



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE

Αναφορά 4ης Εργαστηριακής Άσκησης

Authors

Θωμάς Λάγκαλης, 2021030079

Γιώργος Μπίτσης, 2021030043

Μάρκος Παπαδάκης, 2021030212

ΤΗΛ 301 Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πολυτεχνείο
Κρήτης

Δεκέμβριος 2023

Περιεχόμενα

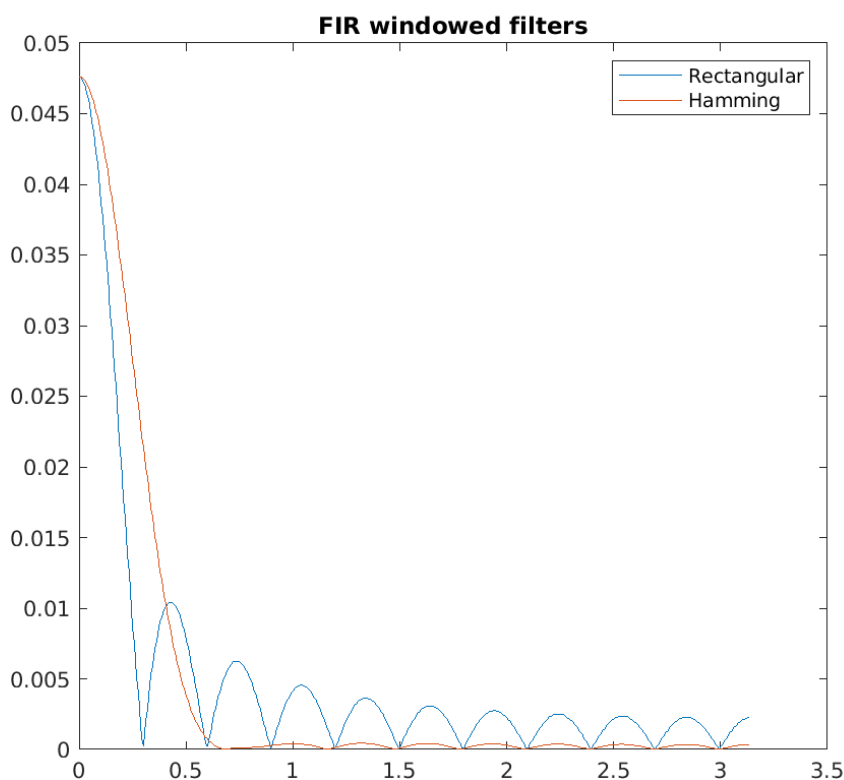
1	Εισαγωγή	2
2	Άσκηση 1η	2
2.1	Διαφορές των δύο φίλτρων	3
3	Άσκηση 2η	4

1 Εισαγωγή

Η παρούσα αναφορά εξετάζει μία σημαντική πτυχή στον τομέα της επεξεργασίας σήματος και της σχεδίασης φίλτρων παραθύρων, εστιάζοντας ειδικότερα στα φίλτρα Hamming και Hanning. Η χρήση φίλτρων παραθύρων αποτελεί κρίσιμο βήμα σε πολλές εφαρμογές όπως η επεξεργασία σήματος, η αναγνώριση προτύπων, και η συνολική βελτίωση της ακρίβειας σε συστήματα επικοινωνίας.

2 Άσκηση 1η

Στον κώδικα την 1ης ερώτησης δημιουργούνται τα φίλτρα που φαίνονται στο σχήμα 1. Συγκεκριμένα, απεικονίζονται δύο κατωπερατά φίλτρα, το ένα με τη χρήση ορθογώνιου παραθύρου και το άλλο με τη χρήση παραθύρου Hamming.

