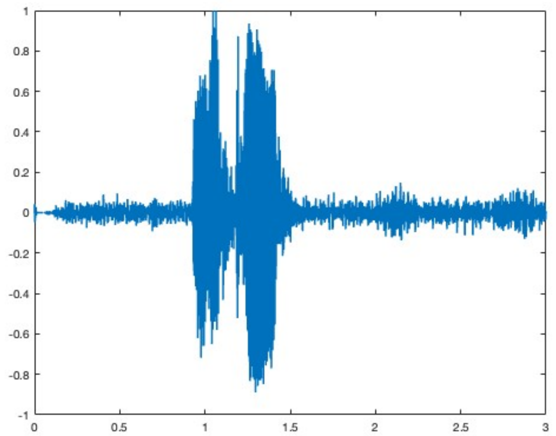
Άσκηση 1:

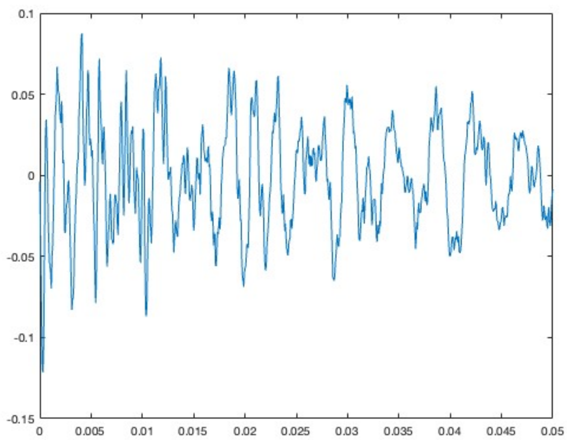
A)

```
%---- 1A ----
Fs = 4000; Channels = 1; bits = 16;
r = audiorecorder(Fs, bits, Channels);
duration = 3; disp('Recording Started');
recordblocking(r, duration);
disp('Recording Stopped');
```

B)

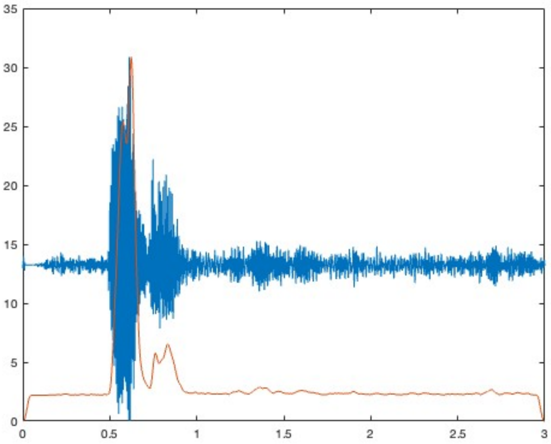


Πρέπει να αντιστοιχεί στο Π.



Με περίοδο 0.0001s

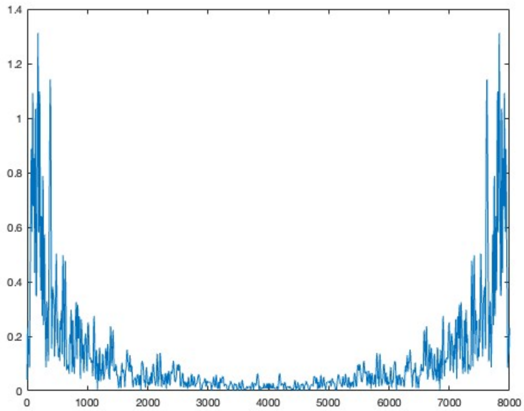
Γ)



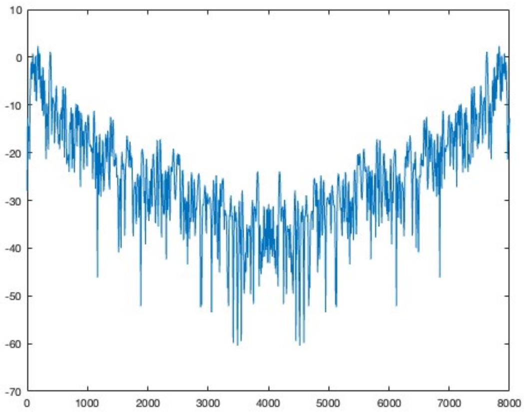
Το παράθυρο Hamming μαζί
με το κανονικοποιημένο σήμα

Παρατηρώ την ομαλοποίηση του σήματος, τη μείωση των απότομων αυξομειώσεων και ομοιόμορφη συνέχεια του. Επίσης οι τιμές του είναι θετικά ορισμένες. Αυτό καθιστά πιο εύκολη την μελέτη και την παρατήρηση του χωρίς να χάνουμε σημαντικό ποσό χρήσιμης πληροφορίας.

Δ)



DTFT σε γραμμική κλίμακα

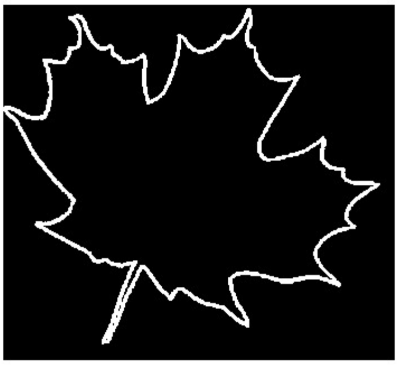


DTFT σε λογαριθμική κλίμακα

Ε) Η Θεμελιώδης συχνότητα είναι περίπου 8KHz(εποπτικά) η οποία επαληθεύει την περίοδο που βρήκαμε παραπάνω.

