

ΑΣΚΗΣΗ 5

ΑΠΛΗ ΑΝΟΡΘΩΣΗ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Γενικά :

Οι ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές συσκευές και όργανα, περιλαμβάνουν ενεργητικά στοιχεία όπως είναι οι λυχνίες τα TRANSISTORS και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, για να λειτουργήσουν αυτά τα στοιχεία χρειάζονται συνεχείς τάσεις D.C. Οι πηγές που τις παρέχουν είναι συσσωρευτές (μπαταρίες) με D.C. τάση και σε τιμές 1,35V - 1,5V - 3V - 4,5V - 9V - 12V - 15V - 22V - 60V - 90V και σε διάφορες χωρητικότητες ΑΗ.

Ακόμη υπενθυμίζεται ότι η τάση που μας παρέχεται είναι 220V A.C. ή 380V A.C. και με συχνότητα 50Hz.

Τα 220V A.C. είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ φάσης και ουδετέρου και τα 380V A.C. είναι η διαφορά δυναμικού σε δύο από τις τρεις φάσεις.

Έτσι είναι αναγκαίο να μετατραπεί πρώτα η τάση από A.C. σε D.C. και να πάρει την επιθυμητή τιμή που μας ενδιαφέρει για κάθε εφαρμογή.

Επειδή στα ανορθωτικά κυκλώματα στο εργαστήριο Ηλεκτρονικά Ι θα ακούγεται ο όρος μετασχηματιστής δύο λόγια για τους μετασχηματιστές οι οποίοι είναι παθητικά στοιχεία τετραπολικής μορφής και διακρίνονται σε μετασχηματιστές υποβιβασμού τάσης και ανύψωσης τάσης. Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι μετασχηματιστές είναι υποβιβασμού τάσης.

Έχουν ένα πρωτεύον τύλιγμα και ένα ή περισσότερα δευτερεύοντα, τα οποία έχουν σύζευξη μεταξύ τους με την βοήθεια του πυρήνα του μετασχηματιστή.

Γενικά ανόρθωση λέμε την μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή. Η απλή ανόρθωση λέγεται και ανόρθωση μισού κύματος.

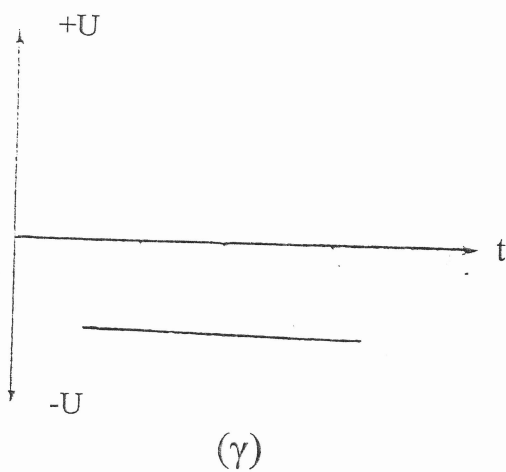
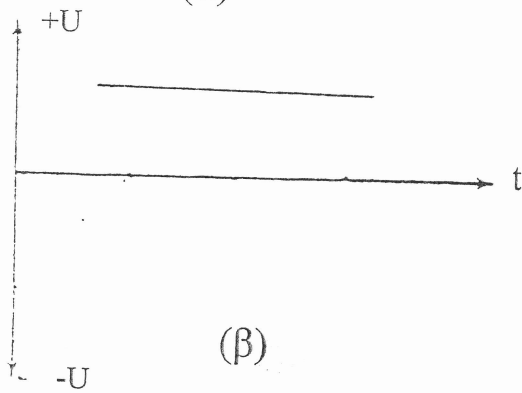
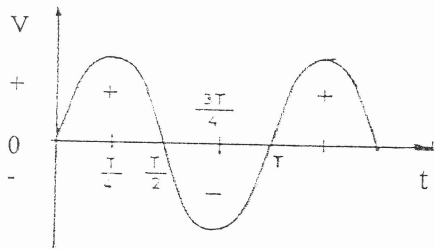
Πριν μελετήσουμε την απλή ανόρθωση πρέπει πρώτα να καταλάβουμε με τις παραστάσεις του σχ. 1.

