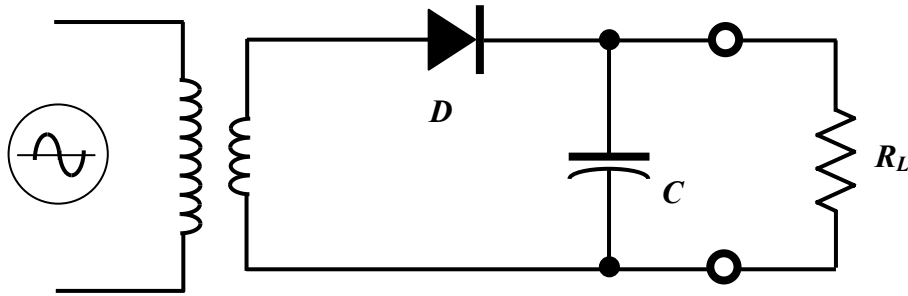


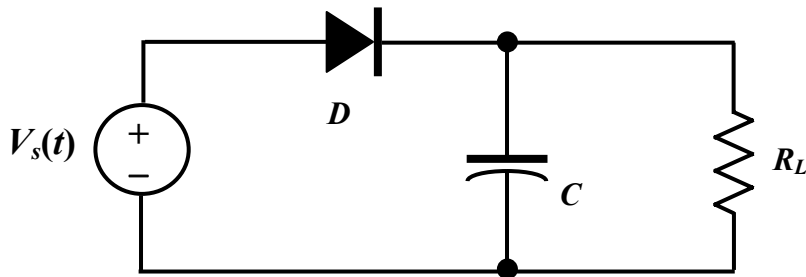
Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΗΜΙΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

Το πιο κάτω σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα ημιανόρθωσης. Το πρόθεμα «ημι» αναφέρεται στο ότι μηδενίζεται το αρνητικό μέρος της ημιτονοειδούς. Η είσοδος είναι μια ημιτονοειδής πηγή τάσης της οποίας το πλάτος ο μετασχηματιστής μειώνει στο επιθυμητό επίπεδο. Το κύκλωμα οδηγεί ένα ωμικό φορτίο R_L .



Εικ. 1: Κύκλωμα ημιανόρθωσης.

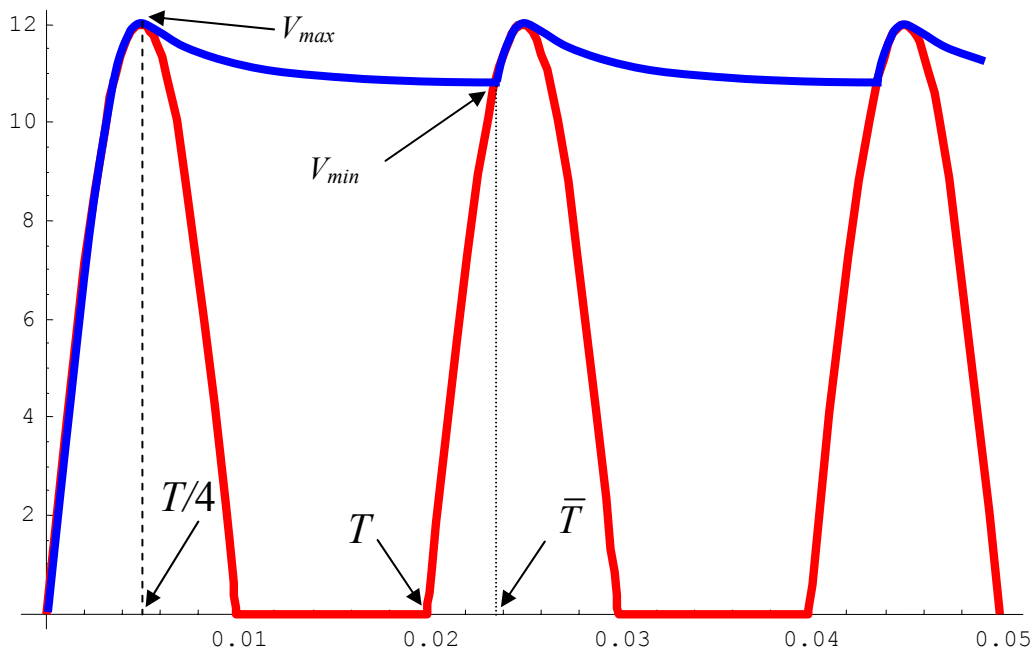
Για να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του κυκλώματος θεωρούμε την πιο κάτω αναπαράσταση όπου $V_s(t) = 12 \sin(100\pi t)$ V (δηλαδή ο μετασχηματιστής μείωσε τα π.χ. 220 V σε 12 V) και ο πυκνωτής είναι αρχικά αφόρτιστος.



Εικ. 2: Κύκλωμα ημιανόρθωσης.

Όσο η τάση είναι θετική, η διόδος άγει και η τάση στα άκρα του πυκνωτή αυξάνει σύμφωνα με την ημιτονοειδή είσοδο (πρώτο τμήμα της μπλε καμπύλης στην Εικ. 3). Όμως, μόλις η τιμή της τάσης φτάσει στη μέγιστη τιμή $V_{\max}$ ο πυκνωτής θα είναι πια πλήρως φορτισμένος και η διόδος θα πάψει να άγει γιατί θα βλέπει πια αρνητική τάση. Αυτό θα συμβεί με μια ιδανική διόδο. Αν θεωρήσουμε μια πραγματική διόδο πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την αντίστροφη πόλωση της διόδου (ανάλογα με το υλικό κατασκευής).

