/2);
```

```
% awgn channel
```

```
SNR=EbNo+10*log10(bps)-10*log10(ns/2); % in db
```

```
% input data bits
```

```
y=randi(2,1,nb)-1;
```

```
x=reshape(y,bps,length(y)/bps)';
```

```
t=[0:T:length(x(:,1))*T]'; % time vector on the T grid
```

```
tk=[0:Ts:T-Ts]';
```

```
%% FSK signal
```

```
s=[];
```

```
A=sqrt(2/T/ns);
```

```
for k=1:length(x(:,1))
```

```
    fk=f(bi2de(x(k,:))+1);
```

```
    tk=(k-1)*T+tk;
```

```
    s=[s; sin(2*pi*fk*tk)];
```

```
end
```

```
%figure(1);
```

```
%pwelch(s,[],[],[]);
```

```
% add noise to the FSK (passband) signal
```

```
s=awgn(s,SNR, 'measured');
```

```
%% FSK receiver
```

```
%non coherent demodulation
```

```
theta=rand();
```

```
xr=[];
```

```
for k=1:length(s)/ns
```

```
    tk=(k-1)*T+tk;
```

```
    sk=s((k-1)*ns+1:k*ns);
```

```
    smi=[];
```

```
    for i=1:M
```

```
        si=sin(2*pi*(f(i)*tk+theta));
