

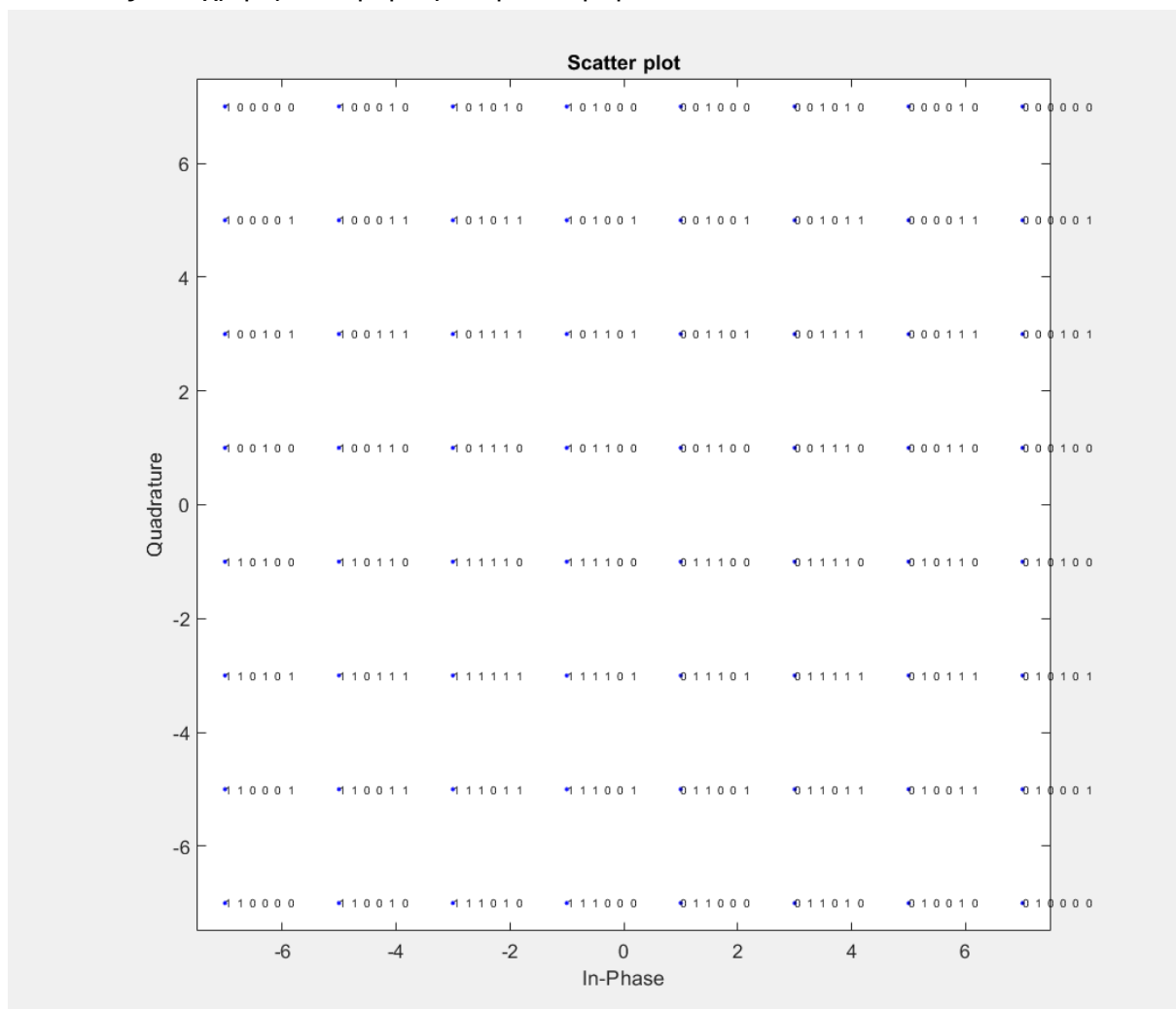
# ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Ι

