

Άσκηση 6

ΔΙΟΔΟΣ ZENER ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΕΣ ΤΑΣΗΣ



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

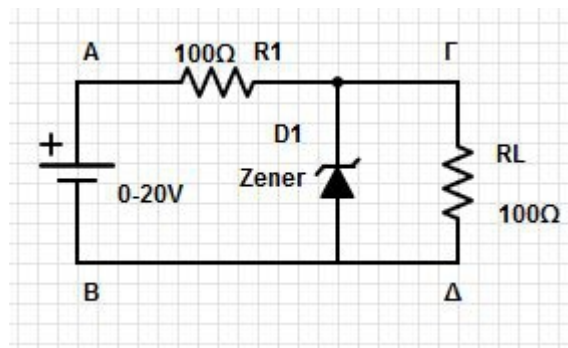
A.E.M.: 3215

Εξάμηνο: B'

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης:

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σκοπό έχει να μας δείξει το πως μπορούμε να φτιάξουμε έναν πολλαπλασιαστή τάσης με μόνο μερικούς πυκνωτές και μερικές διόδους. Επιπλέον πως μπορούμε να σταθεροποιήσουμε την τάση εξόδου με μια διόδο zener.

Τα κυκλώματα:



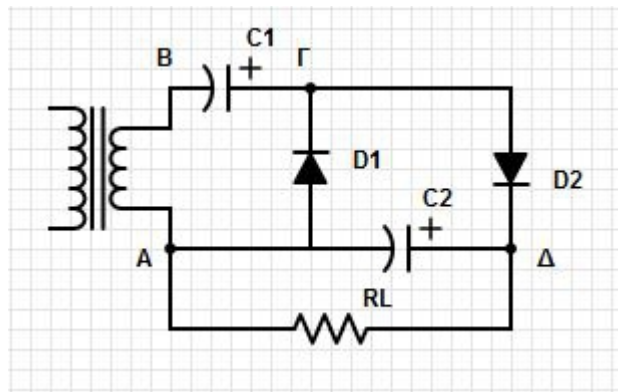
Σχήμα 1

Στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 1) έχουμε μια πηγή συνεχούς τάσης από 0 έως 20V. Στον θετικό πόλο της πηγής μας συνδέουμε τον αντιστάτη R_1 των 100Ω . Σε σειρά με αυτήν είναι ο παράλληλος συνδυασμός της διόδου zener των $6,2V$ με έναν αντιστάτη φορτίου R_L των 100Ω επίσης. Μέσα από αυτό το κύκλωμα μπορούμε να δούμε πως η zener μπορεί να μας σταθεροποιήσει την τάση πάνω στην αντίσταση R_L .

Στο σχήμα 2 έχουμε ένα μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης, από την τάση της ΔΕΗ(230Vac) σε 6Vac. Στην μια έξοδο του μ/σ συνδέουμε τον πυκνωτή C_1 και σε σειρά την διόδο D_1 . Την διόδο D_1 την βάζουμε ανάστροφα προς τον πυκνωτή C_1 όπου ο αρνητικός του πόλος είναι συνδεδεμένος με τον μ/σ. Σε σειρά επίσης με τον C_1 προσθέτουμε και την D_2 δημιουργώντας τον κόμβο Γ. Τέλος σε σειρά με την D_2 προσθέτουμε και τον πυκνωτή C_2 με το θετικό του άκρο πάνω στην D_2 και το αρνητικό του πάνω στην άνοδο του D_1 . Στο θετικό άκρο του πυκνωτή και την κάθοδο της διόδου έχει δημιουργηθεί και ο κόμβος Δ. Το άκρο του D_1 που είναι συνδεδεμένο με τον πυκνωτή C_2 συνδέεται με την άλλη έξοδο του μ/σ που έχει μένει στον αέρα. Επιπλέον σε αυτό το

σημείο βάζουμε και το ένα άκρο του αντιστάτη R_L και το άλλο άκρο του στον κόμβο Δ. Οι πυκνωτές είναι $100\mu F$ έκαστος ενώ για τα πειράματά μας η R_L θα έχει τις τιμές 470Ω , $1k\Omega$ και $10k\Omega$. Τέλος προκύπτει το σχήμα 2.

