

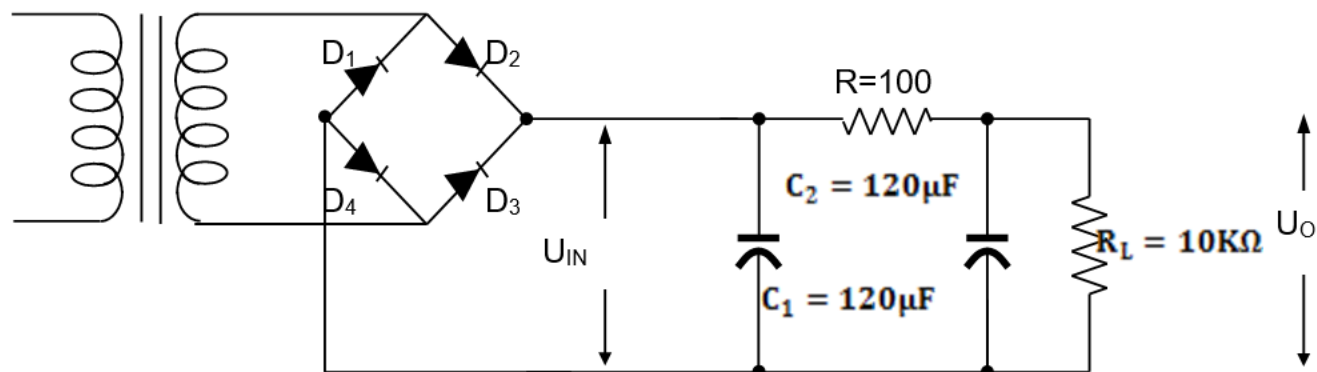
ΦΙΛΤΡΑ

Κυμάτωση – Εξομάλυνση – Σταθεροποίηση

Ασκήσεις



Άσκηση 1



Το κύκλωμα του σήματος είναι ένα τροφοδοτικό. Η τάση τροφοδοσίας έχει συχνότητα 50 Hz (είσοδος του μετασχηματιστή). Δίνεται ο μετασχηματισμός Fourier της πλήρως ανορθωμένης

$$\text{τάσης: } U_{IN}(\text{Volt}) = \frac{20}{\pi} - \frac{40}{3 \cdot \pi} \cdot \text{συν}(2 \cdot \omega \cdot t) - \frac{40}{15 \cdot \pi} \cdot \text{συν}(4 \cdot \omega \cdot t) - \dots$$

Να βρεθούν οι συντελεστές κυμάτωσης της τάσης U_{IN} και της τάσης εξόδου U_{OUT}

Άσκηση 1

Λύση: Η ανορθωμένη τάση όπως περιγράφεται στο μετασχηματισμό Fourier, έχει DC συνιστώσα

$$U_{IN,DC} = \frac{20}{\pi} = 6,4V .$$

Η επικρατέστερη AC συνιστώσα έχει συχνότητα 2ω και είναι: $U_{IN,AC} = -\frac{40}{3 \cdot \pi} \cdot \sigma\upsilon\nu(2 \cdot \omega \cdot t)$.

Η ενεργός τιμή αυτής είναι $U_{IN,AC,RMS} = \frac{40}{3 \cdot \pi \sqrt{2}} = 3V$, εφόσον πρόκειται για ημιτονοειδή κυματομορφή. Ο συντελεστής κυμάτωσης της U_{IN} είναι:

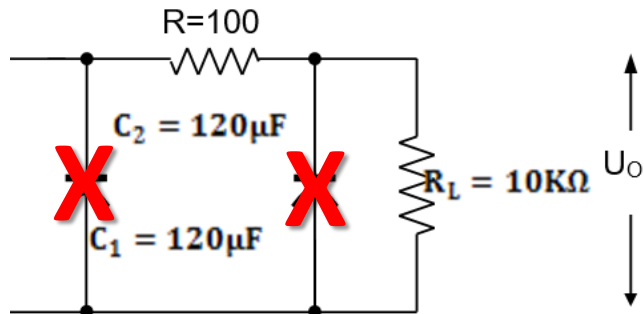
$$r = \frac{U_{IN,AC,RMS}}{U_{IN,DC}} = \frac{\frac{40}{3 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}}}{\frac{20}{\pi}} = \frac{2}{3 \cdot \sqrt{2}} = 0,47 = 47\%$$