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5

Φίλιππος Μαρντιροσιάν  
ΑΜ: eΙ20034

### Άσκηση 1

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την άσκηση 1:



```

1 - close all;
2 - clear all;
3
4 - M=64;
5 - L=8;
6 - l=3;
7
8 - core=[1+i;1-i;-1+i;-1-i]; % τετριμμένη κωδικοποίηση, M=4
9 - mapping=core;
10 - if(l>1)
11 -     for j=1:l-1
12 -         mapping=mapping+j*2*core(1);
13 -         mapping=[mapping;conj(mapping)];
14 -         mapping=[mapping;-conj(mapping)];
15 -     end
16 - end
17
18 - % Plot the constellation points
19 - scatterplot(mapping);
20 - hold on;
21
22 - % Add binary words near each point
23 - for i=1:length(mapping)
24 -     text(real(mapping(i)),imag(mapping(i)),num2str(de2bi(i-1,2*l,'left-msb')),'FontSize', 6);
25 - end
26
27 - hold off;

```

## ΑΣΚΗΣΗ 2

Εύρος ζώνης:  $W = 11.25 - 8.75 = 2.5 \text{ MHz}$

Ρυθμός μετάδοσης:  $R = 12 \text{ Mbps}$

Συνεπώς,  $\log_2 M \geq 4.8 \cdot (1 + a)$ ,  $0 \leq a \leq 1$

Το μικρότερο  $M$  (άρτια δύναμη του 2) που ικανοποιεί το παραπάνω είναι το 64.

Για αυτήν την τιμή του  $M$ , επιλέγουμε το μεγαλύτερο  $a$ :

$a = (\log_2 M)/(R/W) - 1 = 0.25$  ώστε να εκμεταλλευτούμε όλο το διαθέσιμο εύρος ζώνης,

Οπότε,  $1/T = 2 \text{ MHz}$  (το baud rate).

Όσον αφορά τον κώδικα ματλαμπ:

- fc=10; % συχνότητα φέροντος, **πολλαπλάσιο** του Baud Rate ( $1/T$ )

```

24 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
25 - core=[1+i;1-i;-1+i;-1-i];
26 - mapping=core;
27 - if(l>1)
28 -   for j=1:l-1
29 -     mapping=mapping+j*2*core(1);
30 -     mapping=[mapping;conj(mapping)];
31 -     mapping=[mapping;-conj(mapping)];
32 -   end
33 - end
34 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

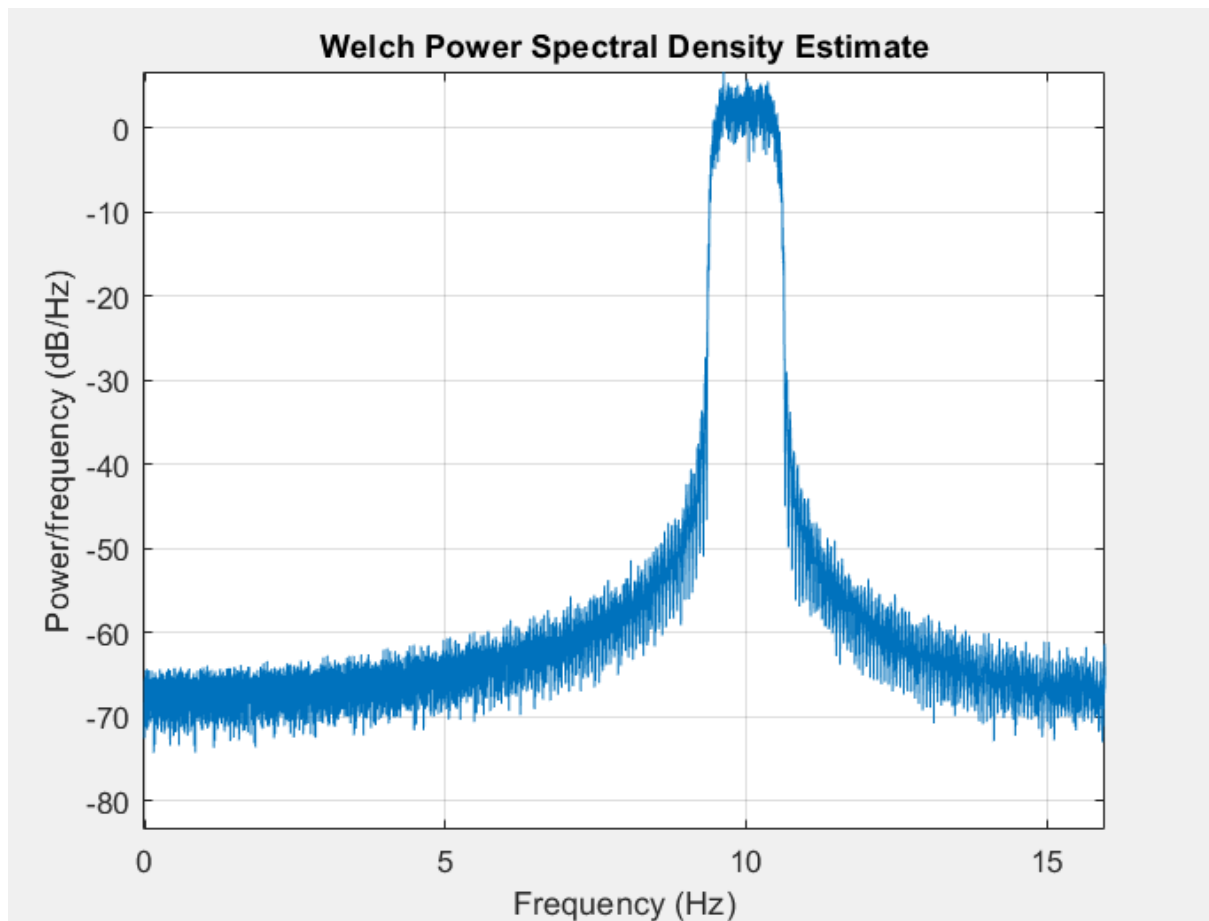
Κωδικοποίηση Gray. Τα γειτονικά σύμβολα διαφέρουν μόνο κατά 1 bit.

