

ΑΣΚΗΣΗ 6

ΔΙΠΛΗ ΑΝΟΡΘΩΣΗ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Γενικά :

Τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη άσκηση της απλής ανόρθωσης μπορούν να ξεπεραστούν με τα κυκλώματα της διπλής ανόρθωσης ή πλήρης ανόρθωσης.

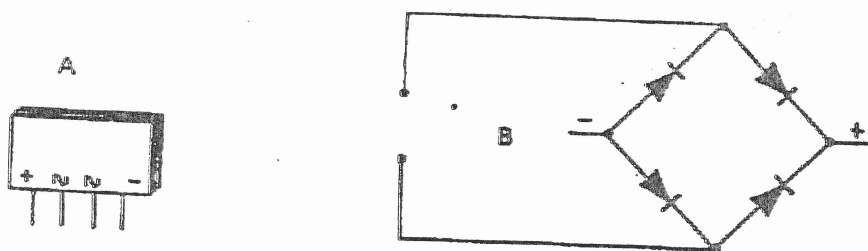
Στην διπλή ανόρθωση γίνεται εκμετάλλευση και των δυο ημιπεριόδων του εναλλασσόμενου ρεύματος, και οι δυο παρέχουν τάση στο φορτίο της αυτής φοράς.

Το βασικό κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης, αποτελείται από μετασχηματιστή δύο διόδους και φορτίο.

Υπάρχουν και πιο βελτιωμένα κυκλώματα διπλής ανόρθωσης που χρησιμοποιούν τέσσερις διόδους σε συνδεσμολογία γέφυρας.

Οι διόδοι που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως SI γιατί έχουν πολύ μικρή εσωτερική αντίσταση κατά την ορθή φορά.

Στο εμπόριο οι γέφυρες ανόρθωσης πωλούνται σαν ένα εξάρτημα με τέσσερις ακροδέκτες όπως φαίνεται στο παρακάτω σχ. 1 Α, Β.



Σχ. 1 Α, Β.

A) Πρακτική όψη γέφυρας.

B) Κύκλωμα γέφυρας.

ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

Το βασικό κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης περιλαμβάνει μετασχηματιστή με μεσαία λήψη δύο διόδους ανορθώτριες και ένα ωμικό φορτίο, σχ. 2 και η λειτουργία του είναι η εξής :

Κατά την διάρκεια της θετικής εναλλαγής στο δευτερεύον του μετασχηματιστή το σημείο Α είναι θετικότερο σε σχέση με το Β.

Τότε το Α είναι θετικότερο του Γ και το Β αρνητικότερο του Γ.

(Λόγω της μεσαίας λήψης του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή οι τάσεις U_{AG} U_{GB} είναι ίσες και διαφέρουν μεταξύ τους κατά γωνία $\varphi = 180^\circ$).

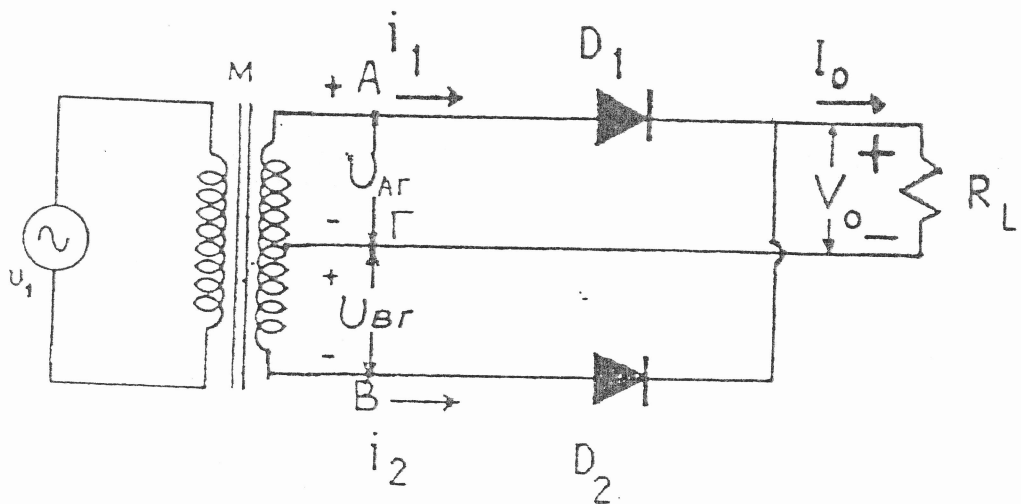
Έτσι, η διάδος D_1 είναι πολωμένη ορθά και άγει με φορά ρεύματος από το σημείο Α προς $\rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow$ μεσαία λήψη Γ.