Στο σχ. 1α φαίνεται μία τάση που περιοδικά αλλάζει πολικότητα θετική – αρνητική – θετική, η τάση αυτή θεωρείται A.C.

Στο σχ. 1β φαίνεται μία τάση που με την πάροδο του χρόνου παραμένει πάντα σε θετική πολικότητα η τάση αυτή θεωρείται D.C.

και στο σχ. 1γ φαίνεται μία τάση που με την πάροδο του χρόνου παραμένει πάντα σε αρνητική πολικότητα, και η τάση αυτή θεωρείται D.C.

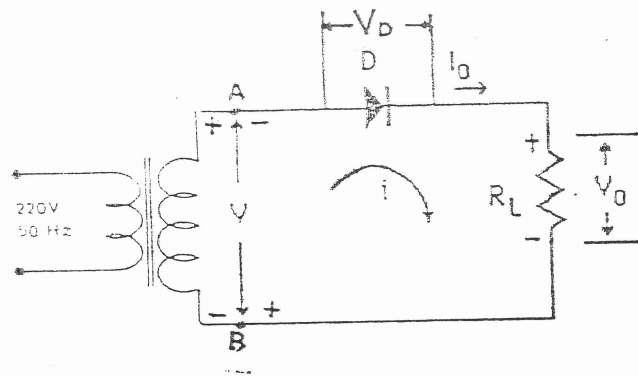
Στις ηλεκτρονικές εφαρμογές χρειάζεται τάση D.C. αλλά πρέπει συγχρόνως να έχει σταθερή τιμή σε VOLT. Πρέπει επομένως να περιορίσουμε την μία από τις δύο περιόδους της A.C. τάσης σχ. 1α (αυτό το πετυχαίνουμε με τη διαδικασία της ανόρθωσης) και στην συνέχεια να κρατήσουμε την τάση αυτή σταθερή στην τιμή που θέλουμε.



Σχ. 1 α, β, γ

ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΑΠΛΗΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

Απλή ανόρθωση ή ημιανόρθωση είναι η διαδικασία της εκμετάλλευσης του ενός παλμού για κάθε περίοδο (T) της τάσης πηγής. Το βασικό κύκλωμα της απλής ανόρθωσης φαίνεται στο σχ. 2.



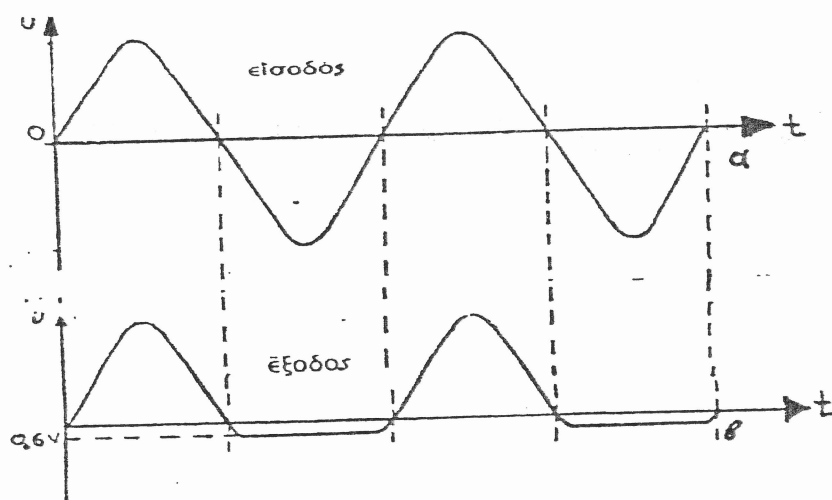
Σχ. 2

Βασικό κύκλωμα απλής ανόρθωσης.

Ο μετασχηματιστής μετατρέπει την A.C. τάση του δικτύου σύμφωνα με τις ανάγκες εισόδου του κυκλώματος που θέλουμε να τροφοδοτήσουμε και συγχρόνως απομονώνει το κύκλωμα από την φάση του δικτύου για τυχών ηλεκτροπληξία.

Το κύκλωμα απλής ανόρθωσης που αποτελείται από μία δίοδο και μία ωμική αντίσταση για φορτίο μετατρέπει την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή μεταβαλλόμενη ή παλμική.

