



**Εθνικό Μετσόβιο
Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων
Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών**

Ψηφιακές Επικοινωνίες Ι
Εργαστηριακή Άσκηση 2

Ελευθερία Αρκαδοπούλου

el19442

Μέρος 1^ο

Ερώτηση 1: Από τα Y και Z, ίσο με το X είναι το Z. Αυτό είναι αναμενόμενο, αφού το αρχικό διάνυσμα X έχει περιττό αριθμό στοιχείων, και άρα τα διανύσματα fftshift, ifftshift προκύπτουν ως εξής:

```
ans =  
    1     2    -2    -1     0  
  
ans =  
    0     1     2    -2    -1
```

Άρα, στην κατασκευή του Y, η fftshift θα πάρει το επόμενο από το μεσαίο στοιχείο (1) για να κάνει την ολίσθηση, και άρα η fftshift(fftshift(X)) θα δώσει [-1 0 1 2 -2].

Ερώτηση 2: Σε αυτήν την περίπτωση, εφόσον το αρχικό διάνυσμα X έχει άρτιο αριθμό στοιχείων, τόσο το διάνυσμα Y όσο και το διάνυσμα Z είναι ίσα με αυτό.

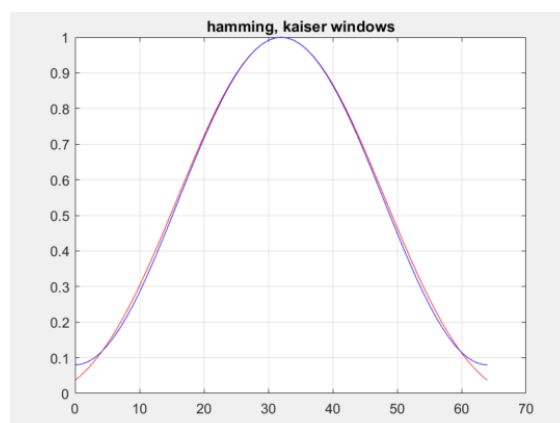
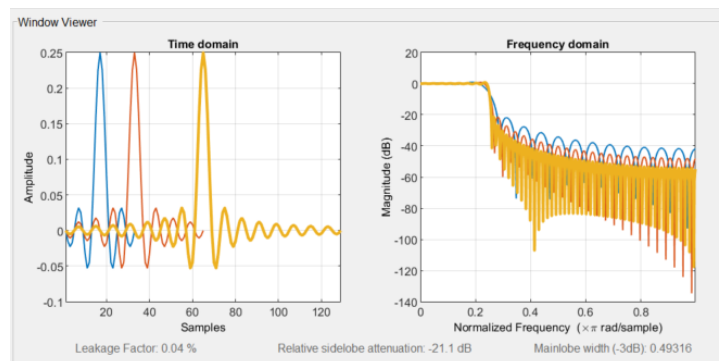
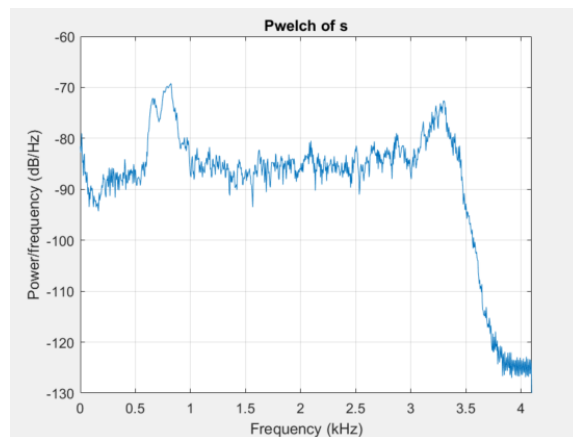
Ερώτηση 3: Τροποποιούμε το παράδειγμα ώστε το σήμα X να είναι το αποτέλεσμα της εντολής X=ifftshift(Xb) (δηλαδή X=[1 1 1 0 0 0 1 1], όπως, δηλαδή, το περιμένει η ifft. Έτσι, δεν χρειαζόμαστε πλέον την ifftshift.

