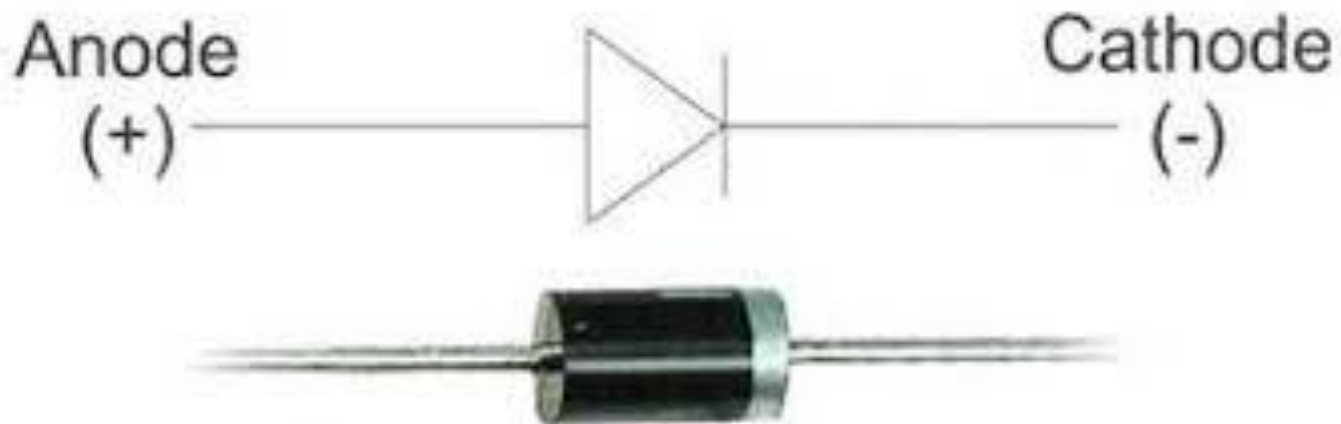
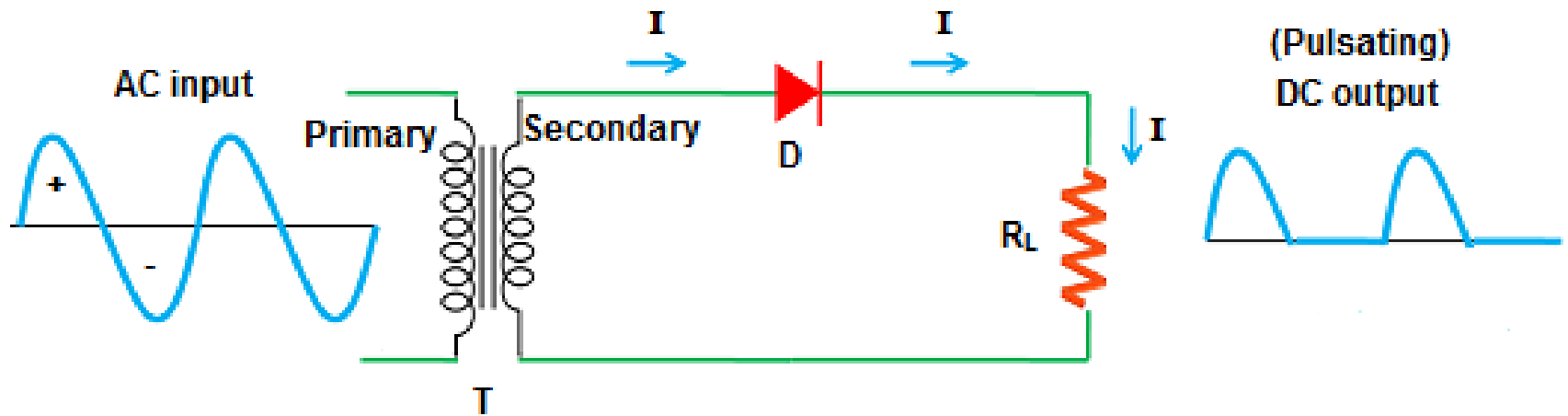


Ανόρθωση



Απλή μονοφασική ανόρθωση



I = Current

D = Diode

R_L = Load resistor

T = Transformer

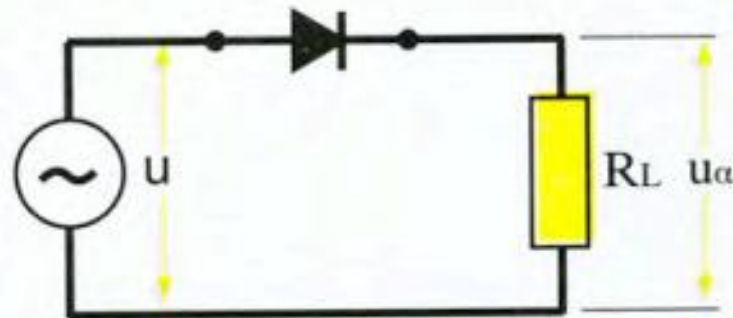
+ = Positive half cycle

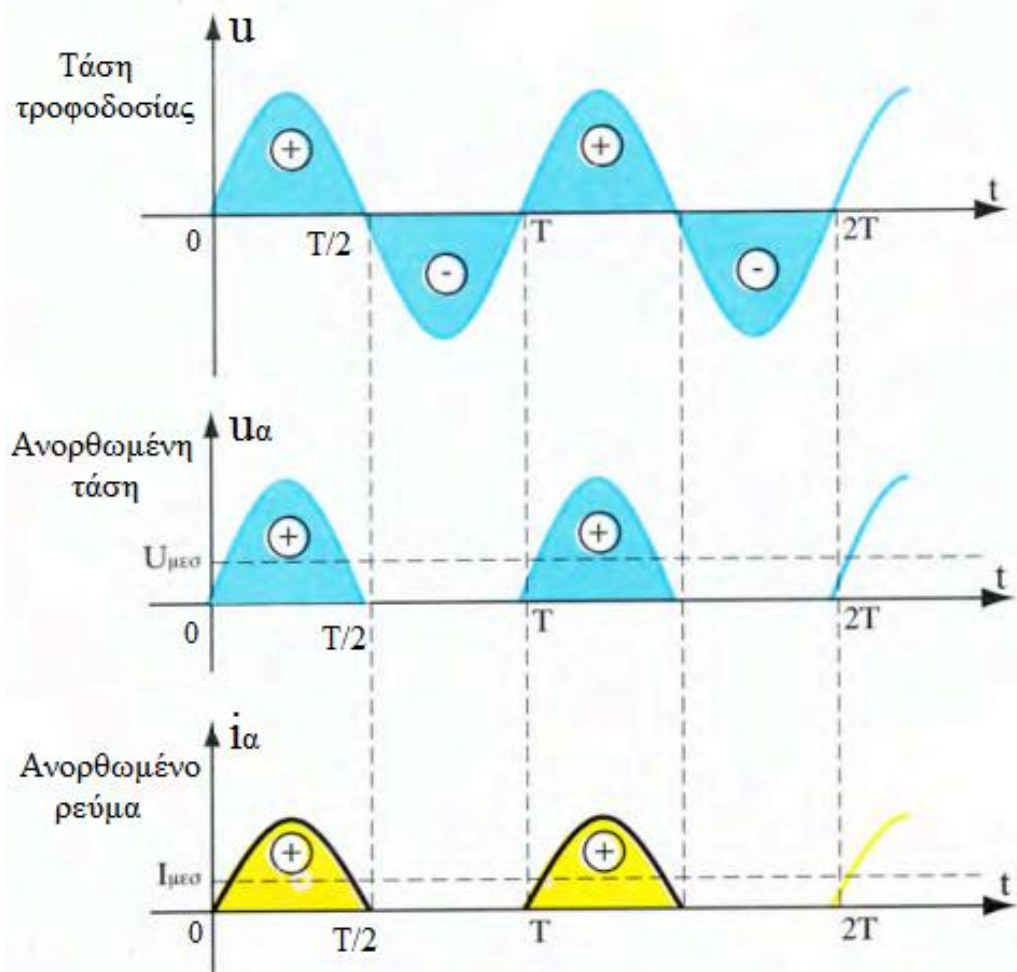
- = Negative half cycle

Half wave rectifier

Απλή μονοφασική ανόρθωση

Η δίοδος άγει μόνο, όταν υπάρχει στα άκρα της ορθή τάση. Επιτρέπει έτσι στο ρεύμα να διαρρέει το κύκλωμα μόνο κατά τη διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου της εναλλασσόμενης τάσης. Κατά τη διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου, στα άκρα της διόδου εφαρμόζεται ανάστροφη τάση και δεν διέρχεται ρεύμα.





Το ανορθωμένο ρεύμα που παράγεται μ' αυτό τον τρόπο έχει μεν πάντοτε την ίδια φορά, δεν είναι όμως συνεχές. Αν συνδεθεί ένα αμπερόμετρο κατασκευασμένο να μετρά το συνεχές ρεύμα, θα πρέπει να δείχνει διαφορετική ένδειξη κάθε χρονική στιγμή, από μία μέγιστη μέχρι μία μηδενική. Δηλαδή, η βελόνα του οργάνου θα πρέπει να πάλλεται συνεχώς, ή τα ψηφία του, αν είναι ψηφιακό, να αλλάζουν συνεχώς τιμές.

Στην πραγματικότητα οι ενδείξεις των οργάνων (αμπερομέτρων, βολτομέτρων) δεν παρακολουθούν τις ταχύτατες μεταβολές της κυματομορφής του ανορθωμένου ρεύματος, αλλά λόγω της αδράνειας και του μηχανισμού απόσβεσης των ταλαντώσεων που διαθέτουν, οι δείκτες τους ισορροπούν σε μια θέση, που αντιστοιχεί στη μέση τιμή των ανορθωμένων μεγεθών (τάσης, έντασης).

Στο Σχήμα έχει σημειωθεί η μέση τιμή της ανορθωμένης τάσης $V_{\text{μεσ}}$ και του ανορθωμένου ρεύματος $I_{\text{μεσ}}$

Η ευθεία της μέσης τιμής έχει την εξής ιδιότητα: Το εμβαδόν που περικλείεται από την ευθεία της μέσης τιμής και τα σημεία της καμπύλης της ανορθωμένης κυματομορφής, που είναι πάνω από την ευθεία αυτή, είναι ίσο με το εμβαδόν που περικλείεται από την ευθεία της μέσης τιμής και τα σημεία της καμπύλης που είναι κάτω από την ευθεία της μέσης τιμής.

