ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

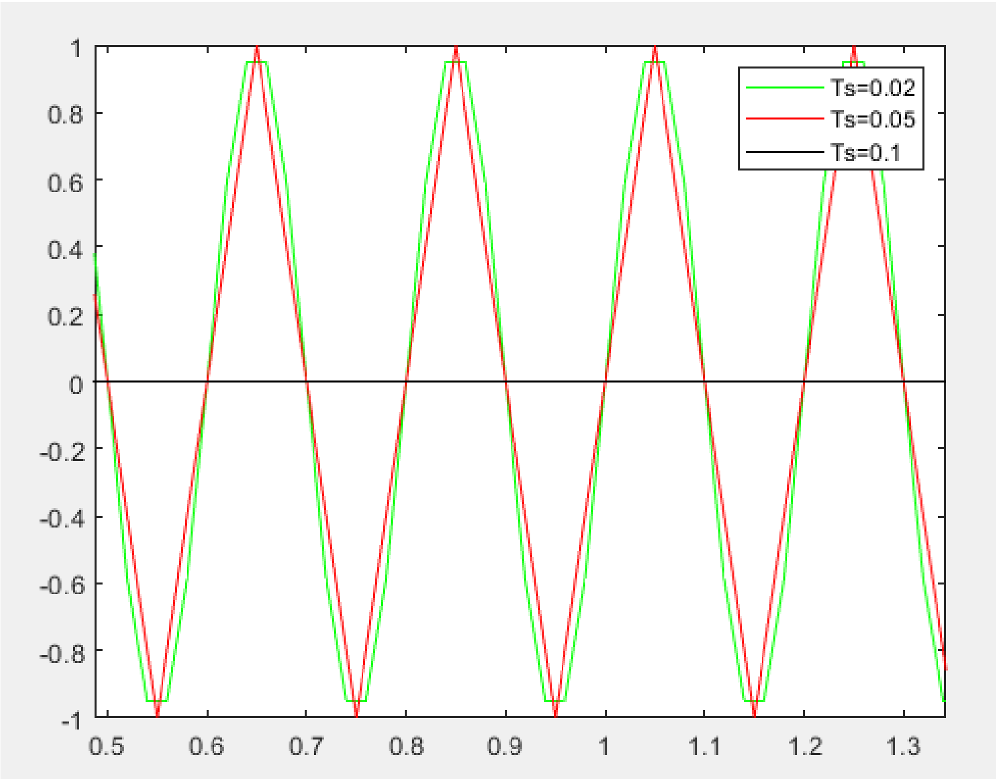
Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

<u>Ασκηση 1</u>

Ερώτηση 1 (α) Τι παρατηρείτε εάν αντί για *Ts*=0.02s ή 0.05s θέσετε *Ts*=0.1s ; Αιτιολογήστε την απάντησή σας

Απάντηση: Για Ts=0.1 το σήμα είναι πάντα 0 . Αυτό γίνεται γιατί x(n*Ts)=sin(10 * π * n * Ts). Άρα x(n*0.1) = sin(10*π*n*0.1) = sin(n*π) = 0 για κάθε ν. Αποτέλεσμα αυτού είναι να έχει χαθεί όλη η πληροφορία του σήματος παρόλο που η συνθήκη δειγματοληψίας ικανοποιείται (Fs >= 2 Fmax , Fs=10 hz , Fmax=5hz) .



Ερώτηση 2 (β) Πώς επηρεάζει η συχνότητα δειγματοληψίας την ποιότητα ανακατασκευής του σήματος; Για κάθε συνάρτηση ανακατασκευής χρησιμοποιήστε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, ανάμεσα στο αρχικό και το ανακατασκευασμένο σήμα, και την τυπική απόκλιση , ως μετρικές ποιότητας ανακατασκευής (δείτε στο m-file που σας δίνεται για τον ορισμό τους).

Απάντηση:

Παρατηρούμε ότι για Ts=0.02 έχουμε τις καλύτερες μετρικές ενώ όσο μεγαλώνει το Ts οι μετρικές γίνονται όλο και χειρότερες. Επίσης παρατηρούμε ότι με τη χρήση sinc και splines επιτυγχάνουμε καλύτερες μετρικές (STD,MSE) σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Τέλος για Ts=0.1 sec τόσο η τυπική απόκλιση όσο και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα είναι αρκετά υψηλά (και το ίδιο σε όλες τις μεθόδους) κάτι που είναι λογικό αφού το σήμα είναι παντού 0 .