Άσκηση 1

Για το V_{out}

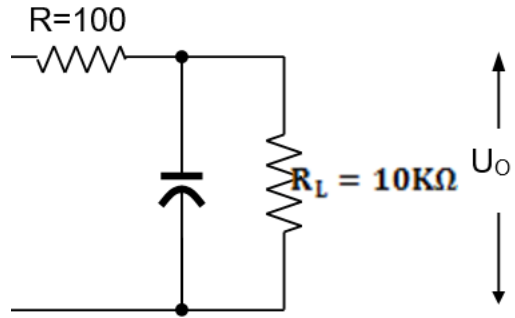
$$I_{C1} = C \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} \rightarrow \frac{V_{DC4}}{R + R_L} = C \frac{\Delta V_4}{\Delta t} \rightarrow \frac{V_{DC4}}{R + R_L} = 120 * 10^{-6} * \frac{2\sqrt{3}V_{AC4}}{T/2}$$

$$\frac{V_{AC4}}{V_{DC4}} = 2.3818 * 10^{-3}$$



$$\frac{V_{DC5}}{V_{DC4}} = \frac{R_L}{R + R_L} = \frac{100}{101}$$

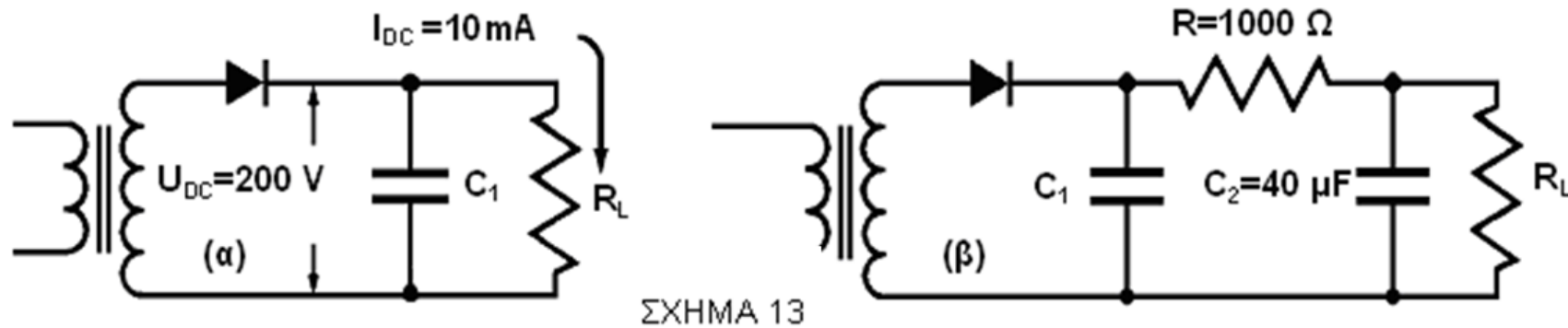
Άσκηση 1



$$\frac{V_{AC5}}{V_{AC4}} = \frac{Z_C}{R + Z_C} = \frac{13}{113}$$

$$r_{out} \frac{V_{AC5}}{V_{DC5}} = 2.76 * 10^{-4}$$

Άσκηση 2



Εύρεση βαθμού κυμάτωσης με δεδομένες DC και AC τιμές

Η τάση εξόδου του τροφοδοτικού του σχήματος (α) έχει συνεχή συνιστώσα $V_{DC}=200V$ και ενεργό τιμή αρμονικών $40V$. Το συνεχές ρεύμα στο φορτίο είναι $10mA$ ενώ η συχνότητα του ρεύματος εισόδου (δικτύου) είναι $50Hz$. Να βρεθούν:

α) Ο βαθμός κυμάτωσης. (σχήμα (α)).

β) Η συνεχής τάση στην έξοδο και ο βαθμός κυμάτωσης εάν στο προηγούμενο κύκλωμα προστεθεί σε σειρά με τον ανορθωτή ωμική αντίσταση $R=1K\Omega$ και πυκνωτής $C_2=40\mu F$ (σχήμα (β)).

