ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τμήμα Πληροφορικής

Αρχές και εφαρμογές σημάτων και συστημάτων

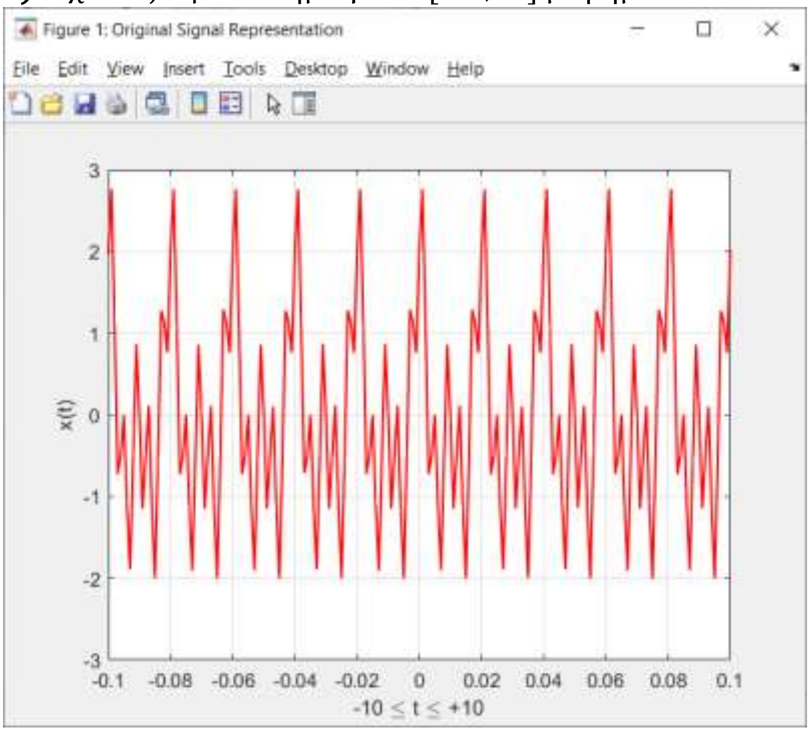
Τίτλος Εργασίας	Προγραμματιστική εργασία μαθήματος
Ονόματα μελών ομάδας	Νικήτας Χατζής
	Αντώνης Δαρμής
	Βαχράμ Μανγκογιάν
Αριθμοί Μητρώου μελών ομάδας	Π19183
	Π19040
	Π19092
Ημερομηνία παράδοσης	23 Ιουλίου 2021

Περιεχόμενα

1. Άσκηση Γ'1

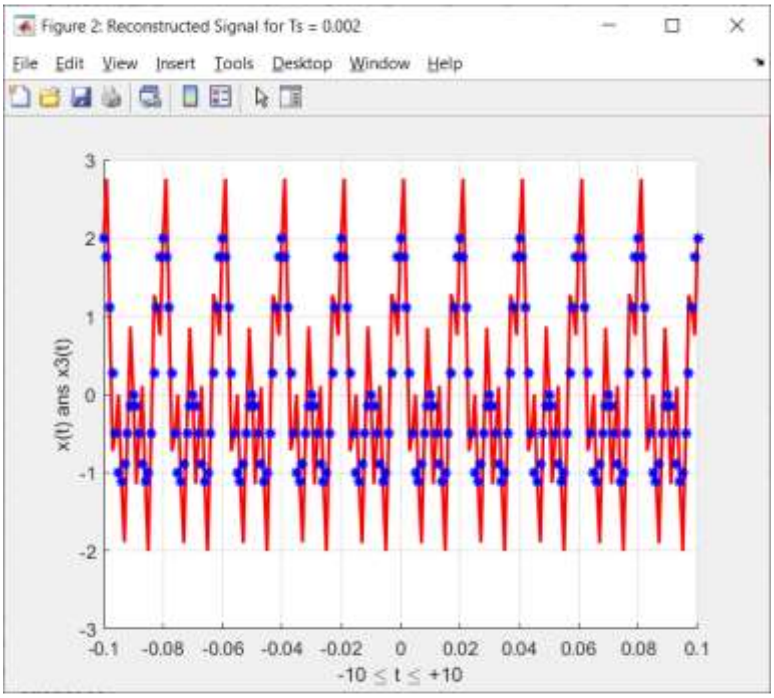
1) Το σήμα που δίνεται είναι το $x(t)=\cos100\pi t+\cos200\pi t+\sin500\pi t$
Οι συχνότητες του σήματος είναι $\omega_1=100\pi$, $\omega_2=200\pi$, $\omega_3=500\pi$ rad/s.
Διαιρούμε με το 2π για να τις μετατρέψουμε σε συχνότητες f:
$f_1=100\pi/2\pi=50Hz$, $f_2=100Hz$, $f_3=250Hz$
Η μέγιστη συχνότητα f_{max} από τις παραπάνω είναι $f_{max}=f_3=250Hz$.
Άρα σύμφωνα με το θεώρημα δειγματοληψίας η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας είναι $2*f_{max}$ αφού $f_s\geq2*f_{max} = 2*250=500Hz$.
$T_s=1/f_s=0.002s$