Σ' όλη την διάρκεια αυτή η διάδος D_2 είναι πολωμένη ανάστροφα και δεν άγει. Όταν τελειώσει η θετική εναλλαγή και αρχίσει η αρνητική οι πολικότητες του δευτερεύοντος αλλάζουν τώρα η D_1 πολώνεται ανάστροφα και η D_2 ορθά. Έτσι έχουμε φορά ρεύματος στο κύκλωμα από το σημείο Β προς $D_2 \rightarrow R_L \rightarrow$ μεσαία λήψη Γ. Και στις δύο περιπτώσεις δηλαδή όταν άγει η διάδος D_1 και όταν άγει η διάδος D_2 δημιουργείται πτώση τάσης στα άκρα του φορτίου R_L ίδια με την τάση που την προκάλεσε μείον την πτώση τάσης στα άκρα της διόδου D_1 και D_2 που στην πράξη θεωρείται αμελητέα λόγω της μικρής αντίστασης που έχουν κατά την αγωγή φορά. Επομένως στο φορτίο R_L θα εμφανίζονται και οι δύο ημιπερίοδοι ανορθωμένες. Στο παρακάτω σχ. 3 α, β, γ, φαίνονται διάφορες κυματομορφές τάσης στα διάφορα σημεία εισόδου και εξόδου του κυκλώματος.

Στο σχ. 3α φαίνεται η κυματομορφή τάσης μεταξύ των σημείων Α και Γ.

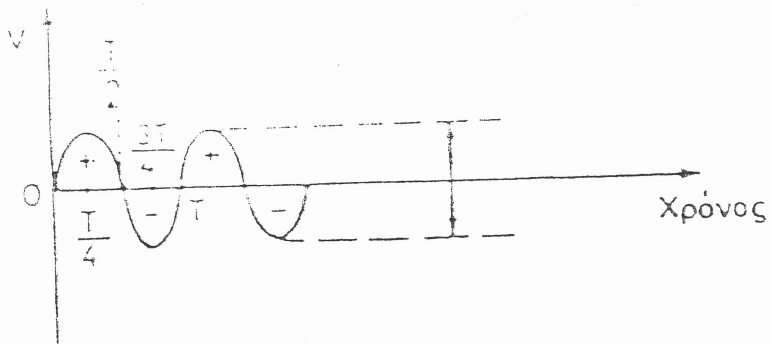
Στο σχ. 3β φαίνεται η κυματομορφή τάσης μεταξύ των σημείων Β και Γ.

Στο σχ. 3γ φαίνεται η κυματομορφή τάσης εξόδου στα άκρα του φορτίου R_L .