γ) Η συνεχής τάση στην έξοδο και ο βαθμός κυμάτωσης εάν αντικατασταθεί η αντίσταση πηνίο $L=30H$ εσωτερικής αντίστασης $R_l=90\Omega$ και πυκνωτής $C_2=40\mu F$ (σχήμα (γ)).

Άσκηση 2

α) Ο βαθμός κυμάτωσης υπολογίζεται από τη σχέση : $r = \frac{U_{AC(rms)}}{U_{DC}} = \frac{40V}{200V} = 0.2$ ή 20%

β) Η αντίσταση φορτίου με βάση τον νόμο του Ohm υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση

$$R_L = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{200V}{10mA} = 20K\Omega$$

Η συνεχής τάση στην έξοδο του κυκλώματος του σχήματος (β) θα υπολογιστεί από τον διαιρέτη τάσης που σχηματίζεται από τις αντιστάσεις R και R_L. Επομένως

$$U'_{DC} = U_{DC} \frac{R_L}{R + R_L} = 200V \frac{20K\Omega}{21K\Omega} = 190,5V$$

Στην περίπτωση της απλής ανόρθωσης η χαμηλότερη συχνότητα εναλλασσόμενης συνιστώσας είναι η συχνότητα της τάσης δικτύου. Η αντίδραση του πυκνωτή στα 50Hz ισούται

$$X_{C_2} = \frac{1}{2\pi f C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \cong 79,6\Omega$$

Το μέτρο της συνολικής αντίστασης στην βασική συχνότητα των 50Hz για την αντίσταση R σε σειρά με τον πυκνωτή C₂ ισούται με

$$Z = \sqrt{R^2 + X_{C_2}^2} = \sqrt{1000^2 + 79,6^2} \cong 1K\Omega$$

Άσκηση 2

Θεωρώντας την χειρότερη περίπτωση όπου η ενεργός τιμή των αρμονικών συνιστωσών οφείλεται στην θεμελιώδη συχνότητα των 50Hz, η ενεργός τιμή της τάσης κυμάτωσης στην έξοδο ισούται

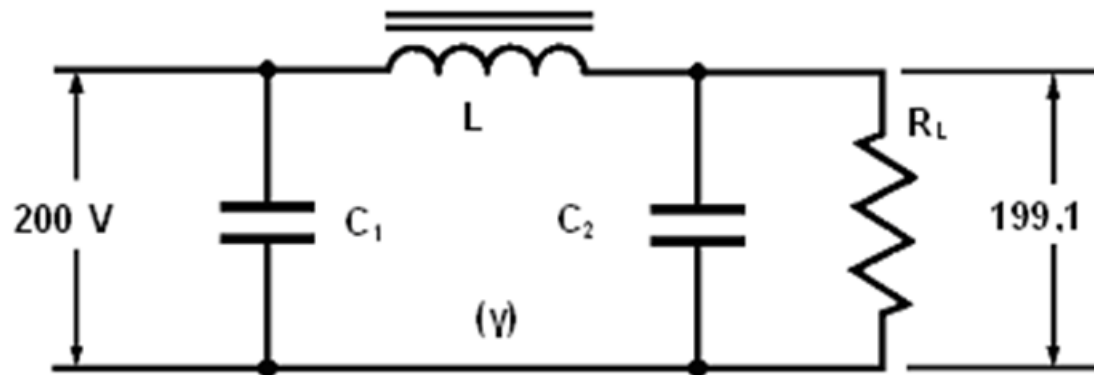
$$U'_{AC(rms)} = U_{AC(rms)} \frac{X_{C2}}{Z} = 40 \frac{79,6}{1000} \cong 3,18V$$

Ο βαθμός κυμάτωσης δίνεται από την παρακάτω σχέση

$$r = \frac{U'_{k(rms)}}{U'_{DC}} = \frac{3,18}{190,5} \cong 1,66\%$$

γ) Σ' αυτήν την περίπτωση η συνεχής τάση εξόδου θα υπολογιστεί πάλι από τον διαιρέτη τάσης που σχηματίζεται από τις αντιστάσεις R_I και R_L .