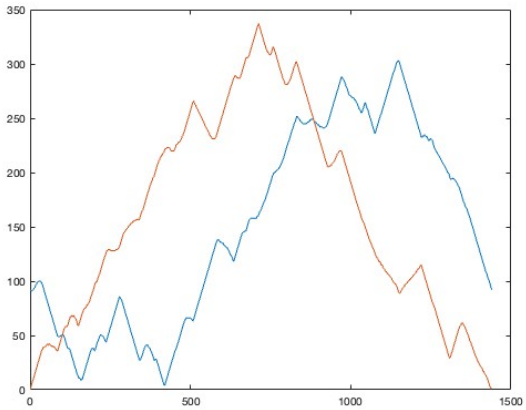
Άσκηση 2:

A)



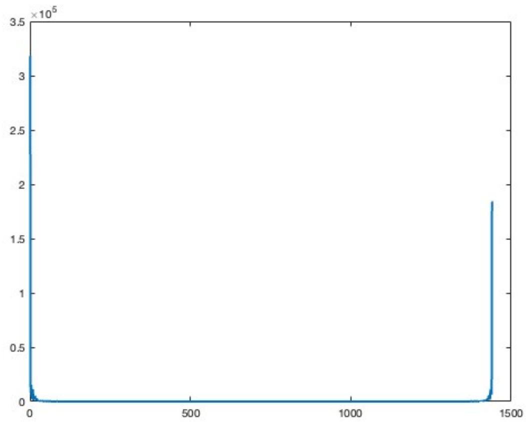
Η αρχική εικόνα

B)



Οι συντεταγμένες του περιγράμματος x, y

Γ)



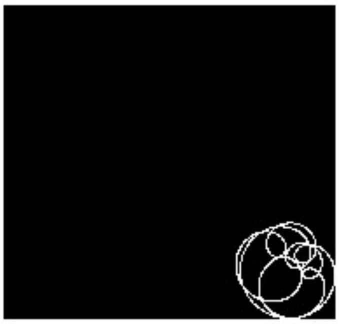
Ο μετασχηματικος Fourier του μιγαδικού z = x + yi

Δ) Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να υλοποιήσουμε στο matlab δύο συναρτήσεις.

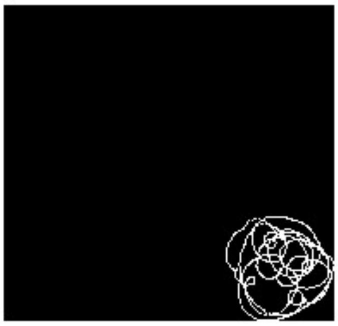
Η πρώτη είναι η z_m, η οποία μας δίνει τον μετασχηματισμό Fourier του σήματος με όποια ποσότητα συντελεστών επιθυμούμε εμείς. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούμε να πάρουμε αποτελέσματα για τις διάφορες τιμές του M.

Έπειτα τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού τα σπάμε σε πραγματικό και φανταστικό μέρος (συντεταγμένες του νέου περιγράμματος) για να πάρουμε τον πίνακα με της αληθοτιμές(0, 1) οι οποίες θα μας βοηθήσουν να σχεδιάσουμε τελικά την εικόνα. Αυτή η διαδικασία γίνεται με τη συνάρτηση I_m.

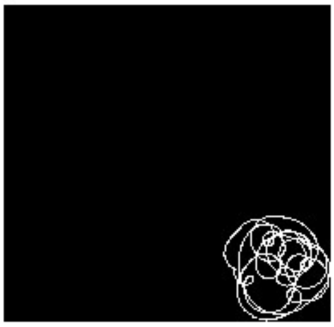
M = 10



M = 50



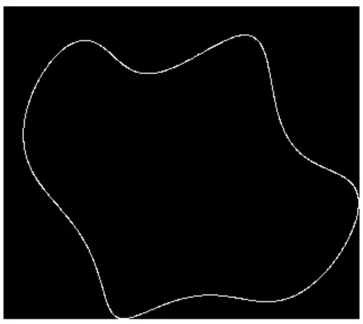
M = 200



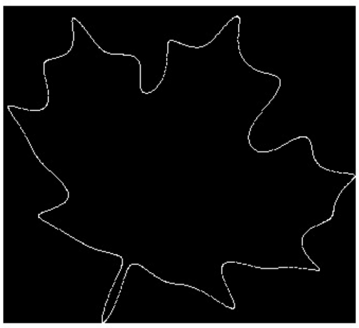
Τα σχήματα αυτά δεν είναι αντιπροσωπευτικά της εικόνας καθώς η πληροφορία του Z από το ερώτημα Γ βλέπουμε ότι βρίσκεται μονάχα στην αρχή και στο τέλος του φάσματος. Προκύπτουν αυτά τα σχήματα λοιπόν γιατί παίρνουμε την πληροφορία μόνο στην αρχή του φάσματος. Για να γίνει πιο ξεκάθαρη η εικόνα θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και την πληροφορία στο τέλος του φάσματος, το οποίο κάνουμε στο επόμενο ερώτημα.

Ε) Τώρα με τη χρήση και των συμμετρικών συντελεστών και την εφαρμογή τους με τη συνάρτηση z_m_s παίρνω όλη την πληροφορία του φάσματος και προκύπτουν τα εξής.

