Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή ΗΜΜΥ

Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα Ι

Παράδοση 2^{ης} εργασίας

Ημερομηνία Παράδοσης: 16 Μαΐου 2023

Μονάδες 100/1000

Ομάδα 121

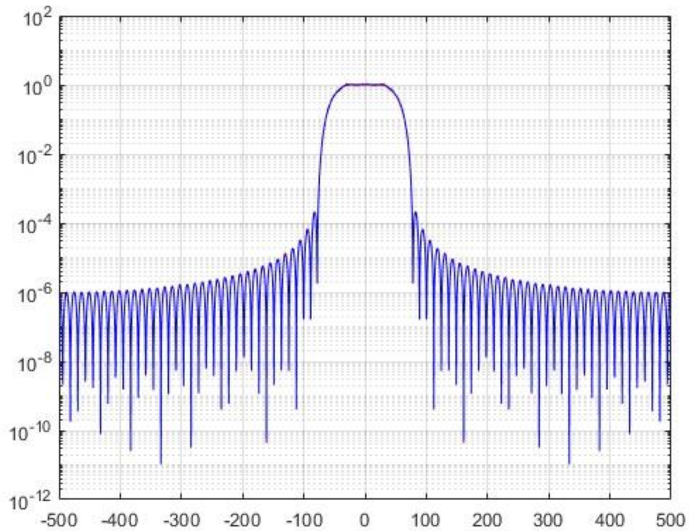
	Φοιτητής 1	Φοιτητής 2
Επώνυμο	Αγγελόπουλος	Χούλης
Όνομα	Δημήτριος	Χαράλαμπος
Α.Μ.	2020030038	2020030023

Ώρες ενασχόλησης :

MATLAB (6 ώρες) – Αναφορά (1 ώρα)

A.1

Αφού δημιουργήσουμε τον παλμό SRRC υπολογίζουμε και σχεδιάζουμε την φασματική πυκνότητα ενέργειας σε λογαριθμικό κατακόρυφο άξονα και έχουμε :



A.2

Δημιουργούμε μία ακολουθία 100 ανεξάρτητων και ισοπίθανων bits και τα απεικονίζουμε με βάση την διαμόρφωση 2-PAM για να πάρουμε την συμβολοσειρά Xn.

Στην συνέχεια θέλουμε να κατασκευάσουμε την κυματομορφή

$$X(t) = \sum_{n=0}^{N-1} X_n \phi(t - nT) \quad (*)$$

Αυτό τον επιτυγχάνουμε κάνοντας upsample κατά over την Xn και εφαρμόζοντας συνέληξη αυτής με τον παλμό SRRC.

Η φασματική πυκνότητα ισχύος δίνεται από τον τύπο

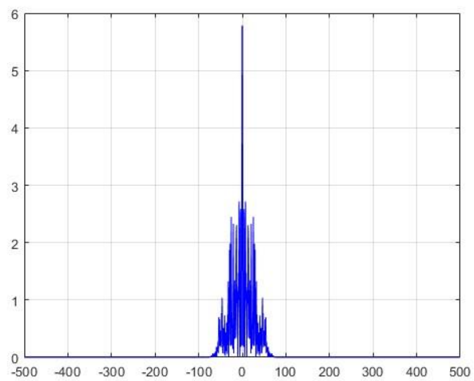
$$S_X(F) = \frac{\sigma_X^2}{T} |\Phi(t)|^2$$

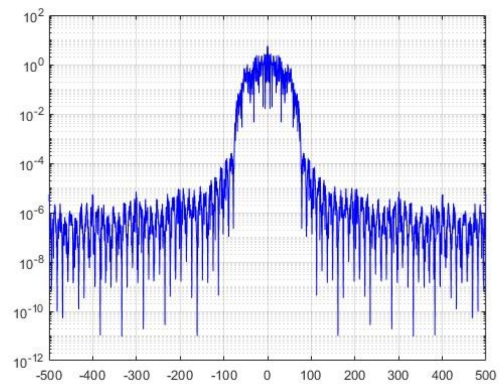
A.3

Υπολογίζουμε το περιοδόγραμμα της X(t)