$$\text{Οπότε } U''_{DC} = \frac{20000}{20000 + 90} 200 = 199,1V$$



Άσκηση 2

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \cdot 30 \cong 9420\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \cong 79,6\Omega$$

Το μέτρο της συνολικής σύνθετης αντίστασης που εμφανίζει ο συνδυασμός του πηνίου-πυκνωτή-εσωτερικής αντίστασης του πηνίου ισούται με

$$Z = \sqrt{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 + R_l^2} \cong L\omega - \frac{1}{C\omega} \quad \text{επειδή } R_l \ll L\omega - \frac{1}{C\omega}$$

$$Z = 9420 - 79,6 = 9340\Omega$$

Θεωρώντας πάλι την χειρότερη περίπτωση όπου η ενεργός τιμή των αρμονικών συνιστωσών οφείλεται στην θεμελιώδη συχνότητα των 50Hz, η ενεργός τιμή της τάσης κυμάτωσης στην έξοδο ισούται με

$$U''_{k(rms)} = U_{k(rms)} \frac{X_{C2}}{Z} = 40 \cdot \frac{80}{9340} \cong 0,342V$$

Ο βαθμός κυμάτωσης τώρα υπολογίζεται ως $r = \frac{U''_{k(rms)}}{U_{DC}} = \frac{0,342V}{199V} = 0.17\%$

Άσκηση 3

Υπολογισμός στοιχείων σε τροφοδοτικό με φίλτρο RC

Σε ένα κύκλωμα ανόρθωσης, το σήμα εισόδου έχει συχνότητα 60 Hz και μέγιστη τιμή (πλάτος) $V_0=12V$. Ως κύκλωμα εξομάλυνσης χρησιμοποιούμε φίλτρο RC με τιμή αντίστασης φορτίου $R=2K\Omega$. Να καθριστεί η απαιτούμενη χωρητικότητα ώστε η τάση κυμάτωσης να περιορίζεται στην τιμή $V_K=0,4V$ για τις περιπτώσεις (α) του πλήρους ανορθωτή και (β) του ημιανορθωτή.

Λύση: Το κύκλωμα στο οποίο αναφερόμαστε για την απλή ανόρθωση είναι το κύκλωμα του σχήματος 5.16 χωρίς το μετασχηματιστή. Η έξοδος του κυκλώματος φαίνεται στα σχήματα (5.17) και (5.18).

Για τη διπλή ανόρθωση, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση (5.22) ή

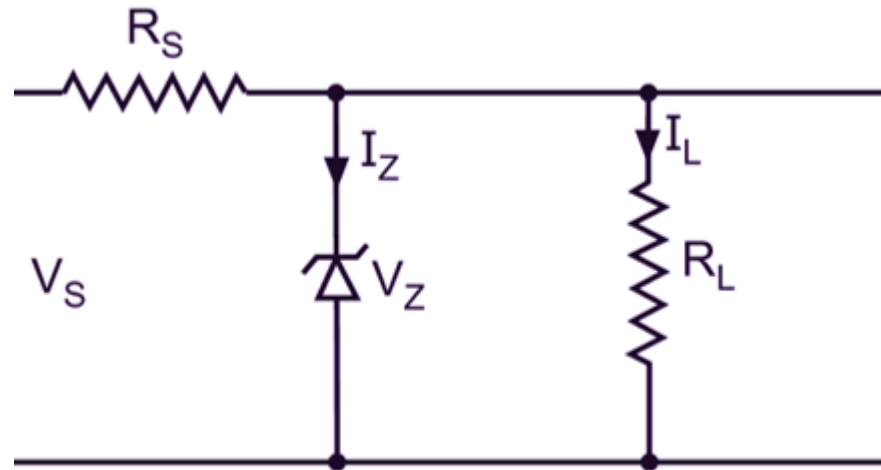
$$I_{DC} = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \Rightarrow \frac{U_{DC}}{R} = C \frac{U_{Kr}}{T/2} \Rightarrow C = \frac{U_{DC}}{2U_K R f} \Rightarrow C = 125\mu F$$

Για την απλή ανόρθωση

$$I_{DC} = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \Rightarrow \frac{U_{DC}}{R} = C \frac{U_r}{T} \Rightarrow C = \frac{U_{DC}}{U_r R f} \Rightarrow C = 250\mu F$$

