Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε

A

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ Ι

Εξέταση ύλης θεωρίας χειμερινού εξαμήνου 2015 –2016 – Ιανουάριος 2016

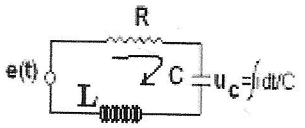
Ονοματεπώνυμο: ______________________________

Αρ. Μητρώου: ______________________________ Εξάμηνο: __________

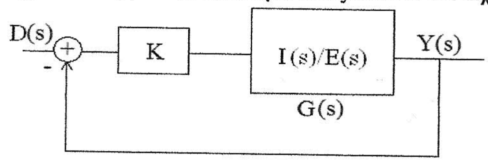
Συμπληρώσατε τα παραπάνω στοιχεία και στο γραπτό σας και παραδώσατε γραπτό και θέματα κατά την έξοδο σας. Απαντήσατε στα ερωτήματα με σαφήνεια. Απαντήσεις χωρίς αιτιολόγηση είναι ημιτελείς.

ΘΕΜΑ 1° (6.0)

Έστω σύστημα RLC με είσοδο τάση e(t) και έξοδο το ρεύμα i(t) που διαρρέει το κύκλωμα όπως δίδεται στο Σχήμα 1:



Σχήμα 1



Σχήμα 2

a) Να βρεθεί η συνάρτηση μεταφοράς G(s)=I(s)/E(s), όπου I(s) το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα. Αν στο RLC έχουμε R=1, L=1, C=1 και $E(s)= 1/s^2$ (δηλαδή συνάρτηση ράμπας) να σχεδιαστεί προσεγγιστικά η γραφική παράσταση του ρεύματος i(t) στο χρόνο (θα δείχνονται μέγιστες τιμές, πότε η έξοδος φθάνει στη μόνιμη κατάσταση κλπ). (2.0)

b) Ευελπιστούμε ότι για $E(s)=1/s^2$ το παραγόμενο ρεύμα i(t) θα προχωρά μέχρι τη μόνιμη τιμή του στην οποία και θα φθάνει σε κάποιο χρονικό διάστημα χωρίς ποτέ να την έχει υπερβεί μέχρι τότε. Για να επιτύχετε αυτό το ζητούμενο, έχετε το δικαίωμα είτε να μην αλλάξετε οτιδήποτε, είτε να επιλέξετε αντίσταση R=0.1 ή R=1.5 ή R=10. Να επιλέξετε και να εξηγήσετε (...με υπολογισμούς!) την επιλογή σας. (2.0)

c) Ένας συνάδελφός σας υποστηρίζει ότι μπορεί να δώσει λύσει στο πρόβλημα του ερωτήματος b κατασκευάζοντας κλειστό βρόχο με το υπάρχον σύστημα (με R=1, L=1, C=1), K>0 και $D(s)=1/s^2$, ανατροφοδοτώντας το μετρούμενο ρεύμα όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Να εξηγήσετε αν έχει δίκιο και γιατί; (Υπόδειξη: Βρείτε την Y(s)/D(s) και χρησιμοποιήσατε αυτή για να απαντήσετε). (2.0)

ΘΕΜΑ 2° (4.0)

Δίδεται σύστημα με κάποια συνάρτηση μεταφοράς G(s) όπως παρακάτω:

$$G(s)=\frac{Y(s)}{U(s)}=\frac{4}{s^2+2\cdot s}$$

a) Να υπολογίσετε την απόκριση y(t) σε κρουστική είσοδο u(t)=δ(t) και να την σχεδιάσετε. (2.0)

b) Να γίνουν τα διαγράμματα BODE μέτρου και φάσης του G(s). (2.0)

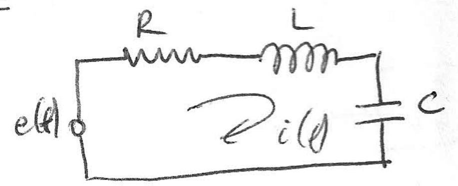
ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

Δ. ΔΗΜΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΑΚ Ι – Ιανουάριος 2016 (Α)

Θέμα 1ο:

α)



$$i(t)R + L\frac{d}{dt}i(t) + \frac{\int i\,dt}{C} = e(t) \Rightarrow$$

Α.Σ. $\stackrel{\Delta}{=} 0$

$$\Rightarrow I(s)R + LsI(s) + \frac{1}{sC}I(s) = E(s) \Rightarrow$$

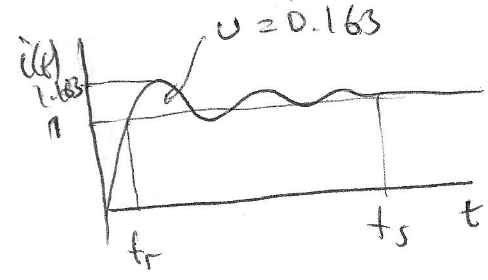
$$\Rightarrow I(s)RCs + LCs^2I(s) + I(s) = CsE(s) \Rightarrow$$

$\Rightarrow \frac{I(s)}{E(s)} = \frac{C\cdot s}{LCs^2+RCs+1}$ έστω $E(s)=\frac{1}{s^2}$ οπότε

$I(s) = \frac{C\cdot \cancel{s}}{L\cdot C\cdot s^2+R\cdot C\cdot s+1}\cdot\frac{1}{s^{\cancel{2}}} = \frac{C\cdot\frac{1}{LC}}{s^2+\frac{R}{L}s+\frac{1}{LC}}\cdot\frac{1}{s}$. Είναι λοιπόν σαν ένα τυπικό β' βάθμιο με $A = C$, $\omega_n=\sqrt{\frac{1}{LC}}$, $2\cdot\zeta\omega_n = \frac{R}{L}$ στο οποίο θέτουμε είσοδο $\frac{1}{s}$ δηλ. βηματική. Άρα μπορώ πολύ εύκολα να βρω απόκριση από τους τύπους:

$L=C=R=1 \Rightarrow I(s) = \frac{1}{s^2+s+1}\cdot\frac{1}{s}$ $\quad s_{1,2}=-0.5\pm j\frac{\sqrt{3}}{2}$

$A=1$, $\omega_n=1$ $\quad 2\cdot\zeta\cdot\omega_n = 2\cdot\zeta\cdot 1 = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \zeta=\frac{1}{2}$



$t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n} = \frac{4}{\frac{1}{2}\cdot 1} = 8$ sec

$t_r = \frac{1+2.5\cdot\zeta}{\omega_n} = \frac{1+1.25}{1} = 2.25$

$U = e^{\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} = 0.163$

β) Έχω 3 επιλογές αντιστάσεων. Όποια και να βάλω $\omega_n=\sqrt{\frac{1}{LC}}$ άρα δεν επηρεάζεται το γινόμενο $2\cdot\zeta\cdot\omega_n=\frac{R}{L}$ παρά μόνο από το R. Είναι $2\cdot\zeta\omega_n = \frac{R}{L} \Rightarrow 2\cdot\zeta\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{R}{L} \Rightarrow$

$\Rightarrow \zeta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

R = 0.1 ⇝ $\zeta = 0.05$ ✗

R = 1.5 ⇝ $\zeta = 0.75$ ✗

R = 10 ⇝ $\zeta = 5$ ✓ για να μην έχω υπερύψωση