



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ηλεκτρονική II

Σχεδιαστική Εργασία

Να σχεδιαστεί και στη συνέχεια να προσομοιωθεί στο SPICE (LTSpice ή όποιο άλλο ανάλογο εργαλείο χρησιμοποιείτε) τελεστικός ενισχυτής (TE) τριών βαθμίδων. Η αρχιτεκτονική του TE να είναι ως ακολούθως:

- 1^ο στάδιο: ενισχυτής με μετατροπή διαφορικού σήματος σε απλό
- 2^ο στάδιο: κύρια ενισχυτική βαθμίδα
- 3^ο στάδιο: στάδιο εξόδου με δυνατότητα οδήγησης φορτίου 50 Ω

Η επιλογή των επιμέρους βαθμίδων είναι ελεύθερη με τον περιορισμό της χρήσης διπολικών τρανζίστορ για τους σπουδαστές με ΑΜ που λήγει σε μονό αριθμό και τρανζίστορ MOS για ζυγό αριθμό. Να χρησιμοποιηθούν τα μοντέλα των τρανζίστορ που έχουν παρουσιαστεί στο μάθημα.

Εναλλακτικά μπορεί κανείς να σχεδιάσει BiCMOS TE χωρίς περιορισμό από τον ΑΜ.

Δεν δίδονται συγκεκριμένες προδιαγραφές λειτουργίας ώστε να επικεντρωθείτε στη διαδικασία σχεδίασης (design flow). Θα πρέπει βέβαια να πετύχετε τα βασικά χαρακτηριστικά ενός TE όσο γίνεται καλύτερα: μεγάλο κέρδος ανοικτού βρόχου, μεγάλη αντίσταση εισόδου, μικρή αντίσταση εξόδου ενώ ταυτόχρονα να έχετε τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ισχύος. Για τη σχεδιάσή σας, θα χρησιμοποιήσετε μονό τροφοδοτικό 5 V. Χρησιμοποιώντας λοιπόν μόνο αυτή την ιδανική πηγή τάσης, θα πρέπει εσείς να δημιουργήσετε οποιαδήποτε άλλη τάση/ρεύμα πόλωσης χρειαστεί ο TE σας.

Για την εργασία θα πρέπει να ετοιμάσετε (ατομική) αναφορά η οποία θα περιλαμβάνει:

- 1) Αναλυτική παρουσίαση και αιτιολόγηση των επιλογών σας για τα τρία στάδια του TE συνοδευόμενη από ανάλυση μικρού σήματος για τον προσδιορισμό του κέρδους τόσο ανά βαθμίδα όσο και συνολικά.
- 2) Ανάλυση πόλωσης του TE με αντίστοιχη παρουσίαση όλων των απαραίτητων κυκλωμάτων πόλωσης ώστε να επιτυγχάνεται τάση ηρεμίας εξόδου 2.5 V.
- 3) Αναλυτικές προσομοιώσεις στο SPICE οι οποίες να περιλαμβάνουν:

- Ανάλυση ηρεμίας dc όπου να φαίνονται όλες οι τάσεις στους κόμβους και όλα τα ρεύματα στους κλάδους του TE και να αποδεικνύεται ότι σε συνθήκες ηρεμίας όλα τα τρανζίστορ λειτουργούν στη σωστή περιοχή (ενεργός περιοχή για τα bjt, κορεσμός και ισχυρή αναστροφή για τα MOS). Βρείτε από το SPICE την κατανάλωση ισχύος σε συνθήκες ηρεμίας.
- Η dc χαρακτηριστική μεταφοράς εισόδου-εξόδου όπου θα φαίνεται καθαρά η δυναμική περιοχή εξόδου του TE (γραμμική περιοχή λειτουργίας).
- Εύρεση του κέρδους ανοικτού βρόχου ως προς τη συχνότητα (διάγραμμα πλάτους Bode). Δύο γραφήματα: (α) χωρίς κανένα φορτίο στην έξοδο και (β) με φορτίο πυκνωτή 4 pF. Το εύρος συχνοτήτων στα διαγράμματα να ξεκινά από πολύ χαμηλά (κοντά στο dc) μέχρι πάνω από τη συχνότητα μοναδιαίου κέρδους ώστε να σημειωθεί η συχνότητα μοναδιαίου κέρδους του TE σας.
- Εύρεση του CMRR σε τουλάχιστον μια συχνότητα (πχ 100 kHz).
- Ο TE να συνδεθεί σε συνδεσμολογία buffer με φορτίο 4 pF στην έξοδο. Στην είσοδο να συνδεθεί ημίτονο πλάτους 100 mV και 500 mV αντίστοιχα και συχνότητας 500 kHz. Δείξτε την έξοδο στο πεδίο του χρόνου (transient analysis) και στη συνέχεια δείξτε το φασματικό περιεχόμενο της εξόδου για τα δύο πλάτη του σήματος εισόδου.
- Για την παραπάνω συνδεσμολογία buffer, συνδέστε στην είσοδο μια βηματική συνάρτηση (step function) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: μετάβαση από 0V σε 1V με ρυθμό ανόδου του παλμού 0.2V/μs και καθυστέρηση 2 μs (δηλαδή η μετάβαση από 1V σε 2V θα γίνει την απόλυτη χρονική στιγμή 2 μs). Προσοχή: ο παλμός εφαρμόζεται μαζί με την τάση πόλωσης (τάση ηρεμίας εισόδου) που έχετε υπολογίσει. Παρατηρήστε την κυματομορφή της τάσης εξόδου στο πεδίο του χρόνου.

Οι εργασία αυτή είναι προαιρετική με βαρύτητα 20% του τελικού βαθμού. Επίσης είναι θετική δηλαδή σε περίπτωση που η γραπτή εξέταση βαθμολογηθεί με υψηλότερο βαθμό, ο βαθμός της εργασίας δεν λαμβάνεται υπόψη. Συνιστάται να ασχοληθείτε έστω και λίγο με την εργασία αυτή για την καλύτερη κατανόηση του μαθήματος και τη σωστότερη προετοιμασία σας για την εξέταση – ακόμη κι αν δεν καταφέρετε να παραδώστε αναφορά. Καταληκτική ημερομηνία παράδοσης της εργασίας θα είναι μια βδομάδα μετά τη λήξη της εαρινής εξεταστικής (η ακριβής ημερομηνία θα ανακοινωθεί όταν βγει το πρόγραμμα της εξεταστικής).

Θα είμαστε στη διάθεσή σας για κάθε πληροφορία, διευκρίνιση και βοήθεια. Καλή επιτυχία!