Σχήμα 2



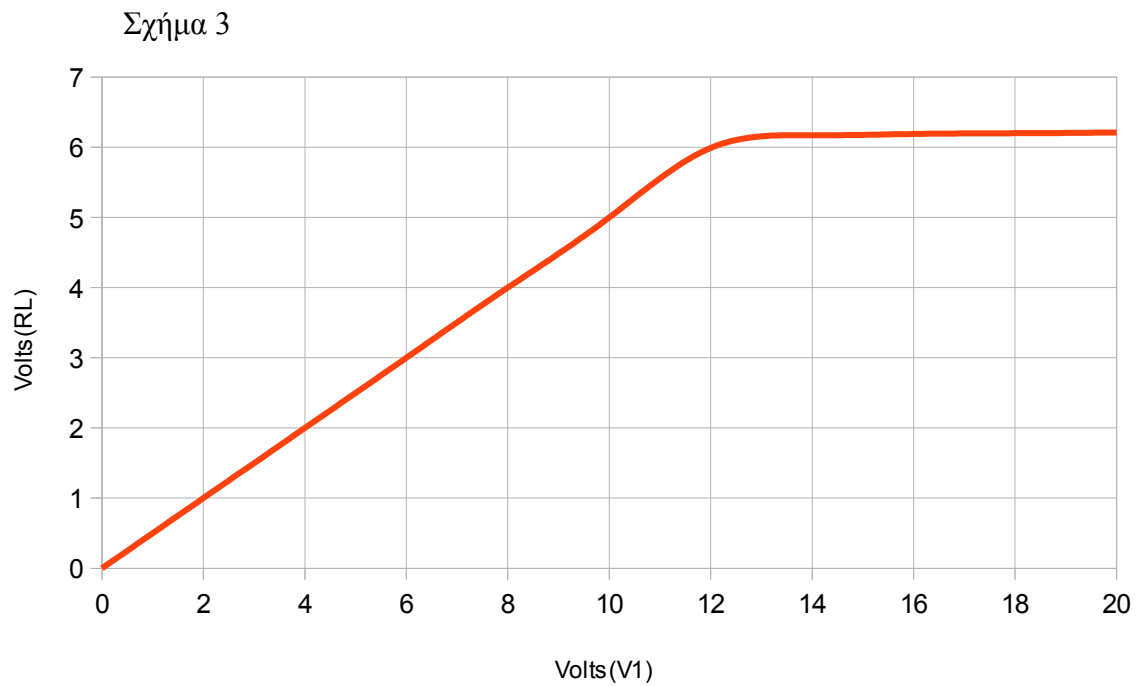
Πειραματικά αποτελέσματα:

Αρχικά θα κάνουμε τις μετρήσεις μας πάνω στο κύκλωμα του σχήματος 1. Αυτές θα είναι με ένα πολύμετρο μετρώντας τάση πάνω στον αντιστάτη R_L .

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

V_1	0V	2V	4V	6V	8V	10V	12V	14V	16V	18V	20V
$V_L=V_Z$	0V	1V	2V	3V	4V	5V	5,99V	6,17V	6,19V	6,2V	6,21V

Στην συνέχεια μας ζητείται να φτιάξουμε το γράφημα που προκύπτει από τις παραπάνω τιμές.



