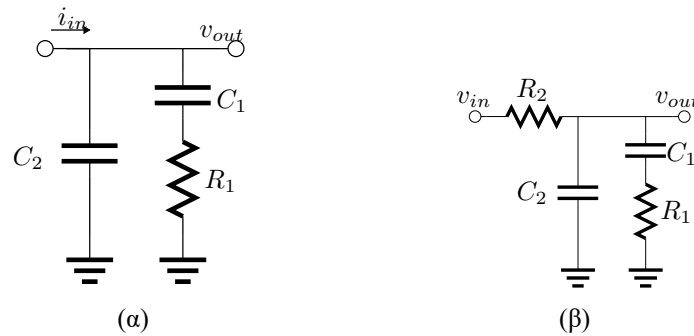


Σχεδίαση Φίλτρου PLL

Περιγραφή Εργασίας

Σε αυτή την εργαστηριακή εργασία θα κληθείτε να υλοποιήσετε ένα παθητικό φίλτρο και να μετρήσετε τις βασικές χαρακτηριστικές του. Συγκεκριμένα θα δημιουργήσουμε με τη βοήθεια του παλμογράφου το Bode διάγραμμα πλάτους και φάσης.



Σχήμα 1: Το παθητικό φίλτρο του PLL (α) με είσοδο ρεύμα και (β) με είσοδο τάση για μέτρηση στο εργαστήριο. Οι τιμές των στοιχείων είναι: $R_1 = 33\text{ k}\Omega$, $C_1 = 470\text{ nF}$, $C_2 = 47\text{ nF}$.

Προεργασία

Πριν την είσοδό σας στο εργαστήριο, βεβαιωθείτε ότι είστε εξοικειωμένοι με τα πειράματα που θα εκτελέσετε στον πάγκο του εργαστηρίου. Για το λόγο αυτό, διαβάστε προσεκτικά τη θεωρία που αντιστοιχεί στο εργαστήριο και προσομοιώστε τα κυκλώματα με ένα από τα εργαλεία που σας έχουν δοθεί (για παράδειγμα *LTspice*). Σημαντικό είναι να έχετε μελετήσει και να ξέρετε τί περιμένετε να παρατηρήσετε/μετρήσετε στο εργαστήριο σύμφωνα με τα βήματα που περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

Χαρακτηρισμός του Φίλτρου

Η επαλήθευση της ορθής λειτουργίας ενός φίλτρου (όπως και κάθε γραμμικού κυκλώματος) γίνεται με την παραγωγή του διαγράμματος Bode (πλάτους και φάσης). Το διάγραμμα Bode μπορεί να παραχθεί με αρκετούς τρόπους. Έχοντας στη διάθεσή μας εξειδικευμένα όργανα για τη σχεδίαση φίλτρων όπως είναι ο παλμογράφος *Keysight EDUX1002G* μπορούμε να παράξουμε αυτόματα το διάγραμμα Bode χρησιμοποιώντας μόνο τον παλμογράφο στη λειτουργία Frequency Response Analysis (FRA). Σημειώστε πως η λειτουργία αυτή δεν είναι καθιερωμένη και δεν συναντάται σε όλους τους παλμογράφους. Η λειτουργία FRA ελέγχει την ενσωματωμένη στον παλμογράφο γεννήτρια σήματος για να σαρώσει μια ημιτονοειδής κυματομορφή σε ένα εύρος συχνοτήτων ενώ ταυτόχρονα μετράει την είσοδο στην αλλά και την έξοδο από την υπό δοκιμή (Device Under Test, DUT) διάταξη. Για κάθε συχνότητα το κέρδος και η φάση μετρούνται και καταγράφονται σε ένα Bode διάγραμμα. Όταν ολοκληρωθεί η FRA, μπορείτε να μετακινήσετε τον κέρσορα που υπάρχει πάνω στο διάγραμμα για να δείτε τις μετρούμενες τιμές κέρδους και φάσης σε κάθε σημείο της συχνότητας. Επίσης μπορείτε να προσαρμόσετε τις ρυθμίσεις κλίμακας (scale) και μετατόπισης (offset) του διαγράμματος Bode.

Για τη συνδεσμολογία του φίλτρου με τον παλμογράφο ακολουθείτε τα επόμενα βήματα. Με ένα καλώδιο BNC (μπορείτε να πάρετε αυτό από την γεννήτρια σήματος) συνδέστε το ένα άκρο του στην πόρτα *Gen Out* και το άλλο στην είσοδο του φίλτρου. Επίσης στην είσοδο του φίλτρου συνδέστε το *CH1* του παλμογράφου και το *CH2* στην έξοδο του φίλτρου. Από το μενού των ρυθμίσεων, επιλέξτε ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα 10 Hz και 100 kHz αντίστοιχα. Τέλος, επιλέξτε *Run analysis* και περιμένετε μέχρι να δείτε το αποτέλεσμα της συχνοτικής μέτρησης. Για τη ρύθμιση των αξόνων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε: Gain scale 5.0db/, Gain offset -70.0db/, Phase scale 10.0°/ και phase offset -40.0°/

- Υπολογίστε θεωρητικά τη συνάρτηση μεταφοράς $H(s) = v_{out}(s)/i_{in}(s)$, του φίλτρου που απεικονίζεται στο Σχήμα 1(α).

- Υπολογίστε θεωρητικά τους πόλους και τα μηδενικά της $H(s)$ συναρτήσεως των R_1 , C_1 , C_2 .
- Κατασκευάστε το κύκλωμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 1(β).
- Ρυθμίστε τον παλμογράφο σε λειτουργία Frequency Response Analysis και δημιουργείστε το Bode διάγραμμα.
- Επιβεβαιώστε ότι το Bode διάγραμμα του κυκλώματος είναι παρόμοιο με αυτή που προσομοιώσατε.
- Με το κέρσορα διατρέχτε πάνω στο Bode διάγραμμα και υπολογίστε/καταγράψτε πειραματικά τους πόλους και τα μηδενικά του φίλτρου.
- * Επαναλάβετε τα τελευταία βήματα αλλάζοντας τον πυκνωτή $C_2 = 1 \text{ nF}$