

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο: Ιωάννης Λουδάρος

ΑΜ: 1067400

Έτος: 5ο

### Άσκηση 1

(α) Τι παρατηρείτε εάν αντί για  $T_s=0.02s$  ή  $0.05s$  θέσετε  $T_s=0.1s$  ; Αιτιολογήστε την απάντησή σας

#### Απάντηση:

Από Θεώρημα Shannon γνωρίζουμε ότι η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται με συχνότητα μεγαλύτερη ή ίση από την διπλάσια συχνότητα σήματος ( $f_s \leq 2 \cdot f_0$ ). Όσο αυξάνεται το  $T_s$  από 0.02 σε 0.1 η ποιότητα δειγματοληψίας χειροτερεύει αλλά είναι λογικό καθώς πλησιάζουμε όλο και περισσότερο προς το παραπάνω όριο.

(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:

$T_s$	$MSE_1, STD_1$	$MSE_2, STD_2$	$MSE_3, STD_3$
0.02s	0.0001, 0.0111	0.0006, 0.0253	0.0165, 0.1285
0.05s	0.0026, 0.0511	0.0227, 0.1509	0.0997, 0.3158
0.1s	0.4995, 0.7071	0.4995, 0.7071	0.4995, 0.7071

Λόγω του θεωρήματος που αναφέραμε ήδη, το σήμα ανακατασκευάζεται καλύτερα με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας.

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

#### Απάντηση:

$T_s$	$MSE_1, STD_1$	$MSE_2, STD_2$	$MSE_3, STD_3$
0.1s	0.2943, 0.5413	0.2611, 0.5113	0.3531, 0.5945

Η αρχική φάση βελτιώνει την εικόνα της γραφικής παράστασης (σε σύγκριση με τις γραφικές παραστάσεις του αντίστοιχου σήματος χωρίς αρχική φάση), αφού εξαιτίας της αλλάζουν τα σημεία που δειγματοληπτούνται στο σήμα. (ομαλοποίηση ανακατασκευής). Χωρίς την αρχική φάση δειγματοληπτούσαμε συνεχώς την τιμή 0. Με την αρχική φάση λαμβάνονται διαφορετικά σημεία του σήματος και έτσι επιτυγχάνεται η ανακατασκευή.

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

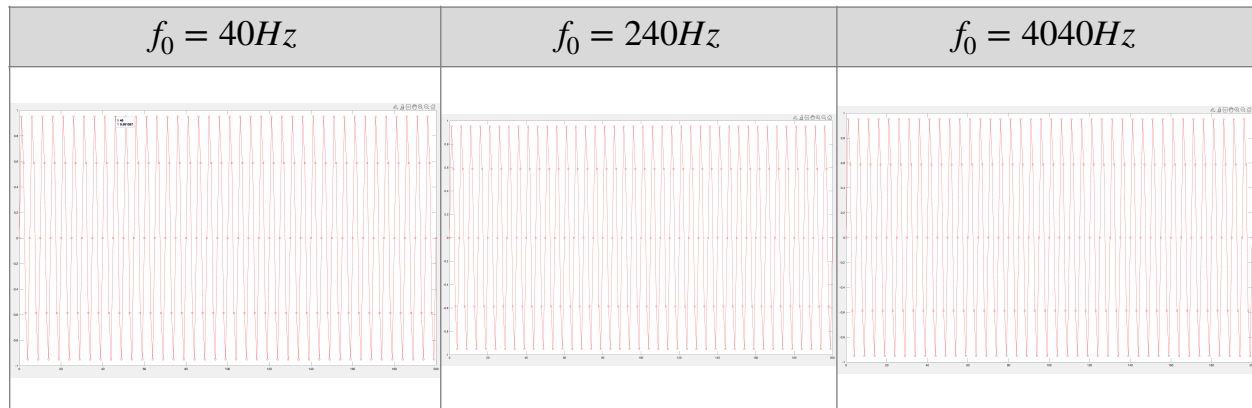
Ον/μο: Ιωάννης Λουδάρος

ΑΜ: 1067400

Έτος: 5ο

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

**Απάντηση:**



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

**Απάντηση:**

Χάσαμε! Πήραμε 3 φορές το ίδιο σήμα διακριτού χρόνου, από 3 σήματα συνεχούς χρόνου με διαφορετικές συχνότητες! Αυτό συνέβη γιατί η συχνότητα δειγματοληψίας μας ήταν μικρότερη από την απαιτούμενη. Χαρακτηριστικά παραθέτω ότι :

$$f_s = \frac{1}{T_s} = 200 \text{ το οποίο είναι πολύ μικρότερο από } 2 \cdot 240 \text{ ή από } 2 \cdot 4040$$

### Άσκηση 2

(α) Αιτιολογήστε αν το σύστημα είναι αιτιατό ή όχι

**Απάντηση:**

Το σύστημα είναι αιτιατό αφού εξαρτάται μόνο από παρελθοντικές και παροντικές του τιμές. Δεν χρειαζόμαστε μελλοντικές τιμές.