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

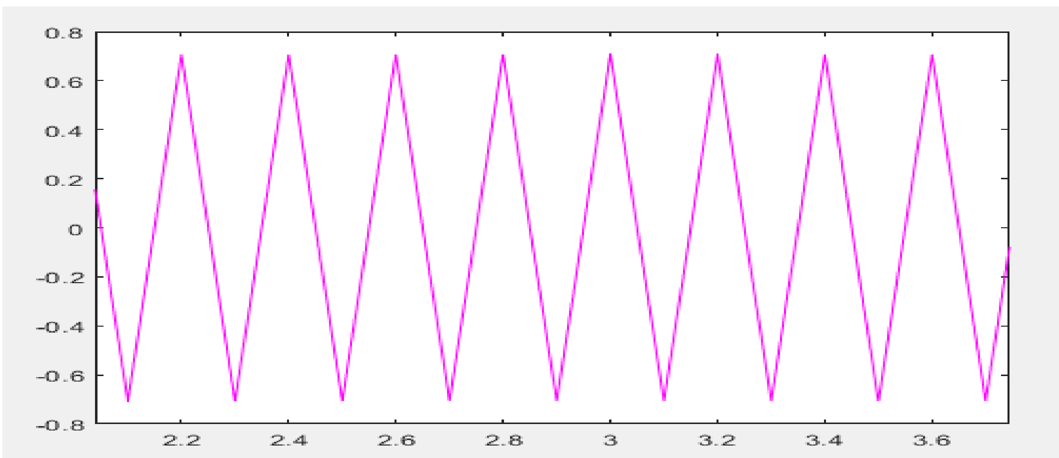
Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

T_s	MSE_1, STD_1	MSE_2, STD_2	MSE_3, STD_3	MSE_4, STD_4
0.02s	0.0000, 0.0034	0.0006, 0.0253	0.0164, 0.1282	0.0000, 0.0002
0.05s	0.0002, 0.0151	0.0228, 0.1509	0.0997, 0.3158	0.0003, 0.0182
0.1s	0.5000, 0.7071	0.5000, 0.7071	0.5000, 0.7071	0.5000, 0.7071

Ερώτηση 3 (γ) Σχολιάστε τον ρόλο της αρχικής φάσης του σήματος του ερωτήματος (γ).

Απάντηση: x(n*Ts)= sin(10 * π * n + π/4)   Για Ts=0.1 : x(n*0.1)=sin(π*n + π/4) άρα οι τιμές του σήματος τώρα δεν είναι πάντα 0. (βλ. εικόνα από κάτω)



Άρα τώρα και η οριακή ικανοποίηση του θεωρήματος δειγματοληψίας (Fs = 2 * Fmax , Fs=10 hz , Fmax=5hz) είναι αποδεκτή και δεν χάνεται η πληροφορία του σήματος. Εκτελώντας την sampling_reconstruction(0.1,5,pi/4) παίρνουμε τις εξής τιμές για μέσο τετραγωνικό σφάλμα και τυπική απόκλιση.

T_s	MSE_1, STD_1	MSE_2, STD_2	MSE_3, STD_3	MSE_4, STD_4
0.1s	0.3233, 0.5686	0.2614, 0.5113	0.3534, 0.5945	0.2614, 0.5112

Που δείχνει ότι όντως πλέον έχουμε καλύτερη τόσο τυπική απόκλιση όσο και μέσο τετραγωνικό σφάλμα αφού πλέον δεν έχει χαθεί όλη η πληροφορία του σήματος.

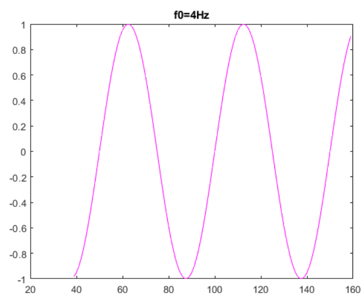
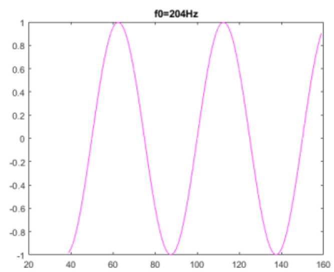
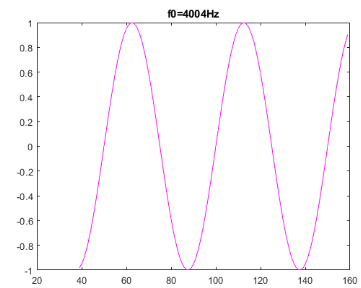
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

Ερώτηση 4 (δ) Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα δικά σας γραφήματα.