Η μέση τιμή της ανορθωμένης τάσης στην **απλή ανόρθωση**, αποδεικνύεται ότι δίνεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned}
 U_{\alpha, \mu \varepsilon \sigma} &= \frac{1}{T} \int_0^T u dt = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} u dt + 0 = \frac{1}{T} \int_0^{\pi} U_0 \eta \mu(\omega t) dt \\
 &= \frac{1}{\omega T} \int_0^{\pi} U_0 \eta \mu(\omega t) d\omega t = \frac{U_0}{\omega T} [-\sigma \nu \nu(\omega t)] \Big|_0^{\pi} = -\frac{U_0}{\omega T} [\sigma \nu \nu(\pi) - \sigma \nu \nu(0)] \\
 &= -\frac{U_0}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)T} [-1 - 1] = \frac{U_0}{\pi}
 \end{aligned}$$

δηλαδή: $U_{\alpha, \mu \varepsilon \sigma} = \frac{U_0}{\pi} = \frac{U\sqrt{2}}{3,14} = 0,45U$

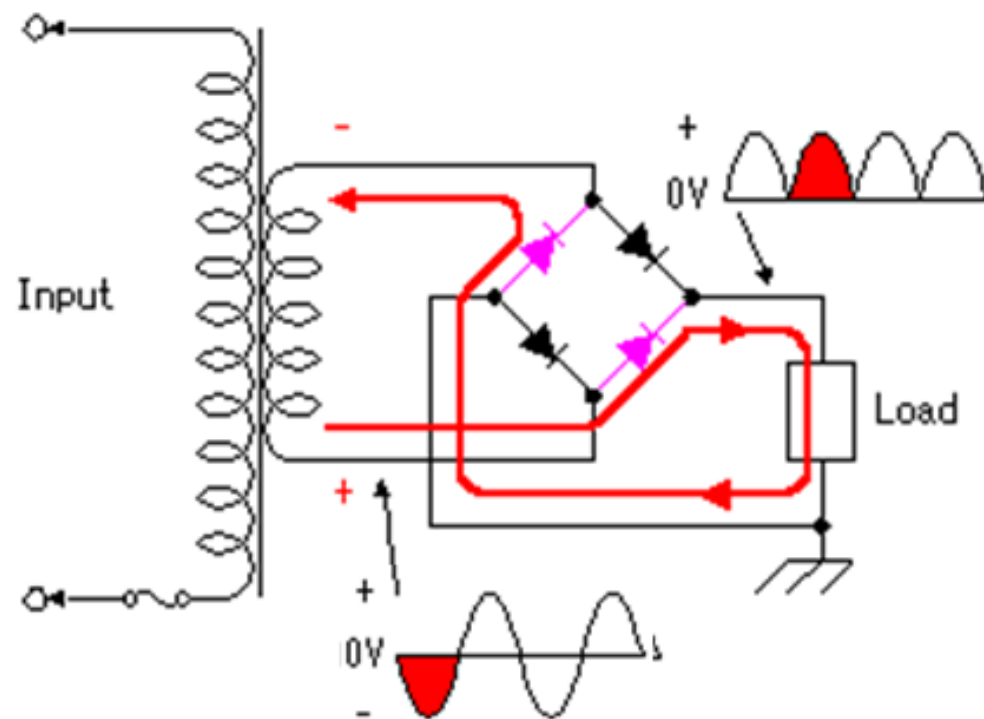
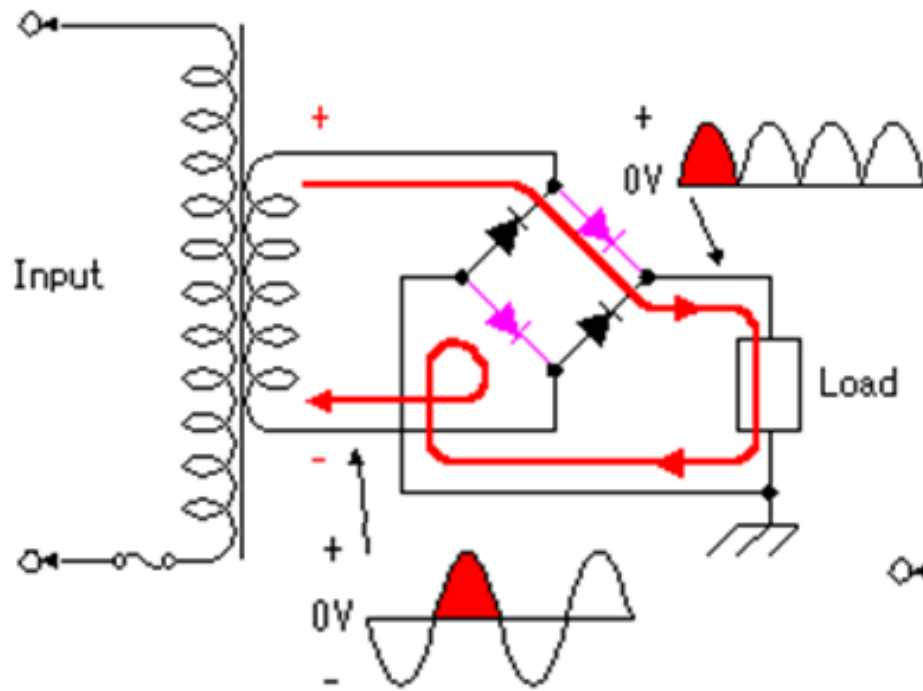
όπου: $U_{\text{μεσ}}$ η μέση τιμή της ανορθωμένης τάσης
 U η ενεργός τιμή της τάσης του
εναλλασσόμενου ρεύματος.

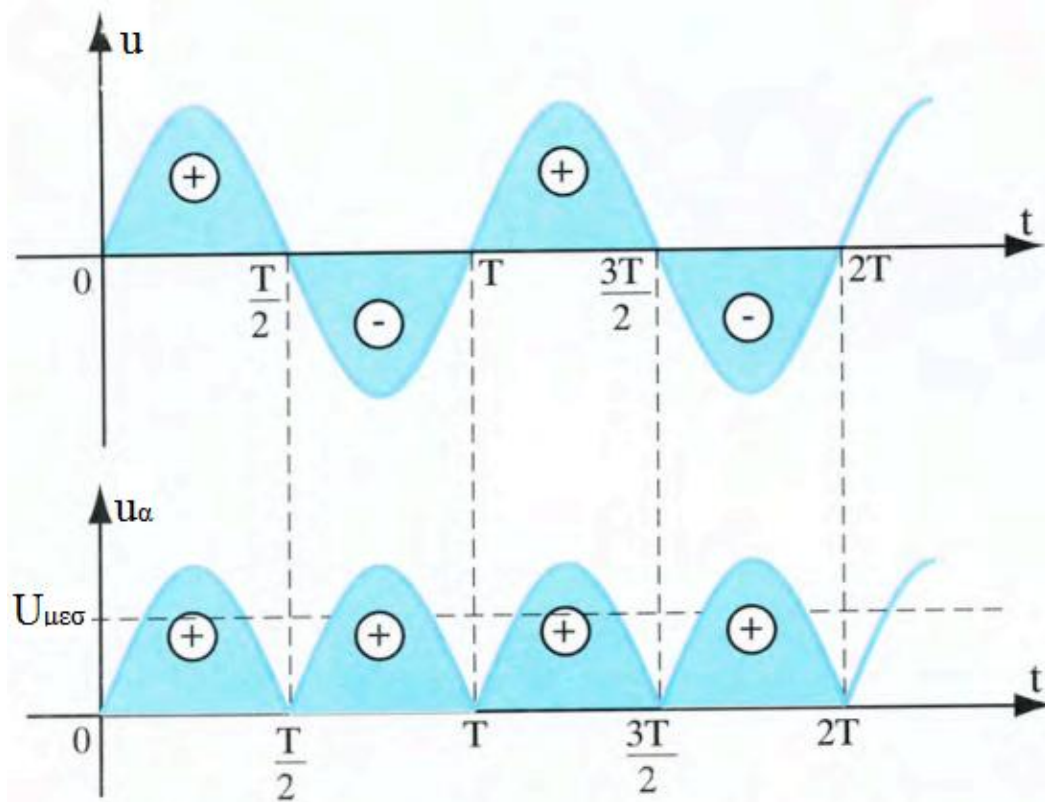
Η ενεργός τιμή της ανορθωμένης τάσης είναι:

$U_{\text{εV}} = 0,5U$ όπου: $U_{\text{εV}}$ η ενεργός τιμή της ανορθωμένης τάσης
 U η ενεργός τιμή της τάσης του
εναλλασσόμενου ρεύματος.

Η τελευταία σχέση είναι προφανής, αφού κατά την ανόρθωση έχουν αποκοπεί οι αρνητικές ημιπερίοδοι, δηλαδή οι μισές ημιπερίοδοι του Ε.Ρ.

Πλήρης μονοφασική ανόρθωση (με γέφυρα)





Κυματομορφές της τάσης στην πλήρη ανόρθωση

Η μέση τιμή της ανορθωμένης τάσης στην πλήρη ανόρθωση δίνεται από τη σχέση:

$$U_{\alpha, \mu \sigma} = 2 \frac{U_0}{\pi} = 2 \frac{U\sqrt{2}}{3,14} = 2 * 0,45U = 0,9U$$

όπου $U_{\text{μεσ}}$ η μέση τιμή της ανορθωμένης τάσης
 U η ενεργός τιμή της τάσης του εναλλασσόμενου
ρεύματος.

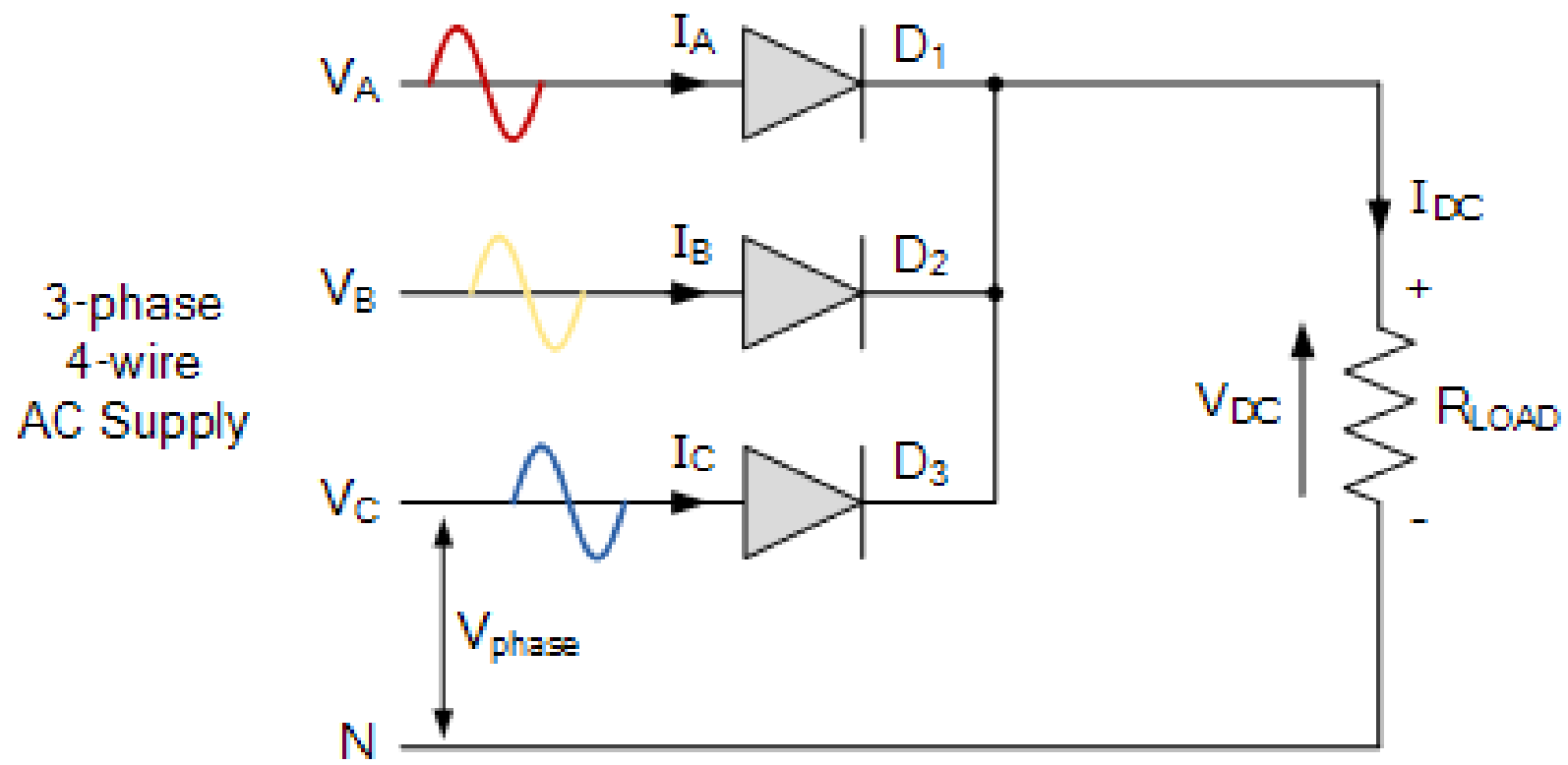
Η ενεργός τιμή του πλήρως ανορθωμένου ρεύματος $U_{\text{εV}}$ είναι προφανώς
ίση με την ενεργό τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος U .