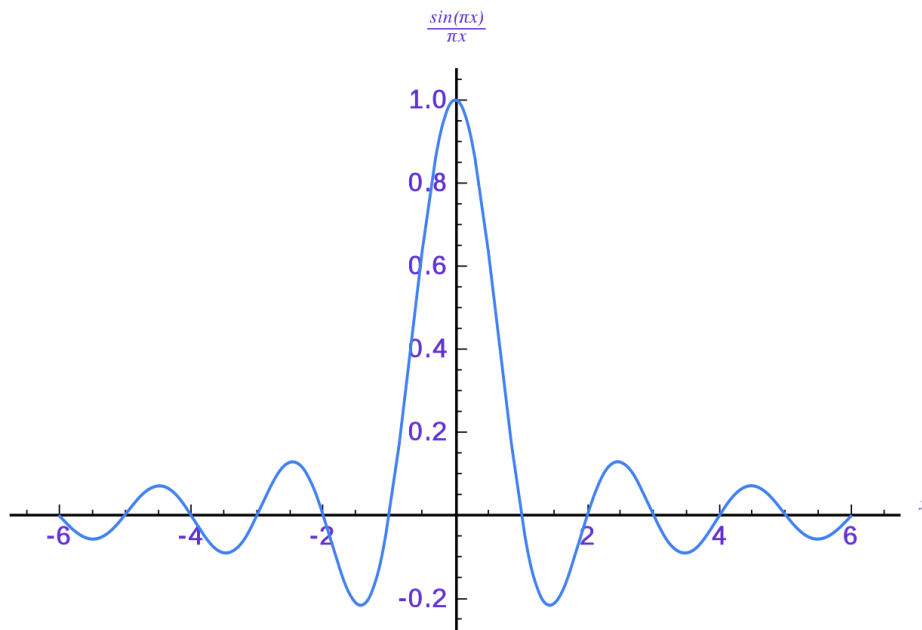


Σχήμα 1: Φίλτρα πρώτης ερώτησης

Κομβικό σημείο στη δημιουργία των παραπάνω φίλτρων ήταν το **μήκος N**. Το οποίο εκφράζει τον αριθμό των δειγμάτων που περιέχονται μέσα στο παράθυρο. Επίσης, εκφράζει την τάξη του φίλτρου. Έτσι, με την αύξηση του N αυξάνεται και η ευκρίνεια, δηλαδή το φίλτρο μπορεί να "ανιχνεύσει" καλύτερα τις απότομες διακυμάνσεις μέσα στο παράθυρο. Ακόμη, με την αύξηση του N, άρα και της τάξης του, όπως είδαμε και στο προηγούμενο εργαστήριο, το φίλτρο γίνεται πιο ευκρινές, δηλαδή κρατάει περισσότερες επιθυμητές συχνότητες (βάση σχεδιασμού) και απορρίπτει τις ανεπιθύμητες.

2.1 Διαφορές των δύο φίλτρων

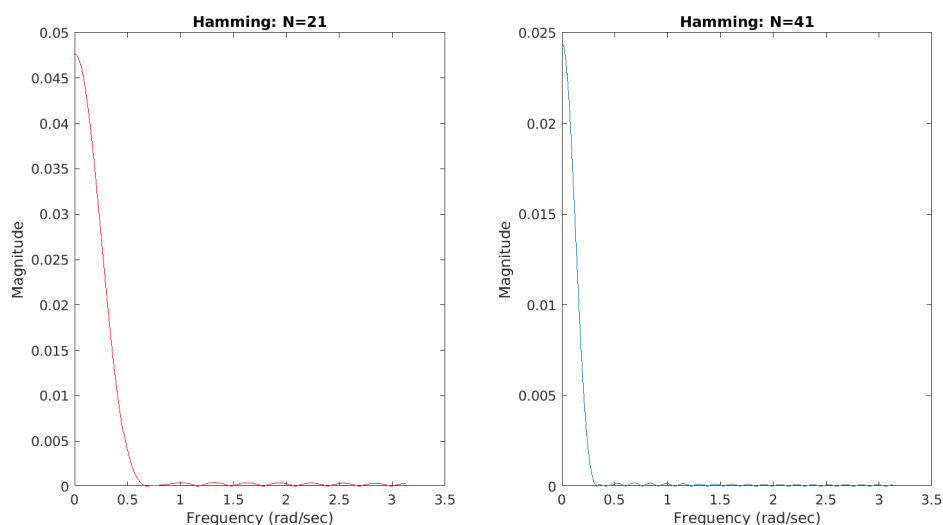
Παρατηρείται πως το φίλτρο Hamming έχει μικρότερα ripples στο stopband. Επίσης, το φίλτρο με ορθογώνιο παράθυρο έχει πιο απότομο transition band. Όπως, είναι προφανές το φίλτρο Hamming είναι σαφώς ποιοτικότερο από το φίλτρο rectangle αφού οι αποκλίσεις στα ripples του stop-band είναι αρκετά μεγάλες. Τα μεγάλα ripples του rectangle φίλτρου οφείλονται στο γεγονός πως η απόκριση συνψονότητας του ορθογώνιου παραθύρου περιέχει πλευρικούς λοβούς (βλ. σχήμα 2).