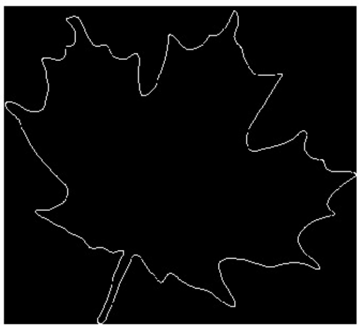
M = 10



M = 50

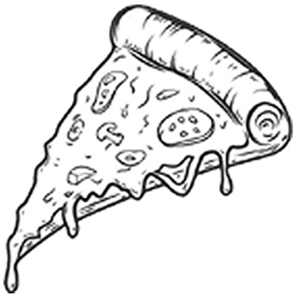


M = 200



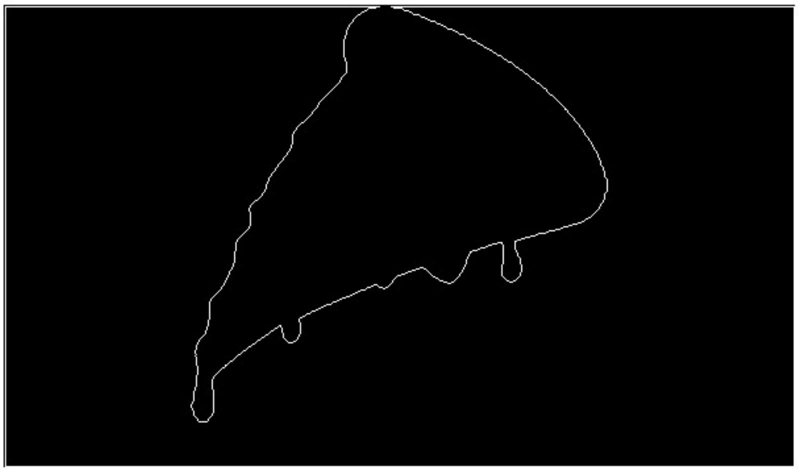
Είναι φανερό πως με 50 συντελεστές η εικόνα είναι ήδη πολύ ξεκάθαρη. Με 200 έχουμε ακόμη μεγαλύτερη ευκρίνεια και λεπτομέρεια.

ΣΤ)



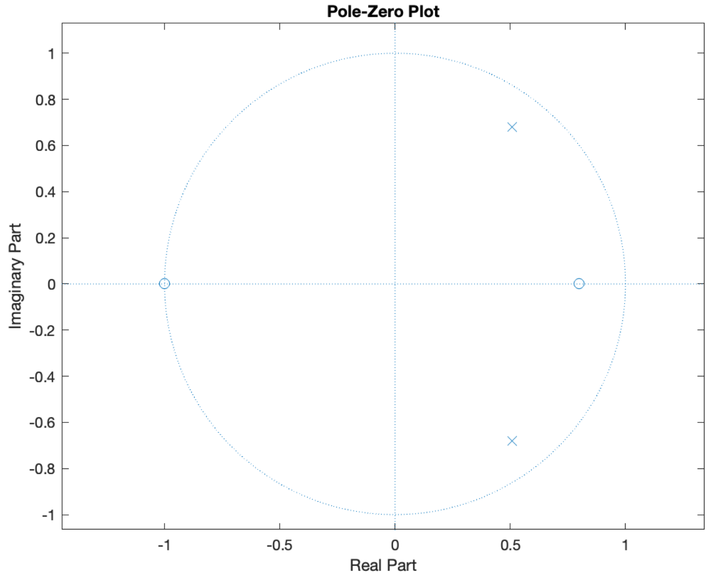
Θα επαναλάβω την διαδικασία για αυτή την εικόνα

Με συντελεστή 200 προκύπτει ένα ξεκάθαρο περίγραμμα με σημαντική λεπτομέρεια και με χρήση ολοκλήρου του φάσματος της εικόνας, άρα και της πληροφορίας που αυτό προσδίδει.

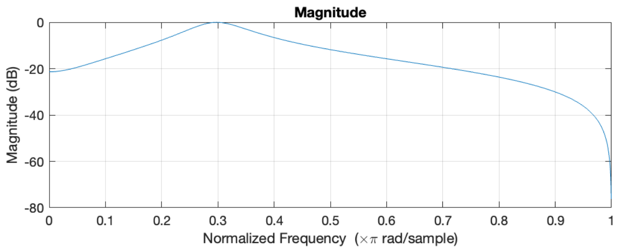


Άσκηση 3.1:

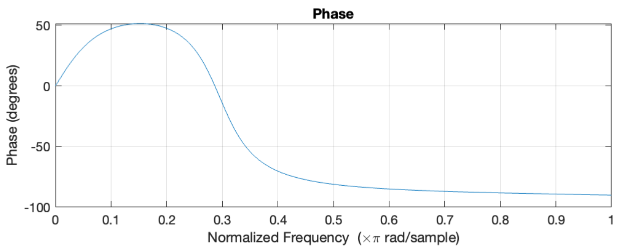
A)



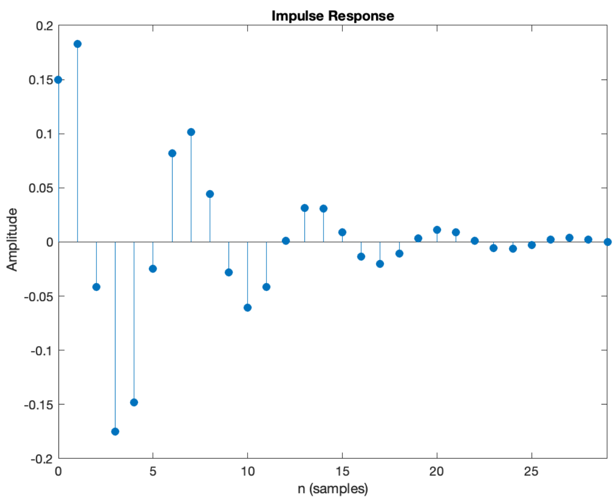
B)