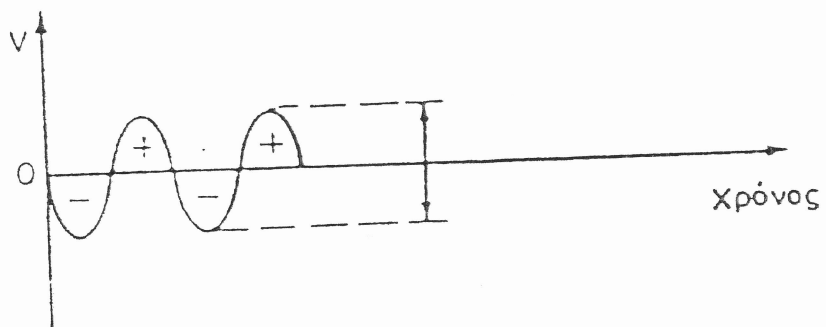


Βασικό κύκλωμα διπλής ανόρθωσης

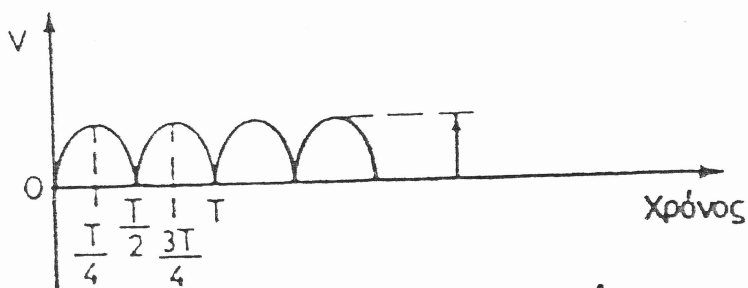
Σχ. 2



β.
Τάση μεταξύ Α,Γ.



γ.
Τάση μεταξύ Β,Γ.



δ.
Τάση στα άκρα της R

Σχ. 3 α, β, γ.

Η συνεχής συνιστώσα U_{DC} στο φορτίο R_L

Η κυματομορφή της τάσης εξόδου στα άκρα του φορτίου R_L μπορεί να περιγραφεί από τη συνάρτηση :

$$U_{RL} = \begin{cases} U_m \sin \omega t & \text{για } 0 < \omega t < \pi \\ -U_m \sin \omega t & \text{για } \pi < \omega t < 2\pi \end{cases}$$

Αν η συνάρτηση U_{RL} αναλυθεί κατά FOURIER ο πρώτος όρος της σειράς μας δίνει την U_{DC} που είναι :

$$U_{DC} = \frac{2U_m}{\pi}$$

Άρα η U_{DC} στην διπλή ανόρθωση είναι διπλάσια από την U_{DC} στην απλή.

Η ενεργός τιμή της τάσης U_{rms} στο φορτίο R_L

είναι $U_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$

και η απόδοση εκμετάλλευσης ή βαθμός απόδοσης του κυκλώματος της διπλής ανόρθωσης κυμαίνεται στο 81,2 %.

Συντελεστής κυμάτωσης r (Tipple factor)

Ισχύει η σχέση : $r = \sqrt{\left(\frac{U_{rms}}{U_{dc}}\right)^2 - 1}$ (1)

Όπου $U_{rms} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ και $U_{dc} = \frac{2U_m}{\pi}$

Αντικαθιστούμε τις δύο παραπάνω σχέσεις στην (1) και έχουμε :

$$\tau = \sqrt{\frac{\frac{U_m}{\sqrt{2}}}{2U_m} - 1} = \sqrt{\frac{U_m \cdot \pi}{2U_m \cdot \sqrt{2}} - 1} =$$

$$= \sqrt{\frac{\pi^2}{4 \cdot 2} - 1} = \sqrt{\frac{(3,14)^2}{8} - 1} = \sqrt{\frac{9,85}{8} - 1} =$$

$$= \sqrt{1,23 - 1} = \sqrt{0,23} = 0,48 \text{ ή } 48\%$$

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής κυμάτωσης της διπλής ανόρθωσης είναι πολύ μικρότερος σε σύγκριση με την απλή ανόρθωση.