2) Σχεδιάζουμε το σήμα για $t\in[-10,10]$ με βήμα $\Delta t=0.001$

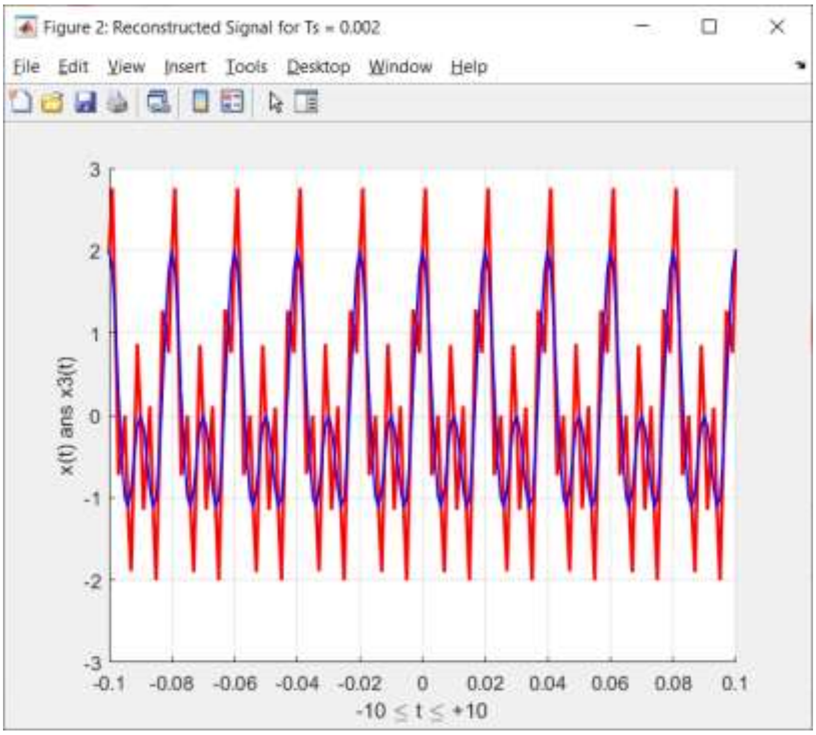


(Το σχήμα μπορεί να μετακινηθεί μέχρι τα -10 και 10)

3) Ανακατασκευάζουμε το σήμα με την συχνότητα που υπολογίσαμε στο ερώτημα 1 ($f_s = 500Hz \rightarrow T_s = 1/f_s = 0.002s$)

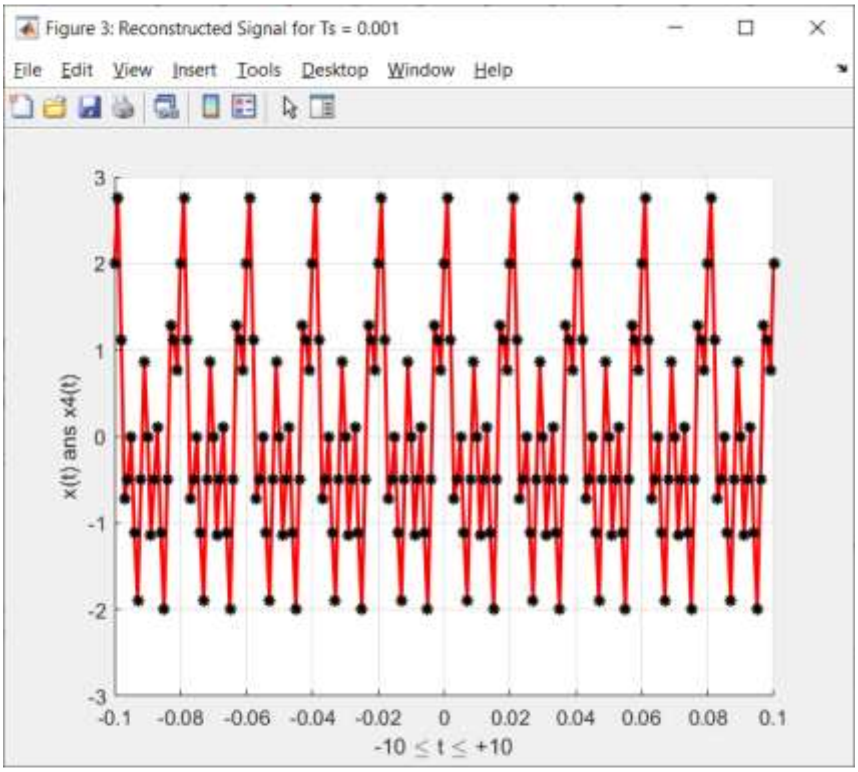


(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το μπλε – διακριτές τιμές)

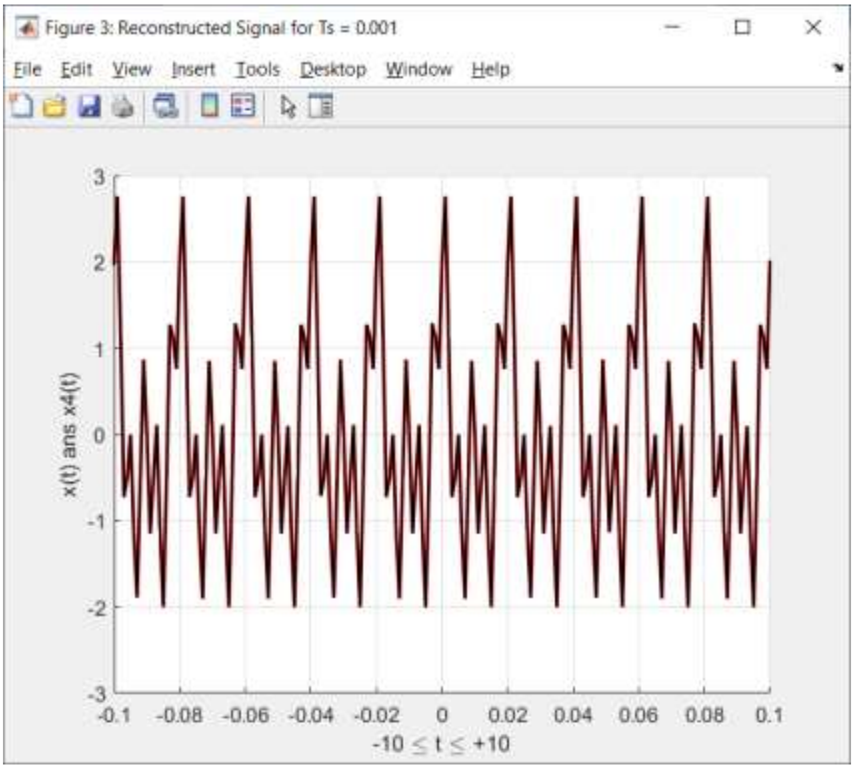


(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το μπλε – συνεχόμενη γραμμή)