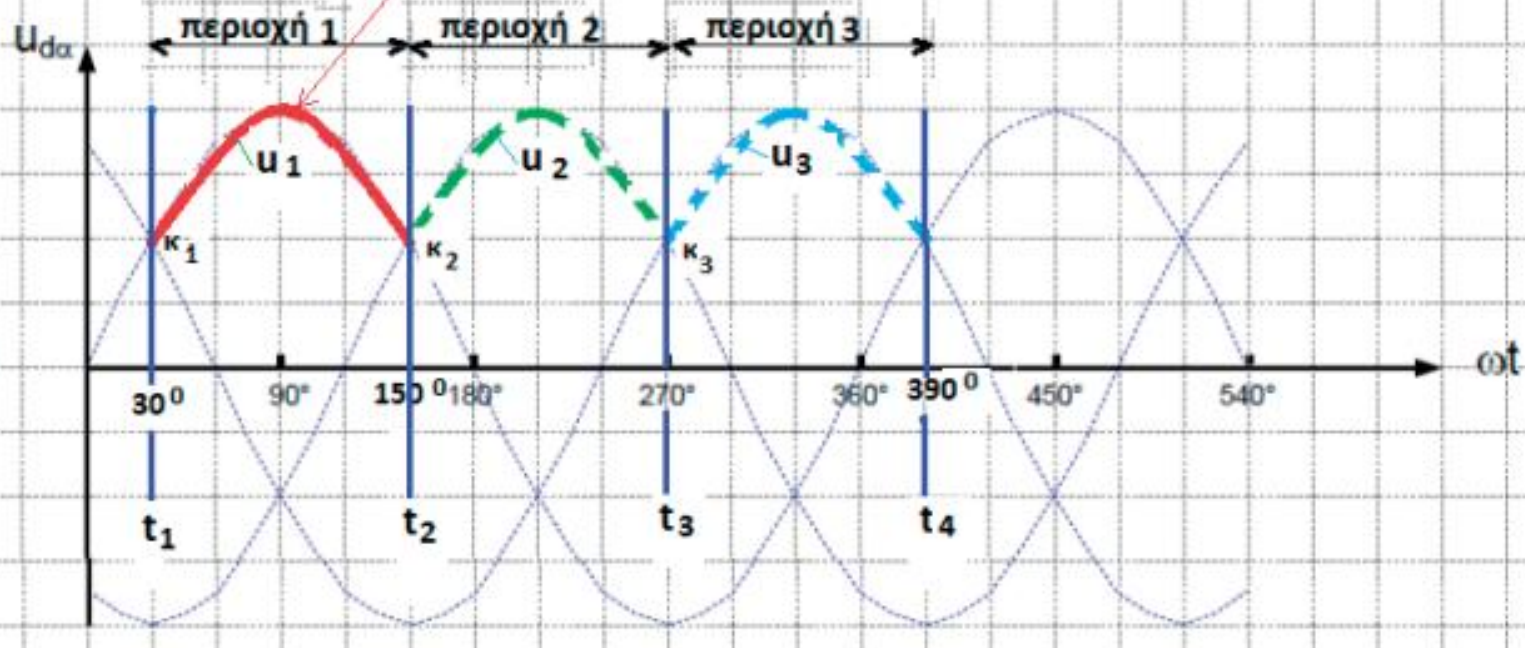
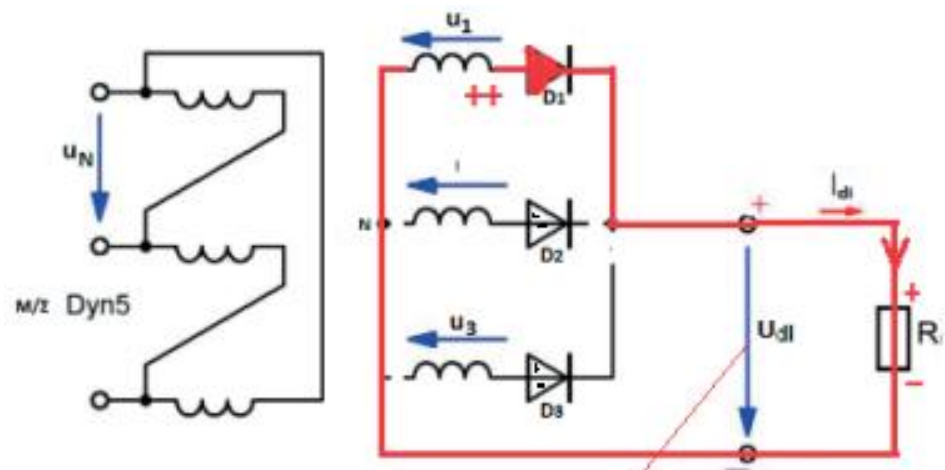
$$U_{\text{εV}} = U$$

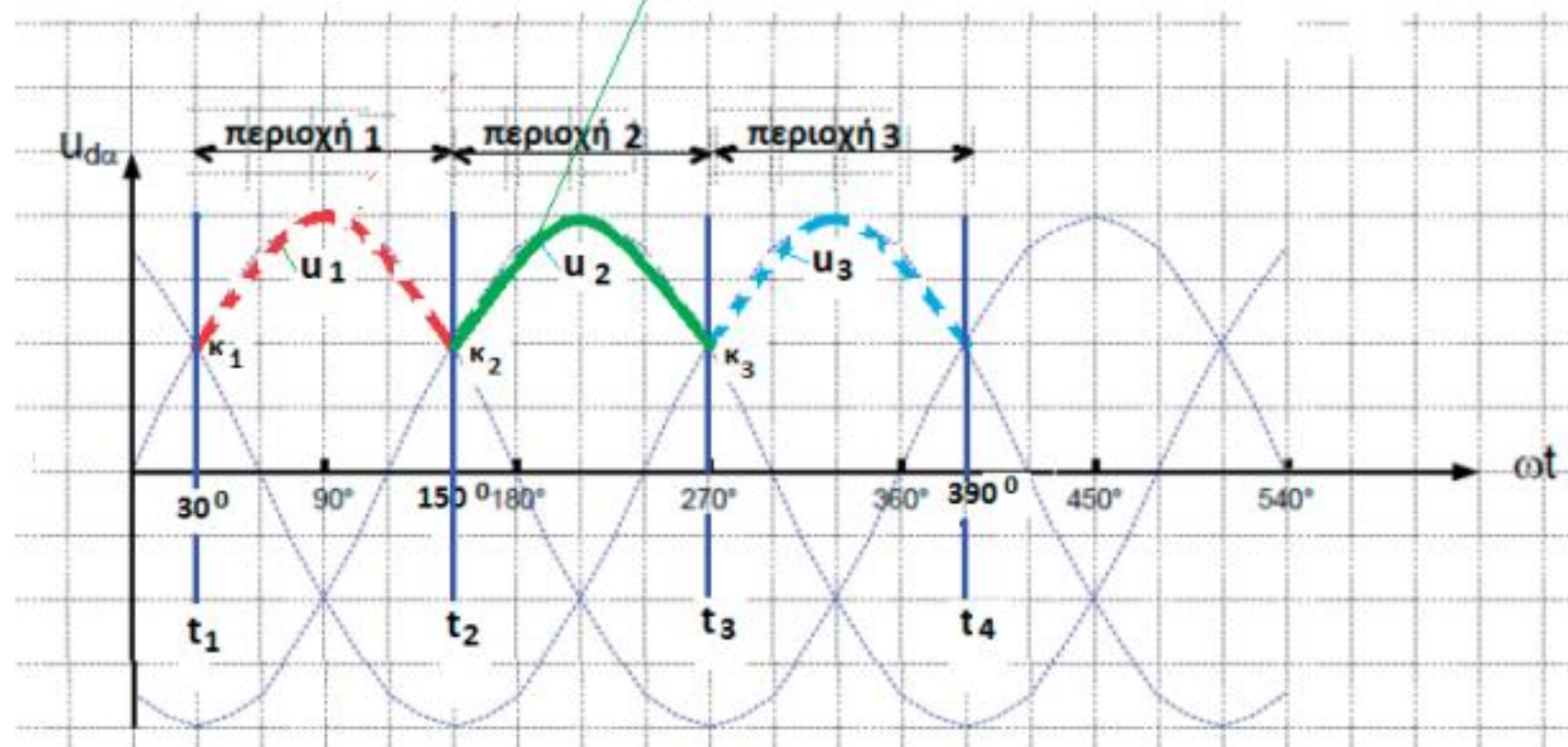
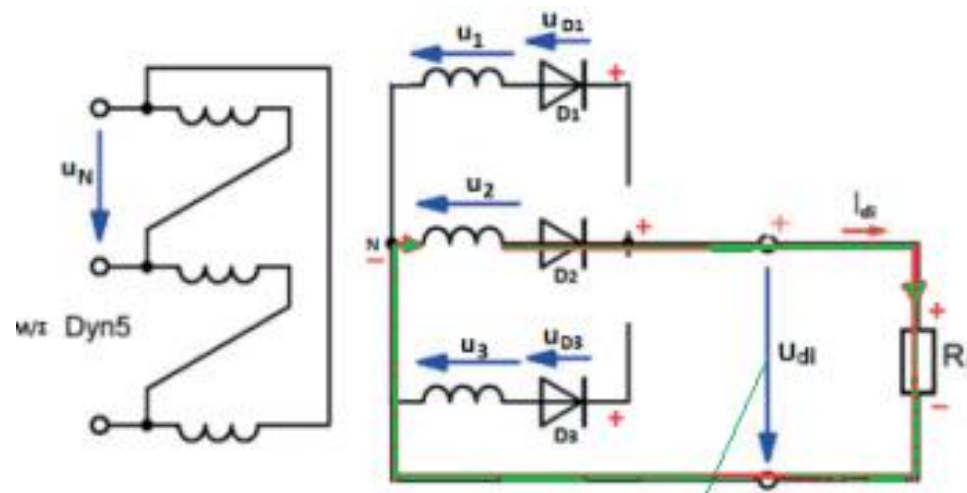
Η ενεργός τιμή του πλήρως ανορθωμένου ρεύματος $U_{\text{εV}}$ είναι προφανώς
ίση με την ενεργό τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος U .