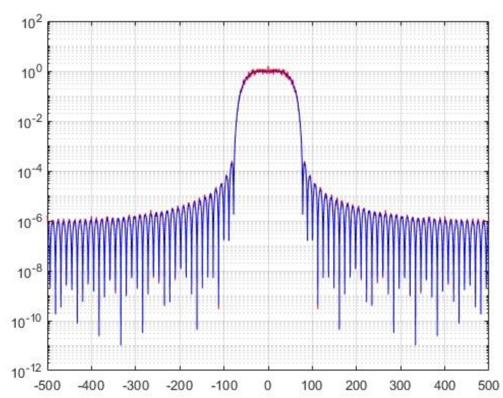
$$P_X(F) = \frac{|\mathcal{F}[X(t)]|}{T_{total}}$$

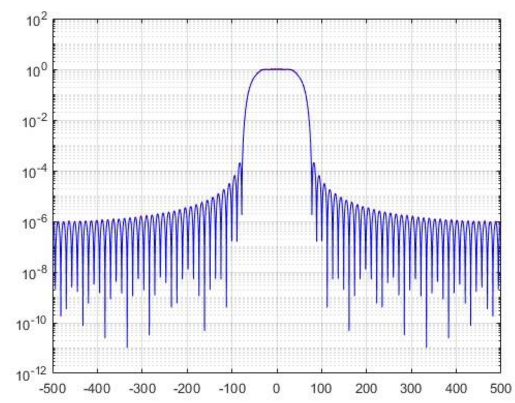
Το σχεδιάζουμε με χρήση του MATLAB και έχουμε :





Χρησιμοποιώντας K = 50, 500 υλοποιήσεις περιοδογραμμάτων θα σχεδιάσουμε την εκτίμηση της φασματικής πυκνότητας ισχύος και θα έχουμε :

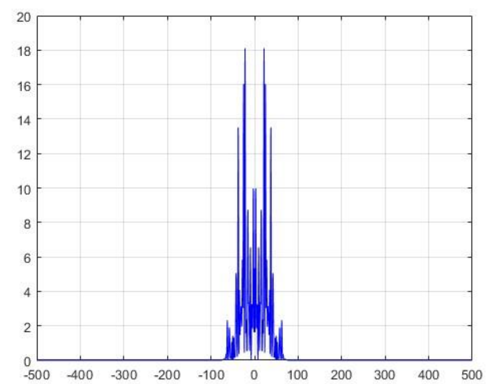


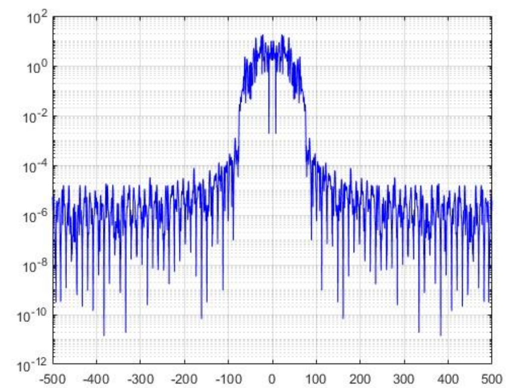


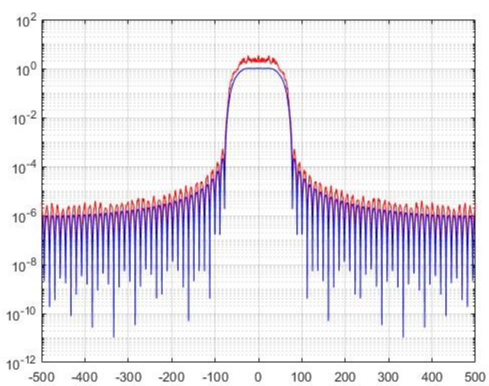
Αριστερά φαίνεται η υλοποίηση για k = 50. Παρατηρούμε ότι με αύξηση του κ παίρνουμε όλο και καλύτερη προσέγγιση της φασματικής πυκνότητας ισχύος. Παράλληλα για αύξηση του N δημιουργούμε παραπάνω σύμβολα από bits λαμβάνοντας περισσότερη πληροφορία για την στοχαστική διαδικασία και ως απότοκο αποτυπώνοντας την φασματική πυκνότητα με μεγαλύτερη ακρίβεια.