Απάντηση:

$f_0 = 4\ Hz$	$f_0 = 204Hz$	$f_0 = 4004Hz$
		

Ερώτηση 5 (δ συνέχεια) Τι παρατηρείτε στις παραπάνω γραφικές παραστάσεις σας; Ποιά η συχνότητα των ανακατασκευασμένων σημάτων; Εξηγήστε.

Απάντηση: Παρατηρούμε ότι όλες οι γραφικές παραστάσεις είναι ίδιες . Αυτό γίνεται γιατί σύμφωνα με το θεώρημα δειγματοληψίας πρέπει Fs >= 2 Fmax (Fs=200Hz , Fmax=4,204,4004 hz) . Η συνθήκη δειγματοληψίας ισχύει για Fmax=4 Hz όπου γίνεται κανονικά η δειγματοληψία , ωστόσο δεν ισχύει για τις άλλες δύο συχνότητες και έτσι προκαλείται αναδίπλωση συχνότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε τρία ίδια σήματα με μέγιστη συχνότητα 4 Hz γιατί αν αφαιρέσουμε ακεραία πολλαπλάσια της συχνότητας δειγματοληψίας από την μέγιστη συχνότητα έχουμε :

204-200 =4 Hz

Και 4004 -4000= 4 Hz

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

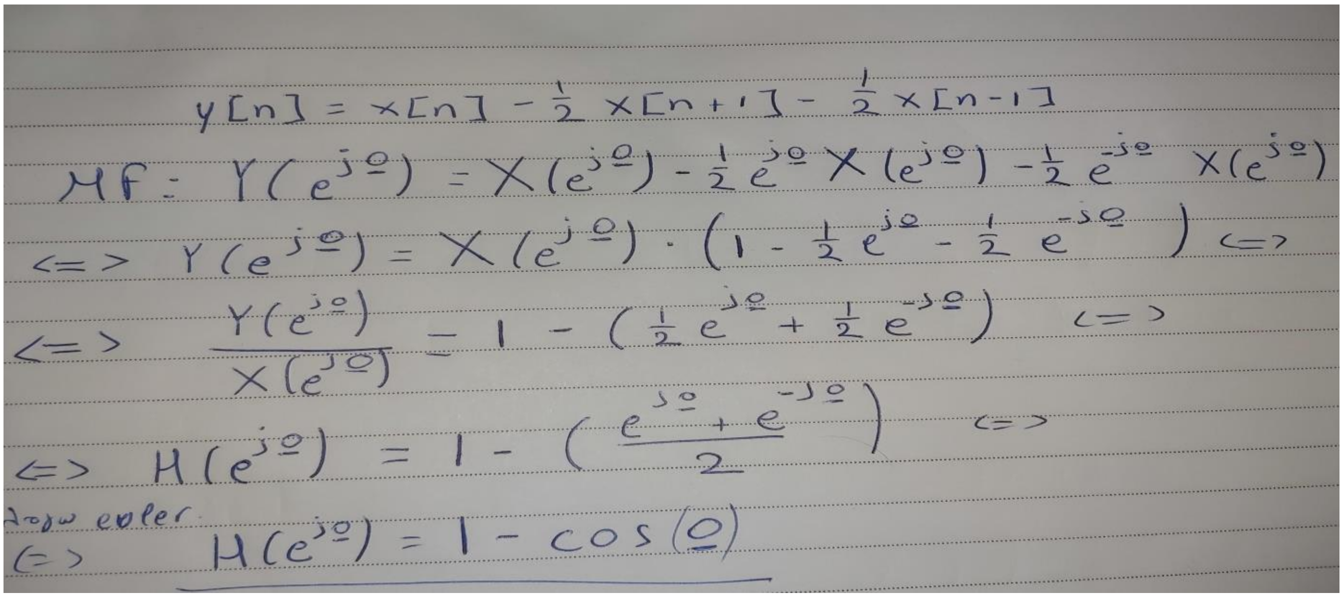
Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

Ασκηση 2

Ερώτηση 1 (α.2) Υπολογίστε την απόκριση συχνότητας του συστήματος (μόνο θεωρητικά).

