ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧ/ΚΩΝ Η/Υ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

‘ΘΕΩΡΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ’

Ακαδ. Έτος **2011 - 2012**

ΕΡΓΑΣΙΑ MATLAB

Παρατηρήσεις:

1. Στόχος της εργασίας είναι η εμπέδωση σημαντικών εννοιών του μαθήματος αλλά και γενικότερα η εξοικείωση με τις εφαρμογές του περιβάλλοντος MATLAB στα ‘Σήματα και Συστήματα’.
2. Η εργασία είναι <u>προαιρετική</u>, μπορεί να μετρήσει <u>προσθετικά</u> στο βαθμό του σπουδαστή έως και 1/10 της συνολικής βαθμολογίας τους μαθήματος και μπορεί να παραδοθεί από ομάδες <u>μέχρι 2 ατόμων</u>.
3. Καταληκτική ημερομηνία παράδοσης της αναφοράς: <u>Έως και την ημέρα/ώρα του τελικού διαγωνίσματος</u>.
4. <u>Καμία παράταση δεν θα δοθεί</u>.
5. Οι εργασίες θα εξεταστούν προφορικά. Λεπτομέρειες θα ανακοινωθούν έγκαιρα.
6. Συνοπτική προφορική επεξήγηση της εργασίας θα γίνει στο φροντιστήριο της <u>Τρίτης 20 Δεκεμβρίου</u>.
7. Η βαθμολογία μιας εργασίας θα εξαρτηθεί από την ορθότητα των αποτελεσμάτων και τον τρόπο παρουσίασης. Θα αξιολογηθούν ακόμα και <u>ημιτελείς</u> προσπάθειες αρκεί να έχουν παραδοθεί <u>εμπρόθεσμα</u> οι σχετικές αναφορές.
8. Σημειώνεται ότι στις εργασίες σας, σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να <u>τεκμηριώσετε</u> την άποψή σας με σειρά σχετικών διαγραμμάτων.
9. Ο <u>κώδικας</u> που έχει χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να δοθεί μαζί με την αναφορά.
10. Η αναφορά μπορεί να παραδοθεί σε <u>εκτυπωμένη</u> ή <u>ηλεκτρονική</u> μορφή.

Μέρος 1ο - Φασματική Ανάλυση και Ανίχνευση Ημιτονοειδών με τον Διακριτό Μετ/σμό Fourier (DFT)

Το σήμα ανάλυσης $x[n]$ ορίζεται ως το άθροισμα δύο ημιτόνων

$$x[n] = [A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot n) + A_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot n)] \cdot w[n]$$

όπου $A_1 = 1$ και $A_2 = 0.75$ τα πλάτη των ημιτόνων και ω_1 και ω_2 οι συχνότητές τους. Οι συχνότητες είναι διαφορετικές για κάθε σπουδαστή και ο τρόπος υπολογισμού τους δίνεται στο τέλος της άσκησης. Το σήμα είναι παραθυροποιημένο με παράθυρο $w[n]$:

$$w[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq L-1 \\ 0, & \text{αλλού} \end{cases}$$

όπου $L = 512$ το μήκος του παραθύρου (σε δείγματα).

Ζητούνται τα εξής:

1.1. Υπολογίστε την αυτοσυσχέτιση του σήματος $x[n]$ με την χρήση της ρουτίνας **xcorr()** του MATLAB. Δώστε την γραφική παράσταση. Τι παρατηρείτε;

1.2. Θεωρείστε σαν μήκος σήματος $L = 256$ δείγματα. Υπολογίστε τον Διακριτό Μετ/σμό Fourier (ΔΜΦ) μήκους $N = 256$ δειγμάτων και σχεδιάστε το πλάτος του.

1.3. Μεταβάλλοντας τις δύο συχνότητες ω_1, ω_2 βρείτε πόσο μικρή μπορεί να γίνει η διαφορά $\Delta\omega$ ώστε να ξεχωρίζουν οι δύο κορυφές. Οι συχνότητες ω_1 και ω_2 των δύο ημιτόνων τροποποιούνται με μικρά βήματα, μετακινούμενες προς την μέση τιμή τους. Τι παρατηρείτε;

1.4. Επαναλάβετε το παραπάνω πείραμα αλλά ο Διακριτός Μετ/σμός Fourier θα έχει μήκος $N = 512$ και 1024 δείγματα (μετά από την διαδικασία του zero-padding). Εξετάστε την ευκρίνεια φάσματος του σήματος και την δυνατότητα φασματικής διάκρισης των δύο ημιτόνων για τα διαφορετικά μήκη του ΔΜΦ. Τι παρατηρείτε για τις διαφορετικές τιμές του N ; Εξηγείστε τα αποτελέσματά σας.