Σχήμα 2: Απόκριση συχνότητας ορθογώνιου παλμού (πηγή: [Wikipedia](#))

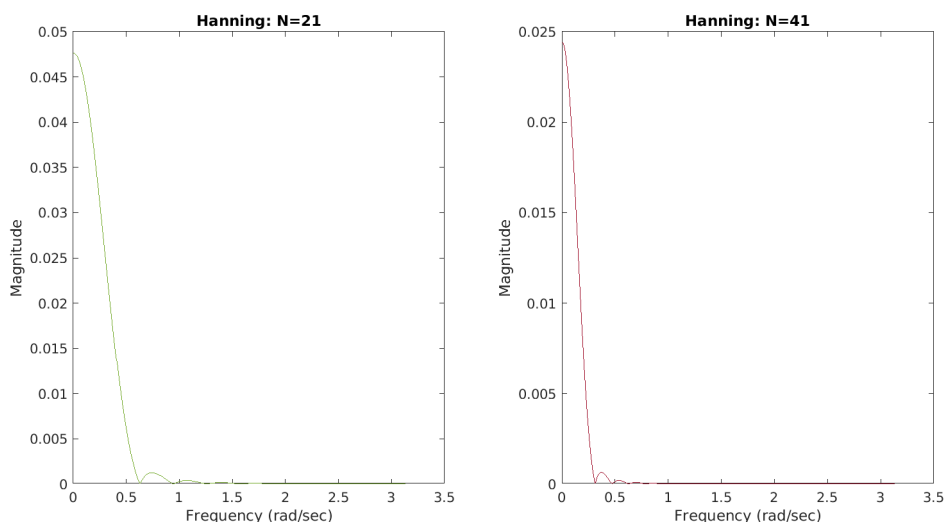
3 Άσκηση 2η

Στο Σχήμα 3 παρατηρείται πως τα δύο φίλτρα hamming που δημιουργήθηκαν το ένα με τάξη $N=21$ και το άλλο με τάξη $N=41$ είναι σχεδόν ολόιδια μεταξύ τους. Μια διαφορά συναντάται στα πλάτη. Επειδή αυξάνεται η τάξη παρατηρείται πως η απόκριση γίνεται πιο απότομη. Ακόμη το φίλτρο με μεγαλύτερη τάξη παρουσιάζει παραπάνω διακυμάνσεις (ripples) κοντά στο μηδέν. Αυτό συμβαίνει διότι στο πεδίο της συχνότητας υπάρχουν πλευρικοί λοβοί λόγω των οποίων έχουμε τις διακυμάνσεις (Φαινόμενο Gibbs). Όσον αφορά το μήκος παραθύρου των δύο φίλτρων είναι πως το μήκος φίλτρου είναι αντιστρόφως ανάλογο της ζώνης μετάβασης του φίλτρου.



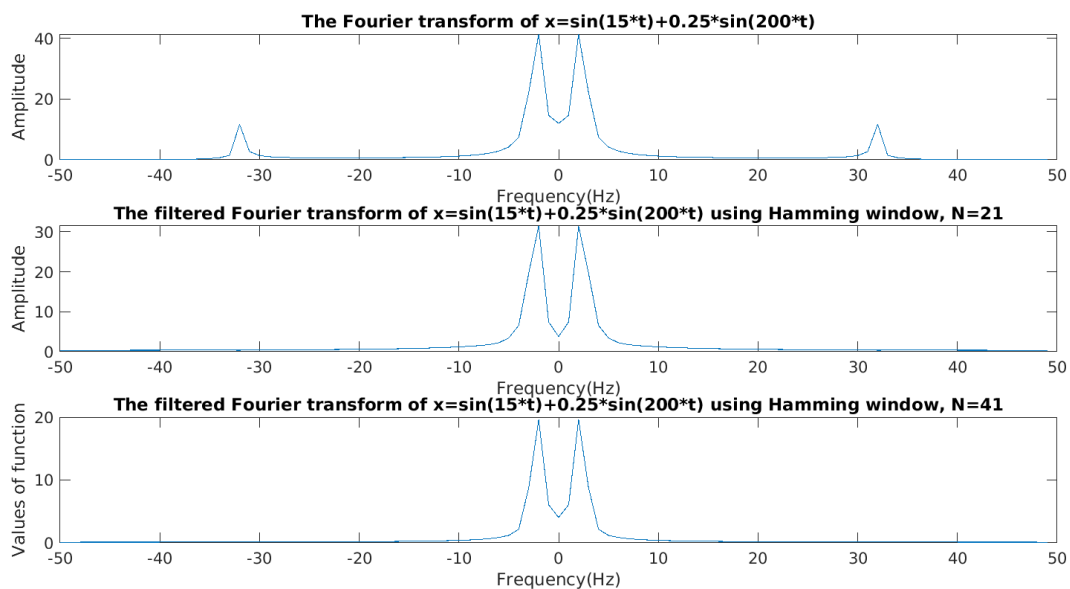
Σχήμα 3: Φίλτρα Hamming για $N=21$ και $N=41$