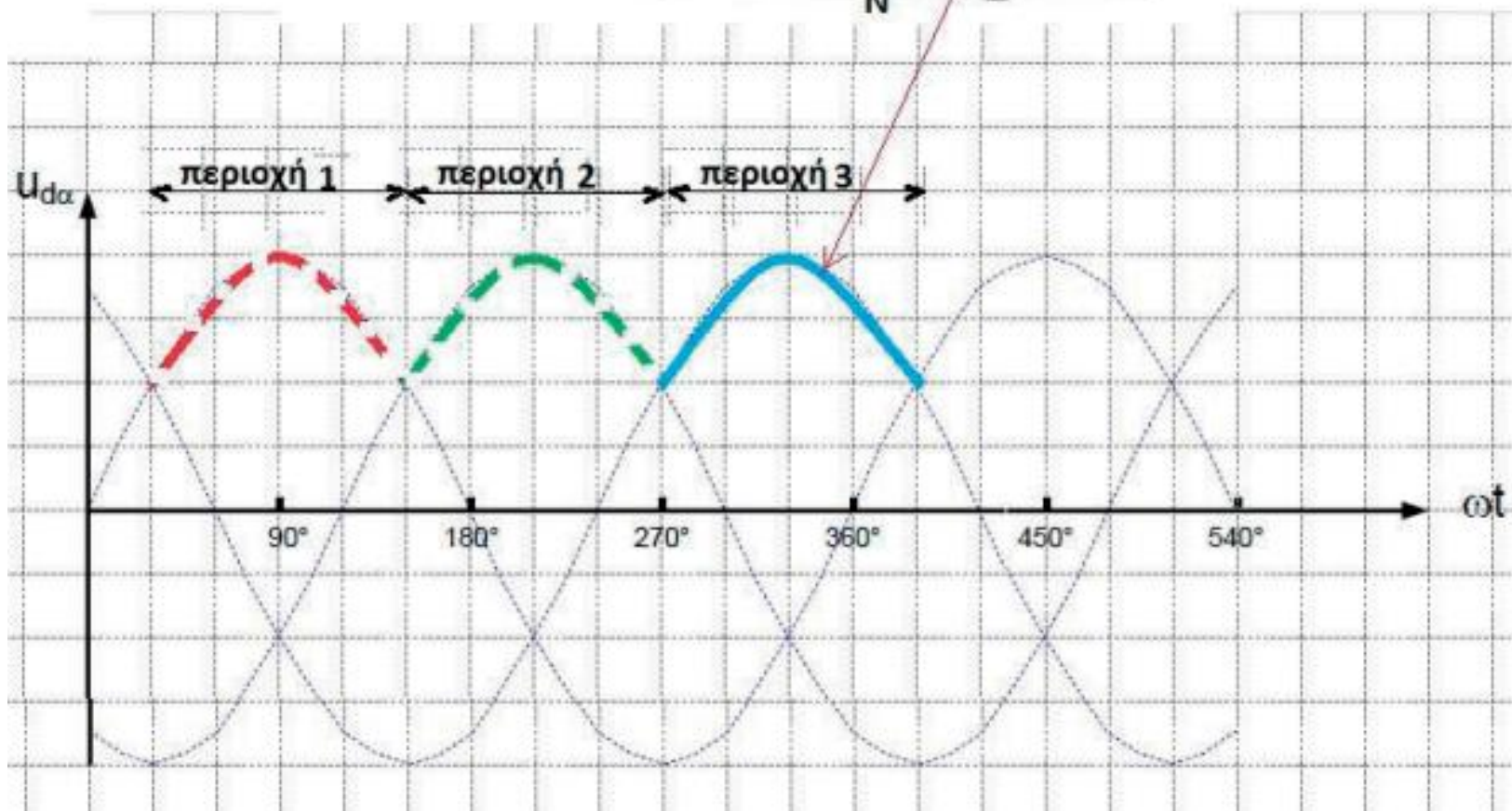
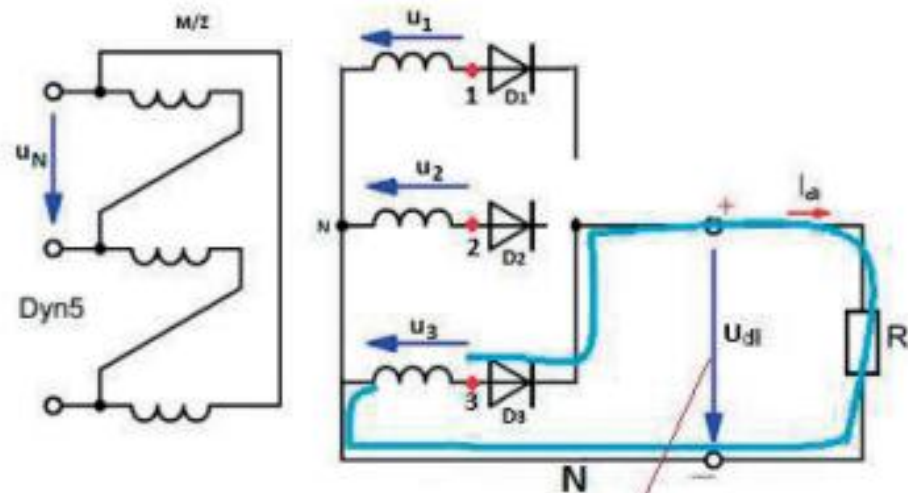
$$U_{\text{εV}} = U$$

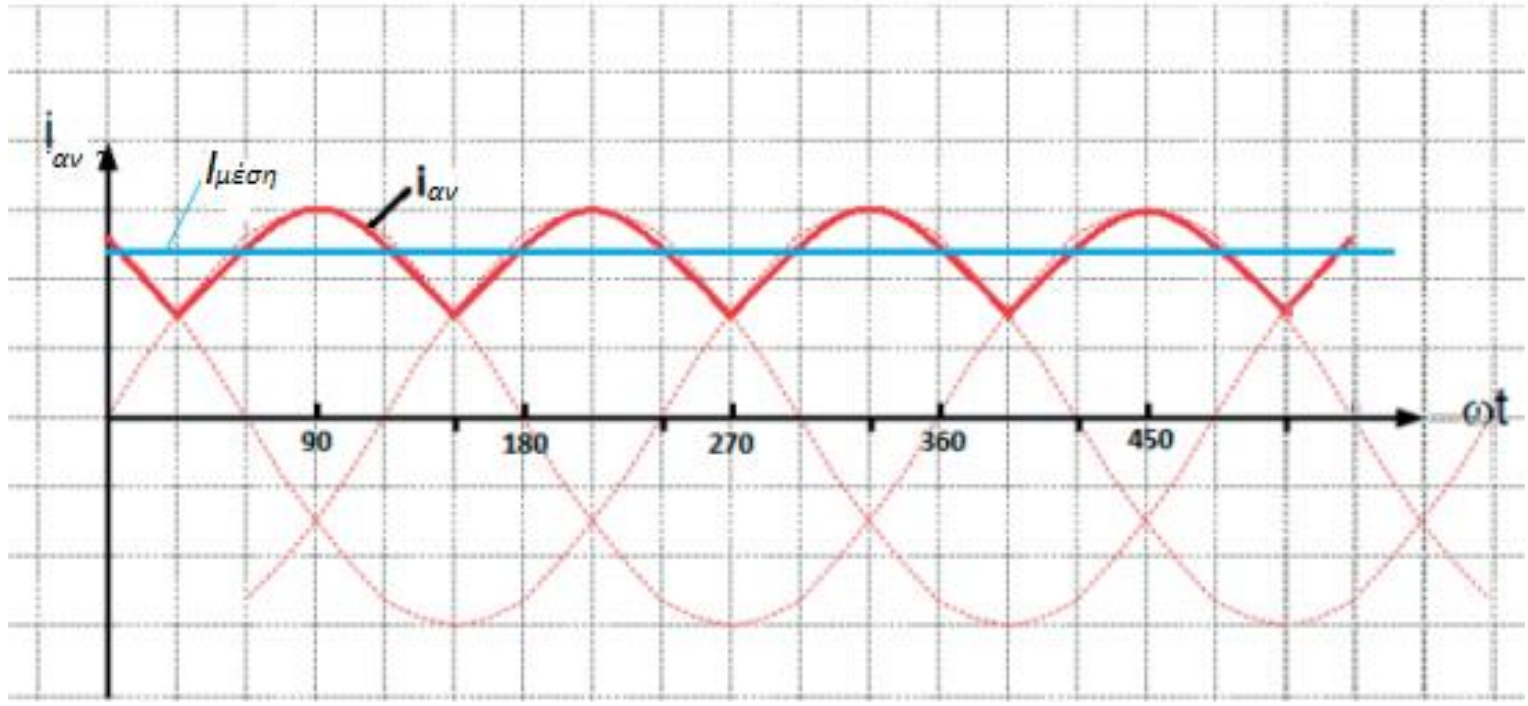
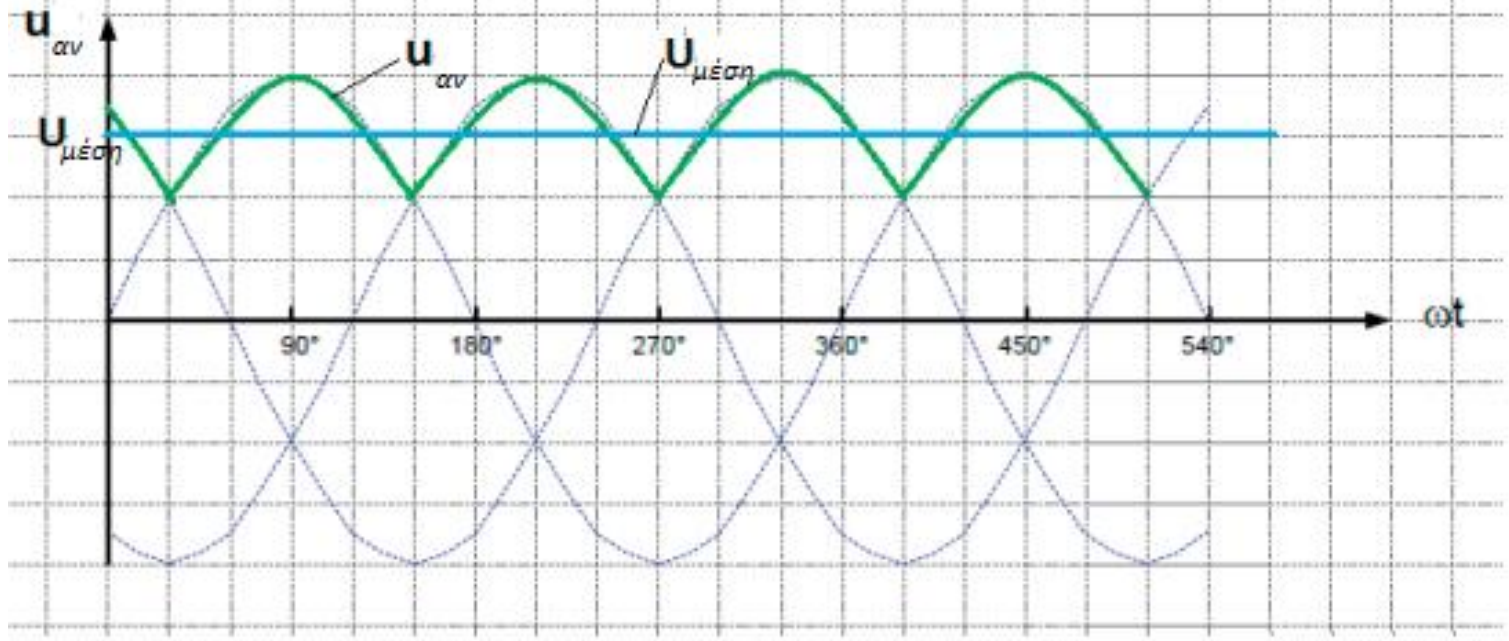
Απλή τριφασική ανόρθωση