```

```
        sq=cos(2*pi*(f(i)*tk+theta));
```

```
        smi(i)=sqrt((sum(sk.*si))^2+(sum(sk.*sq))^2);
```

```
    end
```

```
    [m,j]=max(smi);
```

```
    xr=[xr;de2bi(j-1,bps)];
```

```
end
```

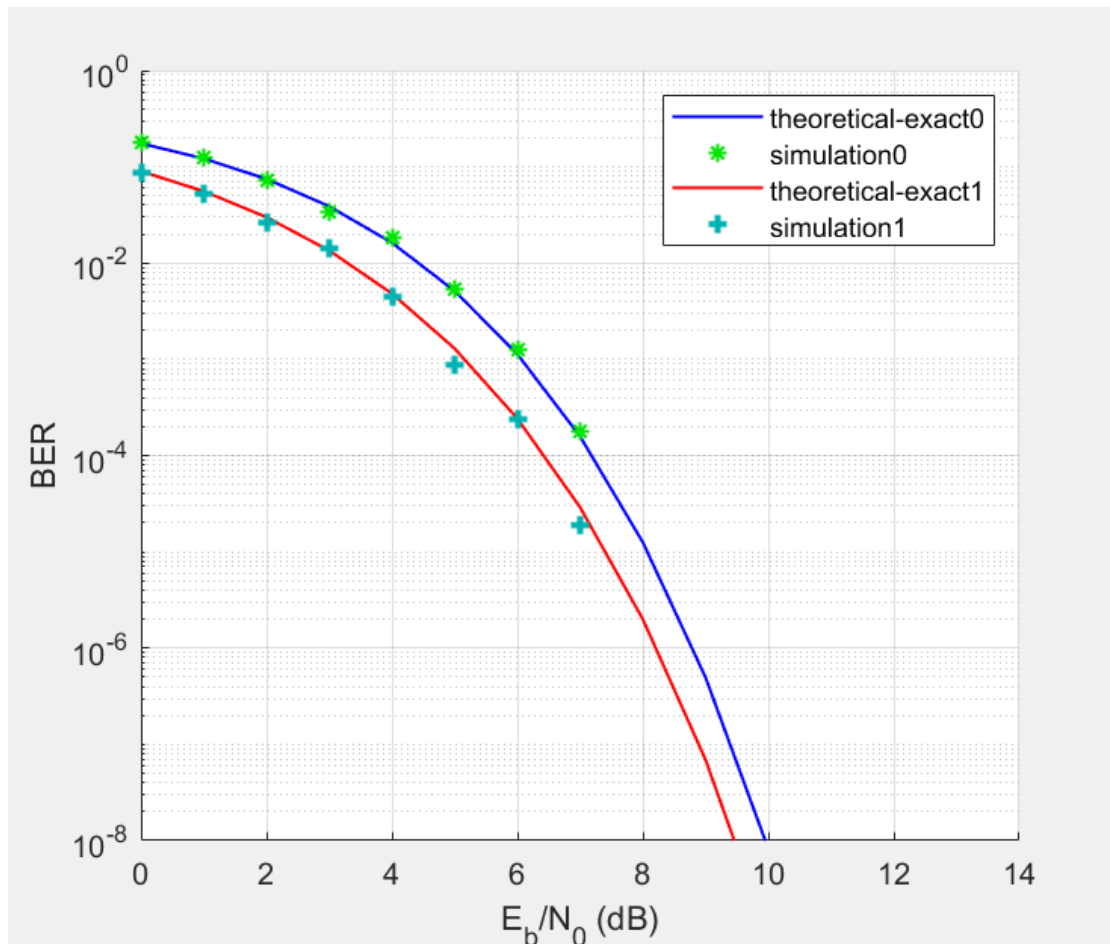
```
% count errors
```

```
err=not(x==xr);
```

```
errors=sum(sum(err));
```

Ερώτημα 2°

Σχεδιάζουμε τις καμπύλες $P_b \leftrightarrow E_b/N_0$ για σύμφωνη και ασύμφωνη 16-FSK:

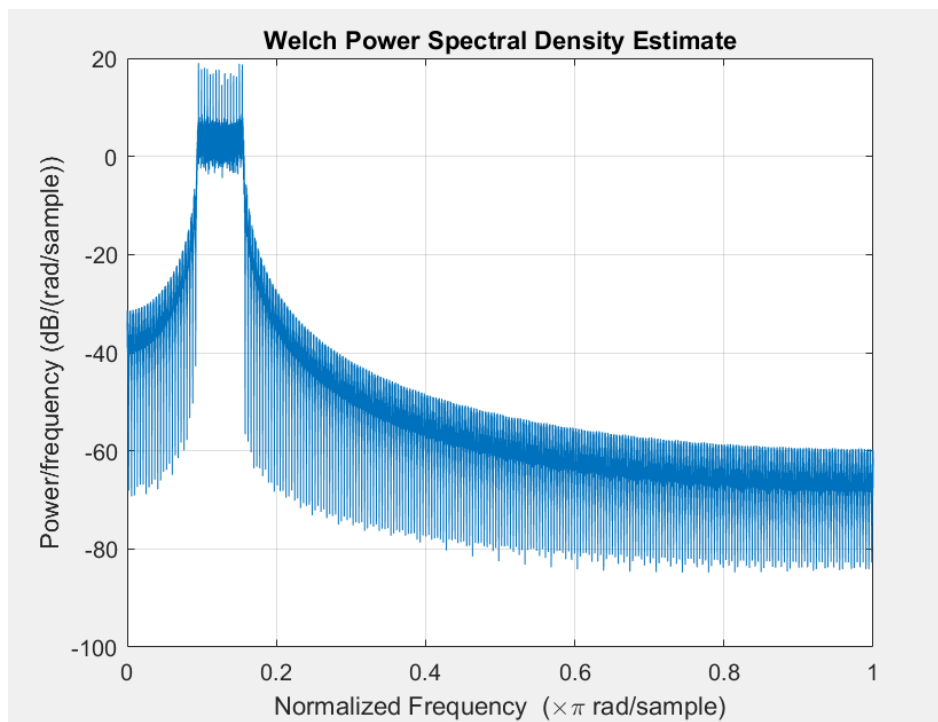
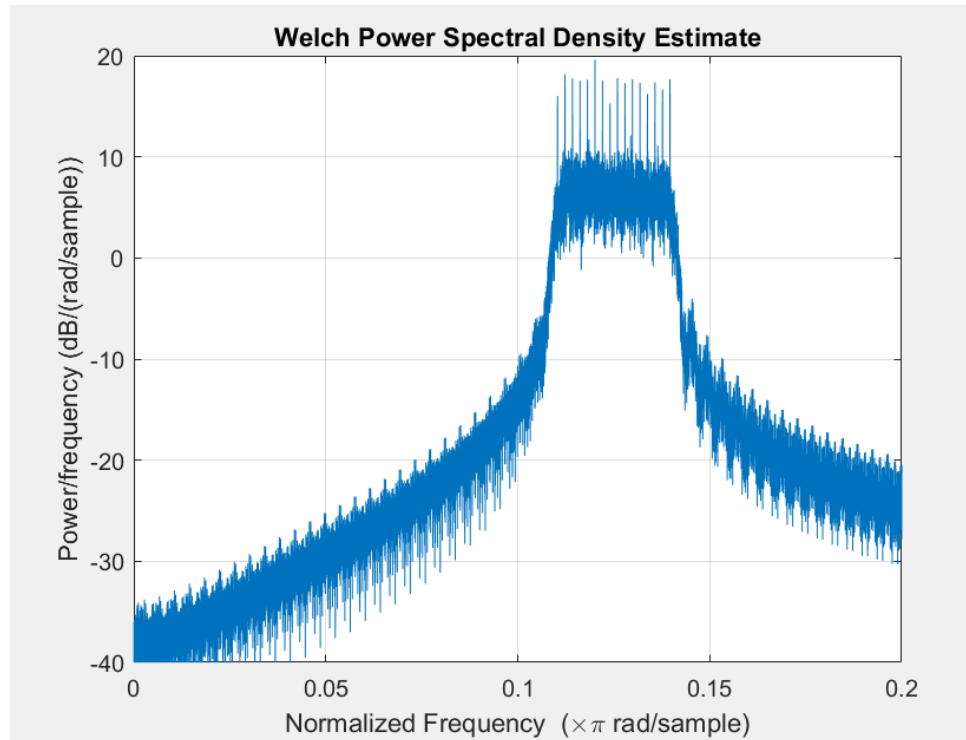


Παρατηρούμε ότι η σύμφωνη έχει καλύτερη επίδοση από την ασύμφωνη (μικρότερη P_b).

Ο κώδικας για την σύμφωνη FSK είναι ο κώδικας 6.1 που δίνεται, χωρίς τις προαναφερθείσες αλλαγές.

Ερώτημα 3^ο

Σχεδιάζουμε το φάσμα των σημάτων για την σύμφωνη και την ασύμφωνη αποδιαμόρφωση αντίστοιχα:



Και στα δύο φάσματα, είναι διακριτές οι 16 κρουστικές στις συχνότητες που περνάνε.