

Άσκηση 10

ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ MOSFET



Αυτό έργο χορηγείται με άδεια [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike Greece 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/gr/).

Ονοματεπώνυμο: Μητρόπουλος Σπύρος

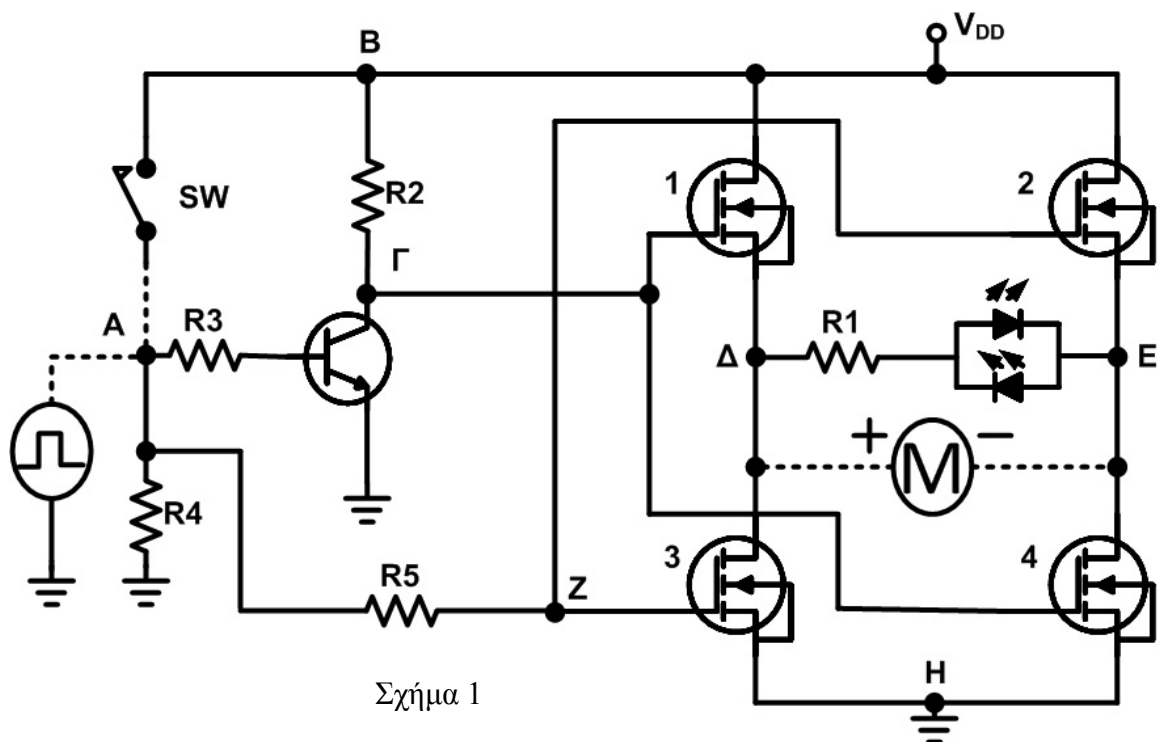
Α.Ε.Μ.: 3215

Εξάμηνο: Β'

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης:

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σκοπό έχει να μας δείξει το πως μπορούμε να φτιάξουμε μια γέφυρα τύπου H με Mosfet. Θα μπορέσουμε να παρατηρήσουμε κάποια φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα από αυτή την συνδεσμολογία και που “βλέπουμε” κάθε μέρα αλλά δεν το καταλαβαίνουμε.

Τα κυκλώματα:



Σχήμα 1

Το παραπάνω κύκλωμα είναι μια γέφυρα τύπου H. Αποτελείται από τέσσερα Mosfet τύπου

IRF610 ένα τρανζίστορ 2N2222. Το κύκλωμα μας επίσης περιέχει πέντε αντιστάτες. Όλοι είναι των $10k\Omega$ εκτός από τον R_1 που είναι 470Ω . Επιπλέον έχουμε και δύο διόδους led και τέλος έναν διακόπτη. Για να φτιάξουμε το κύκλωμα μας θα αρχίσουμε από το τρανζίστορ 2N2222. Συνδέουμε λοιπόν τον εκπομπό του στην γείωση. Τον συλλέκτη του τον συνδέουμε με το ένα άκρο του αντιστάτη R_2 . Το άλλο άκρο του R_2 με την πηγή μας. Από την άλλη την βάση του τρανζίστορ την συνδέουμε με το ένα άκρο του R_3 . Το άλλο άκρο του R_3 συνδέεται με το ένα άκρο του διακόπτη και το ένα άκρο του R_4 . Το άκρο του διακόπτη που έμεινε πάει στην πηγή ενώ το άλλο άκρο του R_4 πάει στην γη.

