

Θ.Ε. ΠΛΗ22 (2012-13)

2η Γραπτή Εργασία

Στόχος: Η 2^η εργασία αποσκοπεί στην κατανόηση των συστατικών στοιχείων των αναλογικών διαμορφώσεων, της δειγματοληψίας, και της μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.

Περιγραφή

Η 2^η εργασία περιλαμβάνει επτά (7) θέματα που αναφέρονται στα Κεφάλαια 3,4,5 του Τόμου των «Ψηφιακών Επικοινωνιών» (Μέρος Α) και στα Κεφάλαια 3,5 του Τόμου «Ψηφιακές Επικοινωνίες II: Σήματα-Διαμόρφωση-Θόρυβος» (Μέρος Β). *Σημείωση:* Για όλα τα θέματα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε χωρίς απόδειξη τις ιδιότητες των μετασχηματισμών Fourier και τους μετασχηματισμούς Fourier χαρακτηριστικών σημάτων από πίνακες. Οι σχετικές ασκήσεις που αναφέρονται στους στόχους της κάθε άσκησης συμβολίζονται ως εξής:

ΓΕχ(Γραπτή Εργασία x) ή ΕΞχ(Εξετάσεις έτους x Α ή Β)/Ακαδημαϊκό Έτος/ Αριθμός θέματος

ΘΕΜΑ 1

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με θέματα FM σημάτων και ιδίως με την εξαγωγή του σήματος μηνύματος και τον υπολογισμό της ισχύος του, καθώς και τον υπολογισμό της στιγμιαίας απόκλισης φάσης και συχνότητας και του εύρους ζώνης του διαμορφωμένου FM σήματος.

Σχετικές ασκήσεις: ΓΕ2/2010-1/Θ6.γ , ΓΕ2/2009-10/Θ1, ΓΕ2/2008-9/Θ5, ΓΕ2/2007-8/Θ3, ΓΕ2/2006-7/Θ3, ΕΞ2005Β/Θ5.Β.iv

Δίνεται το διαμορφωμένο κατά FM σήμα, με γωνιακή συχνότητα $\omega_c = 2\pi \cdot 10^8$ rad/sec, το οποίο περιγράφεται ως ακολούθως:

$$y(t) = 10 \cos \left(\omega_c t + \frac{5}{\pi} \cdot \cos(4000\pi t) \cdot \cos(3000\pi t) + \frac{5}{\pi} \cdot \sin(4000\pi t) \cdot \sin(3000\pi t) \right)$$

Θεωρώντας ότι $k_f = 100/\pi$, να βρεθούν τα εξής:

- (α). Το σήμα μηνύματος και η μέση ισχύς του
- (β). Η στιγμιαία απόκλιση φάσης,
- (γ). Η στιγμιαία απόκλιση συχνότητας και η μέγιστη τιμή της και
- (δ). Το εύρος ζώνης του δεδομένου κατά FM διαμορφωμένου σήματος.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Για τις απαντήσεις όλων των ερωτημάτων δείτε την αντίστοιχη θεωρία στο βιβλίο σας. Ειδικώς, για τον υπολογισμό της ισχύος του σήματος μηνύματος να εφαρμόσετε την ταυτότητα Parseval (δείτε τη σχετική ενότητα του βιβλίου σας, Μέρος Β του τόμου Β).

ΘΕΜΑ 2

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τη δειγματοληψία, την κβάντιση και την κωδικοποίηση PCM.

Σχετικές Ασκήσεις: ΓΕ2/0405/Θ5, ΓΕ2/0708/Θ4, ΓΕ2/0809/Θ2

Έστω το σήμα $y(t) = t \cdot \text{sinc}^2(500t)$ καθώς και το σήμα $x(t) = y^2(t)$. Το $x(t)$ μεταδίδεται ψηφιακά με PCM ομοιόμορφης κβάντισης. Οι προδιαγραφές μετάδοσης απαιτούν:

- i) το στιγμιαίο σφάλμα μεταξύ της πραγματικής τιμής του σήματος $x(t)$ και της κβαντισμένης τιμής του σήματος PCM να είναι το πολύ 1.5% του peak-to-peak πλάτους του, και
- ii) η δειγματοληψία να πραγματοποιηθεί με ρυθμό κατά 20% μεγαλύτερο από αυτόν του Nyquist.