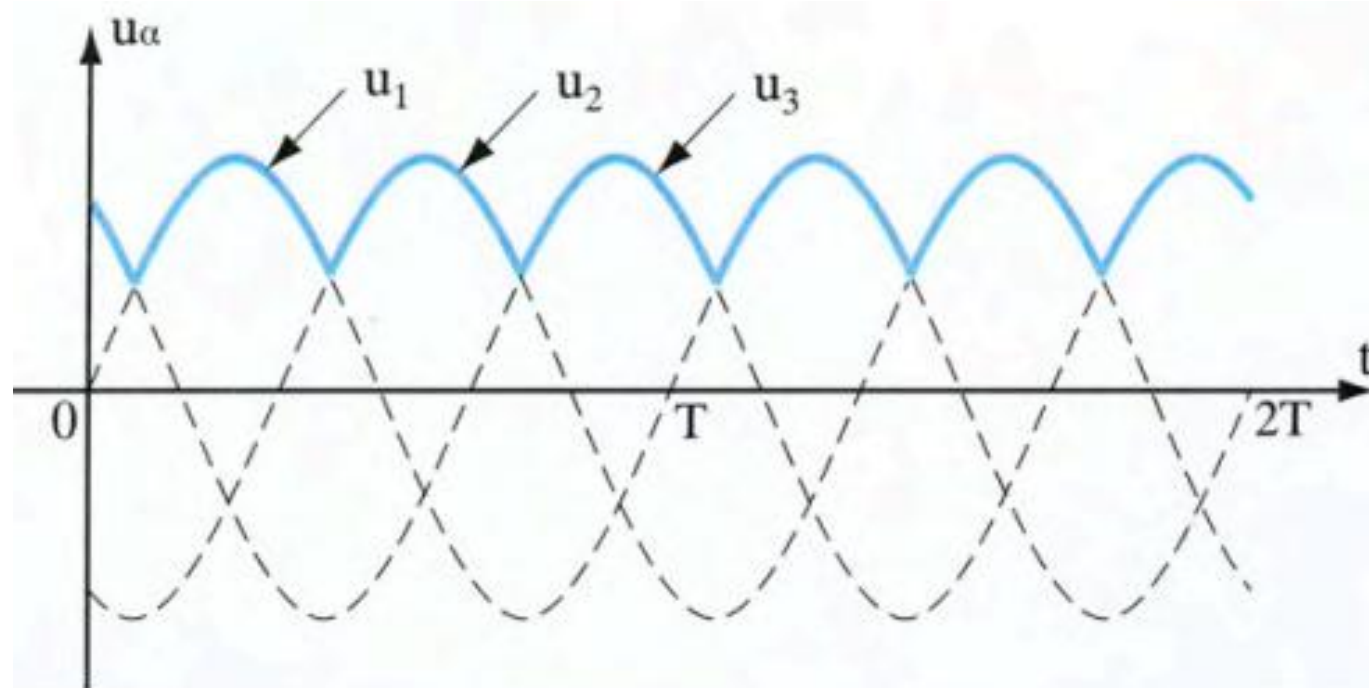






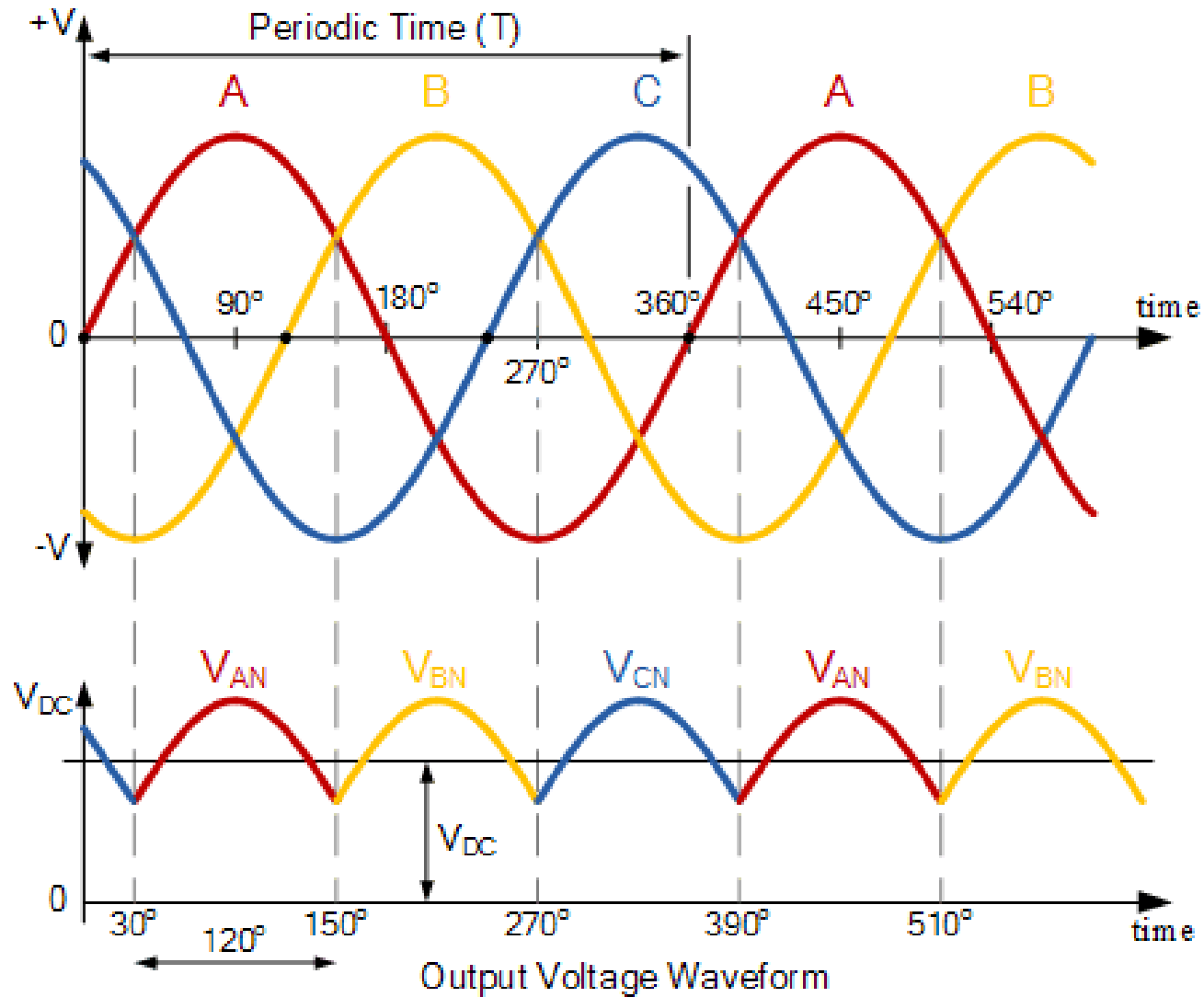






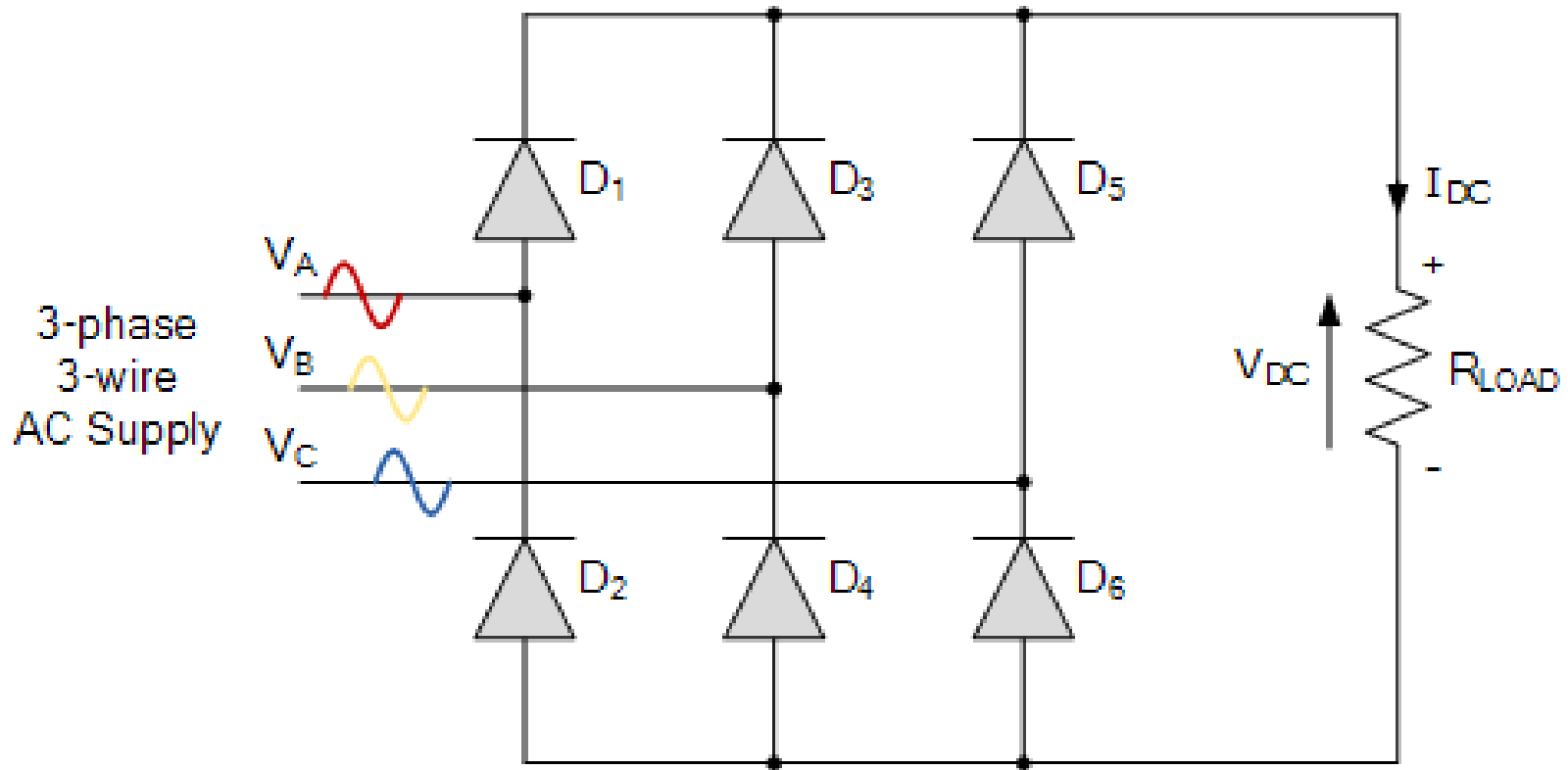
Η κυματομορφή της ανορθωμένης τάσεως προκύπτει από τις κυματομορφές των θετικών ημιπεριοδών. Η ανορθωμένη τάση παρουσιάζει 3 κυματούσεις ανά περίοδο T

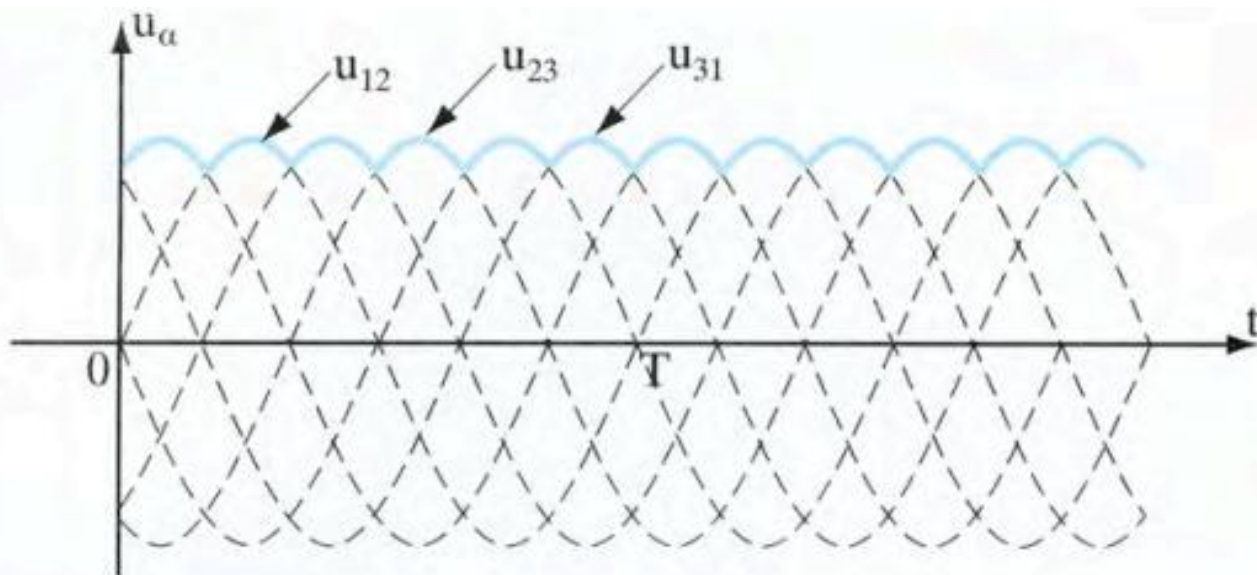
Απλή τριφασική ανόρθωση



$$U_{\alpha,\mu\epsilon\sigma} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U = 1,17U$$