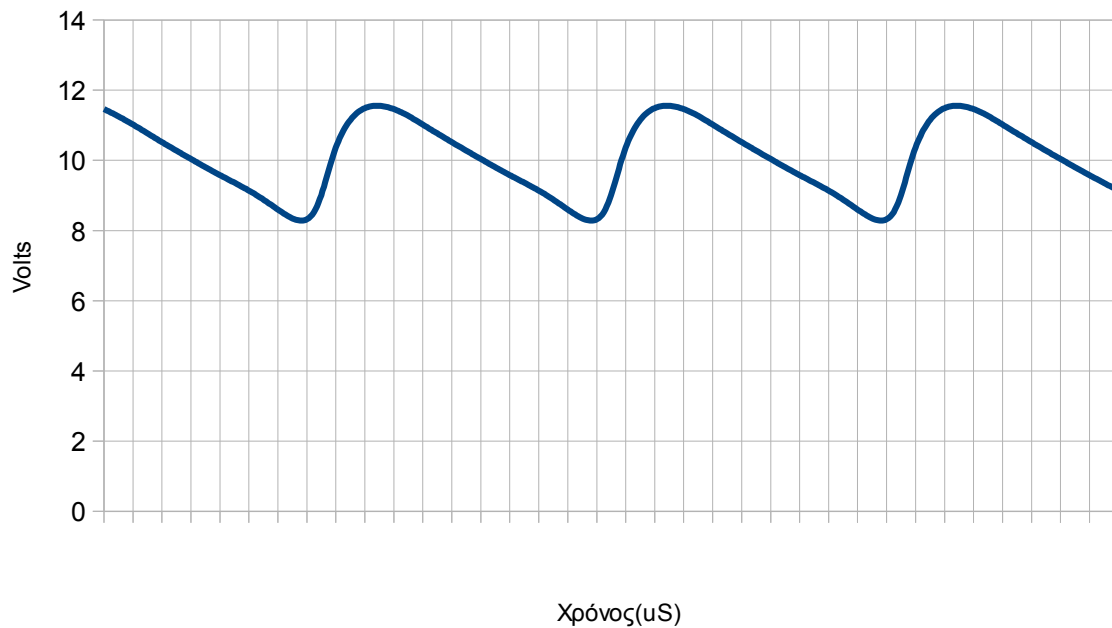
Κατασκευάζουμε το κύκλωμα του σχήματος 2. Εφαρμόζουμε τάση $V_{ac} = 6V_{rms}$ στα σημεία Α και Β και προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

A/A	V_{P-AB}	$V_{DC-ΔA}$	$V_{r(P-P)-ΔA}$	$V_{DC-ΓB(πολυμ.)}$	$V_{DC-ΔA(πολυμ.)}$
470Ω	8,45V	0,917V	3,17V	5,57V	9,9V
1kΩ	8,45V	0,6V	2V	6,5V	12,2V
10kΩ	8,45V	0,082V	0,27V	7,6V	15,2V

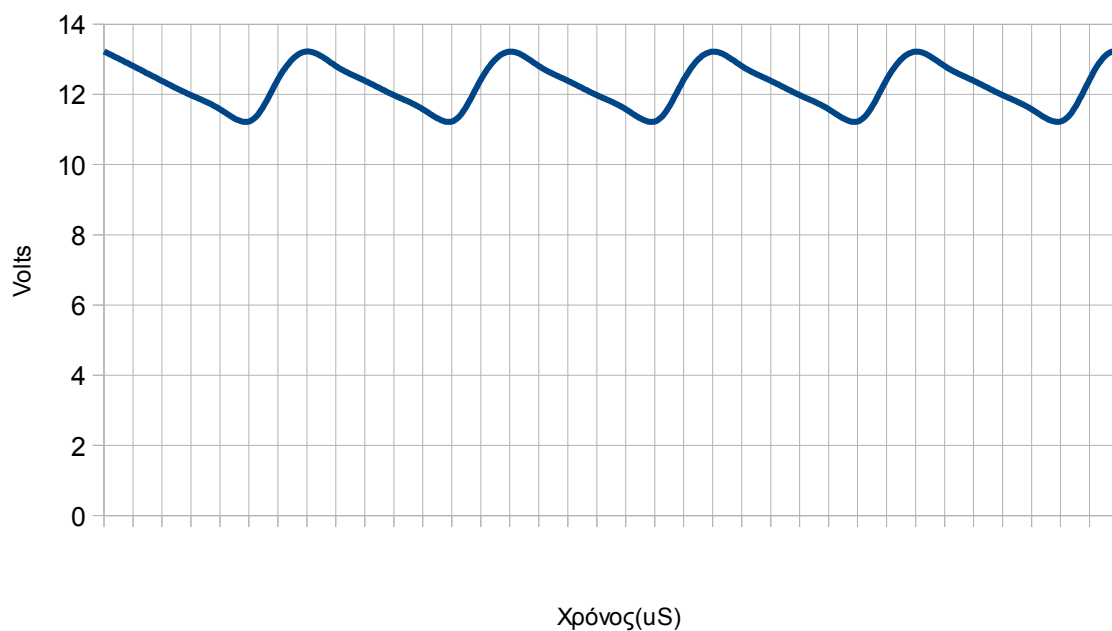
Τέλος μας ζητάει να σχεδιάσουμε τις κυματομορφές που βλέπουμε στον παλμογράφο για τα σημεία Δ,Α για τον αντιστάτη των 470Ω και ένα δεύτερο γράφημα για τον αντιστάτη των 1kΩ.