Καθώς τώρα ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος, βρίσκει οδό εκφόρτισης δια μέσου του αντιστάτη φορτίου R_L . Έτσι η τάση πέφτει με εκθετικό ρυθμό και με σταθερά χρόνου $\tau = R_L C$. Μόλις η τάση φτάσει μια ελάχιστη τιμή $V_{\min}$, ακριβώς τη στιγμή που «συναντάει» την ανερχόμενη τάση της πηγής, η διόδος D «βλέπει» ξανά θετική τάση και αρχίζει πάλι να άγει. Από το σημείο αυτό και μετά, η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνέχεια (βλ. Εικ. 3, μπλε καμπύλη).



Εικ. 3

Η ποιότητα της ανόρθωσης μπορεί να μετρηθεί με τη βοήθεια ενός δείκτη που μπορούμε να αποκαλέσουμε «συντελεστή κυματισμού» (ripple factor):

$$R\% = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100 \quad (1)$$

Έτσι, με $V_{\max} = 12 \text{ V}$ και επιθυμητό συντελεστή κυματισμού 10% η τάση $V_{\min}$ προκύπτει ίση με 10,8 V. Εάν ο συντελεστής κυματισμού ήταν 1% (πολύ πιο αυστηρή προδιαγραφή ποιότητας) η τάση $V_{\min}$ θα ήταν ίση με 11,88 V.

Η σταθερά χρόνου τ επιλέγεται έτσι ώστε να είναι πολύ μεγαλύτερη από τη σταθερά χρόνου του σήματος εισόδου, δηλ. της περιόδου της ημιτονοειδούς. Αν εξετάσουμε το τυπικό σήμα της ΔΕΗ με 50 Hz, η περίοδος είναι 0,02 s οπότε η τ μπορεί να είναι π.χ. 10 φορές μεγαλύτερη, δηλ. ίση με 0,2 s.

Ο χρόνος T_1 που απαιτείται για να φθάσει η ημιτονοειδής τάση την τιμή $V_{\min}$ δίνεται από την εξίσωση

$$V_{\max} \sin(\omega T_1) = V_{\min} \Rightarrow T_1 = \frac{\arcsin\left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}}\right)}{\omega} \quad (2)$$

οπότε η τάση φθάνει την τιμή $V_{\min}$ για πρώτη φορά μετά την έναρξη λειτουργίας σε χρόνο

$$\bar{T} = T + T_1 \quad (3)$$

ενώ το ακριβές σημείο «συνάντησης» των δυο καμπυλών μπορεί να μας προσδιορίσει την κατάλληλη σταθερά τ^* που προκύπτει από τη λύση της εξίσωσης

$$V_{\max} e^{-(\bar{T}-T/4)/\tau^*} = V_{\min} \Rightarrow \tau^* = -\frac{\bar{T}-T/4}{\ln\left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}}\right)} \quad (4)$$

(επειδή η τάση $V_{\max}$ συμβαίνει για πρώτη φορά σε χρόνο $T/4$).

Για τα πιο πάνω δεδομένα, $\bar{T} = 0,0243$ s και $\tau^* = 0,1762$ s (που είναι πολύ κοντά στην τιμή 0,2 s που «προβλέφθηκε» προηγουμένως). Αν τώρα θεωρήσουμε ωμικό φορτίο 10 Ω, ο πυκνωτής πρέπει να είναι περίπου 18 mF. Για ωμικό φορτίο 100 Ω, ο πυκνωτής πρέπει να είναι περίπου 2 mF ενώ για ωμικό φορτίο 10 kΩ, ο πυκνωτής πρέπει να είναι 1,8 μF. Πρέπει λοιπόν να έχουμε μια πολύ καλή ιδέα για το τι φορτίο θα οδηγήσει η συσκευή μας. Επίσης, το γεγονός ότι είμαστε αναγκασμένοι να χρησιμοποιήσουμε τις προτυποποιημένες τιμές για χωρητικότητα, θα αλλάξει ελαφρά την τιμή του $V_{\min}$ και τους χρόνους που υπολογίστηκαν πιο πάνω.

Ενδεικτικά, για $V_{\min} = 11,88$ V που αντιστοιχεί σε απαιτητικό συντελεστή κυματισμού 1%, θα πάρουμε $\bar{T} = 0,0246$ s και $\tau^* = 1,9452$ s οπότε θα έχουμε για ωμικό φορτίο 10 Ω ότι ο πυκνωτής πρέπει να είναι περίπου 200 mF. Ο πυκνωτής αυτός είναι και ακριβός και μεγάλων διαστάσεων. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι υπερβολικές απαιτήσεις οδηγούν σε πιθανές δυσκολίες.

Με παρόμοια ανάλυση μπορούμε να δούμε τι συμβαίνει στην περίπτωση της πλήρους ανόρθωσης (ξεκινώντας από το ότι η Εξ. 3 γίνεται $\bar{T} = T/2 + T_1$).