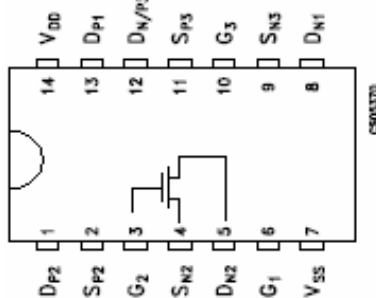


ΗΥ-121: Ηλεκτρονικά Κυκλώματα

Γιώργος Δημητρακόπουλος

4^η Εργαστηριακή Άσκηση

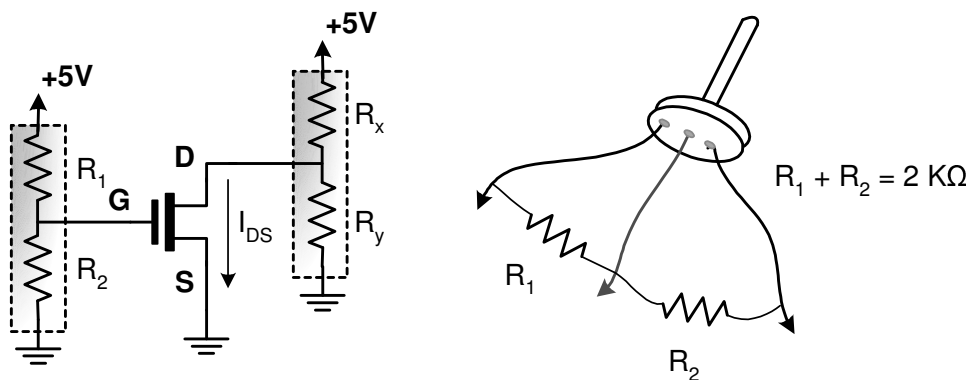
Στο εργαστήριο αυτό θα μελετήσετε τις ιδιότητες του MOSFET τρανζίστορ και τις βασικές συνδεσμολογίες ενισχυτή. Για τα πειράματά σας θα χρησιμοποιήσετε το ολοκληρωμένο CD4007 το οποίο περιέχει τρία NMOS και τρία PMOS τρανζίστορ. Στα ερωτήματα που ακολουθούν χρειάζεται μόνο ένα τρανζίστορ το οποίο μπορείτε να το συνδέσετε όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Σημειώνουμε πως η σύνδεση σώματος (body) του NMOS τρανζίστορ είναι συνδεδεμένη στη γη.



Τα pins της τροφοδοσίας V_{DD} και της γείωσης V_{SS} του ολοκληρωμένου θα συνδεθούν με τα +5V και το Gnd της πλακέτας του εργαστηρίου, αντίστοιχα.

Ερώτημα 1ο

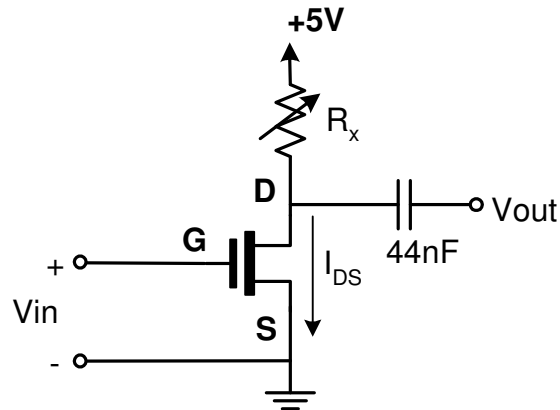
Δημιουργείστε το παρακάτω κύκλωμα. Θα χρειαστείτε δύο τρίμμερ τα οποία θα τα χρησιμοποιήσετε σαν διαιρέτες τάσης ώστε να παράγεται διάφορες τιμές τάσεων V_{GS} και V_{DS} . Την τροφοδοσία των +5V θα την πάρετε από την πλακέτα.