```

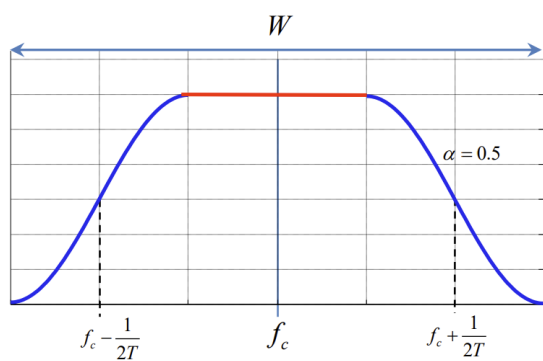
42 %% Ορισμός φίλτρου μορφοποίησης
43 - if (pulse_type==1) % παλμός Nyquist -- rtrapezium
44 -   delay = 8; % Group delay (# περιόδων T)
45 -   filtorder = delay*nsamp*2;
46 -   rolloff = 0.25; % συντελεστής εξάπλωσης φίλτρου
47 -   % Η rtrapezium.m πρέπει να βρίσκεται στο current directory
48 -   shaping_filter = rtrapezium(nsamp,rolloff,delay);
49 -   else % ορθογωνικός παλμός
50 -     delay=0.5;
51 -     shaping_filter=ones(1,nsamp)/sqrt(nsamp); % με κανονικοποίηση
52 -   end

```

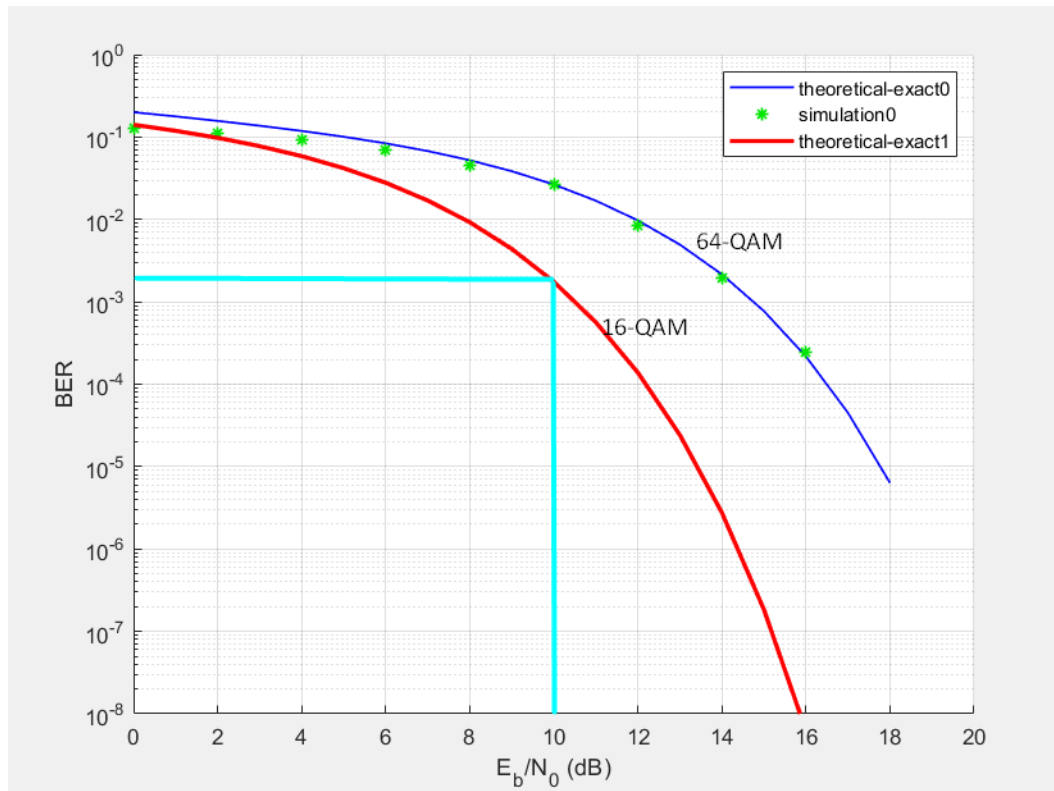
σύμφωνα με το θεωρητικό κομμάτι, βάζουμε rolloff = 0.25.



Παρατηρούμε πως το κέντρο του εύρους ζώνης είναι  $f_c=10$ , όπως είναι γνωστό από τη θεωρία:



Το rolloff καθορίζει το πόσο απότομα “πέφτει” η καμπύλη αυτή.  
Μικρό roll-off -> απότομη πτώση (και ως αποτέλεσμα μικρότερο εύρος ζώνης.)



### ΑΣΚΗΣΗ 3

Στο προηγούμενο σχήμα προσθέσαμε το σημείο  $(P_b, E_b/N_0) = (2 \cdot 10^{-3}, 10\text{db})$   
 Σχεδιάζοντας την θεωρητική καμπύλη για τιμή  $M'=16$  (την αμέσως μικρότερη της 64, για πλήρες ορθογωνικό πλέγμα QAM) παρατηρούμε ότι ικανοποιεί οριακά την απαίτηση:

$$R' = \frac{1}{T} \cdot \log_2 M' = R \cdot \frac{\log_2 M'}{\log_2 M} = 12 \cdot \frac{4}{6} = 8\text{Mbps}$$

Επειδή οι παράμετροι  $(T, \alpha, W)$  που επηρεάζουν τα φασματικά χαρακτηριστικά παραμένουν αμετάβλητες, δεν αναμένεται να παρουσιαστεί αλλαγή στη μορφή του διαγράμματος.

#### **ΑΣΚΗΣΗ 4**

Με  $(\alpha''=\text{rolloff}=0.125)$  έχουμε:

$$R'' = \frac{1}{T''} \cdot \log_2 M' = \frac{W}{1+\alpha''} \cdot \log_2 M' = \frac{2.5}{1.125} \cdot 4 = 8,89 \text{Mbps}$$