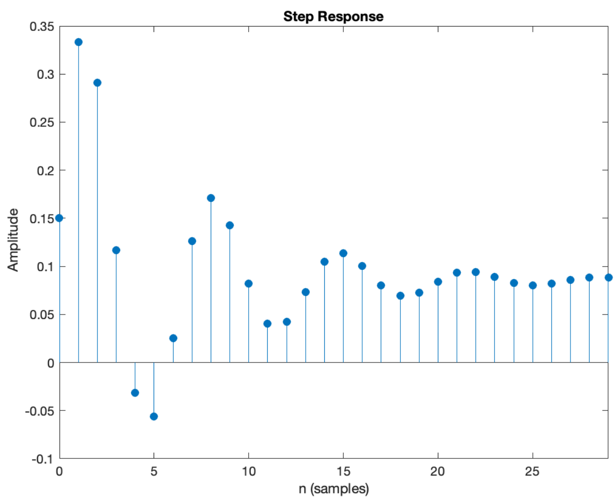


Έχουμε ένα ζωνοπερατό φίλτρο με γωνιακή ταχύτητα Ω = 3π/10



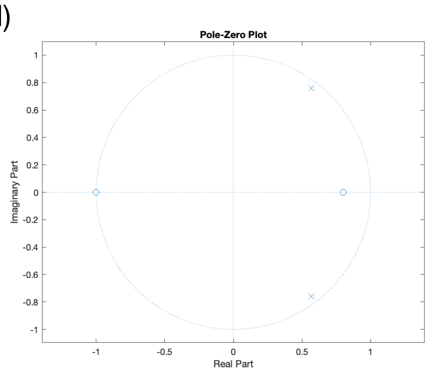
Γ)

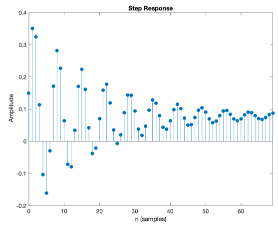


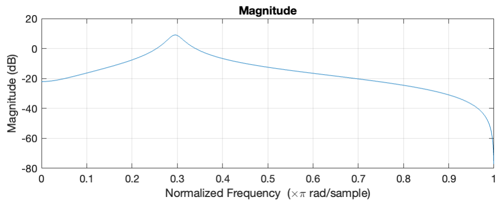


Δ)

I)

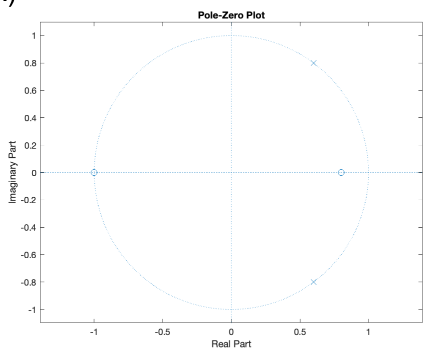


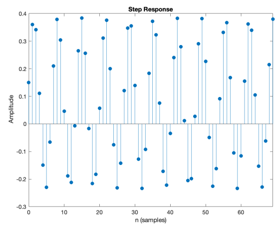


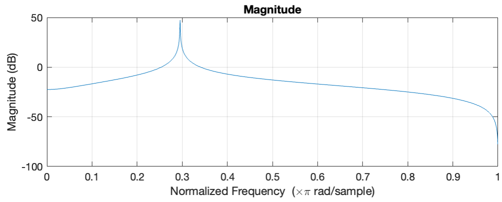


Το φίλτρο λειτουργεί σωστά στην προκειμένη περίπτωση. Ευστάθεια. Οι πόλοι στο διάγραμμα πόλων-μηδενικών βρίσκονται εντός του μοναδιαίου κύκλου.

II)

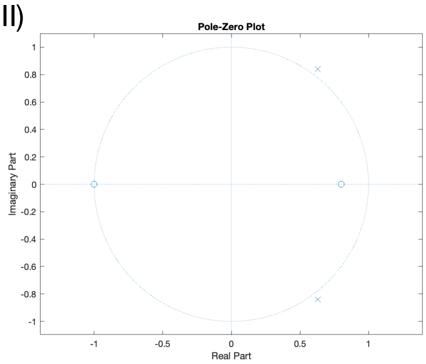


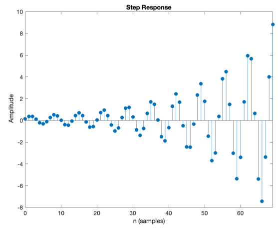




Σε αυτή την περίπτωση προκύπτει αστάθεια. Οι πόλοι βρίσκονται πάνω στον μοναδιαίο κύκλο. Μπορούμε να το διακρίνουμε και από την απότομη άνοδο στην απόκριση πλάτους.

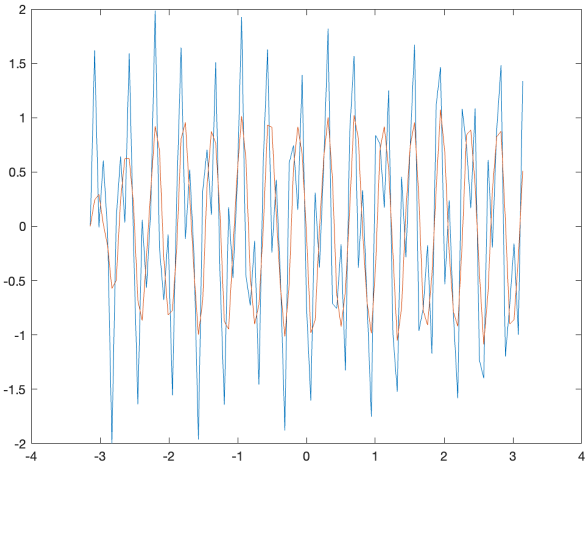
III)