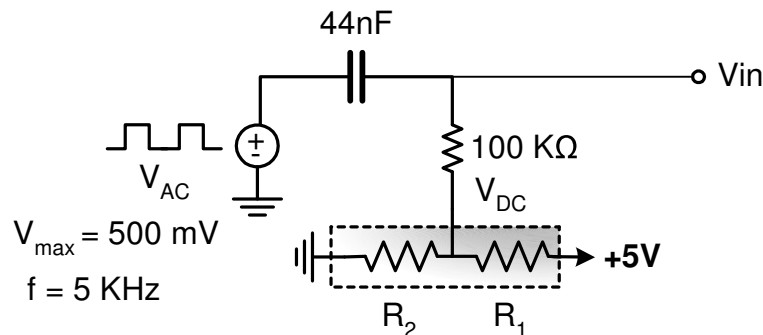
- Ρυθμίστε το πρώτο τρίμμερ στο ένα άκρο του ώστε η τάση V_{GS} να είναι περίπου ίση με 0V. Κάντε το αντίθετο για το δεύτερο τρίμμερ ώστε η τάση V_{DS} να είναι περίπου ίση με 5V. Για αυτές τις συνθήκες μετρήστε το ρεύμα I_{DS} . Σε ποια περιοχή λειτουργίας βρίσκεται το τρανζίστορ;
- Αλλάξτε τη θέση του πρώτου τρίμμερ ώστε να αρχίσει να αυξάνεται η τάση V_{GS} . Ποια είναι η τιμή της τάσης V_{GS} για την οποία το ρεύμα I_{DS} είναι περίπου ίσο με 5μΑ. Αυτή η τιμή της τάσης είναι ίση με την τάση κατωφλίου του τρανζίστορ V_{TH} . Όταν η τάση V_{GS} είναι μεγαλύτερη από την τάση κατωφλίου κατά 1V μετρήστε το ρεύμα I_{DS} . Σε ποια περιοχή λειτουργίας βρίσκεται το τρανζίστορ;
- Το τρανζίστορ όταν είναι ανοιχτό μπορεί να βρίσκεται είτε στην γραμμική περιοχή είτε στην περιοχή του κόρου ανάλογα με τις τιμές των τάσεων V_{GS} και V_{DS} . Στην περιοχή του κόρου το ρεύμα I_{DS} δίνεται από τη σχέση $I_{DS-SATURATION} = K(V_{GS} - V_{TH})^2(1 + \lambda V_{DS})$. Θέτοντας στις κατάλληλες τιμές των τάσεων V_{GS} και V_{DS} υπολογίστε τις τιμές των K και λ.

Ερώτημα 2ο

Κατασκευάστε τον ενισχυτή κοινής πηγής που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τη μεταβλητή αντίσταση θα τη δημιουργήσετε χρησιμοποιώντας τους δύο ακροδέκτες του τρίμμερ.



Για τη δημιουργία του σήματος V_{in} θα χρειαστεί να κατασκευάσετε το παρακάτω κύκλωμα.



Το σήμα εισόδου V_{in} προκύπτει από την υπέρθεση δύο σημάτων V_{AC} και V_{DC} . Το V_{AC} παράγεται από τη γεννήτρια τετραγωνικών παλμών που έχετε στη διάθεση σας. Φροντίστε να ρυθμίσετε τη συχνότητα και την τάση των παλμών σύμφωνα με τις τιμές που δίνονται στο σχήμα. Την τάση V_{DC} θα την πάρετε από το διαιρέτη τάσης που έχετε ήδη κατασκευάσει από το Ερώτημα 1. Η έξοδος του κυκλώματος είναι το σήμα $V_{in}(t) = V_{DC} + V_{AC}(t)$, περιμένουμε δηλαδή να δούμε τους παλμούς που παίρνουμε από τη γεννήτρια παλμών με συνολικό πλάτος V_{max} να έχουν μετατοπιστεί γύρω από την τάση V_{DC} . Για την ορθή παρατήρηση των σημάτων φροντίστε να έχετε ρυθμίσει σωστά τον παλμογράφο.

- Μετακινήστε κατάλληλα το τρίμμερ ώστε η τάση V_{DC} να είναι ίση με 3V ενώ η αντίσταση R_x να είναι ίση με 1KΩ. Ποιο είναι το ρεύμα που περιμένετε να διαρρέει το τρανζίστορ κατά τη DC ανάλυση; Ποια είναι η διαγωγιμότητα του τρανζίστορ; (Για την καλύτερη ανάλυση του κυκλώματος αφήστε προς το παρόν την τάση V_{AC} ασύνδετη)
- Αφού συνδέσετε τη γεννήτρια παλμών, μετρήστε στον παλμογράφο την τάση V_{out} . Ο πυκνωτής στην έξοδο χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει τη DC συνιστώσα του σήματος εξόδου. Για να δείτε το αποτέλεσμα αυτής της λειτουργίας παρατηρήστε στον παλμογράφο το σήμα εξόδου πριν και μετά τον πυκνωτή. Ποια είναι η ενίσχυση που επιτυγχάνεται; Δώστε ένα διάγραμμα της V_{out} και της V_{in} .
- Ποια είναι η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή της V_{out} όταν η μεταβλητή αντίσταση παίρνει τιμές από 100Ω μέχρι 2KΩ. Συμφωνούν οι τιμές που μετρήσατε με τους θεωρητικούς σας υπολογισμούς;