Όλα τα ανορθωτικά κυκλώματα ονομάζονται και μετατροπείς A.C. τάσης σε D.C.



Σχ. 3 α, β

Κυματομορφές τάσης εισόδου - εξόδου.

Η κυματομορφή του σήματος εισόδου του κυκλώματος φαίνεται στο σχ. 3α κατά την διάρκεια της θετικής εναλλαγής του σήματος εισόδου η πολικότητα στο σημείο Α είναι θετική σε σχέση με το Β σχ. 2. Επομένως η άνοδος είναι θετική ως προς την κάθοδο, η διάοδος D είναι πολωμένη ορθά και άγει για όσο χρόνο η εφαρμοζόμενη τάση είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να υπερνικήσει την τάση φραγμού ή κατωφλίου της διάοδος, που αν η διάοδος D του σχ. 2 π.χ. είναι Si τότε η τάση αυτή είναι 0,6V. Άγει λοιπόν η διάοδος έχει μικρή αντίσταση περνά ρεύμα μέσα από αυτή και από την αντίσταση R_L όπου και εφαρμόζεται το μεγαλύτερο μέρος της τάσης σχ. 3β. Κατά την διάρκεια της αρνητικής εναλλαγής του σήματος εισόδου η πολικότητα αναστρέφεται και το σημείο Α γίνεται αρνητικό σε σχέση με το Β. Επομένως η διάοδος πολώνεται ανάστροφα και δεν άγει κατά την διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου, άρα δεν υπάρχει ροή ρεύματος στο κύκλωμα για να προκαλέσει πτώση τάσης στα άκρα της R_L . Παράγεται όμως μία μικρή πτώση τάσης αντίθετης πολικότητας στα άκρα της R_L από τους φορείς μειονότητας που στην πράξη την θεωρούμε αμελητέα. Παρατηρούμε στο σχ. 3β ότι η τάση εξόδου είναι ένας παλμός τάσης από συνεχή συνιστώσα και εναλλασσόμενη.

Η συνεχής συνιστώσα U_{DC} στο φορτίο R_L :

$$U_{DC} = I_{DC} \cdot R_L \Rightarrow U_{DC} = \frac{I_m \cdot R_L}{\pi} \Rightarrow U_{DC} = \frac{U \cdot m}{\pi} \text{ το } I_{DC} = \frac{I_m}{\pi}$$

Η ενεργός τιμή της τάσης U_{RMS} στο φορτίο R_L :

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U^2 \cdot d(\omega t)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} U^2 \cdot \sin^2 \omega t d(\omega t)} =$$

$$= \sqrt{\frac{U_m^2}{2\pi} \left[\frac{1}{2} (\omega t) - \frac{1}{4} \sin 2\omega t \right]_0^{\pi}} = \sqrt{\frac{U_m^2}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{2}} = \frac{U_m}{2}$$

Με τον ίδιο τρόπο αποδεικνύεται ότι $I_{RMS} = \frac{I_m}{2}$

Η απόδοση εκμετάλλευσης ή βαθμός απόδοσης του κυκλώματος απλής ανόρθωσης δεν ξεπερνά τη τιμή 40,6%.

Συντελεστής κυμάτωσης τ (ripple factor) ισχύει η σχέση :

$$\tau = \sqrt{\left[\frac{U_{RMS}}{U_{DC}} \right]^2 - 1} \quad (1) \quad \text{όπου } U_{RMS} = \frac{U_m}{2} \text{ και } U_{DC} = \frac{U_m}{\pi}$$