Απάντηση:



$$y[n] = x[n] - \frac{1}{2}x[n+1] - \frac{1}{2}x[n-1]$$

$$\text{MF:}\ Y(e^{j\Omega}) = X(e^{j\Omega}) - \frac{1}{2}e^{j\Omega}X(e^{j\Omega}) - \frac{1}{2}e^{-j\Omega}X(e^{j\Omega})$$

$$\Leftrightarrow Y(e^{j\Omega}) = X(e^{j\Omega})\cdot\left(1 - \frac{1}{2}e^{j\Omega} - \frac{1}{2}e^{-j\Omega}\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{Y(e^{j\Omega})}{X(e^{j\Omega})} = 1 - \left(\frac{1}{2}e^{j\Omega} + \frac{1}{2}e^{-j\Omega}\right) \Leftrightarrow$$

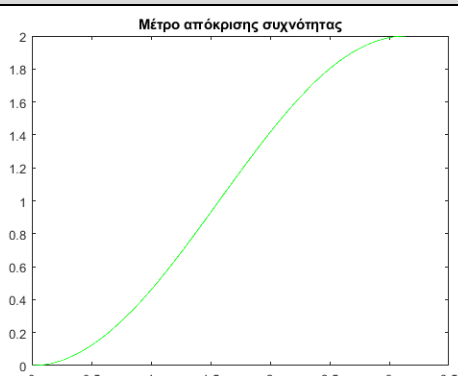
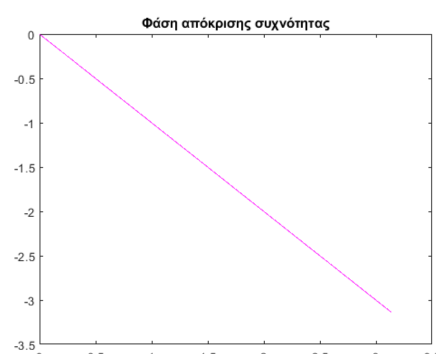
$$\Leftrightarrow H(e^{j\Omega}) = 1 - \left(\frac{e^{j\Omega} + e^{-j\Omega}}{2}\right) \Leftrightarrow$$

λογω euler

$$\Leftrightarrow \underline{H(e^{j\Omega}) = 1 - \cos(\Omega)}$$

Ερώτηση 2 (β) Σχεδιάστε το μέτρο και τη φάση της απόκρισης συχνότητας (χρησιμοποιώντας της συνάρτηση *freqz()* της Matlab).

Απάντηση:

Μέτρο απόκρισης συχνότητας	Φάση απόκρισης συχνότητας
	

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

Ερώτηση 3 (γ) Ποιὲς συχνότητες του σήματος εισόδου διατηρεί το παραπάνω σύστημα;

Απάντηση:

Εξασθενεί τις συχνότητες ω < ~1.5.

Ενισχύει τις συχνότητες ω > ~1.5.

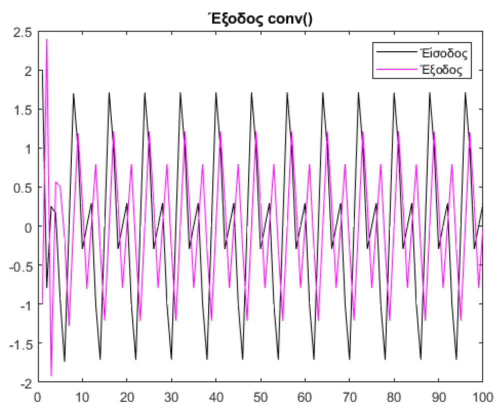
Διπλασιάζει τις συχνότητες ω> ~3.

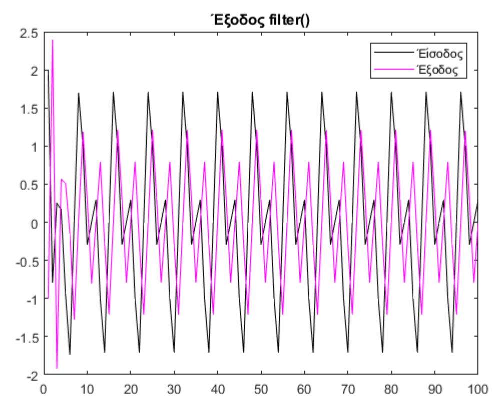
Πρόκειται λοιπόν για ένα High Pass filter (υψιπερατό)

Ερώτηση 4 (δ) Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις *conv()* και *filter()*, υπολογίστε και σχεδιάστε την έξοδο του συστήματος για την είσοδο $x[n]$ (μόνο για τα πρώτα 100 δείγματα). Με ποία από τις δύο συναρτήσεις μπορούμε να υλοποιήσουμε IIR φίλτρα;

Απάντηση: Παρατηρούμε ότι όντως έχουν ενισχυθεί οι συχνότητες του ημιτόνου που είναι υψηλότερες ενώ έχουν εξασθενίσει οι χαμηλότερες συχνότητες του συνημίτονου κάτι που είναι λογικό αφού πρόκειται για High pass (υψιπερατό) φίλτρο . Παρατηρούμε επίσης ότι οι δύο έξοδοι είναι σχεδόν ίδιες και αυτό γιατί εδώ δημιουργούμε ένα FIR φίλτρο. Ωστόσο αν θέλαμε να υλοποιήσουμε ένα IIR φίλτρο θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε την filter() και όχι την conv() που υπολογίζει την γραμμική συνέλιξη .