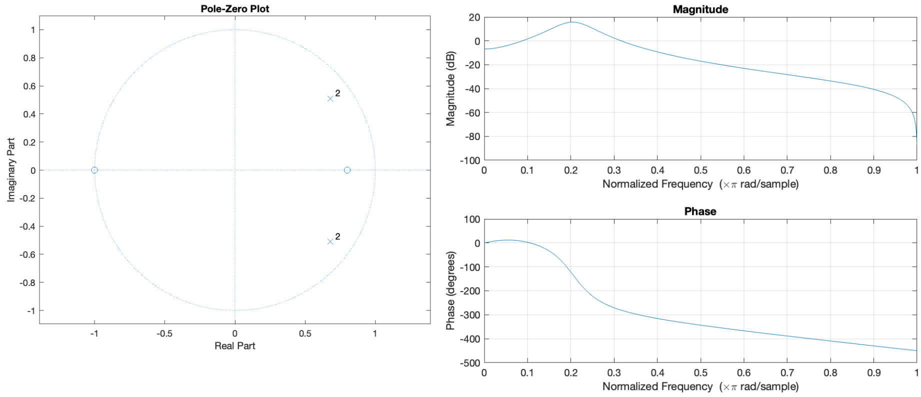
Σε αυτή την περίπτωση προκύπτει οριακή ευστάθεια. Το φίλτρο δίνει πολύ μεγάλο κέρδος και οι πόλοι είναι εκτός του μοναδιαίου κύκλου.

E)



Το ζητούμενο φίλτρο λειτουργεί σωστά. Κόβει δηλαδή στην έξοδο τις μεγάλες αυξομειώσεις της εισόδου και εξομαλύνει το σήμα.

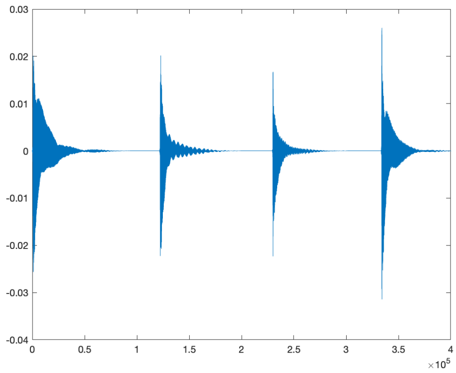
ΣΤ)



Προκύπτει ξανά ένα ζωνοπερατό φίλτρο, αυτή τη φορά με Ω = π/5

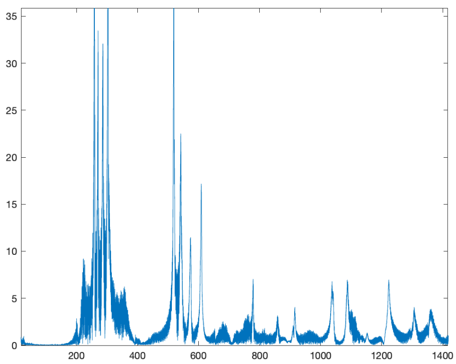
Άσκηση 3.2:

A)



Το σήμα στο πεδίο του χρόνου

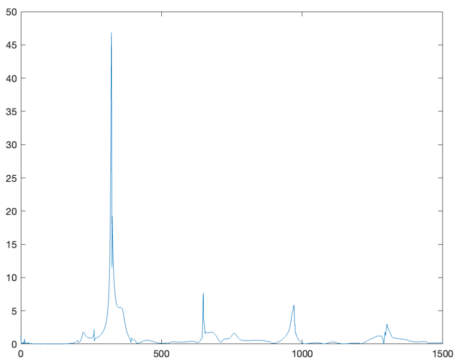
B)



Το σήμα στο πεδίο συχνοτήτων

Στη πραγματικότητα ο DTFT είναι μια άρτια συνάρτηση αλλά εγώ χρειάζομαι μόνο το θετικό μέρος της.

Γ)



Το δεύτερο σήμα στο πεδίο συχνοτήτων

Έχει λιγότερες αρμονικές και είναι λιγότερο ενισχυμένο από το πρώτο.

Θεμελιώδης συχνότητα: 321Hz
2η αρμονική: 648Hz
3η αρμονική: 968Hz
4η αρμονική: 1300Hz

Δ) Θα πρέπει να εφαρμόσω ένα ζωνοπερατό φίλτρο με κεντρική συχνότητα 648Hz. Θα χρειαστώ δυο συζυγείς πόλους κοντά στον μοναδιαίο κύκλο. Η Fk μπορεί να είναι μέχρι F0/2 και η γωνία μπορεί να λάβει τιμές μέσα στο [-π, π]. Άρα η φάση των πόλων θα είναι (+-)2πFk/F0 = (+-)0.0923.

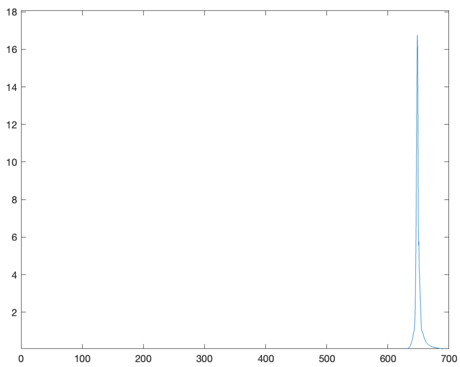
Θα ισχύει δηλαδή |arctan(Im(z)/Re(z))| = 0.0923 => |Im(z)/Re(z)| = tan(0.0923) για τους πόλους.