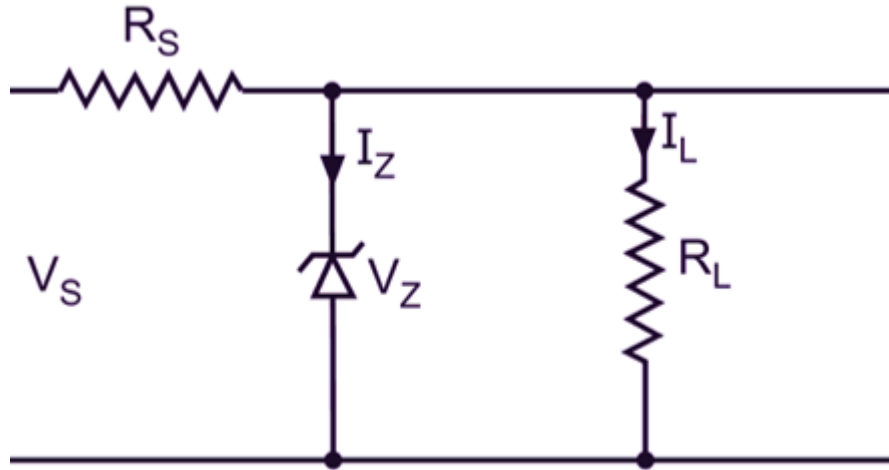
Άσκηση 4

Να υπολογίσετε την μέγιστη και ελάχιστη τιμή της τάσης εισόδου V_S ώστε το παρακάτω κύκλωμα σταθεροποίησης να λειτουργεί σωστά



$$\begin{aligned}R_S &= 100\Omega \\ I_{Zm} &= 25\text{mA} \\ V_Z &= 10\text{V} \\ R_L &= 500\Omega\end{aligned}$$

Άσκηση 4



$$\begin{aligned}R_S &= 100\Omega \\ I_{zm} &= 25\text{mA} \\ V_Z &= 10\text{V} \\ R_L &= 500\Omega\end{aligned}$$

Λύση:

$$V_{S_min}$$

$$V_{RL} = V_S \frac{R_L}{R_S + R_L}$$

Θα πρέπει: $V_{RL} = V_Z$

$$V_{S_min} = V_Z \frac{R_S + R_L}{R_L} = 12\text{V}$$

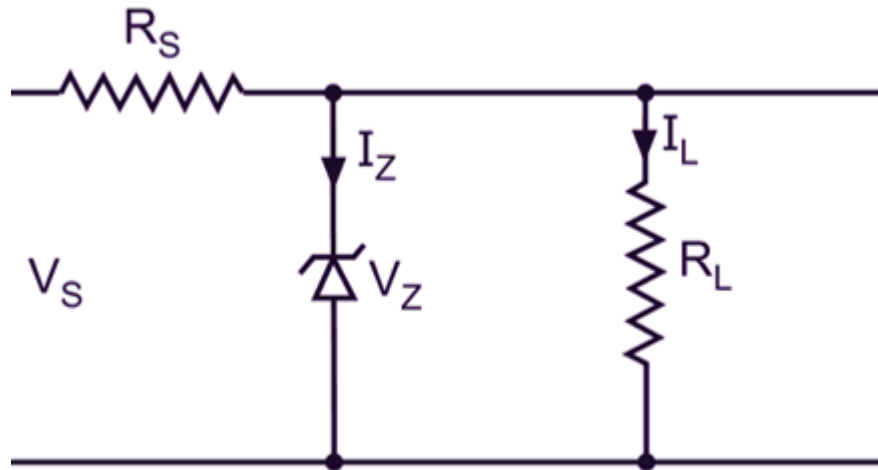
$$V_{S_max}$$

$$\left. \begin{aligned}I_L &= \frac{V_Z}{R_L} = 20\text{mA} \\ I_{Z_max} &= 45\text{mA}\end{aligned} \right\} I_{S_max} = 65\text{mA}$$