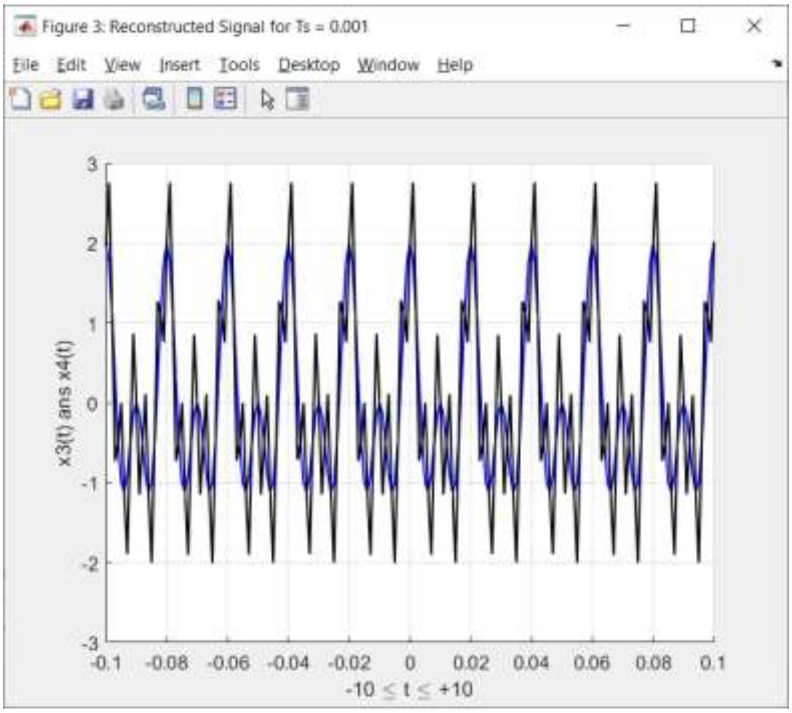
4) Επαναλαμβάνουμε το προηγούμενο ερώτημα με συχνότητα μεγαλύτερη από τη συχνότητα που υπολογίσαμε στο ερώτημα 1
Επιλέγουμε $f_s = 1000Hz \rightarrow T_s = 1/f_s = 0.001s$



(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το μαύρο – διακριτές τιμές)

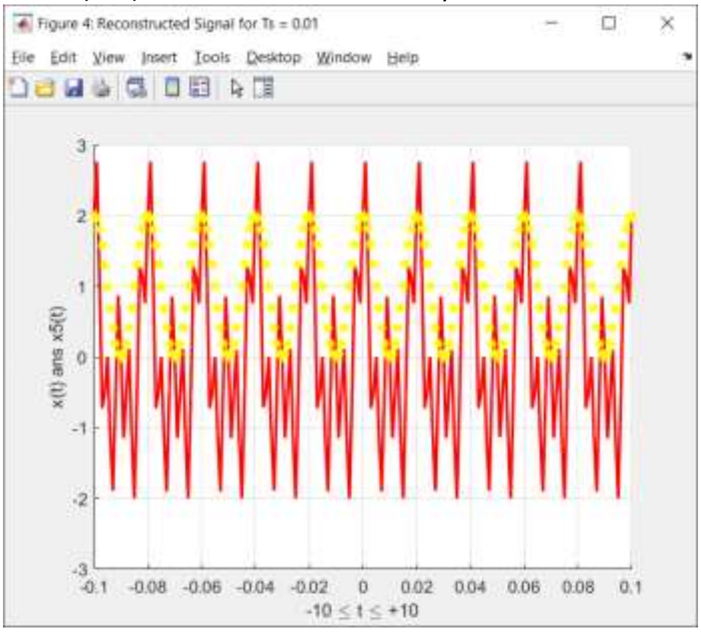


(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το μαύρο – συνεχόμενη γραμμή)

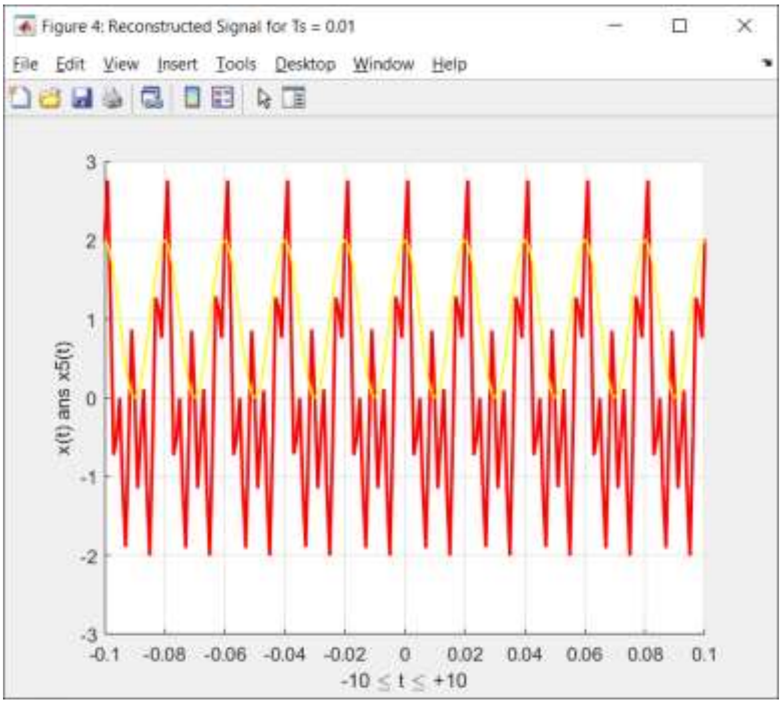


(σήμα ερωτήματος 3 και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το μαύρο – συνεχόμενη γραμμή)