Όμως επίσης θέλω Im(z)^2 + Re(z)^2 = 1

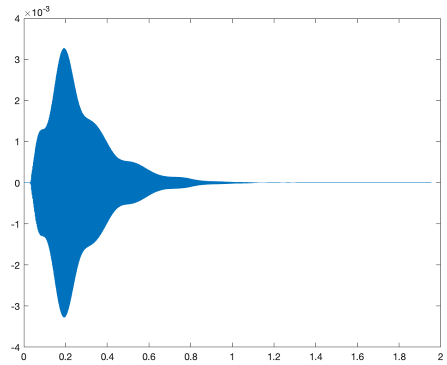
Προκύπτει λοιπόν η εξής επιλογή:

z = [0.9075; 0.9075i; -0.9075; -0.9075i];

p = [0.995+0.092*1i; 0.995+0.092*1i; 0.995-0.092*1i; 0.995-0.092*1i];



Το σήμα στο πεδίο της συχνότητας



Το σήμα στο πεδίο του χρόνου

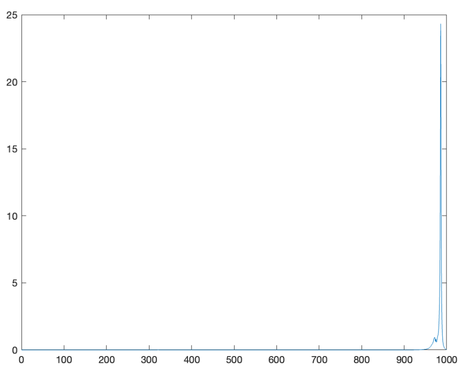
Ομοίως για την 3η αρμονική.

Θα ισχύει |arctan(Im(z)/Re(z))| = 0.13 => |Im(z)/Re(z)| = tan(0.13) για τους πόλους.

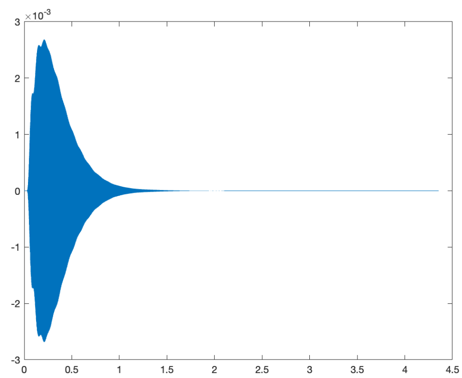
Όμως επίσης θέλω Im(z)^2 + Re(z)^2 = 1

Προκύπτει λοιπόν η εξής επιλογή:

u = 0.89;
z = [u; u*1i; -u; -u*1i];
x= 0.99;
y= 0.14;
p2 = [x+y*1i; x+y*1i; x-y*1i; x-y*1i;];



Το σήμα στο πεδίο της συχνότητας

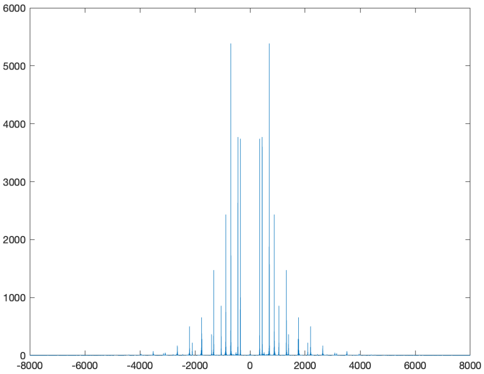


Το σήμα στο πεδίο του χρόνου

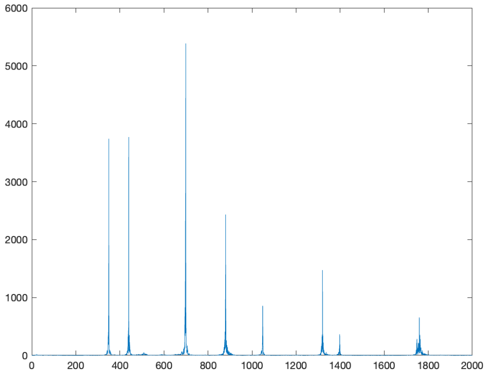
Τα ζωνοπερατά μας φίλτρα τελικά όντως απομονώνουν σωστά την 2η και 3η αρμονική αντίστοιχα και δίνουν ενισχυμένα σήματα στο πεδίο του χρόνου. Οι επιλογή των μηδενικών έγινε στα 0, π/2, π και 3π/2 και πολύ κοντά στο μοναδιαίο κύκλο για να ελλατωθούν όλες οι συχνότητες εκτός από την κεντρική μας.

Άσκηση 4:

A)

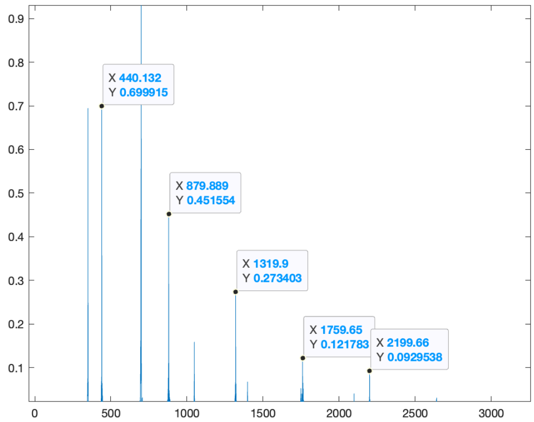


Όλες οι τιμές στο πεδίο συχνότητας



Θετικά ορισμένες τιμές στο πεδίο συχνότητας

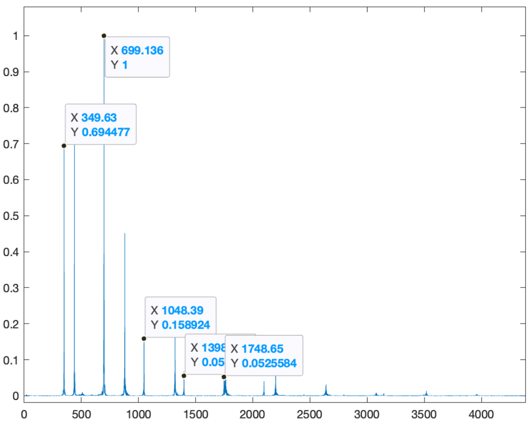
B)