Να βρεθούν:

- (α) Το εύρος ζώνης του σήματος $y(t)$
- (β) Το εύρος ζώνης του σήματος $x(t)$
- (γ) Ο απαιτούμενος αριθμός bits της PCM
- (δ) Το εύρος ζώνης της ψηφιακής μετάδοσης.

Υπόδειξη: Σε έναν ομοιόμορφο κβαντιστή το μέγιστο στιγμιαίο σφάλμα μεταξύ πραγματικής και κβαντισμένης τιμής ενός σήματος είναι ίσο με το μισό του βήματος κβαντισμού, δηλ. $\Delta/2$.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Στα ερωτήματα (α),(β) να υπολογίσετε πρώτα το μετ/σμό Fourier των σημάτων και μετά να εφαρμόσετε τη σχετική θεωρία της δειγματοληψίας. Στο ερώτημα (γ) να δείτε την άσκηση Αυτοαξιολόγησης 4.7, “Ψηφιακές επικοινωνίες Ι”, σελ. 201. Στο ερώτημα (δ) να κάνετε χρήση του αντίστοιχου τύπου υπολογισμού του εύρους ζώνης στη σελ. 129, “Ψηφιακές επικοινωνίες Ι”.

ΘΕΜΑ 3

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις αναλογικές διαμορφώσεις πλάτους και με τη χρήση ιδανικών φίλτρων.

Σχετικές Ασκήσεις: Θ1/ΕΞ2008-09, Θ3/ΓΕ2/2005-06

Δίνονται τα σήματα

$$x(t) = -4\cos(300\pi t) - 2\sin(400\pi t) - 2\cos(600\pi t)$$

$$\text{και } y(t) = a \left[\sin^2(at) + 6\sin c(6at) \right], \text{ με } a = 50.$$

Το $y(t)$ διαμορφώνει το φέρον $c(t) = 2\cos(1400\pi t)$ κατά πλάτος DSB και κατόπιν το διαμορφωμένο σήμα προστίθεται στο $x(t)$ οπότε προκύπτει το σήμα $z(t) = x(t) + c(t)y(t)$ που στη συνέχεια περνά από 2 φίλτρα:

1/ Βαθυπερατό φίλτρο με συνάρτηση μεταφοράς $H_1(f) = u(f + f_0) - u(f - f_0)$ με $f_0 = 350\text{Hz}$

2/ Άγνωστο ιδανικό φίλτρο μοναδιαίου πλάτους

- (α) Υπολογίστε το $z(f)$ και σχεδιάστε το φάσμα του.
- (β) Υπολογίστε το φάσμα στην έξοδο του 1^{ου} (βαθυπερατό) φίλτρου
- (γ) Γνωρίζοντας ότι η έξοδός του αποτελείται από το άθροισμα δύο ημιτονικών σημάτων με περίοδο 1/100sec, να προτείνετε και να περιγράψετε δυο διαφορετικές επιλογές για το άγνωστο ιδανικό φίλτρο.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Για το (γ) εξετάστε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς σημάτων που υπάρχουν στην έξοδο του βαθυπερατού φίλτρου.

ΘΕΜΑ 4

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις αναλογικές διαμορφώσεις πλάτους και με τη χρήση ιδανικών φίλτρων.

Σχετικές Ασκήσεις: Θ5/ΓΕ2/2011-12, Θ3/ΓΕ2/2009-10, Θ4/ΓΕ2/2008-09

Έστω το σήμα $x(t) = A \sin c^2(B^4 t)$, $\{A, B\} > 0$.

(α) Να υπολογίσετε το B αν η διπλάσια περίοδος δειγματοληψίας του $x(t)$ είναι 1sec.

(β) Το σήμα $x(t)$ διαμορφώνει συνημιτονικό φέρον μοναδιαίου πλάτους και συχνότητας f_c με διαμόρφωση DSB. Να υπολογίσετε την έκφραση στο πεδίο του χρόνου και το φάσμα πλάτους του διαμορφωμένου σήματος και στη συνέχεια να προσδιορίσετε την κρουστική απόκριση και τη συνάρτηση μεταφοράς κατάλληλου ζωνοπερατού φίλτρου για να δημιουργηθεί σήμα SSB κάτω πλευρικής ζώνης.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Να χρησιμοποιήσετε το θεώρημα δειγματοληψίας αφού υπολογίσετε το ΜΣ Fourier του $x(t)$ και κατόπιν θεωρία διαμόρφωσης DSB – SSB με το κατάλληλο φίλτρο.