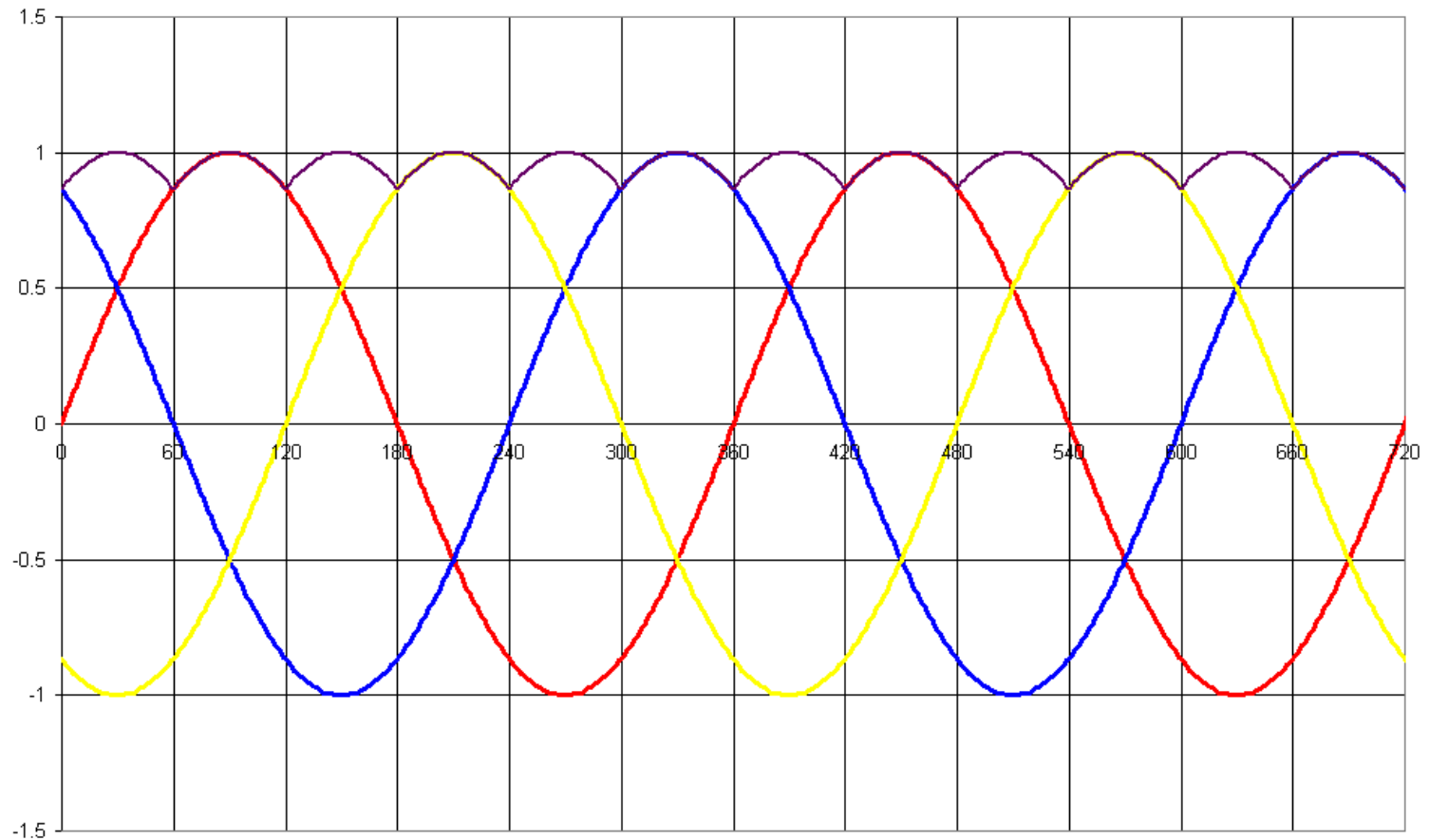
Πλήρης τριφασική ανόρθωση



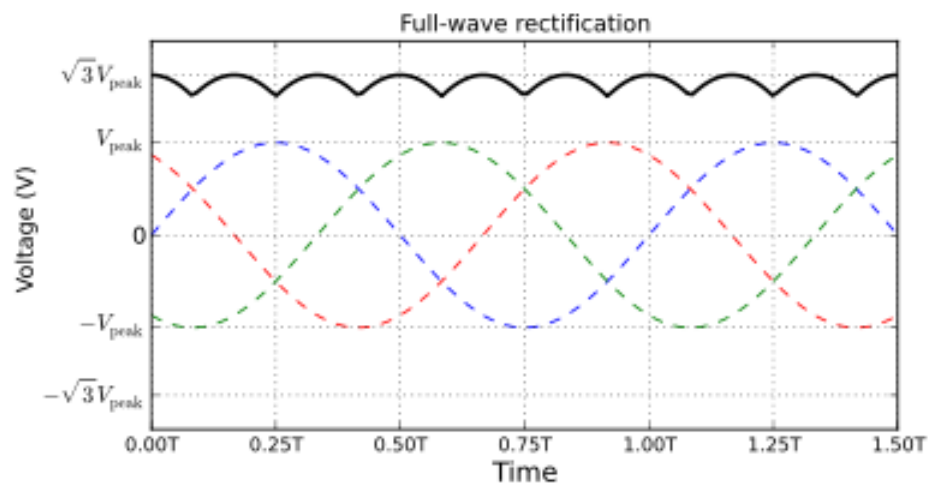
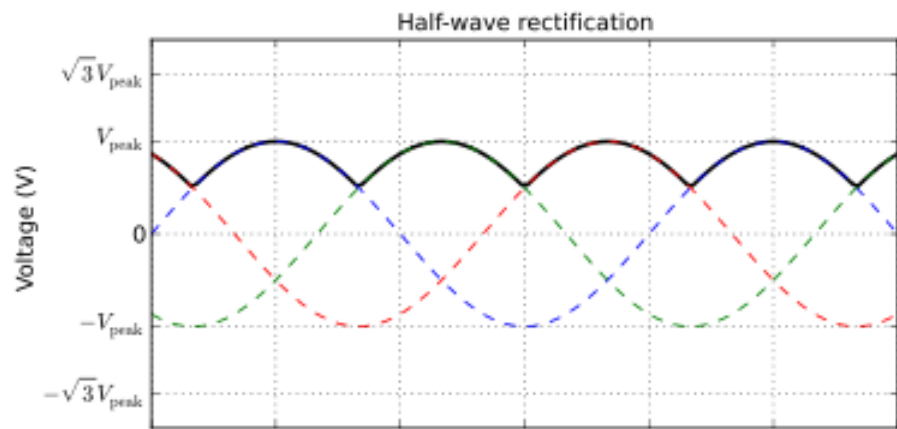
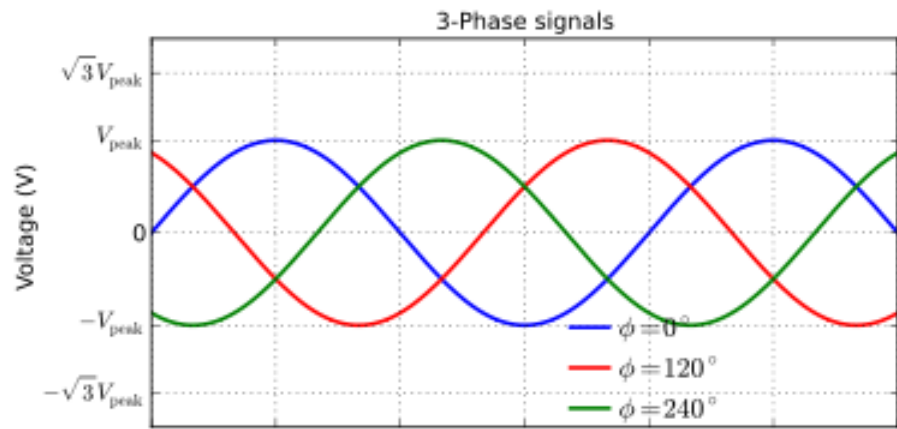


Η ανορθωμένη τάση u_α της τριφασικής γέφυρας προκύπτει από τις τιμές των πλήρως ανορθωμένων κυματομορφών των 3 πολικών τάσεων u_{12} , u_{23} , u_{31} . Η ανορθωμένη τάση της γέφυρας παρουσιάζει 6 κυματώσεις ανά περίοδο T

Πλήρης τριφασική ανόρθωση



$$U_{\alpha, \mu \epsilon \sigma} = 2 \frac{3\sqrt{6} U_{\text{πολ}}}{2\pi \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}\sqrt{6}}{\pi} U_{\text{πολ}} = 1,35 U_{\text{πολ}}$$



Εξομάλυνση και σταθεροποίηση της ανορθωμένης τάσης

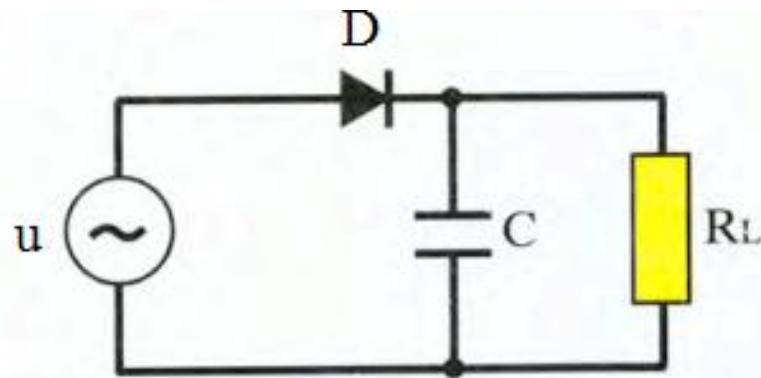
Το ανορθωμένο ρεύμα και η ανορθωμένη τάση που παράγεται από τις ανορθωτικές διατάξεις, που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους έχουν μεν την ίδια φορά δεν είναι όμως συνεχή.

Παρουσιάζουν μια **κυμάτωση** λιγότερο ή περισσότερο έντονη ανάλογα με τον τύπο της ανορθωτικής διάταξης που χρησιμοποιήθηκε (μονοφασική, τριφασική, απλή, πλήρης).

Για να λειτουργούν σωστά οι περισσότερες συσκευές που τροφοδοτούνται με ανορθωμένο ρεύμα, απαιτείται το ανορθωμένο ρεύμα και η τάση να **εξομαλυνθούν**, να αποκτήσουν δηλαδή κατά το δυνατόν τη μορφή του συνεχούς ρεύματος (ευθεία γραμμή στο διάγραμμα $u - t$ ή $i - t$).

Η **εξομάλυνση** αυτή επιτυγχάνεται με κατάλληλα **φίλτρα** τα οποία συνδέονται στο κύκλωμα μετά την ανορθωτική διάταξη.

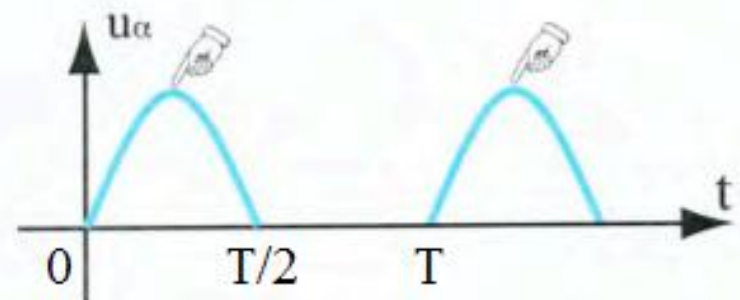
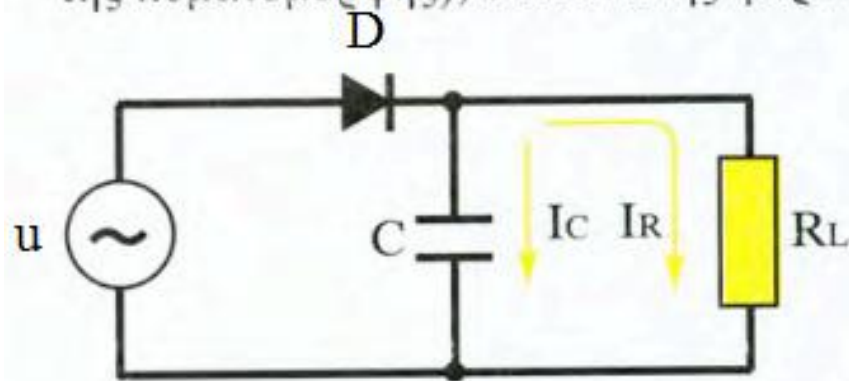
Η πιο απλή τεχνική φιλτραρίσματος είναι να συνδεθεί παράλληλα με το φορτίο R_L ένας πυκνωτής.



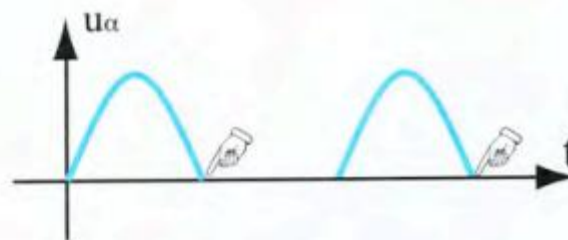
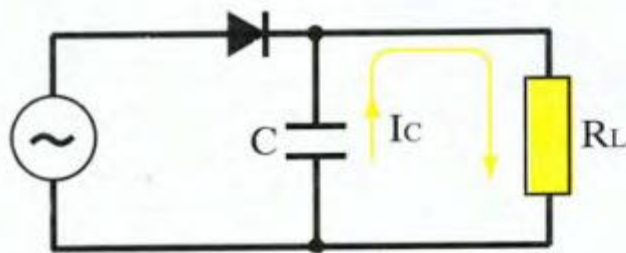
Φίλτρο πυκνωτή C συνδεδεμένο παράλληλα με το φορτίο L_C

Η λειτουργία του πυκνωτή είναι η εξής:

Όταν η ανορθωμένη τάση παίρνει τις υψηλότερες τιμές της (στις κορυφές της κυματομορφής), ο πυκνωτής φορτίζεται (Σχ.6.1.13 (α)).