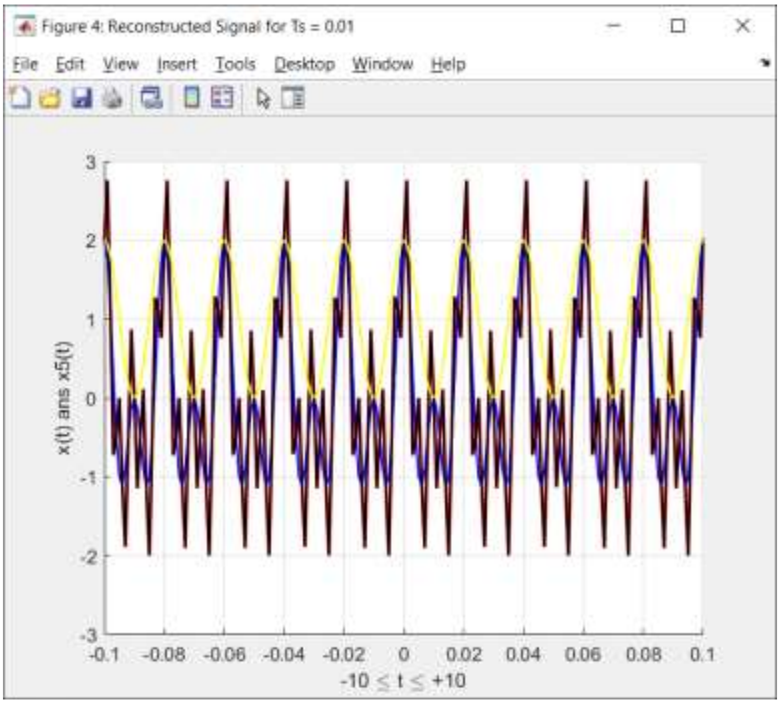
5) Επαναλαμβάνουμε το προηγούμενο ερώτημα με συχνότητα μικρότερη από τη συχνότητα που υπολογίσαμε στο ερώτημα 1
Επιλέγουμε $f_s = 100Hz \rightarrow T_s = 1/f_s = 0.01s$



(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το κίτρινο – διακριτές τιμές)



(αρχικό σήμα και ανακατασκευασμένο σήμα - το ανακατασκευασμένο σήμα είναι το κίτρινο – συνεχόμενη γραμμή)

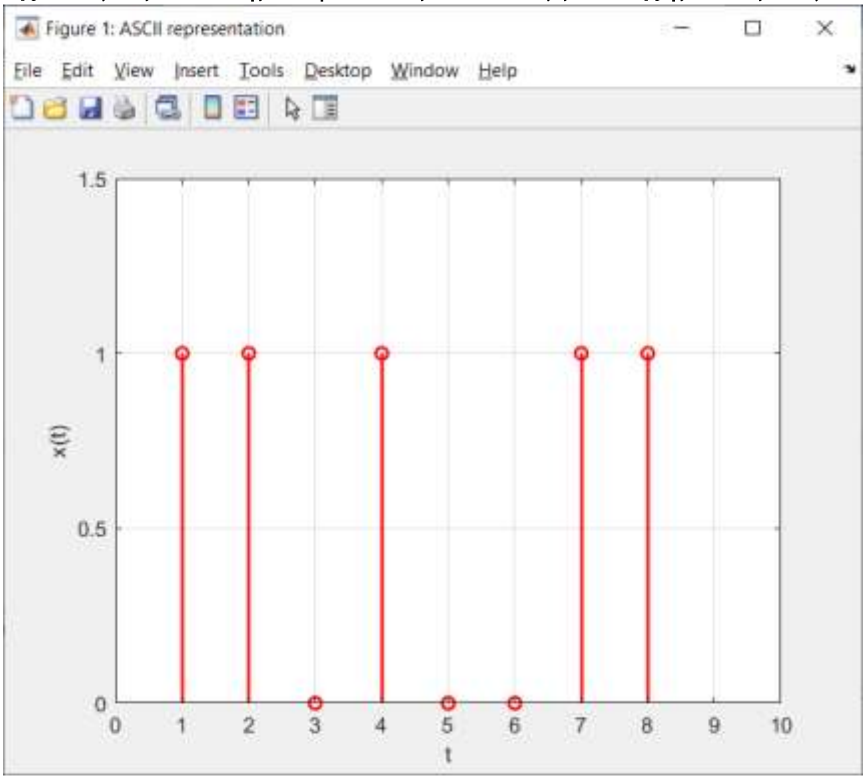


(Όλα τα σήματα μαζί – συνεχόμενη γραμμή)