Σχήμα 4



Παρακάτω ακολουθεί το γράφημα για τον αντιστάτη των 1kΩ.

Σχήμα 5



Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

- Γράψτε τις παρατηρήσεις σας από τον πειραματισμό σας με το πρώτο κύκλωμα(σχήμα 1). Μετά από ποια τάση του τροφοδοτικού η τάση Zener παραμένει σταθερή; Από το γράφημα που προκύπτει προσδιορίστε την ελάχιστη και τη μέγιστη τάση Zener.

Η τάση Zener παραμένει σταθερή μετά τα 6,2V. Ανεβαίνει πολύ πολύ σιγά μετά τα 6,2V για

μερικά μV . Η ελάχιστη τάση πάνω στην Zener είναι 0V ενώ η μέγιστη είναι $6,21\text{V}$ στα 20V .

- Πότε εμφανίζεται το φαινόμενο Zener; (σε ποιο είδος πόλωσης;)

Το φαινόμενο zener εμφανίζεται όταν η διόδος zener είναι ανάστροφα πολωμένη αλλιώς η συμπεριφορά της είναι μια απλής διόδου. Αν την βάλουμε ανάστροφα τότε θα αρχίσει να “ψαλιδίζει” την τάση στην τάση zener που μας δίνεται από τον κατασκευαστή.

- Ποιες είναι η εφαρμογές μιας διόδου zener;

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές για μια διόδο zener. Μια από αυτές είναι να ψαλιδίζει την συχνότητα που παίρνουμε από την FM διαμόρφωση. Έτσι μπορούμε να κόψουμε τα πάνω και κάτω άκρα πετώντας κυριολεκτικά τον θόρυβο όμως κρατώντας την συχνότητα. Άλλες εφαρμογές έχουν σκοπό την προστασία κυκλωμάτων με zener. Το όριο που θα μπορούσε να φτάσει μια τάση να είναι η τάση zener. Έτσι δεν θα καίγονταν τα υλικά μας πίσω από αυτήν.

- Τι τιμή περιμένετε να έχει η αντίσταση μιας διόδου Zener όταν ανάστροφα πολωμένη συνδεθεί στα άκρα ενός ωμομέτρου; (πολύ μεγάλη, μικρή, μηδενική). Εξηγήστε.

Περιμένουμε να έχει αρκετά μεγάλη αντίσταση. Αυτό διότι πρέπει να εφαρμοστεί κάποια τάση στα άκρα της διόδου για να μπορέσει να άγει. Άρα θα εμφανιστεί και τεράστια αντίσταση της τάξης των αρκετών δεκάδων $\text{M}\Omega$.

- Αν στο κύκλωμα του σχήματος 1 η τάση εισόδου 20V , η αντίσταση $R=270\Omega$, η R_L καθορίζεται από τον αριθμό που αντιστοιχεί στο τέταρτο γράμμα του επωνύμου σας και $V_Z=5,1\text{V}$ να υπολογίσετε με τη βοήθεια των κανόνων του Kirchhoff τα ρεύματα I_L , I_Z . Αν η zener που χρησιμοποιείται είναι η 1N4733A, να ελέγξετε επίσης αν μπορεί να λειτουργήσει κανονικά χωρίς να καταστραφεί. Υπενθυμίζεται ότι η ισχύς της Zener (όπως και της απλής διόδου) ισούται με το γινόμενο της τάσης zener επί το ρεύμα Zener που διαρρέει τη διόδο.