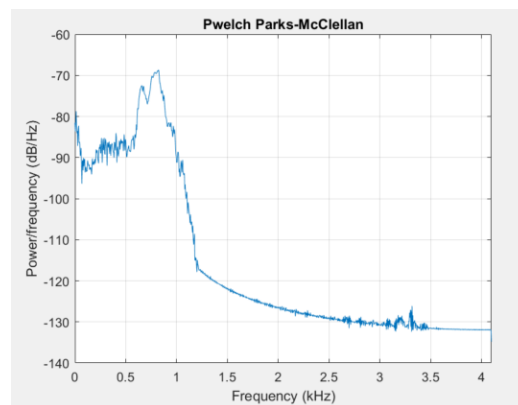
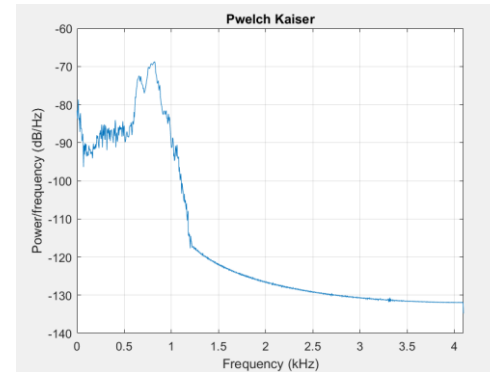
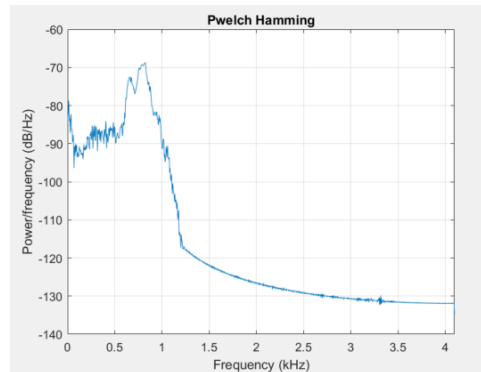
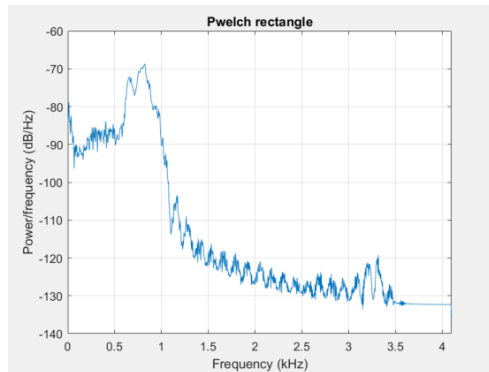
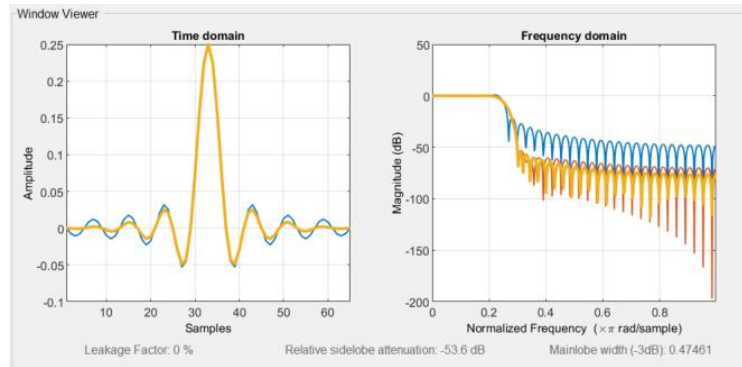
Μέρος 2^ο: σχεδιασμός φίλτρων

Υλοποίηση βαθυπερατού φίλτρου:

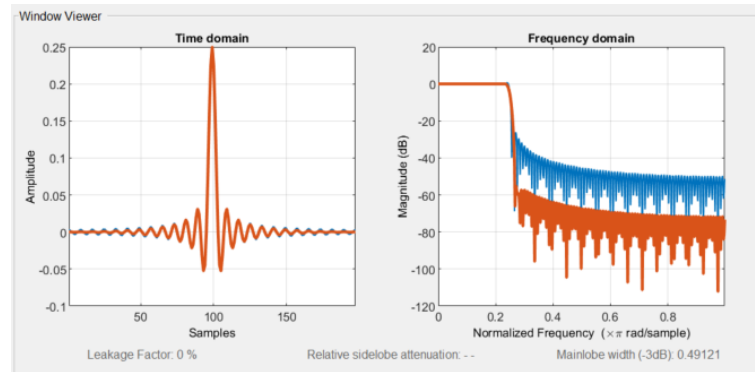
Παρακάτω φαίνονται:

- I. η φασματική πυκνότητα του σήματος s
- II. οι αποκρίσεις συχνότητας των περικομμένων σε 32, 64 και 128 κρουστικών αποκρίσεων h
- III. τα παράθυρα Hamming και Kaiser
- IV. η κρουστική απόκριση της περικομμένης κρουστικής απόκρισης 64 σε σχέση με αυτή των φίλτρων
- V. η φασματική πυκνότητα του σήματος s φιλτραρισμένου μέσα από ορθογώνιο, Hamming και Kaiser φίλτρο
- VI. η φασματική πυκνότητα του σήματος φιλτραρισμένου μέσα από Parks-McClellan

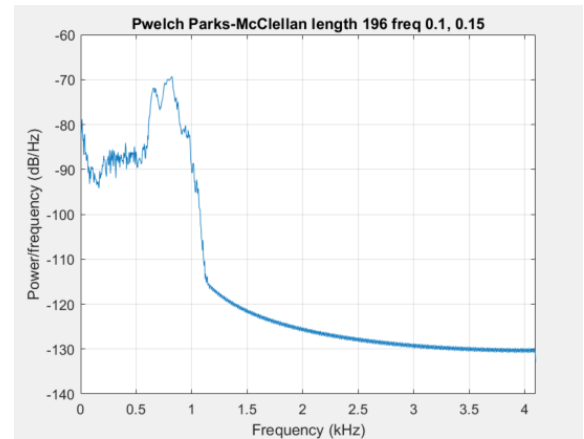
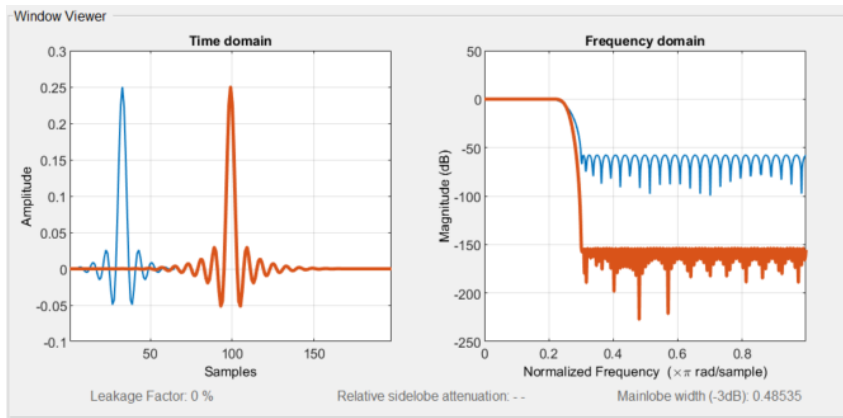