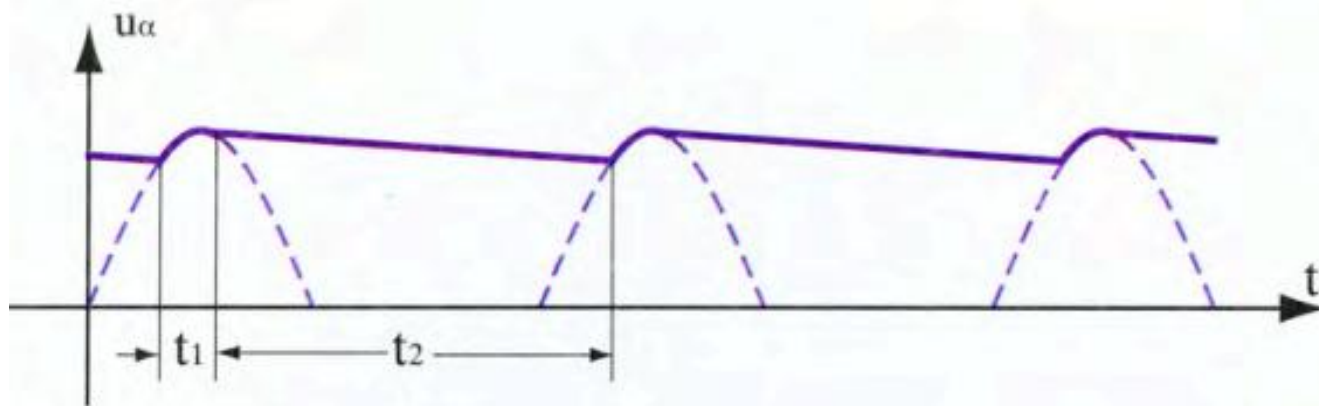
Όταν η τάση παίρνει τιμές στις κορυφές της κυματομορφής, ο πυκνωτής φορτίζεται



Όταν η τάση μηδενίζεται, ο πυκνωτής εκφορτίζεται και τροφοδοτεί το φορτίο

Όταν η τάση μειώνεται, κατά τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των κορυφών της κυματομορφής, ο πυκνωτής **εκφορτίζεται** μέσω της αντίστασης R_L .

Έτσι διατηρείται το ρεύμα στο φορτίο R_L , ακόμη και αν η τάση της κυματομορφής μηδενίζεται. Διατηρείται επίσης μια τάση στα άκρα της R_L , όσο διαρρέεται από ρεύμα, σύμφωνα με το νόμο του Ωμ: $U = R_L \cdot I_C$ (Σχήμα).



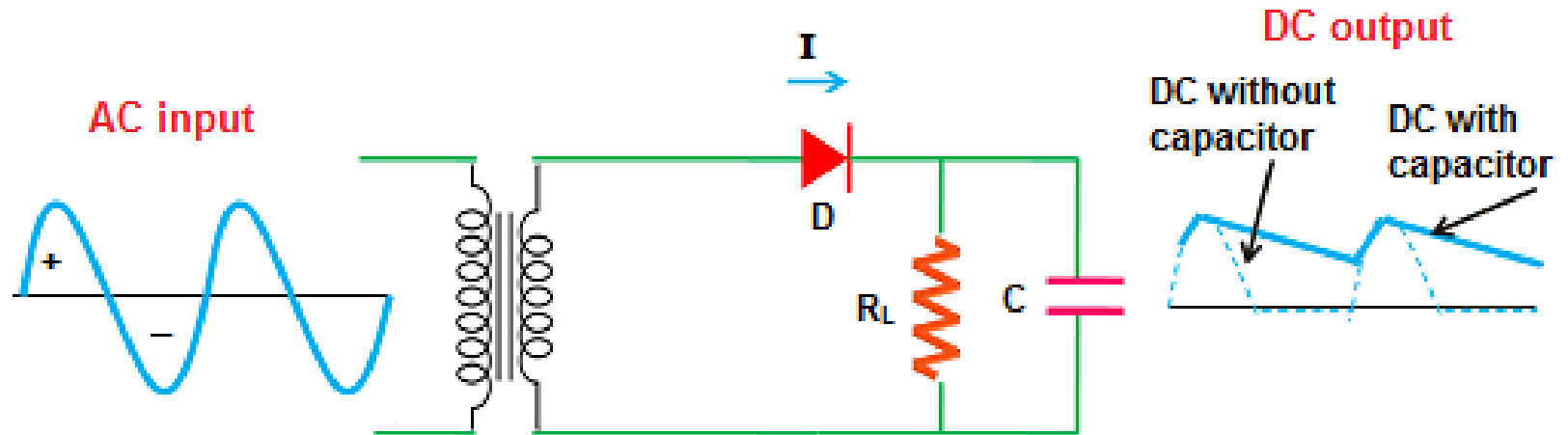
Μορφή της εξομαλυσμένης κυματομορφής της τάσης στην απλή ανόρθωση του .

t_1 : χρόνος φόρτισης πυκνωτή

t_2 : χρόνος εκφόρτισης πυκνωτή

Η αποτελεσματικότητα του φίλτρου με πυκνωτή καθορίζεται από τη σταθερά χρόνου $\tau = R_L \cdot C$ του κυκλώματος. Πρέπει η χωρητικότητα C του πυκνωτή σε συνδυασμό με το φορτίο R_L να επιλεγούν έτσι, ώστε ο πυκνωτής να εκφορτίζεται ελάχιστα στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών της κυματομορφής του ανορθωμένου ρεύματος. Με αυτό τον τρόπο, η εξομαλυσμένη κυματομορφή θα πλησιάζει, όσο το δυνατόν περισσότερο, προς την ευθεία γραμμή.

Απλή μονοφασική ανόρθωση με φίλτρο



D = Diode

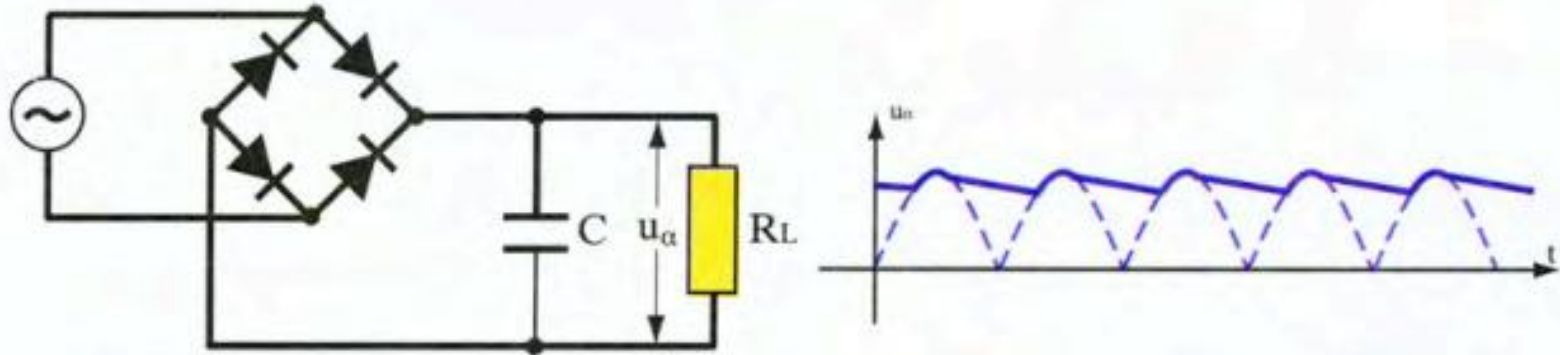
C = Capacitor (Filter)

R_L = Load resistor

I = Current

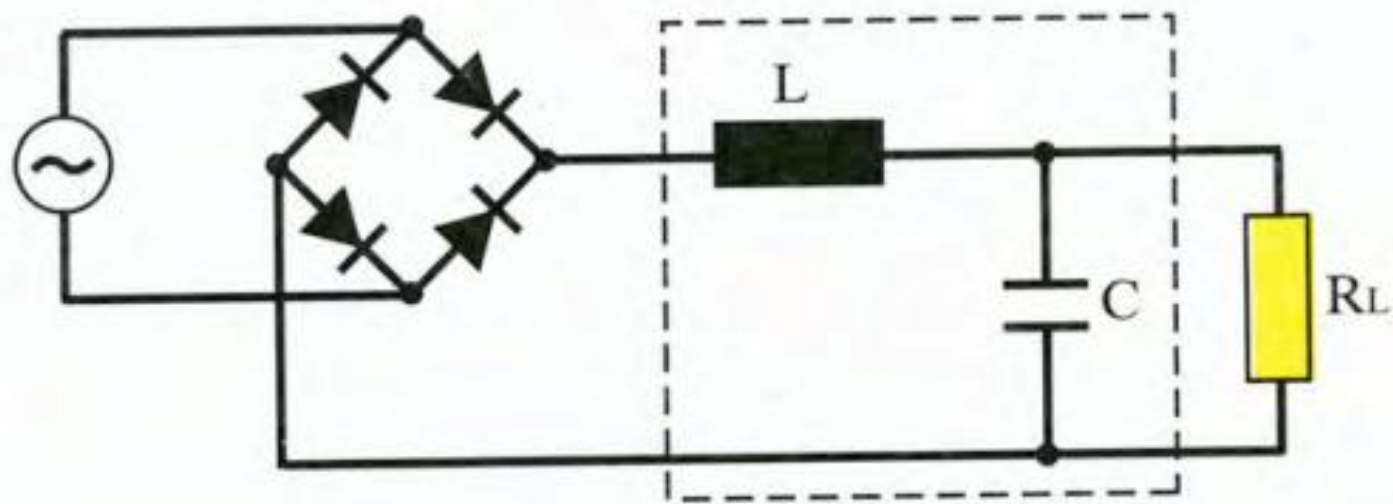
Half wave rectifier with filter capacitor

Πλήρης μονοφασική ανόρθωση με φίλτρο

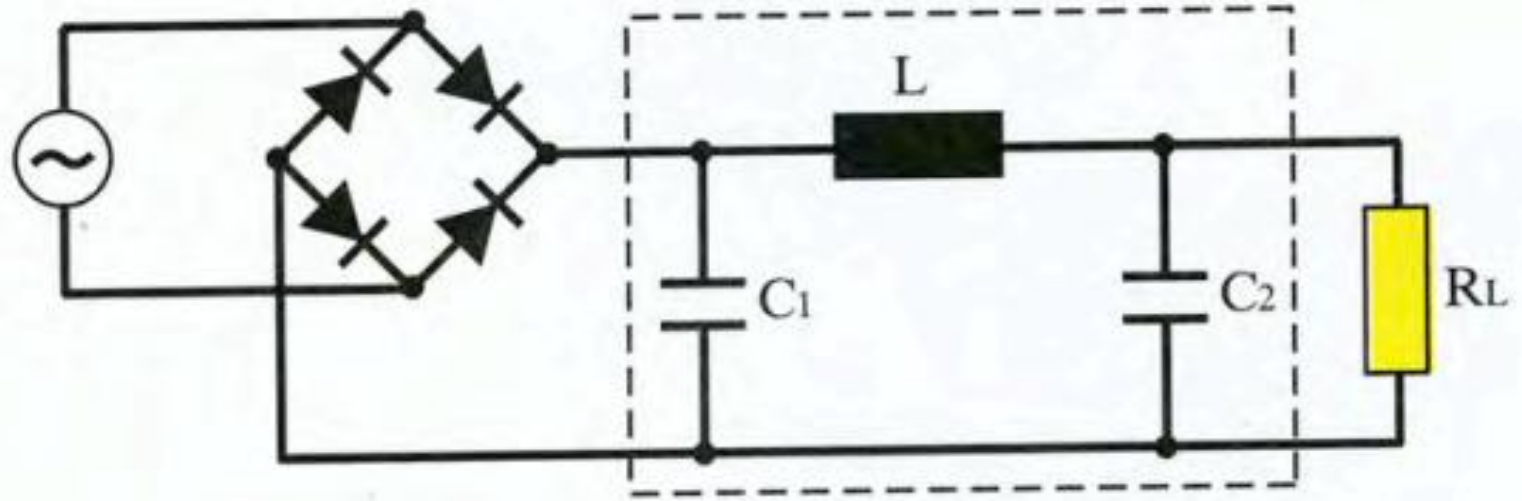


Κύκλωμα πλήρους ανόρθωσης με φίλτρο πυκνωτή

Εκτός από τους πυκνωτές χρησιμοποιούνται και πηνία για την εξομάλυνση του ανορθωμένου ρεύματος. Το πηνίο, που παρουσιάζει μια αυτεπαγωγή L , αντιδρά σε κάθε μεταβολή του ρεύματος προκαλώντας χρονική καθυστέρηση, τόσο στην αύξηση, όσο και στη μείωση του ρεύματος που διέρχεται μέσα από αυτό (Νόμος του Lenz). Μειώνει έτσι την κυμάτωση του ρεύματος και της τάσης του φορτίου, ενεργώντας συμπληρωματικά στη δράση του πυκνωτή.