Για το πρώτο σήμα με θεμελιώδη συχνότητα 440Hz έχω τα εξής: 440Hz => 70Hz*

2η αρμονική: 879Hz => 140Hz*
3η αρμονική: 1319Hz => 210Hz*
4η αρμονική: 1759Hz => 280Hz*
5η αρμονική: 2199Hz => 350Hz*

*Για κανονικοποίηση ενός x σε ένα range(a, b) =>
x’ = (x-x(a))/(x(b)-x(a))



Για το δεύτερο σήμα με θεμελιώδη συχνότητα 350Hz έχω τα εξής: 350Hz => 55Hz*

2η αρμονική: 699Hz => 111Hz*
3η αρμονική: 1048Hz => 166Hz*
4η αρμονική: 1398Hz => 222Hz*
5η αρμονική: 1748Hz => 278Hz*

Γ) Θέτω πόλους p = [x+yi, x+yi, x-yi, x-yi] και μηδενικα z = [ui, -ui, u, -u].

Μετά από παραμετροποίηση στην συνάρτηση bpf η οποία δέχεται παραμέτρους για τα παραπάνω, το σήμα εισόδου και το gain του φίλτρου και δίνει έξοδο την έξοδο μετά την επίδραση του φίλτρου προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες για κάθε σήμα.

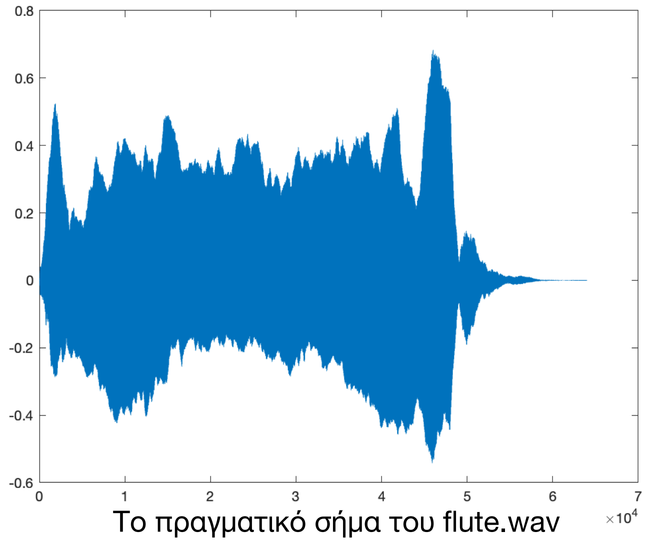
Η συνάρτηση αυτή έχει κατασκευαστεί μετά την μελέτη φίλτρων στην άσκηση 3.

1ο Σήμα	X	Y	U	F(Hz)	Gain
Θεμελιώδης	0.98	0.18	0.9	440	10^-7
2η αρμονική	0.93	0.33	0.93	880	10^-7
3η αρμονική	0.88	0.47	0.9	1319	10^-7
4η αρμονική	0.75	0.65	0.9	1759	7*10^-5
5η αρμονική	0.65	0.75	0.9	2199	7*10^-5

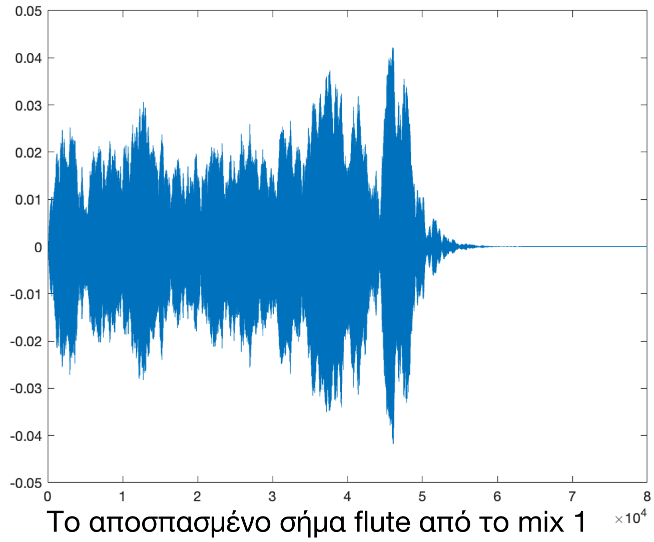
2ο Σήμα	X	Y	U	F(Hz)	Gain
Θεμελιώδης	0.98	0.14	0.9	350	10^-7
2η αρμονική	945	0.25	0.9	700	10^-7
3η αρμονική	0.91	0.39	0.9	1048	10^-7
4η αρμονική	0.8535	0.5199	0.9	1398	12*10^-7
5η αρμονική	794	0.5806	0.9	1748	7*10^-5

Στην συνέχεια πρέπει να κάνουμε όλα τα σήματα μας πίνακες με ίδιες διαστάσεις επομένως προσθέτουμε μηδενικά μέχρι ένα κοινό threshold για κάθε αρμονική ξεχωριστά. Στην συνέχεια μπορούμε να προσθέσουμε τα σήματα σαν ένα ενιαίο σήμα.

Δ) Το αριστερό σήμα είναι το πραγματικό, το οποίο περιέχει σοβαρό θόρυβο και περισσότερες αρμονικές και γι'αυτο προκύπτει το παρών σχήμα. Ενώ το δεξί σήμα έχει υποστεί σοβαρή επεξεργασία και είναι πιο 'καθαρό'. Ακουστικά είναι εξαιρετικά κοντά.

