



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,

## ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΣ 08: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ

Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007, Εαρινό Εξάμηνο

### Φροντιστηριακή Άσκηση 1:

#### Εκτίμηση Φάσματος Σημάτων και Σχεδίαση Ψηφιακών Φίλτρων

5 Μαρτίου 2007

Σε ένα σήμα  $x(t)$  έχει επιδράσει υψίσυχνος θόρυβος  $e(t)$  μετατρέποντας το στο σήμα  $y(t) = x(t) + e(t)$ . Το σήμα  $y(t)$  έχει δειγματοληπτηθεί με συχνότητα δειγματοληψίας  $F_s = 16$  kHz (16000 δείγματα / sec), δημιουργώντας το διακριτό σήμα  $y(n)$ , ( $n$  ακέραιος).

- Από το περιβάλλον εργασίας της Matlab φορτώστε το αρχείο *ranSignal.mat* στο οποίο έχει αποθηκευτεί το σήμα  $y(n)$ .
- Χρησιμοποιώντας την εντολή *psd* με κατάλληλες παραμέτρους υπολογίστε και απεικονίστε τη φάσμα ισχύος του σήματος  $y(n)$ .
- Με βάση το ερώτημα (b) να βρεθούν οι κύριες συχνότητες που περιέχει το σήμα  $y(n)$ .
- Να υπολογίσετε τα πλάτη των συχνοτήτων του ερωτήματος (c)

*Σημείωση:* Η ισχύς ενός περιοδικού σήματος  $f(n) = A \sin(\omega n)$ , με περίοδο  $M$ , δίνεται από τη σχέση:

$$P_f = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x(n)|^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x^2(n) = \frac{A^2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \sin^2(\omega n) = \frac{A^2}{2}$$

- Με βάση τα ερωτήματα (c)-(d) δώστε τη μορφή του σήματος  $x(t)$  (το αρχικό σήμα στο οποίο δεν είχε επιδράσει θόρυβος).
- Χρησιμοποιώντας το Signal Processing Tool (εντολή *sptool*) σχεδιάστε ένα φίλτρο με βαθυπερατό φίλτρο με προδιαγραφές:  
Passband  $[0 \ \omega_{p1}]$ , ripple 1dB. Stopband  $[\omega_{s1} \ \pi]$  attenuation 50 dB,  
όπου οι συχνότητες  $\omega_{p1}$  και  $\omega_{s1}$  έχουν υπολογιστεί έτσι ώστε να αποκόπτεται μόνο ο υψίσυχνος θόρυβος.
- Εκτελέστε το ερώτημα (f) για διάφορες μεθοδολογίες σχεδίασης (π.χ. equiripple FIR, Kaiser FIR, Chebyshev I IIR, Elliptic IIR κλπ και συγκρίνετε τις τάξεις των φίλτρων που προκύπτουν)
- Σχεδιάστε τα διαγράμματα πλάτους, φάσης και την καθυστέρηση ομάδας (group delay) των φίλτρων του ερωτήματος (g)
- Εφαρμόστε ένα από τα φίλτρα που δημιουργήσατε στο ερώτημα (f) στο σήμα  $y(n)$  και σώστε το αποτέλεσμα στο σήμα  $z(n)$ .
- Συγκρίνετε τα φάσματα ισχύος των σημάτων  $y(n)$  και  $z(n)$  και εξηγήστε τις διαφορές τους.
- Ακούστε τα σήματα  $y(n)$  και  $z(n)$  (χρησιμοποιείστε την εντολή *soundsc* με τα κατάλληλα ορίσματα) και σημειώστε τις παρατηρήσεις σας.