1.5. Για τα ανωτέρω ερωτήματα χρησιμοποιήθηκε ορθογώνιο παράθυρο $w[n]$. Επαναλάβατε και στην περίπτωση ενός παραθύρου Hamming

$$w[n] = \begin{cases} 0.54 - 0.46\cos\left(2\pi \frac{n}{L}\right), & 0 \leq n \leq L-1 \\ 0, & \text{αλλού} \end{cases}$$

με μήκος $L = 512$ σημεία (να χρησιμοποιήσετε την ρουτίνα **hamming()** του MATLAB).

Υπολογισμός Συχνοτήτων: Σημειώστε το όνομα και το επίθετο του πρώτου (αλφαβητικά) μέλους της ομάδας σας με λατινικούς χαρακτήρες.

- Για την συχνότητα ω_1, αφού υπολογίσετε τα μήκη l_1 και l_2 σε χαρακτήρες του ονόματος και του επιθέτου σας αντίστοιχα, θεωρείστε ότι :

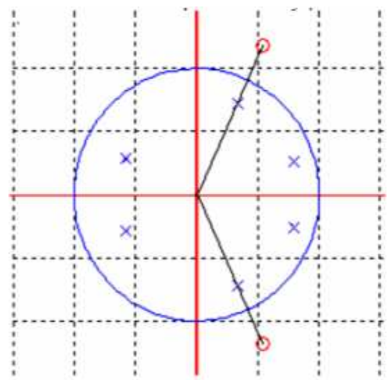
$$\omega_1 = \pi \bmod\left(\left[\frac{10}{11}\frac{\max(l_1, l_2)}{l_1 + l_2}\right], 1\right)$$

- Για την ω_2, θεωρείστε ότι:

$$\omega_2 = \bmod\left(\omega_1 + \frac{\pi}{4}, \pi\right)$$

Μέρος 2ο - Απόκριση Συστημάτων

Θεωρήστε ένα Γραμμικό Χρονικά Αμετάβλητο σύστημα για το οποίο η σχετική θέση των πόλων και των μηδενικών στο z-επίπεδο είναι όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα δηλαδή έχει 3 ζευγάρια συ-



ζυγών πόλων και ένα ζευγάρι συζυγών μηδενικών. Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι το μεσαίο ζευγάρι των πόλων είναι 'ευθυγραμμισμένο' με τον τρόπο που φαίνεται με το ζευγάρι των μηδενικών και την αρχή των αξόνων.

2.1. Αφού επιλέξετε κατάλληλα τις θέσεις των πόλων και των μηδενικών, αρχικά δώστε τα διαγράμματα που αντιστοιχούν στην κρουστική, βηματική απόκριση του συστήματος καθώς και στην απόκριση συχνότητας (φάση και πλάτος) με χρήση των ρουτινών όπως οι **zp2tf()**, **freqz()**, **impz()**. Επιβεβαιώστε τα αποτελέσματα σας με χρήση του εργαλείου **fvtool()**.

2.2. Διεγείρετε το σύστημα με ένα σήμα θορύβου αρκετά μεγάλου μήκους ($N = 1000$ δείγματα ενδεικτικά). Χρησιμοποιείστε για το σκοπό αυτό τη ρουτίνα **rand()**. Συγκρίνετε την κρουστική απόκριση του συστήματος και την έξοδο του σε μια τέτοια διέγερση.

2.3. Διεγείρετε το σύστημα με μια περιοδική παλμοσειρά μοναδιαίων παλμών (με περίοδο $T = 50$ δείγματα, $N = 1000$ δείγματα ενδεικτικά). Για την δημιουργία του σήματος εισόδου μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την ρουτίνα **gensig()**. Συγκρίνετε την έξοδο με την κρουστική απόκριση του συστήματος καθώς και την έξοδο του προηγούμενου ερωτήματος. Τι παρατηρείτε;

2.4. Μετακινήστε τους δύο πόλους που είναι στις ίδιες ευθείες με τα μηδενικά και την αρχή των αξόνων μόνο ακτινικά. Κάντε το ίδιο και για τα μηδενικά. Η μετακίνηση να γίνεται με μικρά βήματα (ενδεικτικό βήμα: 0.1). Τι παρατηρείτε στο διάγραμμα της Απόκρισης Πλάτους του συστήματος καθώς οι πόλοι προσεγγίζουν τα μηδενικά ή απομακρύνονται από αυτά;