$$I_{S_max} = \frac{V_{S_max} - 10}{R_S} \rightarrow V_{S_max} = 14.5\text{V}$$

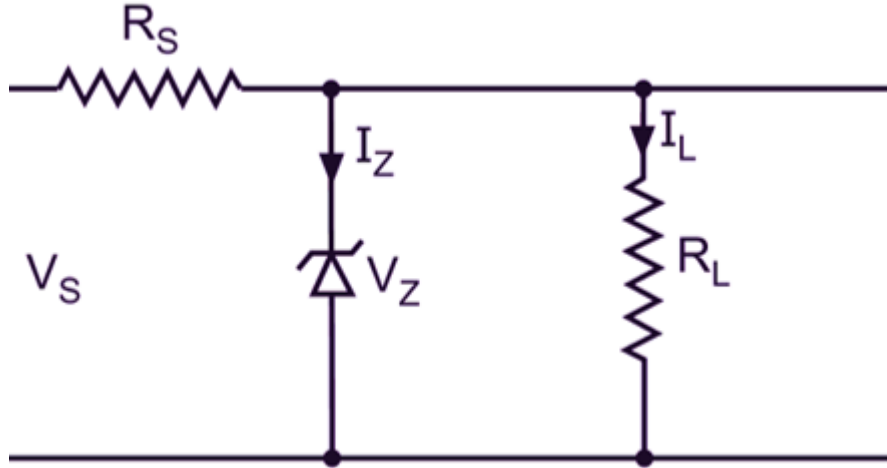
Άσκηση 5

Να υπολογίσετε την μέγιστη και ελάχιστη τιμή της αντίστασης R_L ώστε το παρακάτω κύκλωμα σταθεροποίησης να λειτουργεί σωστά



$$\begin{aligned}R_s &= 100\Omega \\ I_{zm} &= 30\text{mA} \\ V_z &= 5\text{V} \\ V_s &= 10\text{V}\end{aligned}$$

Άσκηση 5



$$R_S = 100\Omega$$

$$I_{zm} = 30\text{mA}$$

$$V_Z = 5\text{V}$$

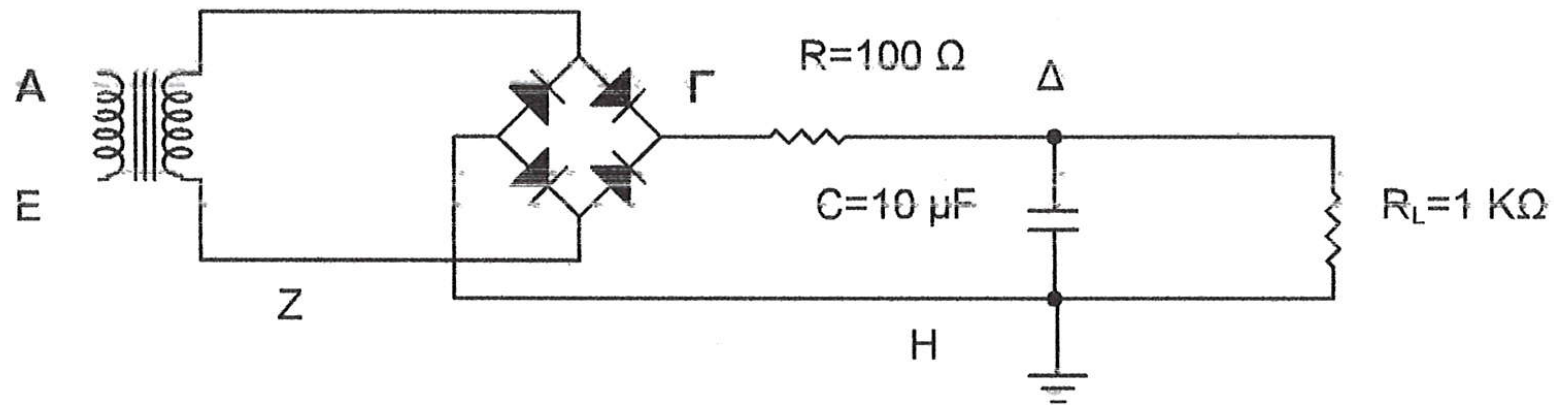
$$V_S = 10\text{V}$$

$$R_{L_min} = V_Z \frac{R_S}{V_S - V_Z} = 100\Omega$$

$$I_S = \frac{V_S - V_Z}{R_S} = 50\text{mA}$$

$$R_{L_max} = \frac{V_Z}{I_{zm}} = 250\Omega$$

Άσκηση 6



Η είσοδος του κυκλώματος (A) είναι η τάση του δικτύου (220V, 50Hz). Μετρήσαμε με πολύμετρο στην έξοδο της γέφυρας (Γ) χωρίς την επίδραση πυκνωτή στη θέση DC, $V=15.3V$