Έξοδος για *conv()*	Έξοδος για *filter()*





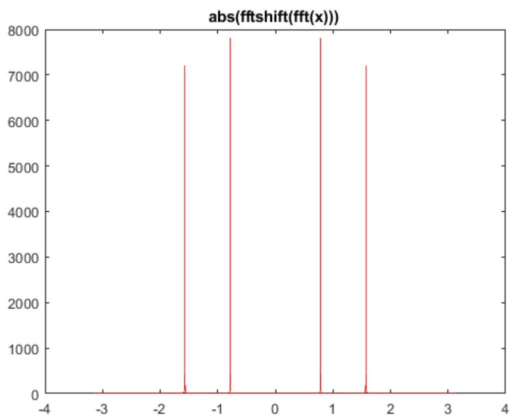
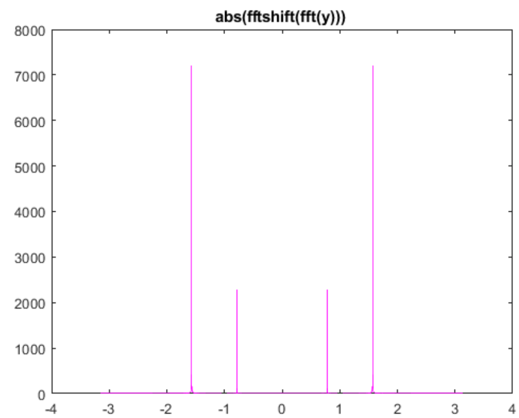
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

Ερώτηση 5 (ε) Σχεδιάστε το `abs(fftshift(fft(x)))` και `abs(fftshift(fft(y)))`.

Απάντηση: Από τα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε την ενέργεια στις υψηλές συχνότητες να έχει διατηρηθεί ενώ στις χαμηλές συχνότητες να έχει μειωθεί. Αυτό γίνεται λόγω του υψιπερατού φίλτρου .

$\|DFT\{x\}\|$	$\|DFT\{y\}\|$
	

Ερώτηση 6 (α) Ποιος μετασχηματισμός/αλγόριθμος υλοποιείται κάθε φορά και γιατί;

Απάντηση:

Ο χρόνος εκτέλεσης της fft() εξαρτάται από το μήκος του μετασχηματισμού . Μήκη μετασχηματισμού που έχουν μικρούς πρώτους παράγοντες υλοποιούνται ΠΟΛΥ πιο γρήγορα από τα μήκη που έχουν πολλούς ή μεγάλους πρώτους παράγοντες. Γι'αυτό το λόγο όταν το μήκος είναι δύναμη του 2 άρα έχουμε μόνο ένα πρώτο παράγοντα το 2 ο οποίος είναι και μικρός η fft() υλοποιείται ΠΟΛΥ πιο γρήγορα από όταν το μήκος είναι 2^N – 1 .

Πχ: Ανάλυση πρώτον παραγόντων 32768 και 32767

32768= 2^15 (ένας μικρός πρώτος παράγοντας)

32767= 7 x 31 x 151 (περισσότεροι παράγοντες και πολύ μεγαλύτεροι)άρα περιμένουμε η εκτέλεση της fft() να είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Κοιτώντας τα αποτελέσματα από κάτω , όντως

για μήκος 32768 η fft() υλοποιείται σε 1.6775 sec ενώ για μήκος 32767 η fft() υλοποιείται σε 12.7838 sec .

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Ξηρογιάννης Κωνσταντίνος	ΑΜ:	1047186	Έτος:	7ο

Ερώτηση 6 (β) Καταγράψτε στον παρακάτω πίνακα τα αποτελέσματα σας για 10000 επαναλήψεις.

Μήκος Ακολουθίας N	Χρόνος Εκτέλεσης DFT (Μήκος Σήματος N-1)	Χρόνος Εκτέλεσης FFT (Μήκος Σήματος N)
2^{6}	**0.0094**	**0.0099**
2^{7}	**0.0441**	**0.0110**
2^{8}	**0.0237**	**0.0196**
2^{9}	**0.0861**	**0.0296**
2^{10}	**0.1060**	**0.0477**
2^{11}	**0.4962**	**0.0970**
2^{12}	**0.3461**	**0.2011**
2^{13}	**2.9587**	**0.3943**
2^{14}	**5.5989**	**0.8152**
2^{15}	**12.7838**	**1.6775**