ΘΕΜΑ 5

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τη διαμόρφωση DSB και με την ισχύ ενός σήματος
Σχετικές ασκήσεις: Θ1/ΓΕ2/0809, Θ1/ΓΕ2/1011.

Έστω ότι το σήμα μηνύματος $m(t) = 2 \cos(2000\pi t) + \cos(6000\pi t)$ διαμορφώνει κατά DSB συνημιτονοειδές φέρον σήμα συχνότητας 1 MHz και πλάτους 100 Volt.

(α) Να υπολογίσετε την έκφραση του διαμορφωμένου σήματος στο πεδίο του χρόνου

(β) Να υπολογίσετε το φάσμα του διαμορφωμένου σήματος.

(γ) Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ του διαμορφωμένου σήματος.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Να υπολογίσετε το διαμορφωμένο σήμα με βάση τους τύπους που δίνονται στη θεωρία και να λάβετε υπόψη τις συνθήκες που πρέπει να ισχύουν σε κάθε περίπτωση. Για τον υπολογισμό της μέσης ισχύος να εφαρμόσετε την ταυτότητα Parseval.

ΘΕΜΑ 6

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις αναλογικές διαμορφώσεις γωνίας (PM, FM), καθώς και με τη θεωρία δειγματοληψίας.

Σχετικές ασκήσεις: Παράδειγμα 2/τόμος Β' -Μέρος Β', Θ3/ΓΕ2/1112

Σήμα πληροφορίας $x_m(t) = 100 \text{sinc}^2(100t)$ διαμορφώνει κατά συχνότητα (FM)

συνημιτονικό φέρον σήμα πλάτους 10Volt και συχνότητας 2000 Hz με σταθερά απόκλισης

συχνότητας $k_f = 20\pi \frac{\text{rad/sec}}{\text{Volt}}$.

(α) Να δώσετε την έκφραση του φέροντος σήματος στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο των συχνοτήτων. Επίσης, να δοθεί η έκφραση στο πεδίο των συχνοτήτων του σήματος πληροφορίας και να σχεδιαστούν τα φάσματα πλάτους για το φέρον σήμα και για το σήμα πληροφορίας.

(β) Να υπολογιστούν οι ελάχιστες συχνότητες δειγματοληψίας για το φέρον σήμα και το

σήμα πληροφορίας, εφαρμόζοντας το κριτήριο δειγματοληψίας Nyquist.

(γ) Να γράψετε την έκφραση στο πεδίο του χρόνου του διαμορφωμένου σήματος FM.

(δ) Να υπολογίσετε το εύρος ζώνης του διαμορφωμένου σήματος FM.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Να χρησιμοποιήσετε τις τυπικές εκφράσεις των διαμορφωμένων σημάτων κατά FM ώστε να υπολογίσετε τις ζητούμενες εκφράσεις των σημάτων. Επίσης, να χρησιμοποιήσετε κατάλληλα τον κανόνα Carson για τον υπολογισμό του εύρους ζώνης γωνιακά διαμορφωμένων σημάτων.

ΘΕΜΑ 7

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις αναλογικές διαμορφώσεις πλάτους και τη δειγματοληψία, καθώς και τον προσδιορισμό του εύρους ζώνης και της διάρκειας ενός σήματος και το χαρακτηρισμό των σημάτων μέσω του γινομένου Διάρκειας-Εύρους Ζώνης.

Σχετικές ασκήσεις: Θ5/ΓΕ2/2011-12, ΕΞ2009Β/Θ2, Θ4/ΓΕ2/2008-09, Θ3/ΓΕ2/2010-11.

Δίνεται το σήμα $x_1(t) = 200\text{sinc}^2(200t)$. Με κατάλληλη επεξεργασία του σήματος αυτού

θέλουμε να λάβουμε σήμα $x_2(t)$ με φάσμα $X_2(f) = \text{tri}\left(\frac{f-400}{200}\right) + \text{tri}\left(\frac{f+400}{200}\right)$.

(α) Να υπολογίσετε τις απαραίτητες παραμέτρους για να ληφθεί το σήμα $x_2(t)$ με τους εξής διαφορετικούς τρόπους:

(α-i) Με διαμόρφωση πλάτους DSB, οπότε να υπολογίσετε το πλάτος και τη συχνότητα του φέροντος σήματος.