- Να βρεθεί η ένδειξη του πολυμέτρου στη θέση AC για την τάση Γ-H χωρίς την επίδραση του πυκνωτή και ο συντελεστής κυμάτωσης του σήματος στο σημείο Γ
- Να βρεθεί ο λόγος μετασχηματισμού του μετασχηματιστή
- Να βρεθεί ο συντελεστής κυμάτωσης του σήματος στο σημείο Δ με την επίδραση του πυκνωτή

Άσκηση 6

$$\text{A)} \quad V_{DC} = \frac{2V_0}{\pi} \rightarrow V_0 = 24V$$

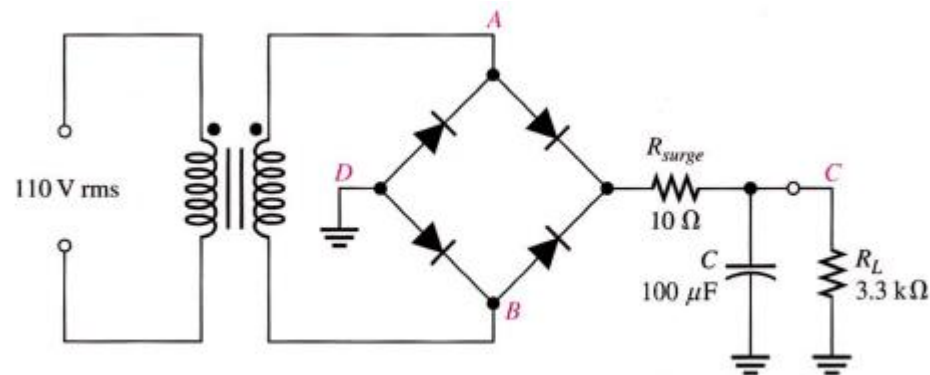
$$V_{AC} = \frac{4V_0}{3\pi\sqrt{2}} \rightarrow V_{AC} = 7.2V$$

$$r = \frac{V_{AC}}{V_{DC}} = 47\%$$

$$\text{B)} \quad N_1 : N_2 = V_{AC1} : V_{AC2} = \frac{220\sqrt{2}}{24} = 13 : 1$$

$$\text{Γ)} \quad C = \frac{\Delta Q}{\Delta U} \rightarrow C = \frac{I_{DC}\Delta t}{U_K} \rightarrow CV_{AC}2\sqrt{3} = \frac{V_{DC}T}{R_L} \frac{1}{2} \rightarrow r = \frac{1}{4\sqrt{3}R_L C f} = 30\%$$

Άσκηση 7



Για τον ανορθωτή γέφυρας με φίλτρο που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, ο μετασχηματιστής έχει 32 V rms στο δευτερεύον και η τάση εισόδου έχει συχνότητα 50 Hz. Προσδιορίστε τα εξής:

- την κυμάτωση (peak to peak), $V_{r(pp)}$.
- την DC τάση εξόδου, V_{DC} .
- το ποσοστό της κυμάτωσης, % r.

- $V_{r(pp)} = (1 / (fR_L C)) V_{p(rect)} = (1 / 100 * 3.3k\Omega * 100\mu F) * 43.85 = 1.32 V$
 $V_{p(rect)} = 1.414 * 32 = 45.65 V$
- $V_{DC} = (1 - (1 / (2fR_L C))) V_{p(rect)} = 43.18 V$
- $V_{K,rms} = V_{r(pp)} / 2\sqrt{3} = 1.32V / 2\sqrt{3} = 0.38V$
 $r = V_{K,rms} / V_{DC} = 0.38V / 43.18V = 0.0088 = 0.88\%$