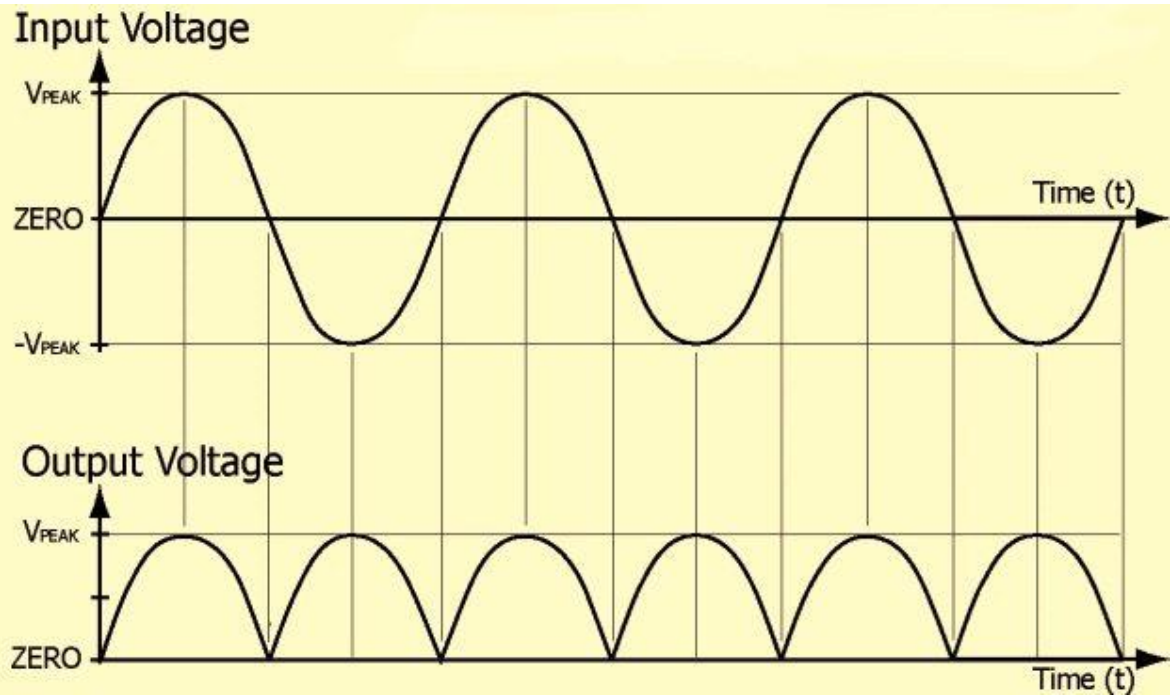
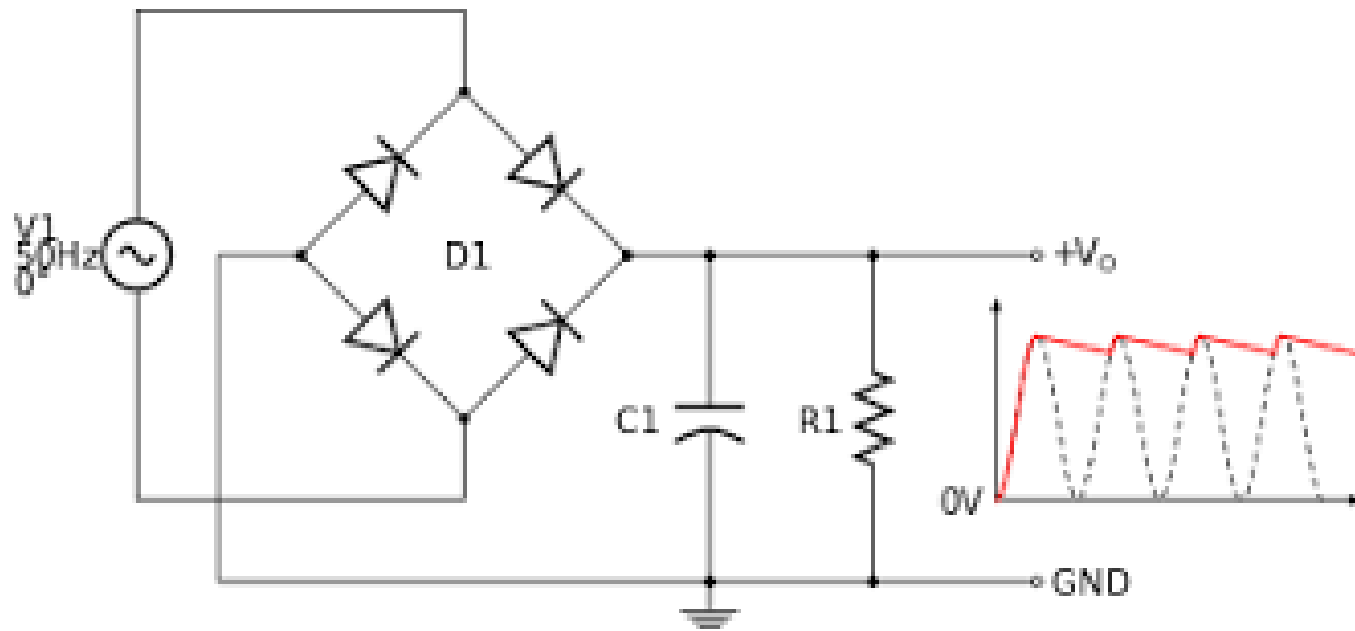
Φίλτρο πηνίου και πυκνωτή



Εξομάλυνση με φίλτρο χωρητικής εισόδου, Π - τύπου

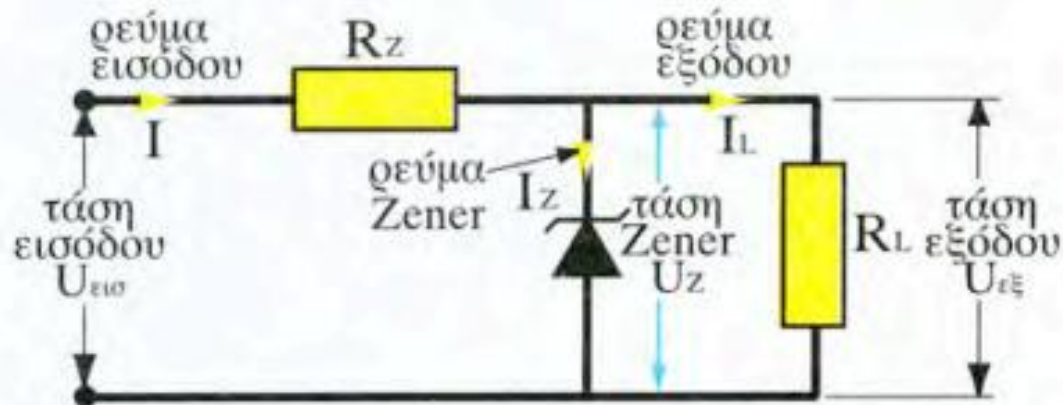
Με τις παραπάνω ανορθωτικές διατάξεις και με τη σύνδεση του ενός μετά το άλλο περισσότερων φίλτρων – τα οποία αποτελούνται από πυκνωτές, πηνία και αντιστάσεις – είναι δυνατόν να εξομαλυνθεί πλήρως το ανορθωμένο ρεύμα και να έχει τη μορφή της ευθείας γραμμής του συνεχούς ρεύματος.

Πλήρης μονοφασική ανόρθωση με φίλτρο



Εκτός από την εξομάλυνση, υπάρχει και μια πρόσθετη απαίτηση, που πρέπει να καλυφθεί. Η τάση και το ρεύμα, που παράγονται από την ανορθωτική διάταξη, πρέπει να διατηρούνται κατά το δυνατόν **σταθερά**. Η **σταθεροποίηση** αυτή επιτυγχάνεται με κατάλληλες διατάξεις. Όπου απαιτείται σταθεροποίηση με μεγάλη ακρίβεια, χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές ολοκληρωμένα κυκλώματα με τρανζίστορ και άλλα ηλεκτρονικά στοιχεία.

Μια απλή σταθεροποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια **δίοδο Zener** και μια αντίσταση

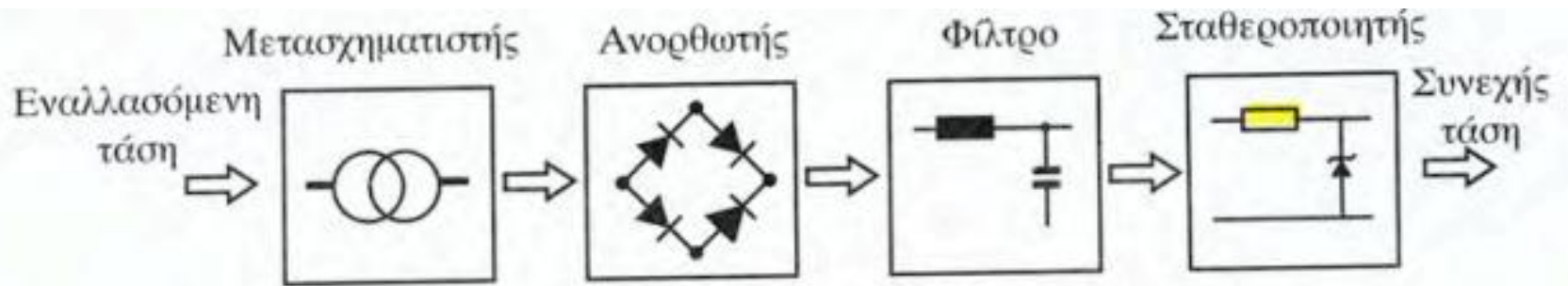


Απλή διάταξη σταθεροποίησης με δίοδο Zener και αντίσταση R_Z

Η δίοδος Zener είναι μια ειδική δίοδος, που διασπάται (γίνεται αγώγιμη), όταν στα άκρα της εφαρμοστεί μια συγκεκριμένη ανάστροφη τάση (τάση Zener). Έχει την ιδιότητα να διατηρεί **σταθερή** στα άκρα της αυτή την τάση, ενώ το ρεύμα που τη διαρρέει μπορεί να μεταβάλλεται μέσα σε μια ευρεία περιοχή τιμών.

Αν στη διάταξη του σχήματος, αυξηθεί η τάση εισόδου, δημιουργείται πτώση τάσεως πάνω στην αντίσταση R_Z και διατηρείται περίπου σταθερή η τάση Zener στα άκρα του φορτίου R_L . Αν αυξηθεί το ρεύμα εξόδου I_L , η δίοδος Zener διατηρεί σταθερό το ρεύμα εισόδου I , μειώνοντας αντίστοιχα το ρεύμα I_Z που τη διαρρέει.

Τροφοδοτικό



Σχηματικό διάγραμμα τροφοδοτικού