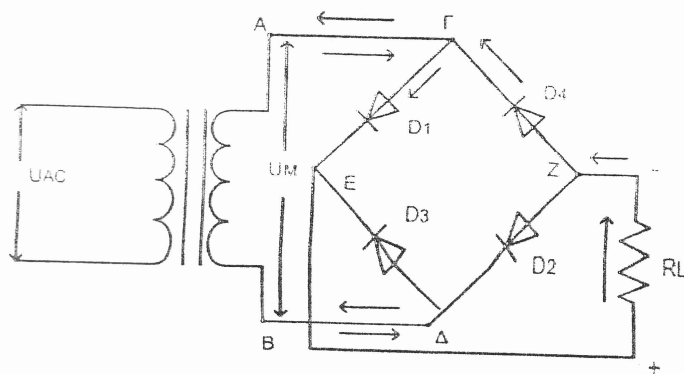
Το κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με δύο διόδους.

Παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα όπως : Στην έξοδο (φορτίο R_L) παίρνουμε την μίση τάση του δευτερεύοντος λόγω της μεσαίας λήψης. Ακόμη όταν χρειάζεται υψηλή τάση στο δευτερεύον του μετασχηματιστή δημιουργείται το πρόβλημα του κόστους και του όγκου του μετασχηματιστή.

ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΜΕ ΓΕΦΥΡΑ

Ορισμένες βελτιώσεις στα μειονεκτήματα που αναφέραμε πριν στην διπλή ανόρθωση μπορούν να γίνουν με την συνδεσμολογία διόδων σε σύστημα γέφυρας. Στην γέφυρα χρησιμοποιούνται τέσσερις διόδοι, το κύκλωμα φαίνεται στο Σχ. 4.

Στα σημεία Α και Β του δευτερεύοντος πηνίου του μετασχηματιστή τροφοδοσίας, συνδέονται στα σημεία Γ και Δ της γέφυρας.



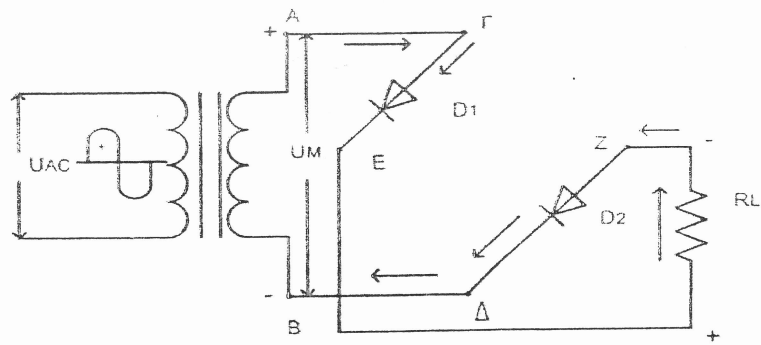
Σχ. 4

Κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα

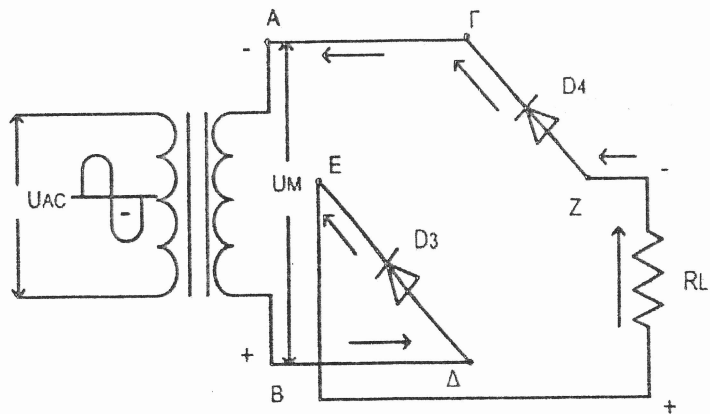
Μεταξύ των σημείων E και Z της γέφυρας συνδέεται το φορτίο του κυκλώματος, ωμική αντίσταση R_L . Οι δίοδοι όπως έχουν συνδεθεί άγουν ανά δύο και εναλλακτικά σε κάθε ημιπερίοδο της τάσης εισόδου της γέφυρας. Κατά τη θετική εναλλαγή της τάσης εισόδου, το σημείο A του δευτερεύοντος πηνίου του μετασχηματιστή γίνεται θετικότερο του σημείου B, σχ. 5 έτσι οι δίοδοι D_1 και D_2 πολώνονται ορθά και άγουν, οι D_3 και D_4 πολώνονται ανάστροφα και δεν άγουν.