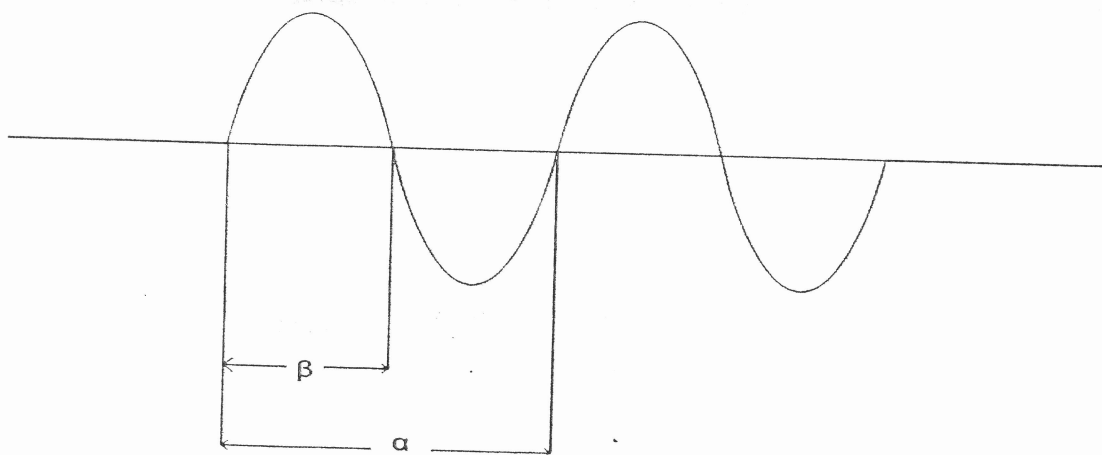
Αντικαθιστώντας την σχέση (1) έχουμε :

$$\tau = \sqrt{\left[\frac{\frac{U_m}{2}}{\frac{U_m}{\pi}} \right]^2 - 1} = \sqrt{\left[\frac{U_m \cdot \pi^2}{2 \cdot U_m} \right]^2 - 1} =$$

$$= \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1} = \sqrt{\frac{(3,14)^2}{4} - 1} = \sqrt{1,46} = 1,21 \text{ ή } 121\%$$

Παρατηρούμε ότι ο βαθμός κυμάτωσης είναι πολύ μεγάλος.
 Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γωνία διέλευσης για κάθε δίοδο και
 δίδεται από τη σχέση :

$$\varphi = \frac{\beta}{\alpha} \cdot 360^\circ.$$



ΦΙΛΤΡΑ ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗΣ

Γενικά

Μελετήσαμε προηγουμένως την απλή ανόρθωση και είδαμε ότι ο βαθμός κυμάτωσης ήταν υπερβολικά μεγάλος, ενώ στην πράξη επιδιώκουμε να έχουμε βαθμό κυμάτωσης μικρότερο του 1%.

Η ελάττωση του βαθμού κυμάτωσης επιτυγχάνεται με τοποθέτηση φίλτρων εξομάλυνσης αμέσως μετά τις ανορθωτικές διατάξεις με σκοπό να αφαιρέσουν το ποσοστό της εναλλασσόμενης τάσης που περιέχεται στην έξοδο. Ο σπουδαστής θα έχει μία πρώτη επαφή με το μεγάλο θέμα που λέγεται φίλτρα, αν και δεν είναι μάθημα των Ηλεκτρονικών Ι. Θα αναφερθούμε αρκετά συνοπτικά ώστε να μπορέσουν οι σπουδαστές να ανταποκριθούν στην πειραματική εργασία της άσκησης.

Τα φίλτρα εξομάλυνσης είναι συνδυασμοί από ωμικές αντιστάσεις, πυκνωτές και πηνία, χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες : α) φίλτρα χωρητικότητας β) φίλτρα αυτεπαγωγής γ) φίλτρα αυτεπαγωγής εισόδου τύπου “L” και δ) φίλτρα χωρητικής εισόδου τύπου “Π”.

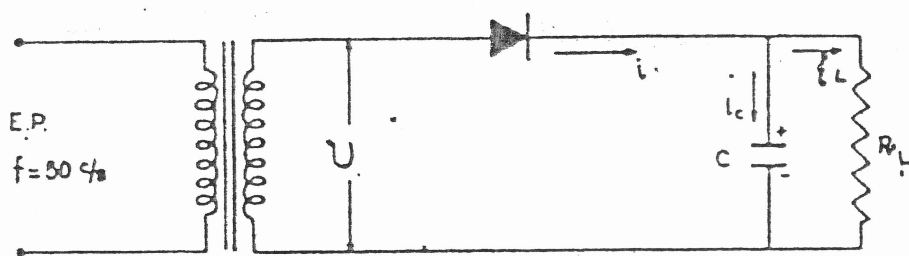
Από τις παραπάνω κατηγορίες θα αναφέρουμε μόνο το φίλτρο εξομάλυνσης χωρητικότητας (με πυκνωτή) γιατί αυτό θα χρησιμοποιήσουμε και στην πειραματική εργασία.