(β.1) Υπολογίστε κρουστική απόκριση του συστήματος (μόνο θεωρητικά).

**Απάντηση:**

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο: Ιωάννης Λουδάρος

ΑΜ: 1067400

Έτος: 5ο

$$y[n] = 1/2x[n] + x[n-1] - 1/2x[n-2]$$

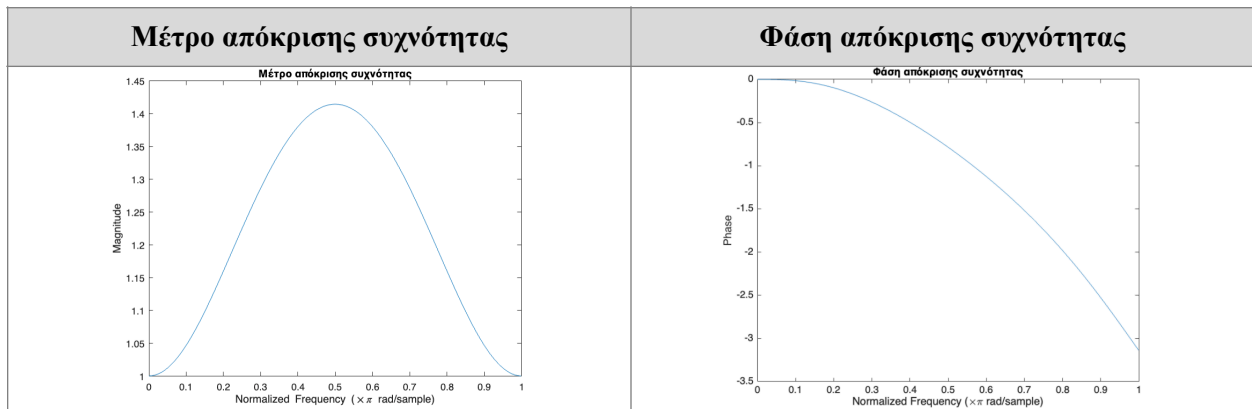
$$\Rightarrow_{DFT} Y(e^{j\omega}) = 1/2 \cdot X(e^{j\omega}) + e^{-j\omega} \cdot X(e^{j\omega}) - 1/2 \cdot e^{-2j\omega} \cdot X(e^{j\omega})$$

$$\Leftrightarrow Y(e^{j\omega}) = X(e^{j\omega}) \cdot (1/2 + e^{-j\omega} - 1/2 \cdot e^{-2j\omega})$$

$$\Rightarrow H(e^{j\omega}) = 1/2 + e^{-j\omega} - 1/2 \cdot e^{-2j\omega}$$

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

**Απάντηση:**



(δ) Ποιες συχνότητες του σήματος εισόδου διατηρεί το παραπάνω σύστημα;

**Απάντηση:**

Όπως μας γίνεται ξεκάθαρο από την γραφική παράσταση, το παραπάνω σύστημα διατηρεί μόνο συχνότητες μεταξύ 0 και 1.

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο: Ιωάννης Λουδάρος

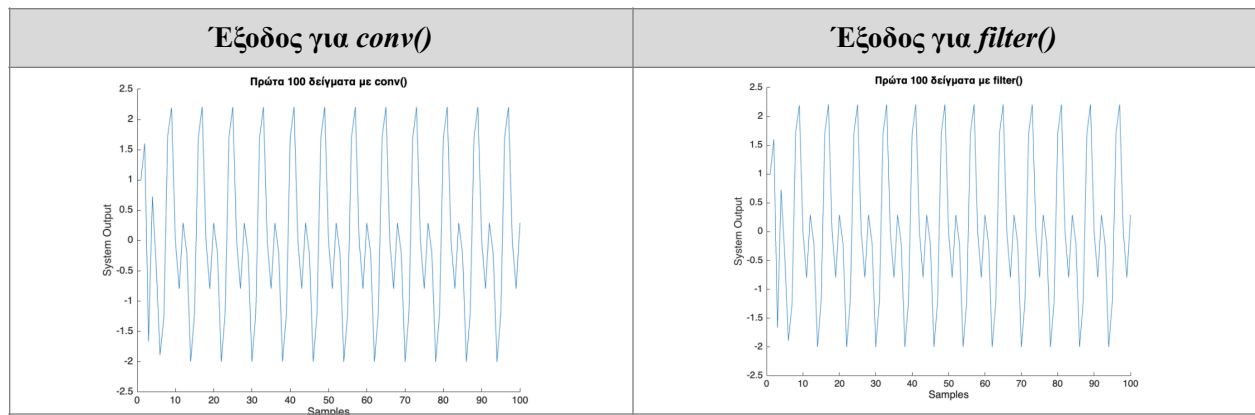
ΑΜ: 1067400

Έτος: 5ο

(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). Ποιες οι διαφορές;