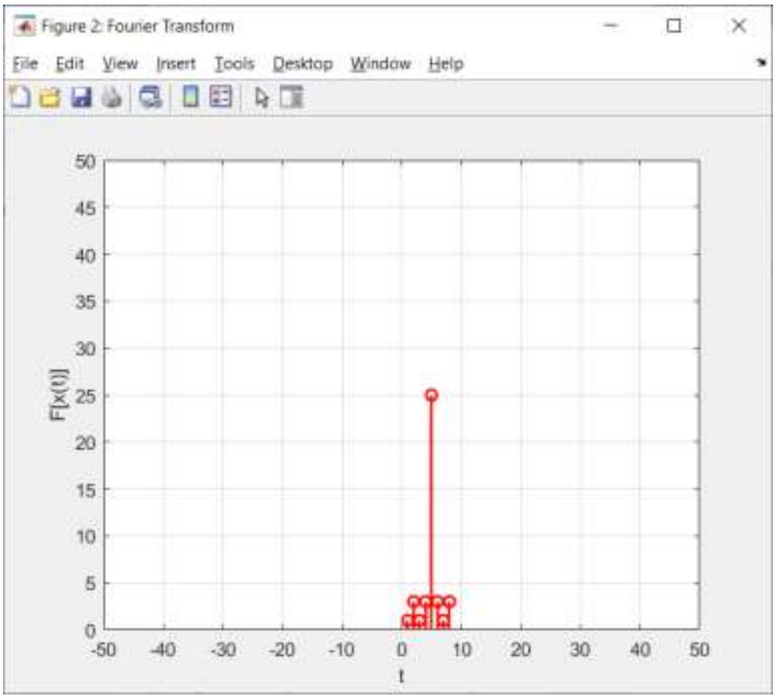
6) Όπως ήταν και αναμενόμενο, παρατηρούμε πως για συχνότητες μεγαλύτερες της f_s μπορεί να γίνει μια πολύ πιστή ανακατασκευή του αρχικού σήματος, ενώ για συχνότητες μικρότερες, τα δείγματα δεν αρκούν για την σωστή ανακατασκευή του αρχικού σήματος.

2. Άσκηση Γ’2

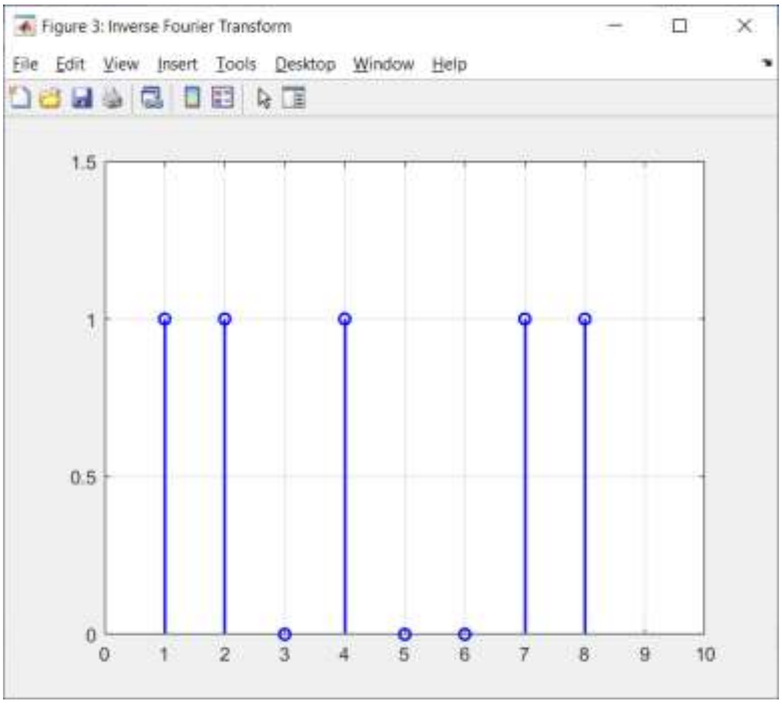
Δίνουμε ως είσοδο τον χαρακτήρα «Χ» σε αναπαράσταση ASCII (11010011) και σχεδιάζουμε το σήμα πριν και μετά τους μετασχηματισμούς



(πριν το ΔΜΦ)



(ΔΜΦ του σήματος – χρήση της ***fft*** της matlab)



(Αντιστροφή του ΔΜΦ – χρήση της συνάρτησης ***inversefourierseries*** που φτιάξαμε εμείς και ζητάει η εκφώνηση)

3. Άσκηση Γ'3

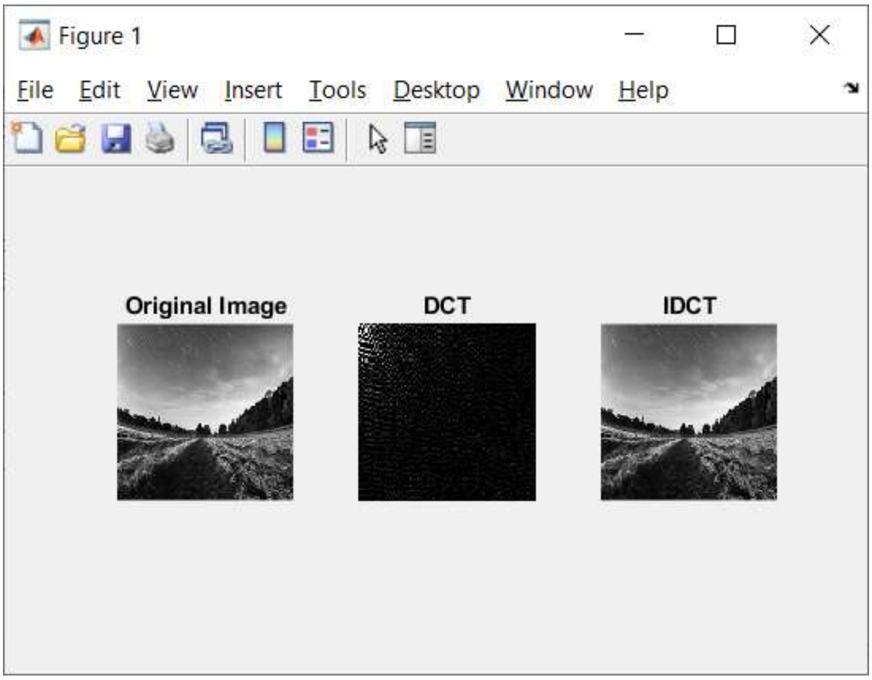
Στην άσκηση αυτή δημιουργήσαμε τη συνάρτηση **make_note** η οποία αξιοποιεί τον τύπο της συχνότητας των μουσικών νοτών που δίνεται στην εκφώνηση της άσκησης. Παίρνει 4 παραμέτρους:

- **n**: Αντιστοιχεί στην νότα που θέλουμε να κατασκευάσουμε. Στον τύπο $220*2^{n/12}$, με βάση και την εκφώνηση της άσκησης, ανάλογα τι τιμή πάρει το n αλλάζει και η νότα που δημιουργείται.
- **f_s**: Αντιστοιχεί στη συχνότητα δειγματοληψίας. Στα πλαίσια της άσκησης όποτε καλείται η συνάρτηση make_note η συχνότητα έχει πάντοτε τιμή 8000Hz, γιατί αυτό λέει η εκφώνηση.
- **time**: Αντιστοιχεί στη διάρκεια της νότας. Κάποιες νότες στο πρόγραμμα έχουν μικρότερη χρονική διάρκεια ώστε να ακούγεται πιο ωραίο το μουσικό κομμάτι.
- **oct**: Χρησιμοποιείται για τα ερωτήματα στα οποία ζητείται ψηφιακή ολίσθηση των νοτών προς τα πάνω/κάτω κατά μια οκτάβα. Στην εκφώνηση επισημαίνεται πως η ολίσθηση αυτή γίνεται εφόσον διπλασιάσουμε/διαιρέσουμε με το 2 τη συχνότητα μιας νότας. Για τον σκοπό αυτό επεκτάθηκε ο τύπος υπολογισμού της συχνότητας στη συνάρτηση και έγινε $2^{(oct-1)}*220*2^{n/12}$. Θεωρούμε ως πρώτη οκτάβα αυτή που δίνεται στην εκφώνηση.

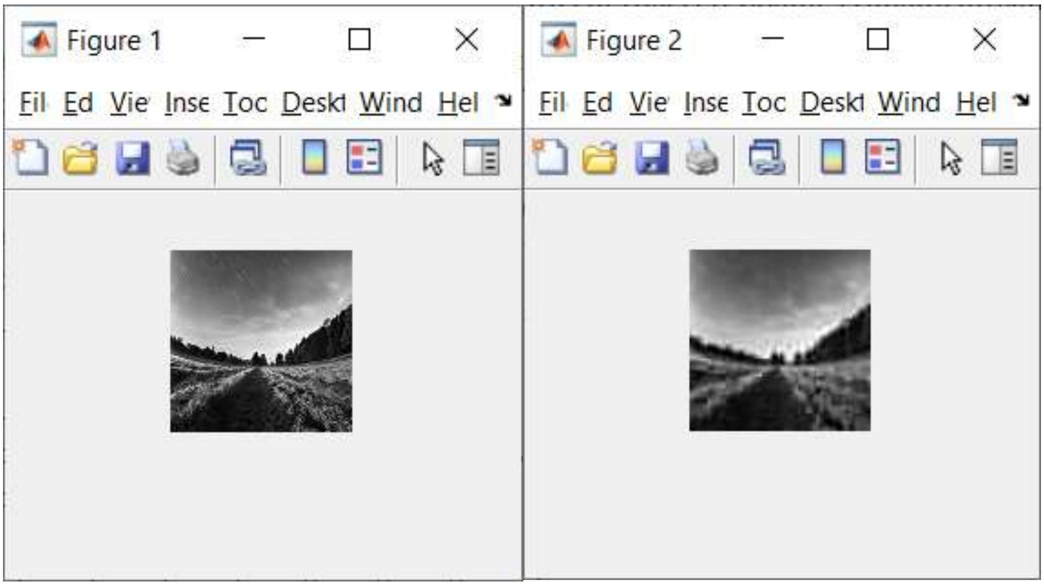
Στο τρίτο ερώτημα της άσκησης οι νότες που διαρκούν 0.5s πολλαπλασιάζονται με τη συνάρτηση f(t)=0.5-t, όπου t ένα διάνυσμα από 0 μέχρι 0.5 με βήμα $1/f_s$ και οι νότες που διαρκούν 0.25s πολλαπλασιάζονται με τη συνάρτηση f(t2)=0.5-2*t2, όπου t2 ένα διάνυσμα από 0 μέχρι 0.25 με βήμα $1/f_s$.

4. Άσκηση Γ'4

Επειδή το εργαστήριο για την συμπίεση και τον αλγόριθμο jpeg δεν έγινε, για την άσκηση αυτή υλοποιήθηκαν συναρτήσεις υπολογισμού του διακριτού συνημιτονικού μετασχηματισμού και του αντιστρόφου που ζητάει η εκφώνηση, και για την συμπίεση χρησιμοποιήσαμε παραδείγματα της MathWorks και από το ίντερνετ.