Με το τέταρτο γράμμα του επιθέτου μου η αντίσταση R_L προκύπτει ότι είναι 17Ω . Τότε το ρεύμα I είναι 55mA . Με αυτό το ρεύμα η διόδος 1N4733A μπορεί να λειτουργήσει κανονικά χωρίς πρόβλημα αφού η συγκεκριμένη μπορεί να λειτουργήσει και μέχρι τα 178mA .

- Διόδος 1N4739A. Με τη βοήθεια του φύλλου δεδομένων δώστε τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης διόδου. Για κάθε χαρακτηριστικό δώστε το πλήρες όνομα, το σύμβολο και την τιμή που αντιστοιχεί για τη συγκεκριμένη διόδο Zener. Ποιο είναι το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας της διόδου κατά την ορθή πόλωση;

Για την διόδο 1N4739A έχουμε V_Z όπου ορίζεται η τάση αποκοπής Zener στα $9,1\text{V}$. Z_Z όπου είναι η μικρότερη δυναμική αντίσταση της διόδου στα 5Ω . I_{ZT} είναι το ρεύμα λειτουργίας της διόδου και είναι 28mA . Η μέγιστη δυναμική αντίσταση Z_{ZK} που ορίζεται σε 700Ω . I_{ZK} που είναι το ελάχιστο ρεύμα που απαιτείται για τη λειτουργία της διόδου Zener και είναι $0,5\text{mA}$. V_R όπου είναι η μέγιστη αντιστροφή τάση όπου το ρεύμα που διαρρέει την διόδο είναι της τάξης των μA και είναι 7V . Σε συνάρτηση με το V_R έρχεται και το I_R που δίνεται σε $10\mu\text{A}$. Τέλος μας δίνεται το I_{SURGE} που είναι 500mA και είναι το ρεύμα στο οποίο το εξάρτημά μας θα χαλάσει εντελώς ενώ το ανώτατο επιτρεπτό ρεύμα που θα μπορεί να λειτουργεί η διόδος είναι το ρεύμα I_{ZM} και ορίζεται στα 100mA . Επιπλέον μας δίνεται και το μέγιστο ρεύμα ορθής πόλωσης για όλη τη σειρά των 1N47xx διόδων στα 200mA .

- Γράψτε τις παρατηρήσεις σας από τον πειραματισμό σας με το δεύτερο κύκλωμα – σχήμα 2. Είναι

συνεχής τάση στα σημεία ΑΔ διπλάσια της τάσης στα σημεία ΓΒ; Εξηγήστε.

Είναι όντως σχεδόν διπλάσια. Σχεδόν γιατί έχουμε και τις διόδους όπου ρίχνουν την τάση στα άκρα τους καθότι δεν είναι ιδανικές. Αυτό γίνεται χάρη στη φόρτιση και αποφόρτιση των πυκνωτών. Έτσι παράδειγμα για τον δεύτερο πυκνωτή και δίοδο έχουμε την τάση της πηγής αλλά και την τάση που έχει φορτιστεί ο πρώτος πυκνωτής. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε δύο φορές την τάση της πηγής.

- Σε ποια περίπτωση η κυμάτωση της τάσης εξόδου είναι μεγαλύτερη; Πόση είναι τότε η τάση;

Η κυμάτωση εξόδου πέφτει όσο πέφτει και το φορτίο, δηλαδή ο αντιστάτης R_L . Έτσι προκύπτει ότι με τον αντιστάτη των $10k\Omega$ έχουμε κυμάτωση της τάξης των $\sim 275mV$ Pk-Pk ενώ με τον αντιστάτη των 470Ω έχουμε περίπου $3,2V$ Pk-Pk. Αν είχαμε επίσης πυκνωτές μεγαλύτερης χωρητικότητας θα μειωνόταν η κυμάτωση εξίσου.