Φίλτρο εξομάλυνσης χωρητικότητας.

Το φίλτρο αυτό αποτελείται από ένα πυκνωτή που συνδέεται στην έξοδο του κυκλώματος απλής ανόρθωσης και παράλληλα προς την αντίσταση R_L του φορτίου.

Όπως φαίνεται στο σχ. 4 κατά το χρόνο αγωγής της διόδου D το ρεύμα (ακολουθεί δύο διευθύνσεις) η μία είναι προς τον πυκνωτή C ρεύμα I_C και φορτίζει αυτόν η άλλη προς το φορτίο R_L ρεύμα I_L .

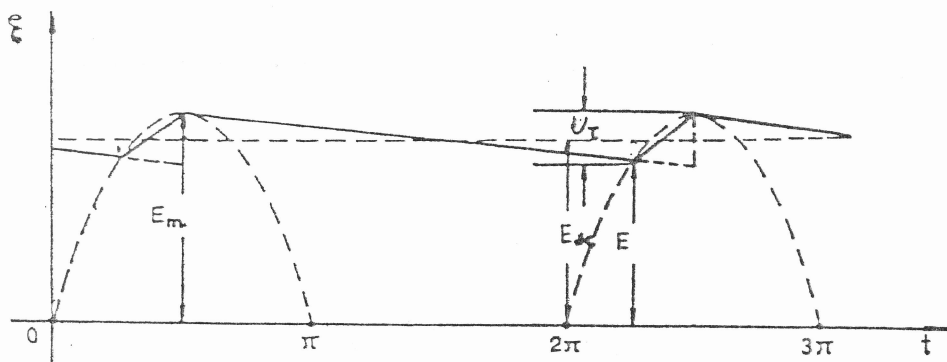
Άρα $I = I_C + I_L$ σχ. 4.



Σχ. 4

Απλή ανόρθωση με φίλτρο εξομάλυνσης χωρητικότητας.

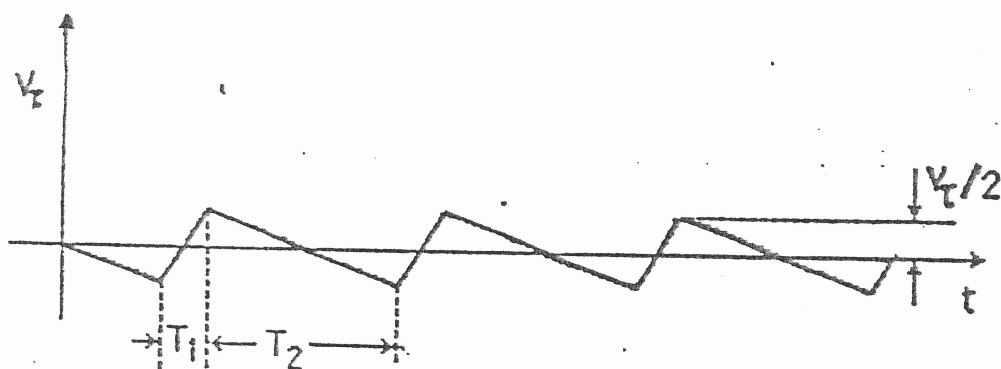
Έτσι η δίοδος D δεν άγει ο πυκνωτής C εκφορτίζεται μέσω της αντίστασης R_L επομένως μέσα από την αντίσταση περνά ρεύμα της ίδιας φοράς και όταν δεν άγει η δίοδος. Στην έξοδο λοιπόν του κυκλώματος ανόρθωσης με φίλτρο εξομάλυνσης χωρητικότητας παίρνουμε την κυματομορφή του σχ. 5.



Σχ. 5

Η διακεκομμένη γραμμή μας δείχνει την κυματομορφή απλής ανόρθωσης χωρίς φίλτρο και η συνεχής την κυματομορφή με φίλτρο όπου U_T η τάση κυμάτωσης.

Στο σχ. 6 φαίνονται οι χρόνοι T_1 και T_2 της κυμάτωσης που εξαρτώνται από το φίλτρο εξομάλυνσης.



Σχ. 6

Κυματομορφή τάσης κυμάτωσης.