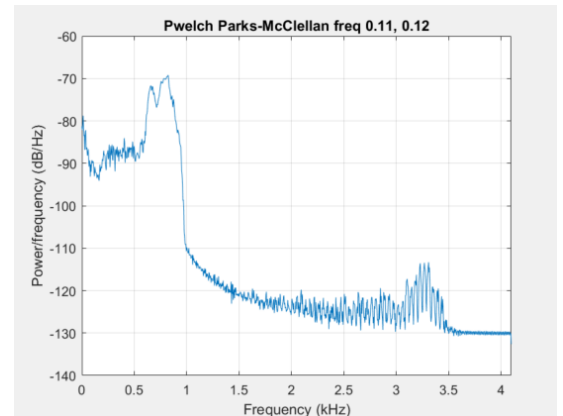
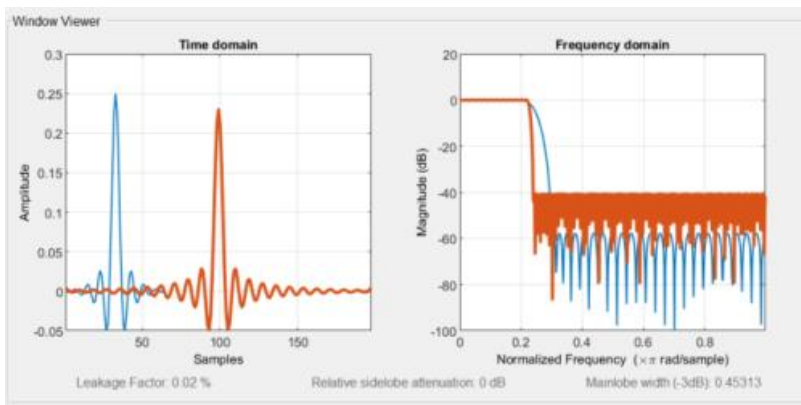
1. Αντικαθιστούμε την εντολή $h=[h(\text{middle}+1:\text{end}) \ h(1:\text{middle})]$ με την $h=\text{ifftshift}(h)$, που εκτελεί την ίδια λειτουργία, δηλαδή την ολίσθηση της κρουστικής απόκρισης h του φίλτρου κατά το μισό της μήκος προς τα δεξιά.
2. Τροποποιούμε τον κώδικα ώστε να χρησιμοποιηθεί βαθυπερατό φίλτρο μήκους $196+1$. Σχεδιάζουμε τις αντίστοιχες αποκρίσεις συχνότητας για ορθογωνικό και Hamming και παρατηρούμε ότι τα dB των πλευρικών λοβών είναι σε αρκετά χαμηλότερα στις συχνότητες που θέλουμε σε σχέση με βαθυπερατά φίλτρα μικρότερου μήκους, όπως στα προηγούμενα ερωτήματα. Επίσης, παρατηρούμε ότι το παράθυρο Hamming έχει πιο χαμηλή απόκριση στις ψηλές συχνότητες απ'ότι το ορθογωνικό.



