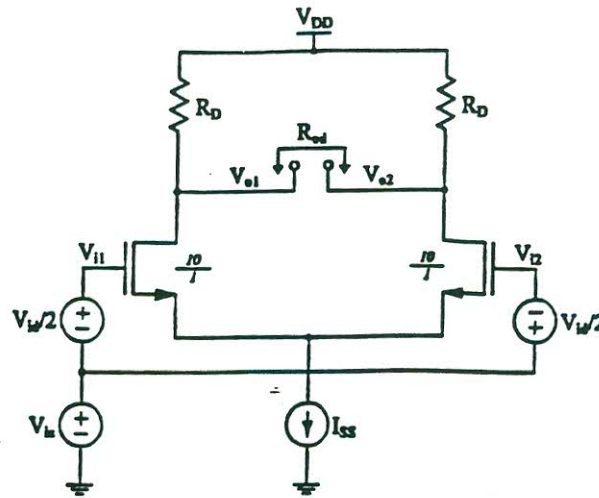


Άσκηση 1  
ΔΙΑΦΟΡΙΚΑ ΖΕΥΓΗ



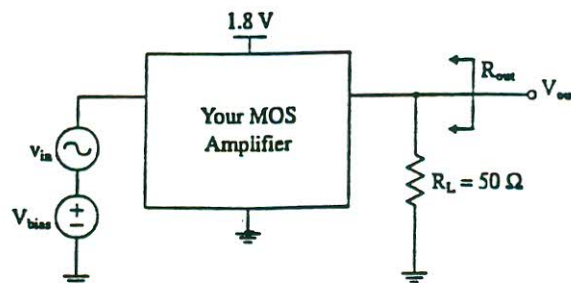
- 1) Για το παραπάνω κύκλωμα, χρησιμοποιήστε τις ακόλουθες τιμές:  $V_{DD}=1.8V$ ,  $I_{SS}=14\mu A$ ,  $R_D=100k\Omega$ ,  $W=10\mu m$  και  $L=1\mu m$ . Τα μοντέλα των τρανζίστορ δίνονται στο τέλος της άσκησης.
  - a. Υπολογίστε αναλυτικά την  $V_{DS}$  των δύο τρανζίστορ, με  $V_{ic}=0.9V$ ,  $V_{id}=0V$ , και επαληθεύστε τα αποτελέσματα με την χρήση του εξομοιωτικού προγράμματος SPICE.
  - b. Σχεδιάστε την καμπύλη της  $V_{od}=(V_{o1}-V_{o2})$  συναρτήσει της  $V_{id}$ , με  $V_{ic}=0.9V$  για εύρος τιμών της  $V_{id} : -1.8 < V_{id} < +1.8 V$ .
  - c. Σχεδιάστε την καμπύλη της  $V_{oc}=(V_{o1}+V_{o2})/2$  συναρτήσει της  $V_{ic}$ , με  $V_{id}=0V$  για εύρος τιμών της  $V_{ic} : 0 < V_{ic} < +1.8 V$ .

Για τον σχεδιασμό των καμπυλών αυτών, χρησιμοποιήστε το πρόγραμμα SPICE. Αν υπάρχουν σημεία-θλάσης (breakpoints) σε αυτά τα διαγράμματα, εξηγήστε τις αιτίες που τα προκαλούν και υπολογίστε αναλυτικά τις θέσεις τους.

  - d. Υπολογίστε το  $A_{dm}$  όταν  $V_{ic}=0.9V$  και  $V_{id}=0V$ . Για ποιές τιμές της  $V_{id}$  θα παραμείνει το κέρδος υψηλό; Γιατί το κέρδος πέφτει;
  - e. Υπολογίστε το  $A_{cm}$  όταν  $V_{ic}=0.9V$  και  $V_{id}=0V$ .
  - f. Υπολογίστε το  $R_{od}$  όταν  $V_{ic}=0.9V$  και  $V_{id}=0V$ .

Επιβεβαιώστε τα αποτελέσματα των (d)-(f) με το SPICE χρησιμοποιώντας την .TF δυνατότητα ανάλυσης.
- 2) Επαναλάβετε το πρόβλημα 1), αφού αντικαταστήσετε την πηγή ρεύματος  $I_{SS}$  με μια αντίσταση που καταλήγει στα ίδια ρεύματα  $I_{DS}$  όταν  $V_{ic}=0.9V$  και  $V_{id}=0V$ .
- 3) Απλό πρόβλημα σχεδίασης: Χρειαζόμαστε έναν MOS ενισχυτή με κέρδος 100 που οδηγεί φορτίο  $50\Omega$ . Διαθέτουμε μια απλή παροχή τάσης των  $1.8V$ . Μπορείτε να επιλέξετε την δική σας τιμή  $V_{bias}$ , εφόσον όταν εφαρμόζεται η πόλωση, η  $V_{out}$  κυμαίνεται μεταξύ των  $0.5$  και  $1.3V$ . Έχετε επίσης την δυνατότητα να χρησιμοποιήσετε για την υλοποίησή σας μόνο NMOS, μόνο PMOS, ή και NMOS και PMOS τρανζίστορ. Η ελάχιστη τιμή του μήκους για όλα τα μοντέλα είναι  $L_{min}=0.18\mu m$ , και η μέγιστη τιμή του πλάτους είναι  $W_{max}=1000\mu m$ .

Παρουσιάστε το κύκλωμα σας, τον αναλυτικό υπολογισμό του κέρδους και της αντίστασης εξόδου και να συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά που προκύπτουν από την .TF ανάλυση του SPICE, εξηγώντας οποιεσδήποτε διαφορές μεγαλύτερες από 10%.



Χρησιμοποιήστε τα επόμενα μοντέλα των NMOS και PMOS τρανζίστορ για όλα τα τρανζίστορ που θα χρησιμοποιήσετε κατά την διάρκεια της άσκησης:

```
.model nch nmos LEVEL=1 TOX=25 VTO=0.5 KP=140.0e-6 LAMBDA=0.1 +GAMMA=0.5 PHI=0.6
.model pch pmos LEVEL=1 TOX=25 VTO=-0.5 KP=65.0e-6 LAMBDA=0.15 +GAMMA=0.5 PHI=0.6
```