Ποιο μετά σε αυτήν τον κόμβο, δηλαδή του R_3 , R_4 και διακόπτη, θα συνδεθεί και η γεννήτρια τετραγωνικού σήματος. Τώρα θα κινηθούμε προς τα δεξιά με βάση μας το τρανζίστορ. Συνδέουμε λοιπόν τον συλλέκτη του με την πύλη του πρώτου (όπως φαίνεται και στο σχήμα 1) mosfet και με την πύλη του τετάρτου. Στην πηγή του πρώτου mosfet συνδέουμε τον απαγωγό του τρίτου mosfet όπως και τον αντιστάτη R_1 . Στο άλλο άκρο του αντιστάτη R_1 συνδέουμε τις δύο διόδους led. Την μια ορθά και την άλλη ανάστροφα. Έτσι έχουμε φτιάξει έναν παράλληλο συνδυασμό led που το ένα κοινό τους άκρο συνδέεται με την R_1 και το άλλο με την πηγή του δεύτερου mosfet και τον απαγωγό του τετάρτου. Ο απαγωγός του δεύτερου mosfet και του πρώτου πάει απευθείας στην πηγή τάσης. Η πηγής του τρίτου και τετάρτου mosfet πάνε απευθείας στην γη.

Τέλος η πύλη του δεύτερου και τρίτου mosfet συνδέονται στον αντιστάτη R_5 . Το άκρο του R_5 που έχει μένει πάει στον κόμβο του R_3, R_4 και διακόπτη.

Πειραματικά αποτελέσματα:

Αρχικά φτιάχνουμε το κύκλωμα αλλά χωρίς να συνδέσουμε την γεννήτρια συχνοτήτων όπως και τον διακόπτη. Ορίζουμε την τάση $+12V$ DC. Αν όλα πάνε καλά θα πρέπει να ανάψει η μια διάδος led. Τότε θα καταγράψουμε στον παρακάτω πίνακα με τη βοήθεια του πολυμέτρου μας τις τάσεις που εφαρμόζονται στα σημεία A, Γ, Δ, Ε, Ζ όπως φαίνονται στο σχήμα 1, ως προς την γείωση Η.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

V_A (Volt)	V_Γ (Volt)	V_Δ (Volt)	V_E (Volt)	V_Z (Volt)
$\sim 0V$	$12V$	$7,66V$	$14,5mV$	$\sim 0V$

Στην περίπτωση παραπάνω που δεν έχουμε το βραχυκύκλωμα στο A, B άρα το τρανζίστορ δεν άγει. Αυτό σημαίνει ότι οι πύλες των mosfet ένα και τέσσερα έχουν θετική τάση μέσω της R_2 και άγουν. (έχουν και ένα αμελητέο ρεύμα αλλά μιλάμε για μA , λόγω της τεράστιας αντίστασης εισόδου) Παρατηρούμε επομένως ότι το τρανζίστορ είναι στην αποκοπή (μιας και η τάση V_Γ είναι $12V$). Επιπλέον το πρώτο mosfet είναι σε περίπου στο μέσον της ευθείας φόρτου ενώ το τέταρτο mosfet είναι στον κόρο.

Στην συνέχεια πρέπει να συμπληρώσουμε τον πίνακα II που είναι ο ίδιος με τον πίνακα I αλλά αυτή τη φορά πρέπει να βραχυκυκλώσουμε το σημείο A, B.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

V_A (Volt)	V_Γ (Volt)	V_Δ (Volt)	V_E (Volt)	V_Z (Volt)
-----------------	----------------------	----------------------	-----------------	-----------------

<i>12V</i>	<i>13mV</i>	<i>14,5V</i>	<i>7,6V</i>	<i>12V</i>
------------	-------------	--------------	-------------	------------

Στην περίπτωση αυτή τώρα άγουν τα άλλα δύο mosfet και δεν άγουν τα προηγούμενα δύο. Επίσης το τρανζίστορ άγει. Αυτό διότι μόλις εφαρμόσουμε τον διακόπτη μας και βραχυκυκλώσουμε τα σημεία A και B τότε έχουμε και τάση στον αντιστάτη R_4 . Άρα έχουμε και τάση πάνω στην πύλες των mosfet 2 και 3 με συνέπεια να άγουν μόνο αυτά με τον ίδιο τρόπο όπως τα παραπάνω δύο.

Μετά αν βάλουμε και παράλληλα με τις διόδους led και τον αντιστάτη (δηλαδή στα σημεία Δ και Ε) έναν ηλεκτρικό κινητήρα dc τότε θα βλέπουμε να στρέφεται με την φορά που το εκάστοτε led είναι αναμμένο. Επίσης βγάζουμε το βραχυκύκλωμα από τα σημεία A και B και δίνουμε τετραγωνικό παλμό στο σημείο A με τάση κορυφής 12Volt και περίοδο λειτουργίας 50%. Βγάζουμε και τον κινητήρα που προηγουμένως είχαμε τοποθετήσει.