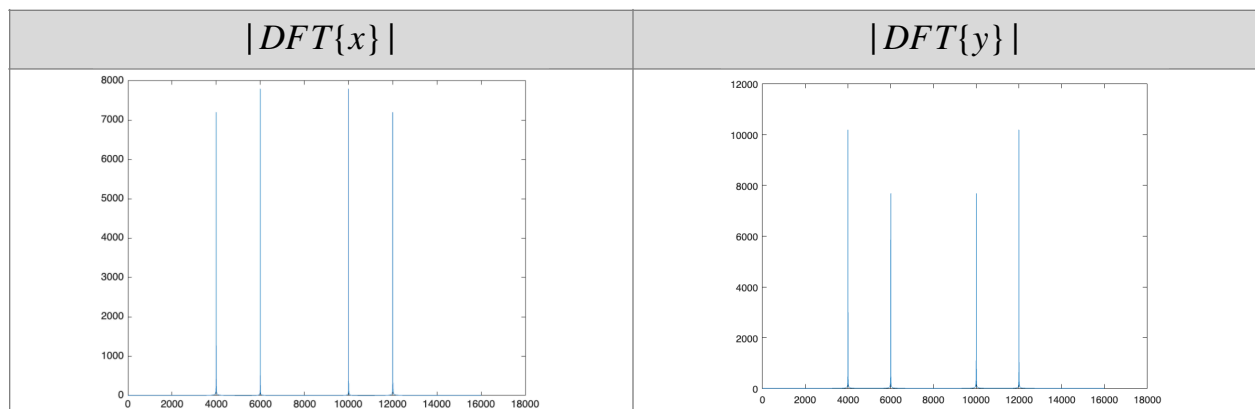
### Απάντηση:

Παρατηρώ ότι βγάζουν την ίδια έξοδο. Αυτό είναι λογικό αφού οι συντελεστές της κρουστικής απόκρισης του συστήματος έχουν πεπερασμένο μήκος.



(ε) Σχεδιάστε το  $\text{abs}(\text{fftshift}(\text{fft}(x)))$  και  $\text{abs}(\text{fftshift}(\text{fft}(y)))$ .

### Απάντηση:



(στ)

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο πρώτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο: Ιωάννης Λουδάρος

ΑΜ: 1067400

Έτος: 5ο

Μήκος σήματος	Μέσος χρόνος (sec)	Μήκος σήματος	Μέσος χρόνος (sec)
<b>2<sup>6</sup></b>	<b>0.009984916</b>	<b>2<sup>6</sup>-1</b>	<b>0.009054792</b>
<b>2<sup>7</sup></b>	<b>0.009078291</b>	<b>2<sup>7</sup>-1</b>	<b>0.029013791</b>
<b>2<sup>8</sup></b>	<b>0.012177584</b>	<b>2<sup>8</sup>-1</b>	<b>0.018685916</b>
<b>2<sup>9</sup></b>	<b>0.015035667</b>	<b>2<sup>9</sup>-1</b>	<b>0.059354333</b>
<b>2<sup>10</sup></b>	<b>0.024721167</b>	<b>2<sup>10</sup>-1</b>	<b>0.076121167</b>
<b>2<sup>11</sup></b>	<b>0.043118125</b>	<b>2<sup>11</sup>-1</b>	<b>0.323329208</b>
<b>2<sup>12</sup></b>	<b>0.088110250</b>	<b>2<sup>12</sup>-1</b>	<b>0.183261000</b>
<b>2<sup>13</sup></b>	<b>0.207600667</b>	<b>2<sup>13</sup>-1</b>	<b>1.642261333</b>
<b>2<sup>14</sup></b>	<b>0.484486959</b>	<b>2<sup>14</sup>-1</b>	<b>3.688726833</b>
<b>2<sup>15</sup></b>	<b>1.325155667</b>	<b>2<sup>15</sup>-1</b>	<b>9.165933334</b>

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τον κώδικα μπορείτε να τον βρείτε στο αρχείο Ex1.mlx που βρίσκεται στον ίδιο κατάλογο με το παρόν έγγραφο.