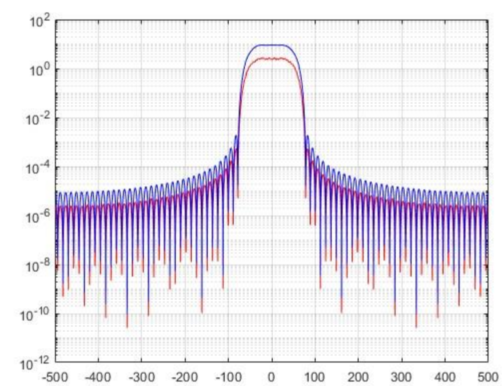
Α.4

Σε αυτό το ερώτημα δημιουργούμε N/2 σύμβολα από δύο πηγές bit και τα διαμορφώνουμε με χρήση 4-PAM. Χρησιμοποιώντας τον ίδιο SRRC παλμό κατασκευάζουμε την κυματομορφή (*) και επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία για κ = 50, 500.





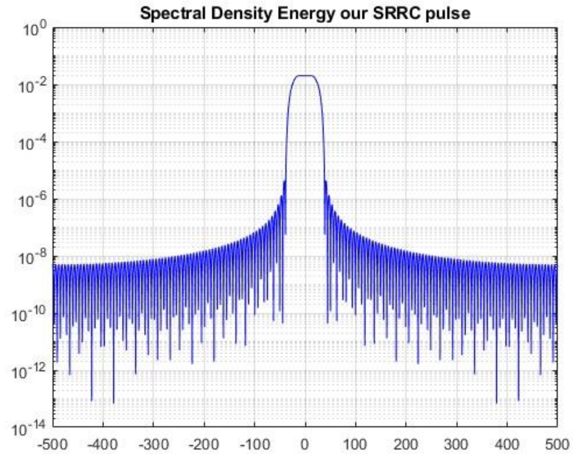


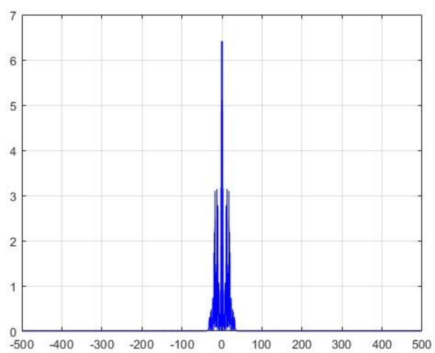


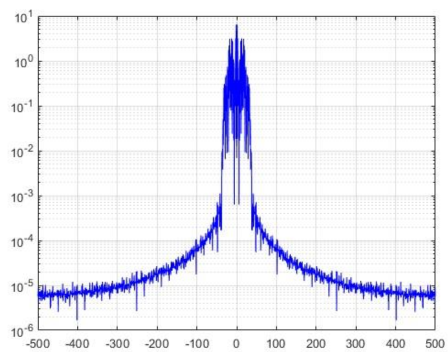
Σε αυτήν την περίπτωση παρατηρούμε αύξηση ως προς το μέγιστο πλάτος αλλά όχι ως προς το εύρος φάσματος. Αυτό είναι λογικό διότι το πλάτος είναι ανάλογο της διασποράς variance η οποία είναι μεγαλύτερη σε υλοποίηση 4Pam.

A.5

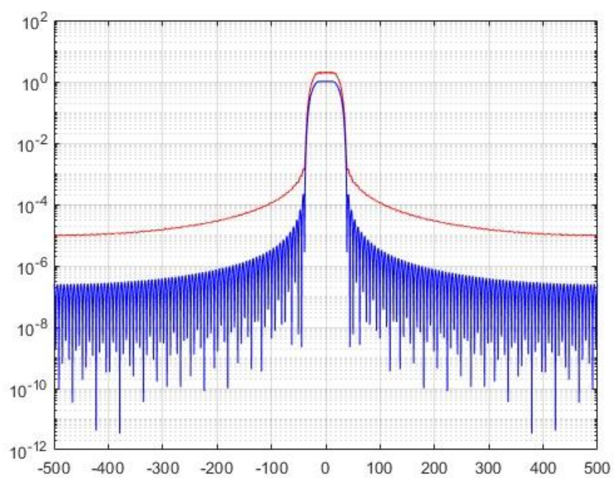
Επαναλαμβάνουμε το βήμα Α3 αλλά για διπλάσια περίοδο και over αντίστοιχα και παίρνουμε SRRC παλμό και περιοδόγραμμα :