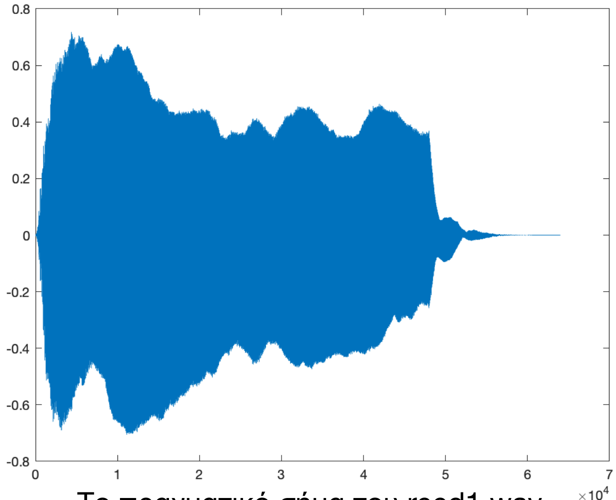


Το πραγματικό σήμα του flute.wav

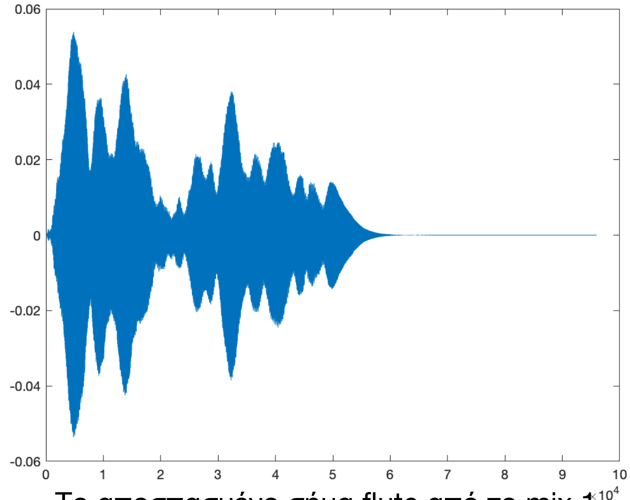


Το αποσπασμένο σήμα flute από το mix 1

Ομοίως και στην δεύτερη περίπτωση φαίνεται πως το πραγματικό σήμα έχει αρκετό θόρυβο και περισσότερες αρμονικές, μεγαλύτερο πλάτος σε όλο το εύρος. Ακουστικά πάλι είναι εξαιρετικά κοντά.

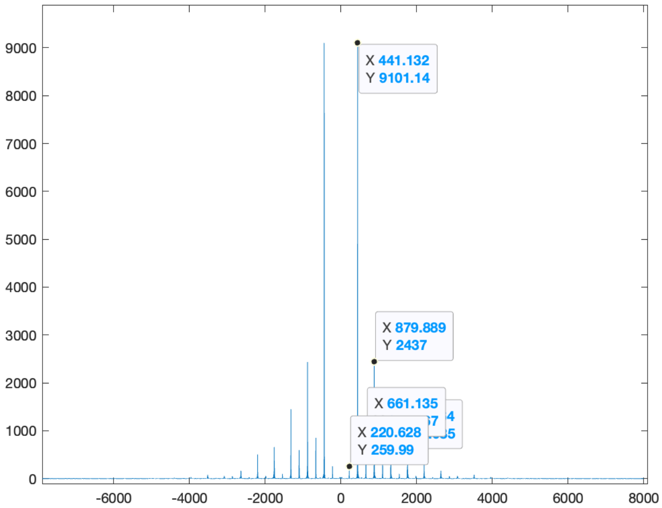


Το πραγματικό σήμα του reed1.wav



Το αποσπασμένο σήμα flute από το mix 1

E)

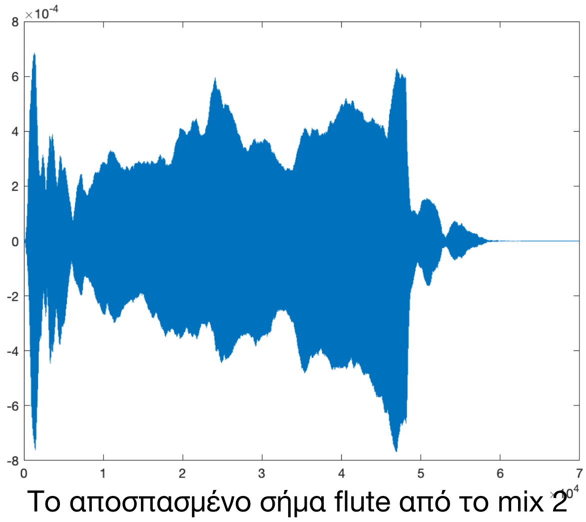


Για το τρίτο σήμα με θεμελιώδη συχνότητα 220Hz έχω τα εξής:

2η αρμονική: 441Hz
3η αρμονική: 661Hz
4η αρμονική: 881Hz
5η αρμονική: 1101Hz

Ομοίως και σε αυτή την περίπτωση προκύπτουν αντίστοιχα αποτελέσματα.

Το πραγματικό σήμα του reed2.wav



Το αποσπασμένο σήμα flute από το mix 2

Η παραμετροποίηση για το τρίτο σήμα είναι η εξής:

3ο Σήμα	X	Y	U	F(Hz)	Gain
Θεμελιώδης	0.99	0.0795	0.9	220	10^-7
2η αρμονική	0.945	0.15	0.93	440	10^-7
3η αρμονική	0.9342	0.273	0.91	661	10^-7
4η αρμονική	0.91	0.345	0.91	881	10^-7
5η αρμονική	0.897	0.42	0.91	1101	10^-7