Η εξήγηση των προηγούμενων φαινομένων ισχύουν και για τα φίλτρα hanning Σχήμα 4.

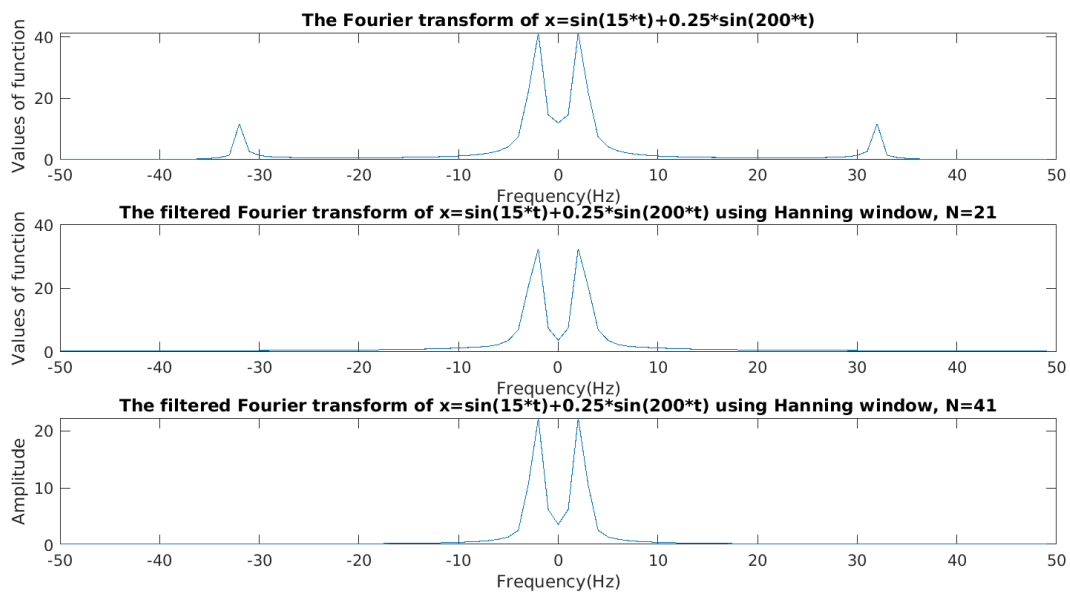


Σχήμα 4: Φίλτρα Hanning για $N=21$ και $N=41$

Στο δεύτερο μέρος της δεύτερης άσκησης υλοποιήθηκαν τα φίλτρα πάνω σε ένα σήμα x που δίνεται, αντλώντας τα φιλτραρισμένα σήματα στο πεδίο της συχνότητας Σχήμα 5. Είναι φανερό πως μετά την εφαρμογή των φίλτρων στο σήμα οι υψηλές συχνότητες θα αποκοπούν. Αλλά βάσει θεωρίας για μεγαλύτερη τάξης φίλτρων υπάρχει και ψαλιδισμός του πλάτους στον μετασχηματισμό Fourier διότι εκεί που η ζώνη μετάβασης είναι μικρότερη παρατηρείται και ο μεγαλύτερος ψαλιδισμός Σχήμα 5 και Σχήμα 6.



Σχήμα 5: Απόκριση συχνότητας φιλτραρισμένου σήματος με φίλτρο Hamming



Σχήμα 6: Απόκριση συχνότητας φιλτραρισμένου σήματος με φίλτρο Hanning