Παρατηρούμε τότε ότι ανάβουν διαδοχικά τα led ανάλογα με τον παλμό λειτουργίας. Δηλαδή αν έχουμε βάλει 1Hz στον τετραγωνικό παλμό τότε σε ένα δευτερόλεπτο το κάθε led θα παραμείνει σε λειτουργία για 500ms.(λόγο του κύκλου λειτουργίας 50%) Αν προοδευτικά αρχίσουμε να αυξάνουμε την συχνότητα τότε παρατηρούμε ότι οι διόδοι led αναβοσβήνουν πιο γρήγορα. Σε ένα σημείο που περίπου ορίζεται στα 50Hz τα δύο led φαίνονται σαν να είναι αναμένα συνέχεια. Αυτό οφείλετε στο ότι αναβοσβήνουν αρκετά γρήγορα ώστε το ανθρώπινο μάτι να μην προλάβει να δει την διαφορά ανάμεσα σε σβηστό και αναμμένο.

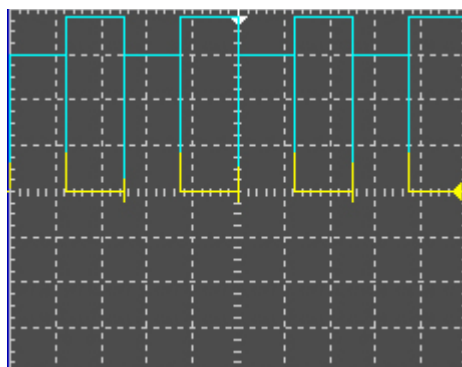
Προτελευταίο ερώτημα μας ζητάει να συμπληρώσουμε στον πίνακα III με την συχνότητα f που βλέπουμε και τις δύο led διόδους να ανάβουν ταυτόχρονα όπως και την τάση Peak-Peak για τα σημεία A, Δ και Ε σε σχέση με την γείωση (σημείο H).

ΠΙΝΑΚΑΣ III

f (Hz)	V_{Ap-p} (Volt)	$V_{Δp-p}$ (Volt)	V_{Ep-p} (Volt)
<i>50Hz</i>	<i>12V</i>	<i>7,67V</i>	<i>7,67V</i>

Παρατηρούμε επίσης ότι έχουμε και μια διαφορά φάσης 180° όπως φαίνεται και στο σχήμα 2 του τελευταίου ερωτήματος παρακάτω.

Σχήμα 2



Με μπλέ χρώμα παραπάνω μπορούμε να δούμε το σημείο Ε ενώ με κίτρινο το σημείο Δ. Έχουμε 10V/Div και 200ms/D επίσης. Δυστυχώς το libre office δεν αφήνει να γίνουν διαγράμματα με κάθετες γραμμές και χρειάστηκε προσομοίωση σε πρόγραμμα για να δοθεί το παραπάνω σχήμα. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια διαφορά φάσης 180° στα δύο σήματα.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

- Στο κύκλωμα με το οποίο πειραματιστήκατε, διαπιστώσατε ότι μπορείτε να αλλάξετε την φορά περιστροφής του κινητήρα. Ποια είναι η μέγιστη συχνότητα με την οποία μπορεί να γίνεται η αλλαγή της φοράς περιστροφής του κινητήρα; Από τι εξαρτάται;

Η μέγιστη συχνότητα περιστροφής του κινητήρα εξαρτάται από τον ίδιο τον κινητήρα. Δεν μπορούμε βέβαια να αλλάζουμε αρκετά γρήγορα γιατί θα τον κάψουμε. Απλά δεν προλαβαίνει να γυρίσει στην κατάσταση που εμείς θέλουμε και μένει στην προηγούμενη. Αν γίνεται αυτό συνέχεια θα καεί.

- Πως θα μπορούσε να τροποποιηθεί το κύκλωμα ώστε εκτός από την αλλαγή της φοράς περιστροφής να μπορεί να ελεγχθεί και η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα; Μπορείτε να προτείνετε κάποιο συμπληρωματικό κύκλωμα;

Για να κοντρολάρουμε την ταχύτητα του κινητήρα μπορούμε πολύ απλά να πειράζουμε το duty cycle της γεννήτριας του τετραγωνικού παλμού. Ανάλογα αν το μεγαλώσουμε θα μπορούμε να φτάσουμε το 100% της ταχύτητας με το 100% του κύκλου εργασίας και γραμμικά κατεβαίνοντας να φτάσουμε το 0% της ταχύτητας (δηλαδή ακίνητος) με το 0% του κύκλου εργασίας. Αυτό γίνεται και βάζοντας στην θέση της γεννήτριας κάποιο 555 timer (NE555 – SE555 κ.α.) κύκλωμα που μας δίνει την δυνατότητα PWM (Pulse Width Modulation) σε ασταθή λειτουργία. (ή και σε μονοσταθή) Επιπλέον πολύ σύννηθες είναι να υπάρχει στην είσοδο του παλμού κάποιο μC . Εκεί ακόμα καλύτερα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντί του PWM, που θέλει αρκετή επεξεργαστική ισχύ, BCM (Binary Coded Modulation) που μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε λιγότερους πόρους.