- Ποια είναι η μέγιστη τάση στην οποία πρέπει να αντέχουν οι πυκνωτές σε ένα κύκλωμα πολλαπλασιασμού τάσης;

Πρέπει να είναι μεγαλύτερης τιμής από την τιμή που πολλαπλασιάζουν. Π.χ. Ότι το κύκλωμά μας στο τέλος βγάζει $25V$ θα πρέπει τουλάχιστον να πάρουμε πυκνωτές των $25V$. Ειδικά οι πυκνωτές θα αρχίζουν να χαλάνε και υπάρχει περίπτωση να σκάσουν ή θα χαλάσουν αρκετά γρήγορα σε σχέση αν είχαμε πάρει μεγαλύτερης τάσης.

- Πόση είναι η συχνότητα κυμάτωσης που μετρήσατε στο κύκλωμα διπλασιασμού της τάσης; Είναι ίδια ή διαφορετική με τη συχνότητα εισόδου; Εξηγήστε.

Είναι ίδια με τη συχνότητα εισόδου. Στην πραγματικότητα βλέπουμε την συχνότητα εισόδου αλλά με την εξομάλυνση των πυκνωτών. Άρα κατά συνέπεια η συχνότητα εισόδου ισούται με την συχνότητα που βλέπουμε πάνω στην κυμάτωση της R_L .

- Ποια θα είναι κατά τη γνώμη σας η συμπεριφορά του κυκλώματος του διπλασιαστή αν η χωρητικότητα των χρησιμοποιούμενων πυκνωτών γίνει $10nF$ και η αντίσταση φορτίου $1M\Omega$;

Πάροτι η αντίσταση φορτίου θα είναι αρκετά μεγάλη οι πυκνωτές παρόλα αυτά δεν θα είναι σε θέση να αποφορτίσουν μέχρι να φτάσουν στην επόμενη κορυφή. Έτσι θα έχουμε μεγάλη κυμάτωση και δεν θα είναι σε θέση να διπλασιάσουν την τάση.

- Σχεδιάστε το κύκλωμα και υπολογίστε την τάση εξόδου ενός δεκαπλασιαστή τάσης αν η τάση κορυφής του σήματος εισόδου είναι ήδη με τον αριθμό που αντιστοιχεί στο πρώτο γράμμα του επωνύμου σας επί 20 φορές. Θεωρείται ότι μια γεννήτρια ιόντων – είναι ένας τέτοιος πολλαπλασιαστής τάσης – μπορεί να ιονίσει τον αέρα παράγοντας όζον που μας δημιουργεί ευεξία αν η τάση εξόδου (σημείο του υψηλότερου δυναμικού) της είναι μεγαλύτερη από $2500V$ και συνδέσουμε στην έξοδο αυτή μία ή περισσότερες ακίδες. Να εξετάσετε συνεπώς αν το κύκλωμά σας μπορεί να λειτουργήσει ως ιονιστής του αέρα.

Αν υποθέσουμε ότι είχαμε τα υλικά που θα άντεχαν στα μερικά kV. Η πρώτη γράμμα του επωνύμου μου είναι το Μ και επί 20 φορές μας κάνει 240. Χρησιμοποιώντας έναν ιδανικό δεκαπλασιαστή τάσης θα φτάσουμε στα $2,4kV$ τάσης. Στην πραγματικότητα θα είμαστε αρκετά εκτός. Στην ουσία θέλω ~ 85 στάδια διπλασιασμού τάσης ($V_{max} = 2 \cdot (N_{στάδια})$). Στη συνέχεια βρίσκω την πτώση τάσης από τον τύπο $V_{drop} = \frac{I}{6 \cdot f \cdot C} \cdot (4n^3 + 3n^2 + n)$. Άρα το κύκλωμά μου δεν μπορεί

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ 2013

να λειτουργήσει ως ιονιστής.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Μητρόπουλος Σπύρος, 2013