Έτσι προκαλείται ροή ρεύματος στο κύκλωμα όπως δείχνουν τα βέλη του σχήματος 5. Τότε το φορτίο R_L διαρρέεται από ρεύμα και προκαλείται πτώση τάσης στα άκρα του.

Κατά την αρνητική εναλλαγή της τάσης εισόδου, το σημείο A του μετασχηματιστή τροφοδοσίας γίνεται αρνητικότερο του σημείου B Σχ. 6 έτσι οι δίοδοι D_3 και D_4 πολώνονται ορθά και άγουν, οι D_1 και D_2 πολώνονται ανάστροφα και δεν άγουν.

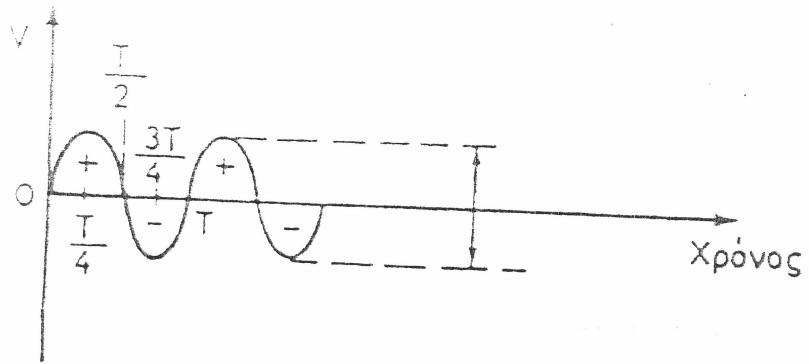


σχ. 5.

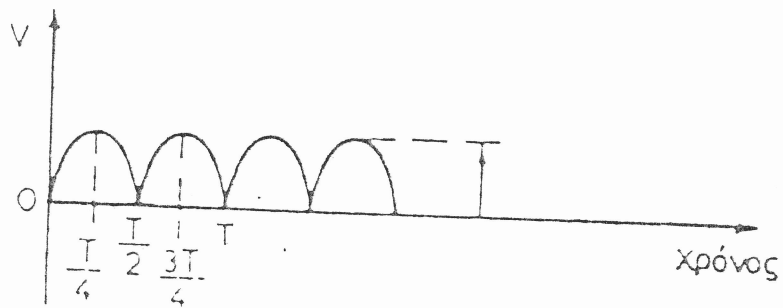


Σχ. 6.

Έτσι προκαλείται ροή ρεύματος στο κύκλωμα όπως δείχνουν τα βέλη του σχήματος 6. Τότε το φορτίο R_L διαρρέεται από ρεύμα και προκαλείται πτώση τάσης στα άκρα του. Οι κυματομορφές στα σημεία A και B εισόδου και E και Z εξόδου (φορτίου R_L) φαίνονται στο σχ. 7 β και γ αντίστοιχα.



Σχ. 7 β.



Σχ. 7 γ.

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι η διπλή ανόρθωση με γέφυρα πλεονεκτεί ως προς την διπλή με δύο διόδους γιατί καταργείται η μεσαία λήψη από το δευτερεύον του μετασχηματιστή. Έχουμε αυξημένο συντελεστή χρησιμοποίησης του μετασχηματιστή δηλαδή γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση του μετασχηματιστή που τροφοδοτεί το κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης με γέφυρα.

Τα κυκλώματα ανόρθωσης με γέφυρα έχουν εφαρμογή στα όργανα μέτρησης εναλλασσόμενου ρεύματος, λόγω των πλεονεκτημάτων που αναφέραμε στην χρήση του μετασχηματιστή. Επομένως ο μετασχηματιστής που χρησιμοποιείται έχει μικρό όγκο.