Στην συνέχεια για k = 500 παίρνουμε την εκτίμηση :



Σε αυτό το πείραμα παρατηρούμε ότι το πλάτος έχει μείνει σταθερό αλλά το εύρος φάσματος έχει υποδιπλασιαστεί. Λογικό αφού διπλασιάσαμε την περίοδο η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη της συχνότητας.

A.6

Όσον αφορά σε θέματα ταχύτητας, η 4PAM μέθοδος υπερτερεί της 2PAM. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε σύμβολο μεταφέρει πληροφορία 2 bits.

Σε περίπτωση που το εύρος φάσματος είναι ακριβό, θα προτιμήσουμε μία μεγαλύτερη περίοδο συμβόλου T'=2T η οποία θα μειώσει το κόστος της διάταξης (Η περίοδος είναι αντιστρόφως ανάλογη του εύρους φάσματος).

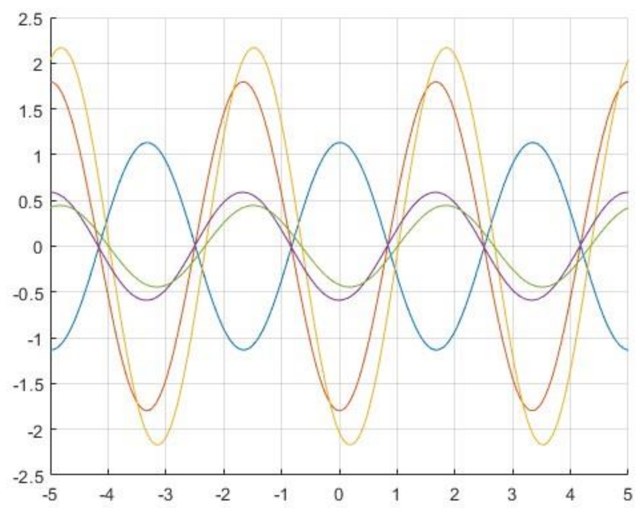
B

Θα μελετήσουμε την στοχαστική διαδικασία

$$Y(t) = Xcos(2\pi F_0 t \ + \Phi)$$

1.

Αρχικά θα σχεδιάσουμε σε κοινό plot 5 διαφορετικές υλοποιήσεις της.



2.

$$E[Y(t)] = E[Xcos(2\pi F_0 t \ + \Phi)]$$

Αφού οι X,Φ είναι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές έχουμε

$$E[Y(t)] = E[X]E[cos(2\pi F_0 t \ + \Phi)] = 0$$

Διότι η X είναι λευκός θόρυβος, δηλαδή έχει μέση τιμή 0 και διασπορά 1.

Η X είναι στάσιμη υπό την ευρεία έννοια.

$$R_{YY}(t+\tau, t) = E[Y(t+\tau), Y(t)]$$

$$R_{YY}(t+\tau, t) = E[X^2]E[cos(2\pi F_0(t+\tau) \ + \Phi)cos(2\pi F_0 t \ + \Phi)]$$

Έστω η στοχαστική διαδικασία

$$Z(t) = cos(2\pi F_0 t \ + \Phi)$$

Τότε

$$R_{YY}(t+\tau, t) = E[Z(t+\tau)Z(t)] = E[Z^2]$$

$$R_{YY}(t+\tau, t) = \frac{1}{2}cos(2\pi F_0 \tau)$$

3.

Τέλος θα υπολογίσουμε την φασματική πυκνότητα ισχύος

$$S_Y(F) = \ \mathcal{F}\{R_Y(\tau)\} = \frac{1}{2}\mathcal{F}\{\cos(2\pi F_0 \tau)\}$$

Άρα

$$S_Y(F) = \frac{1}{4}(\delta(F - F_0) + \delta(F + F_0))$$