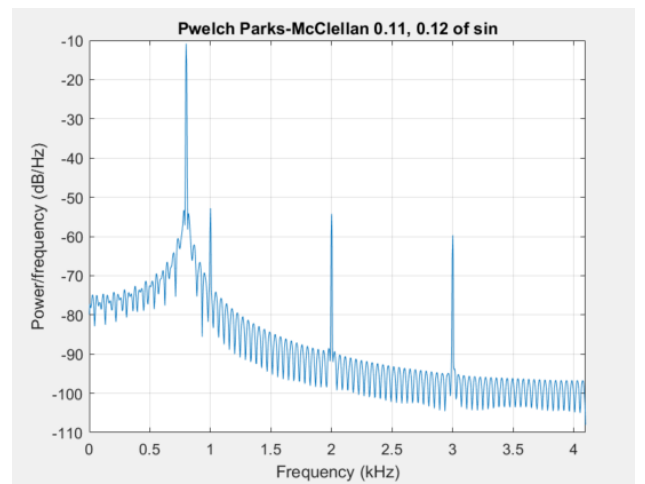
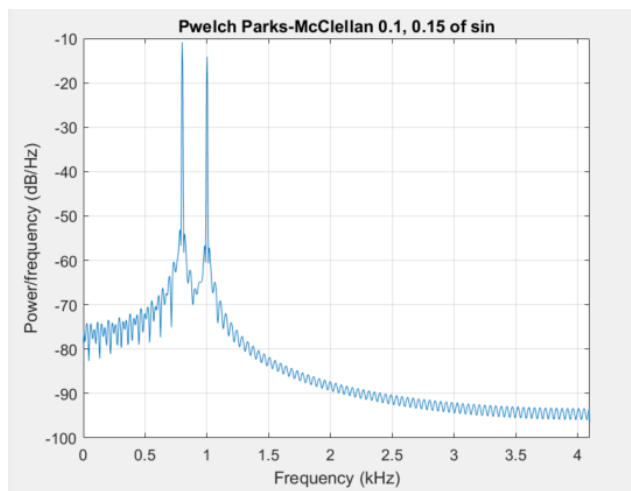
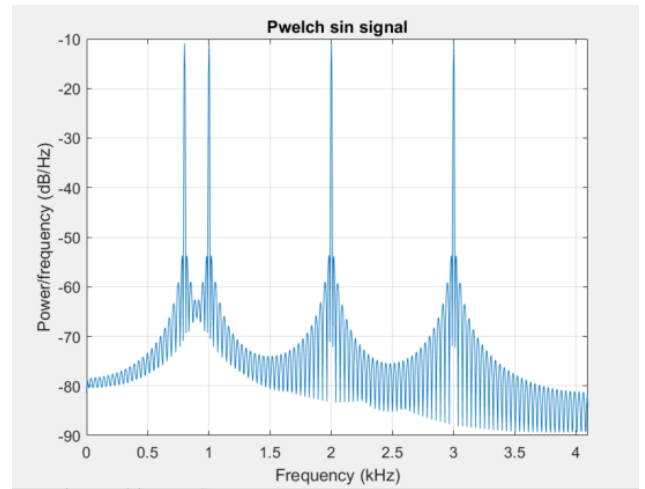
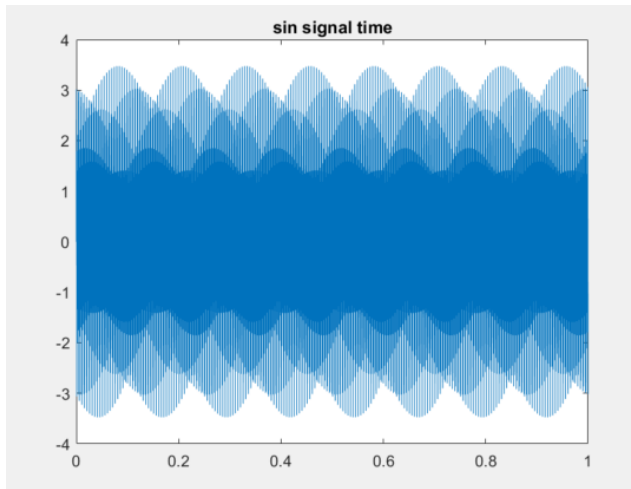
3. Σχεδιάζουμε φίλτρο Parks-McClellan 196+1 έναντι 64+1. Από τις αποκρίσεις συχνότητας, φαίνεται ότι το 196+1 αποκόπτει καλύτερα τις ανεπιθύμητες (δηλαδή τις υψηλότερες) συχνότητες στο τελικό φιλτραρισμένο σήμα, αφού κυμαίνονται σε πολύ χαμηλότερα dB. Ακόμη, παρατηρούμε ότι, πάντα σε σχέση με το 64+1, η αποκοπή συχνοτήτων είναι πιο «ομαλή».



4. Η αλλαγή συχνοτήτων σε (0.11, 0.12) παρατηρούμε ότι έχει ως αποτέλεσμα οι λοβοί των αποκομμένων συχνοτήτων να κυμαίνονται σε υψηλότερα dB, γεγονός που δυσχεραίνει την λειτουργία του φίλτρου ως βαθυπερατό, αφού δεν γίνεται καλή αποκοπή τους.



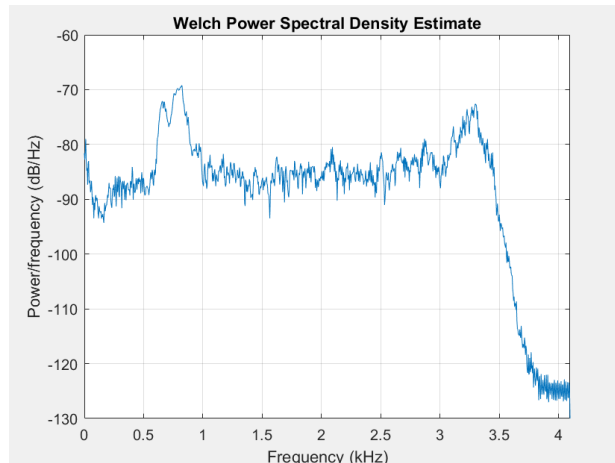
5. Αντικαθιστούμε το s με το άθροισμα ημιτονικών συναρτήσεων μοναδιαίου πλάτους και συχνοτήτων 500, 800, 1500 και 3000 Hz σύμφωνα με τα δεδομένα της εκφώνησης.