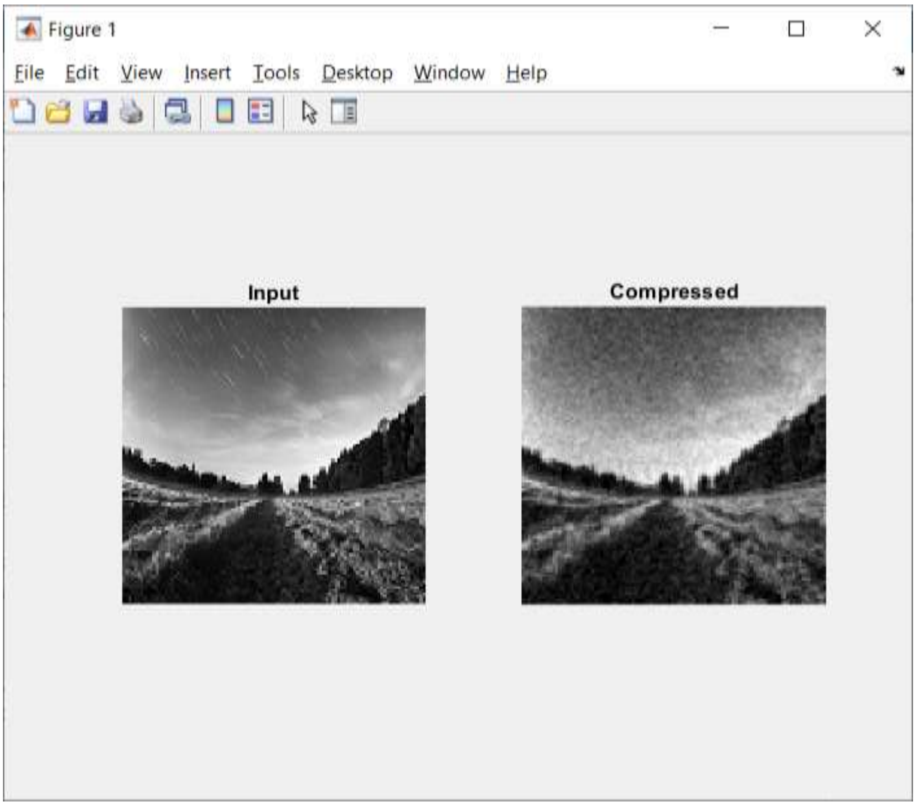
<u>Παράδειγμα MathWorks</u>
τροποποίηση του κώδικα που εμφανίζεται όταν τρέχουμε στο terminal:
openExample('images/ImageCompressionWithTheDiscreteCosineTransformExample')



(αρχική και συμπιεσμένη εικόνα αντίστοιχα)

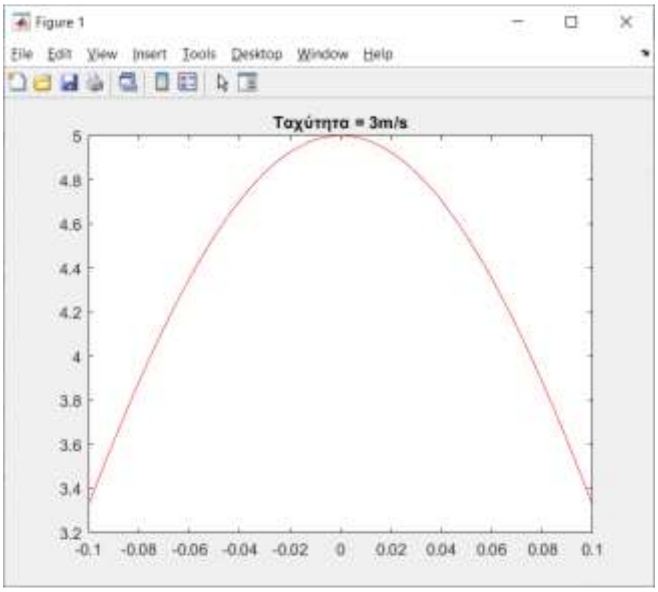
<u>Παράδειγμα forum:</u>

Βασισμένο στο https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/4772-image-compression → Functions → dctcompr

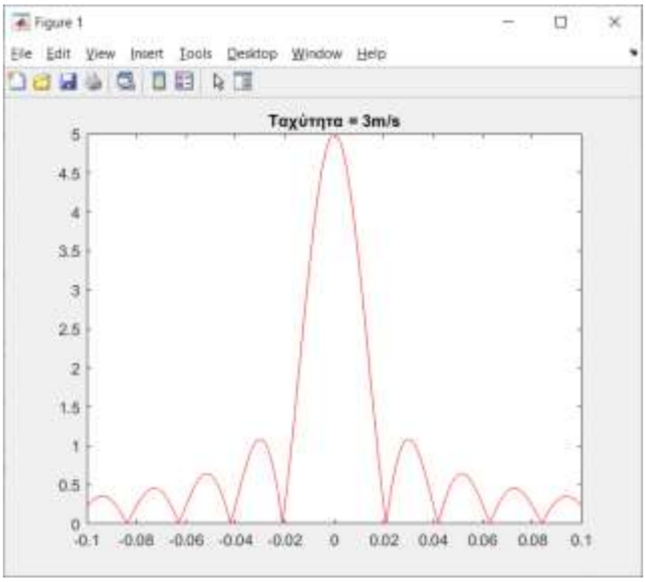


5. Άσκηση Γ'5

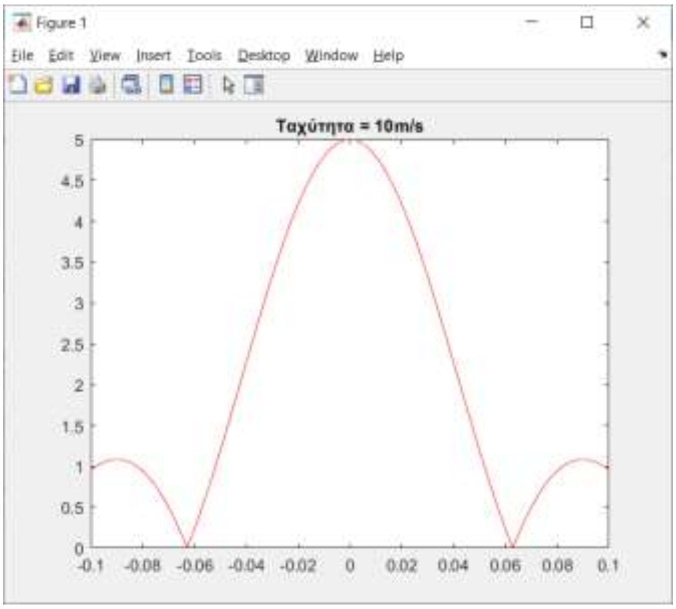
1) Σχεδιάζουμε τη συνάρτηση μεταφοράς |K^(x)| για διάφορους συνδυασμούς c-T:



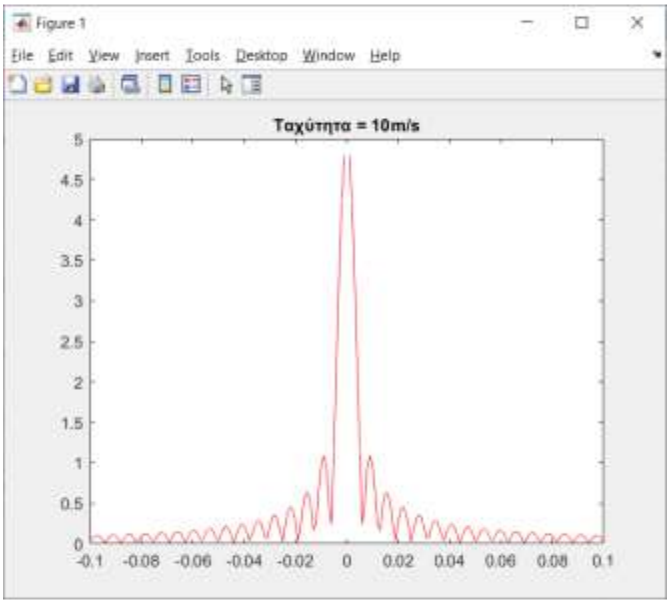
(c=3, T=10)



(c=3, T=100)



(c=10, T=10)

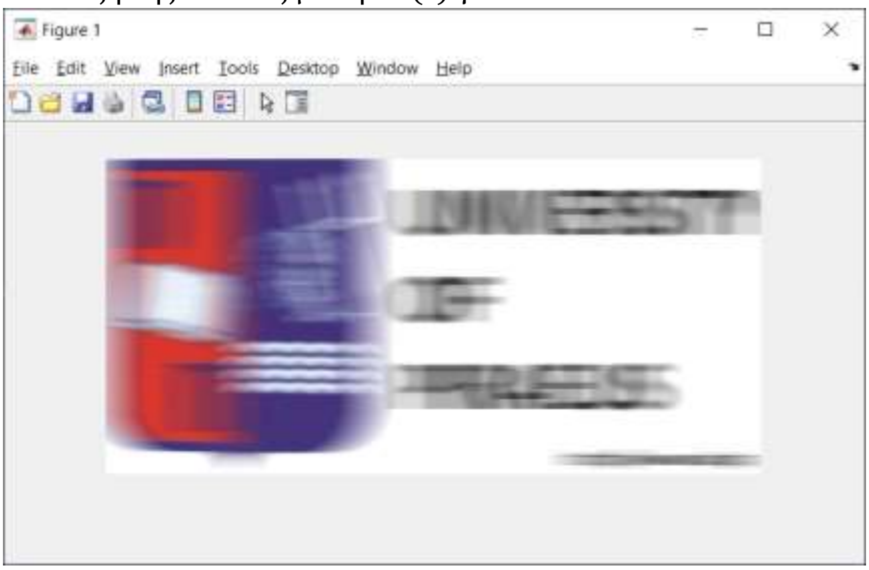


(c=10, T=10)

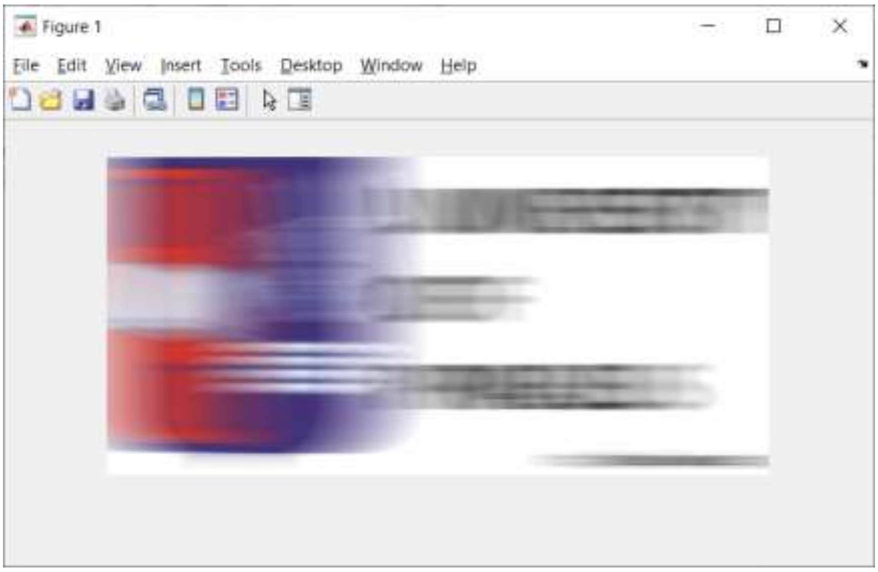
2) Λύνοντας την εξίσωση $|K\hat{}(s)| = 0$ έχουμε:
$|K\hat{}(s)| = 0 \leftrightarrow$ σταθερά $\cdot|\sin(c\cdot T\cdot s/2) / (c\cdot T\cdot s/2)| = 0 \leftrightarrow$
$\leftrightarrow \sin(c\cdot T\cdot s/2) / (c\cdot T\cdot s/2) = 0 \leftrightarrow \sin(c\cdot T\cdot s/2)=0 \leftrightarrow$
$\leftrightarrow c\cdot T\cdot s/2 = \kappa\cdot\pi ,\kappa \in Z \leftrightarrow s = 2\cdot\kappa\cdot\pi/c\cdot T$
Η ταχύτητα c βρίσκεται στον παρονομαστή, άρα όσο αυξάνεται, μειώνεται το s. Όπως θα φανεί και στο τρίτο ερώτημα, η αύξηση της ταχύτητας (μείωση του s) οδηγεί στην αύξηση του θολώματος.

3) Αρχική εικόνα:

Συνέλιξη της εικόνας με την K(s) για c=5 και T=10:



Για c=10:



(αυξημένη θόλωση)