(α-ii) Με δειγματοληψία και χρήση κατάλληλου φίλτρου, οπότε να υπολογίσετε την απαιτούμενη συχνότητα δειγματοληψίας, την έκφραση στο πεδίο του χρόνου και στο πεδίο των συχνοτήτων του δειγματοποιημένου σήματος καθώς και την κρουστική απόκριση και τη συνάρτηση μεταφοράς του φίλτρου.

(β-i) Να υπολογίσετε το εύρος ζώνης του αρχικού σήματος $x_1(t)$ με βάση τον παρακάτω ορισμό #2-α.

Ορισμός #2-α: Το **Εύρος Ζώνης** ενός **βαθυπερατού** συστήματος ορίζεται ως η συχνότητα W όπου η απόκριση πλάτους $|H(f)|$ γίνεται $(1/\sqrt{2})$ φορές το πλάτος στη μηδενική συχνότητα.

(β-ii) Να υπολογίσετε το εύρος ζώνης και τη διάρκεια του αρχικού σήματος $x_1(t)$ με βάση τους παρακάτω ορισμούς #3-α και #3-β και κατόπιν να υπολογίσετε το αντίστοιχο γινόμενο Διάρκειας-Εύρους Ζώνης. Τι παρατηρείτε;

Ορισμός #3-α: Το **Εύρος Ζώνης Ισοδύναμου Παραλληλογράμμου** ενός σήματος $x(t)$ πεπερασμένης ενέργειας, με συνάρτηση πλάτους $|X(f)|$ συμμετρική ως προς $f=0$ και μέγιστη τιμή στη μηδενική συχνότητα $f=0$, ορίζεται ως:

$$W_{sq} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df}{2|X(0)|^2}$$

Ορισμός #3-β: Η αντίστοιχη δυική συνάρτηση **Ισοδύναμης** μέτρησης της **Διάρκειας** ορίζεται ως:

$$T_{sq} = \frac{(\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)| dt)^2}{\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt}$$

Ενδεικτική Μεθοδολογία: Να κάνετε χρήση βασικών ιδιοτήτων του ΜΣ Fourier και των διαφόρων μορφών του Θεωρήματος του Parseval.

Κριτήρια Αξιολόγησης

ΘΕΜΑ 1	16	
Ερώτημα (α)		5
Ερώτημα (β)		3
Ερώτημα (γ)		4
Ερώτημα (δ)		4
ΘΕΜΑ 2	17	
Ερώτημα (α)		5
Ερώτημα (β)		4
Ερώτημα (γ)		4
Ερώτημα (δ)		4
ΘΕΜΑ 3	14	
Ερώτημα (α)		5
Ερώτημα (β)		4
Ερώτημα (γ)		5
ΘΕΜΑ 4	11	
Ερώτημα (α)		5
Ερώτημα (β)		6
ΘΕΜΑ 5	12	
Ερώτημα (α)		4
Ερώτημα (β)		4
Ερώτημα (γ)		4
ΘΕΜΑ 6	14	
Ερώτημα (α)		3
Ερώτημα (β)		3
Ερώτημα (γ)		3
Ερώτημα (δ)		5
ΘΕΜΑ 7	16	
Ερώτημα (α-i)		3
Ερώτημα (α-ii)		5
Ερώτημα (β-i)		4
Ερώτημα (β-ii)		4
ΣΥΝΟΛΟ		100

Ο συνολικός βαθμός θα διαιρεθεί δια 10, ώστε να προκύψει ο τελικός βαθμός της εργασίας.

Τρόπος – Ημερομηνία Παράδοσης

1. Η εργασία σας θα πρέπει να έχει αποσταλεί στον Καθηγητή-Σύμβουλό σας μέχρι την **Κυριακή 06 Ιανουαρίου 2013**, ώρα 23:59.
2. Περιμένουμε όλες οι εργασίες να σταλούν με χρήση της υπηρεσίας ανάρτησης και διαχείρισης ΓΕ του ΕΑΠ, μέσω του συνδέσμου <http://moodle.eap.gr> και να είναι γραμμένες σε επεξεργαστή κειμένου (π.χ. MS-Word).
3. Την Παρασκευή 11 Ιανουαρίου 2013 θα δημοσιευθεί ενδεικτική απάντηση για την επίλυση της εργασίας στο site της Θ.Ε. στο <http://moodle.eap.gr> και στην ιστοσελίδα της ΠΛΗ-22 “<http://p-comp.di.uoa.gr/eap/index.html>”.

Καλή Επιτυχία!!!