Παν.Θεσσαλίας,ΤΜΗΥΤΔ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ Ακ.Έτος 2012-13

07-02-2013 **Τελική Εξέταση**

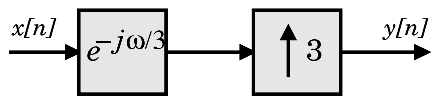
Ονομα/νυμο: **Υπογραφή:**

AM: **Εξάμηνο:** **Αριθμός διφύλλων:**

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: *Ανοιχτό βιβλίο μαθήματος & σημειώσεις μαθήματος. Κλειστά κινητά.*

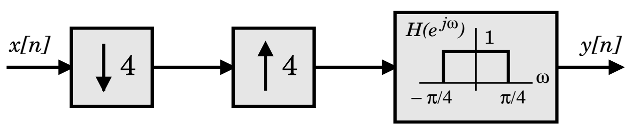
Θέμα 1: (22%) Τα (a) και (b) είναι ανεξάρτητα ερωτήματα. Απαντήστε αναλυτικά.

(a) Στο σύστημα του σχήματος, η είσοδος είναι η $x[n] = \delta[n]$. Σχεδιάστε το πλάτος και την φάση του $Y(e^{j\omega})$ της εξόδου (για $|\omega| < \pi$).



(b) Ποια είναι η έξοδος $y[n]$ του συστήματος του σχήματος, όταν η είσοδος $x[n]$ είναι η

$$x[n] = \left[\frac{\sin(\pi\, n/8)}{\pi n}\right]^2$$



Θέμα 2: (28%) Δίνεται το αιτιατό, γραμμικό, χρονικά αναλλοίωτο σύστημα:

$$H(z) \;=\; \frac{(1 \,-\, 0.5\, z^{-1})\,(1 \,+\, 4\, z^{-2})}{(1 \,-\, 0.64\, z^{-2})} \;\; .$$

(a) Σχεδιάστε το διάγραμμα υλοποίησής του σε κανονική μορφή (direct form) I και II, όπως και ένα διάγραμμα υλοποίησής του σε σειρά (cascade).

(b) Σχεδιάστε το διάγραμμα μηδενικών και πόλων του.

(c) Εκφράστε τη συνάρτηση μεταφοράς ως γινόμενο συστήματος ελάχιστης φάσης (minimum phase), $H_1(z)$, και ολοπερατού (all pass), $H_{ap}(z)$, δηλαδή $H(z) = H_1(z)\, H_{ap}(z)$, και σχεδιάστε τα διαγράμματα πόλων/μηδενικών τους.

(d) Εκφράστε τη συνάρτηση μεταφοράς ως γινόμενο ενός άλλου συστήματος ελάχιστης φάσης (minimum phase), $H_2(z)$, και ενός συστήματος πεπερασμένης κρουστικής απόκρισης, γραμμικής φάσης (F.I.R., linear phase), $H_{lin}(z)$, δηλαδή $H(z) = H_2(z)\, H_{lin}(z)$, και σχεδιάστε τα διαγράμματα πόλων/μηδενικών τους.

<u>Θέμα 3:</u> (25%) Τα (a) και (b) είναι ανεξάρτητα ερωτήματα. Απαντήστε αναλυτικά.

(a) Έστω ότι το φίλτρο διακριτού χρόνου δίνεται από την:

$$H(z) \;=\; \frac{6}{1 \,-\, e^{-0.3}\, z^{-1}} \;-\; \frac{3}{1 \,-\, e^{-0.6}\, z^{-1}} \;\;.$$

Το φίλτρο αυτό έχει σχεδιαστεί με την μέθοδο της αμετάβλητης κρουστικής απόκρισης (implulse invariance) με βάση ένα φίλτρο συνεχούς χρόνου, χρησιμοποιώντας τη σχέση $h[n] \,=\, 3\, h_c(3\, n)$ μεταξύ των κρουστικών αποκρίσεων του φίλτρου διακριτού και συνεχούς χρόνου. Βρείτε μία συνάρτηση μεταφοράς του φίλτρου συνεχούς χρόνου, $H_c(s)$, από την οποία μπορεί να προέκυψε το δοθέν φίλτρο διακριτού χρόνου.

(b) Σχεδιάστε ένα κατωπερατό (lowpass) φίλτρο Butterworth τάξης 1 με συχνότητα στην απόσβεση 3 dB ίση με $\omega_c \,=\, 0.8\,\pi$. Χρησιμοποιείστε τον δι-γραμμικό μετασχηματισμό, όπως επίσης και την μέθοδο αμετάβλητης κρουστικής απόκρισης. Βρείτε τις $H(z)$ σε κάθε περίπτωση. Δίνεται ότι $\tan(0.4\,\pi) = 3.078$.

<u>Θέμα 4:</u> (25%) Τα (a) και (b) είναι ανεξάρτητα ερωτήματα. Απαντήστε αναλυτικά.

(a) Υπολογίστε την *κυκλική* συνέλιξη των ακολουθιών:

$$x[n] \;=\; 6\,\delta[n] \;+\; 5\,\delta[n-1] \;+\; 4\,\delta[n-2] \;+\; 3\,\delta[n-3] \;+\; 2\,\delta[n-4] \;+\; \delta[n-5]$$

και

$$h[n] \;=\; \delta[n] \;+\; \delta[n-4] \;\;,$$

για $N = 6$ και για $N = 10$.

(b) Δίνεται το σήμα:

$$x[n] = \begin{cases} \cos(\pi\, n/6)\;, & 0 \le n \le 35 \\ \cos(\pi\, n/2)\;, & 36 \le n \le 71 \\ 0\;, & \text{αλλού} \end{cases}$$

του οποίου θέλουμε να εκτιμήσουμε το φασματόγραμμα. Υπολογίστε (και σχεδιάσετε σε $3-\mathrm{D}$) τα δείγματα

$$X[rR, k] = \sum_{m=0}^{L-1} x[rR+m]\, w[m]\, e^{-j\,(2\,\pi/N)\,k\,m}\,,$$

για $-\infty < r < \infty$ και $0 \le k \le N-1$, όπου το $w[n]$ είναι ένα ορθογώνιο παράθυρο μήκους $L = 36$, ο DFT έχει μήκος $N = 36$, και η δειγματοληψία στο χρόνο γίνεται επίσης με $R = 36$.