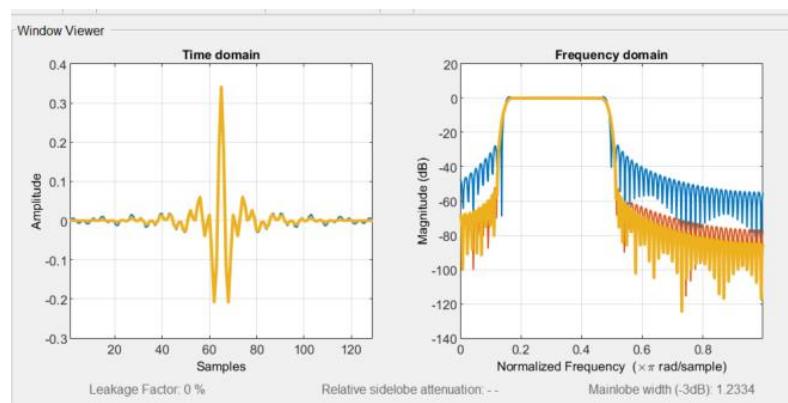
Μέρος 3^ο

Εκτελούμε την άσκηση 1.2 της παραγράφου 1.6, για να δημιουργήσουμε ζωνοπερατό φίλτρο ζώνης διέλευσης (0.6 kHz, 2 kHz), με μέθοδο παραθύρων και ισοϋψών κυματώσεων.

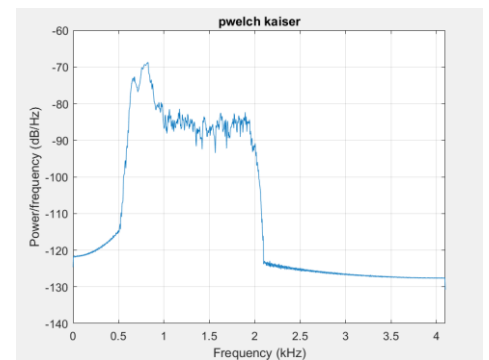
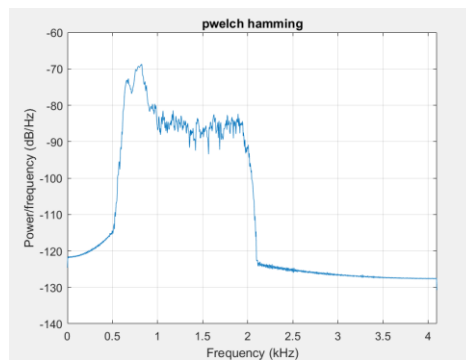
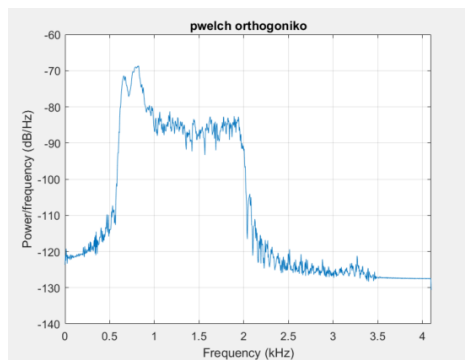
Φασματική πυκνότητα σήματος:



Σύγκριση φίλτρων Hamming, Kaiser με αποκομμένη απόκριση συχνότητας κρουστικής απόκρισης:



Φασματική πυκνότητα σήματος φιλτραρισμένου μέσα από ορθογωνικό, Hamming και Kaiser:



Απόκριση συχνότητας και φασματική πυκνότητα σήματος φιλτραρισμένου μέσα από Parks-McClellan:

