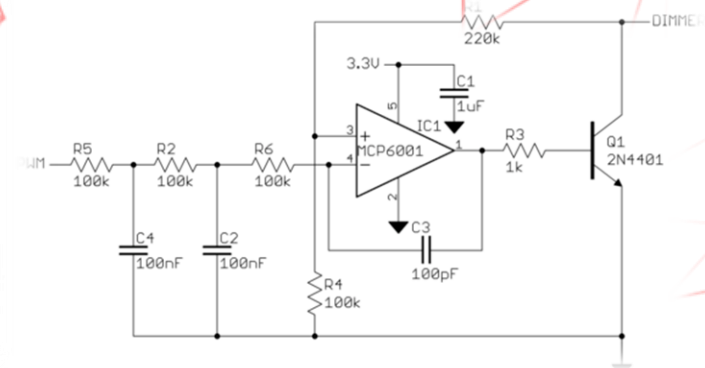
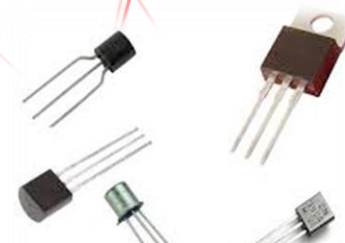
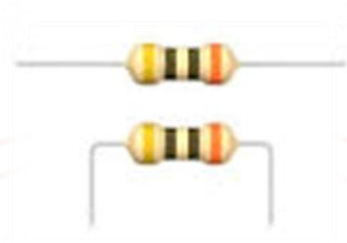
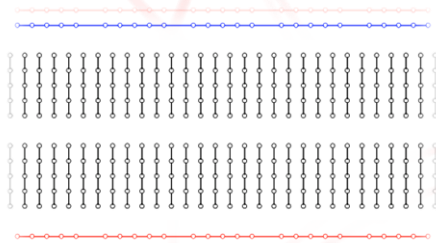


# Ηλεκτρονική

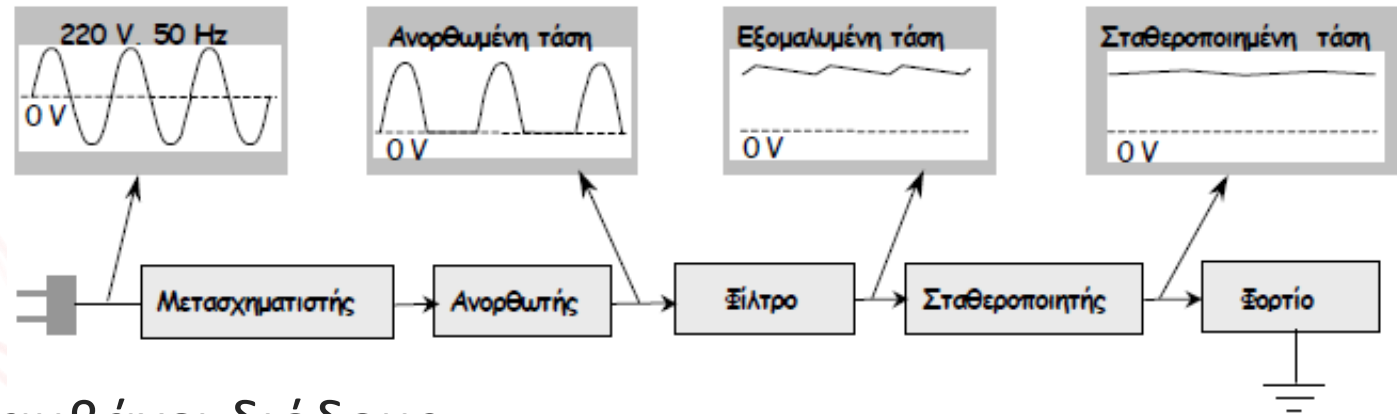
➔ Νικόλαος Γιαννακέας



# Περιεχόμενα του μαθήματος

- Εφαρμογές διόδων γενικά
- Ανόρθωση τάσης
  - Ημιανόρθωση
  - Πληρής ανόρθωση με 2 διόδους
  - Πληρής ανόρθωση με συνδεσμολογία γέφυρας
- Φίλτρα εξομάλυνσης
- Σταθεροποιητές
- Πολλαπλασιαστές

# Τροφοδοτικά



➤ **Ανορθωτής:** περιλαμβάνει διόδους

➤ Τροφοδοτείται από πηγή ac, παρέχει τάση dc

➤ Στη συνέχεια θα εξετάσουμε με συντομία τους συνηθέστερους τύπους ειδικών διόδων

➤ **Φίλτρο Εξομάλυνσης:** περιορίζει τις μεγάλες διακυμάνσεις της ανορθωμένης τάσης σε μικρά μόνο ποσοστά κυμάτωσης

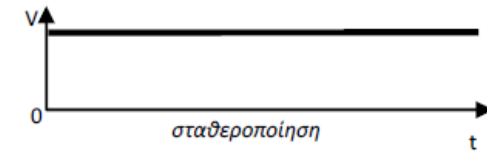
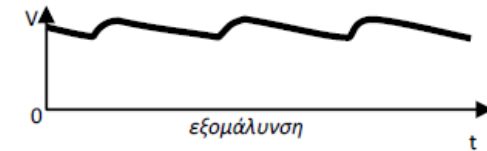
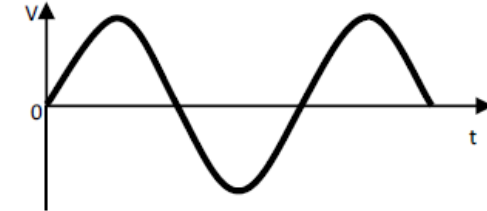
➤ **Σταθεροποιητής τάσης:** διατηρεί την τάση στο φορτίο σταθερή παρά τις μεταβολές της τάσης του δικτύου ή του ρεύματος φορτίου

## Εφαρμογές των διόδων (1)

- Το εύρος των εφαρμογών των διόδων είναι εξαιρετικά εκτεταμένο
- Από το πλήθος των εφαρμογών αυτών θα μελετήσουμε στο σημείο αυτό τη μετατροπή εναλλασσόμενης τάσης σε σταθερή
- Οι ηλεκτρονικές **συσκευές λειτουργούν με σταθερές τάσεις** τροφοδοσίας
- Συσκευές με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος μπορούν να τροφοδοτηθούν μέσω ξηρών στοιχείων (μπαταριών) τα οποία παρέχουν σταθερή τάση
- Αν η κατανάλωση ισχύος μιας συσκευής είναι μεγάλη, η χρήση ξηρών στοιχείων δεν είναι επαρκής και για την παραγωγή των σταθερών τάσεων τροφοδοσίας χρησιμοποιείται τροφοδοτικό (power supply)

# Ανόρθωση Τάσης

- Τα τροφοδοτικά λειτουργούν με την εναλλασσόμενη τάση του ηλεκτρικού δικτύου & παρέχουν (σταθερή) συνεχή τάση
- Οι φορτιστές (chargers) που χρησιμοποιούμε για την φόρτιση επαναφορτιζόμενων μπαταριών είναι & αυτοί τροφοδοτικά, μιας & μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου στην κατάλληλης τιμής σταθερή τάση που απαιτείται για τη φόρτιση
- Η διαδικασία μετατροπής μιας εναλλασσόμενης τάσης σε σταθερή ακολουθεί έναν αριθμό σταδίων

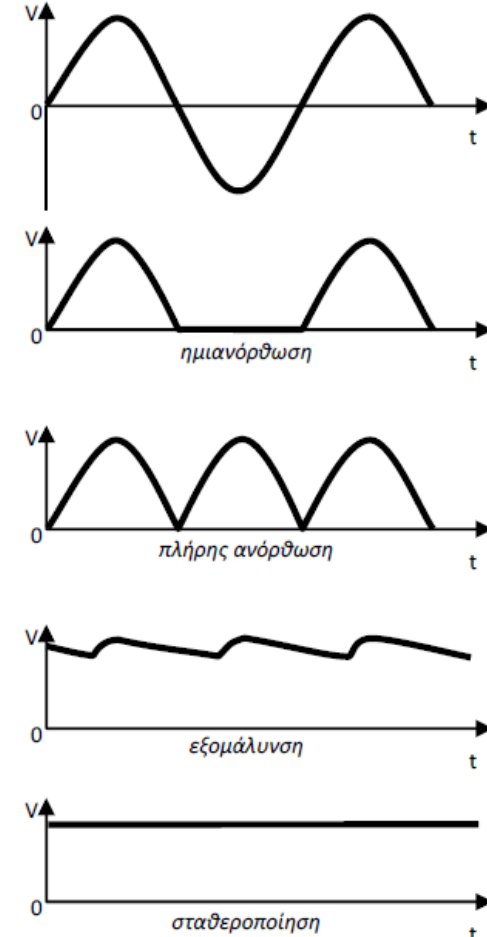


Στάδια μετατροπής εναλλασσόμενης τάσης σε σταθερή



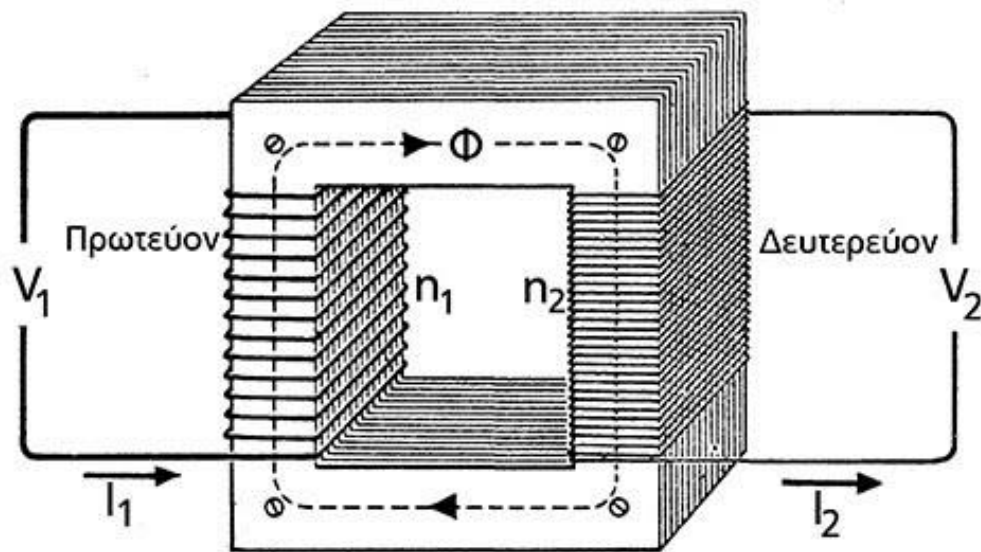
## Ανόρθωση Τάσης

- Η κυματομορφή στην κορυφή του σχήματος αντιστοιχεί στην μορφή της τάσης που παρέχεται από το ηλεκτρικό δίκτυο (Αξίζει να προσέξουμε πως η *DC* συνιστώσα του σήματος αυτού είναι μηδενική)
- Επειδή η τιμή της τάσης του ηλεκτρικού δικτύου είναι αρκετά μεγαλύτερη από την σταθερή τάση τροφοδοσίας που θέλουμε να παράξουμε, χρησιμοποιείται **μετασχηματιστής υποβιβασμού** στο δευτερεύον του οποίου παρέχεται εναλλασσόμενη τάση με πλάτος της ίδιας τάξης μεγέθους με την σταθερή τάση που πρόκειται να παραχθεί



Στάδια μετατροπής εναλλασσόμενης τάσης σε σταθερή

# 1. Μετασχηματιστής Υποβιβασμού

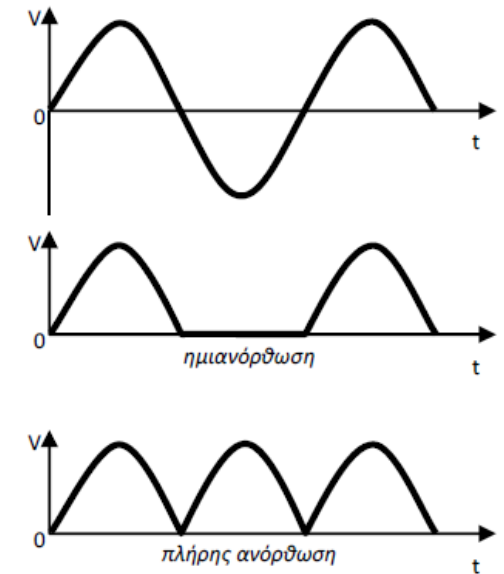


$$\frac{V_{\text{πρωτ}}}{V_{\text{δευτ}}} = \frac{N_{\text{πρωτ}}}{N_{\text{δευτ}}}$$



## 2. Ανόρθωση Τάσης

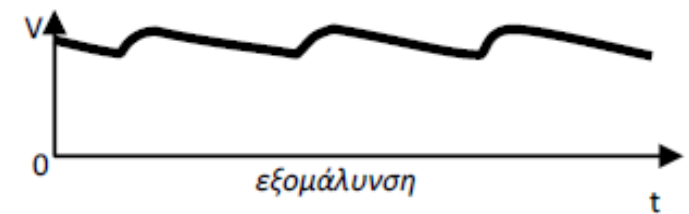
- Το πρώτο στάδιο μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης σε σταθερή περιλαμβάνει την **ημιανόρθωση** (ή **ανόρθωση ημικύματος – half-wave rectification**) ή την **πλήρη ανόρθωση** (ή **ανόρθωση πλήρους κύματος – fullwave rectification**) της εναλλασσόμενης τάσης
- Με την ημιανόρθωση αποκόπτονται τα αρνητικά τμήματα της εναλλασσόμενης κυματομορφής & η κυματομορφή που προκύπτει είναι συνεχής
- Με την πλήρη ανόρθωση το πρόσημο των αρνητικών τμημάτων γίνεται θετικό (τα αρνητικά μέρη <<ανορθώνονται>>)
- Από μαθηματικής άποψης το αποτέλεσμα της πλήρους ανόρθωσης αντιστοιχεί στην απόλυτη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης





## 2. Ανόρθωση Τάσης

- Αν & συνεχή, τα σήματα που προκύπτουν από την ημιανόρθωση ή την πλήρη ανόρθωση μιας εναλλασσόμενης τάσης είναι μεταβαλλόμενα & μάλιστα παρουσιάζουν σημαντική κυμάτωση
- Για τον περιορισμό της κυμάτωσης αυτής ακολουθεί ένα στάδιο εξομάλυνσης (**πρόκειται ουσιαστικά για φιλτράρισμα του σήματος**)
- Στο τελικό στάδιο της σταθεροποίησης η κυμάτωση αναιρείται σχεδόν απόλυτα & η συνεχής τάση γίνεται σχεδόν σταθερή

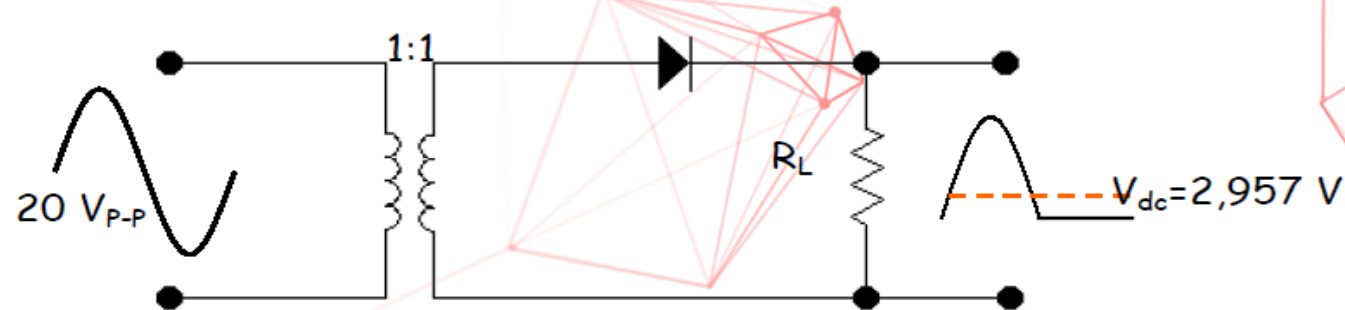


## 2.1 Ημιανόρθωση

**Μέση Τιμή Τάσης στην ημιανόρθωση:** Είναι η τιμή που δείχνει ένα dc βολτόμετρο στην έξοδο του ημιανορθωτή

$$\text{Ισχύει: } V_{dc} = 0,318 \times V_{out(max)}$$

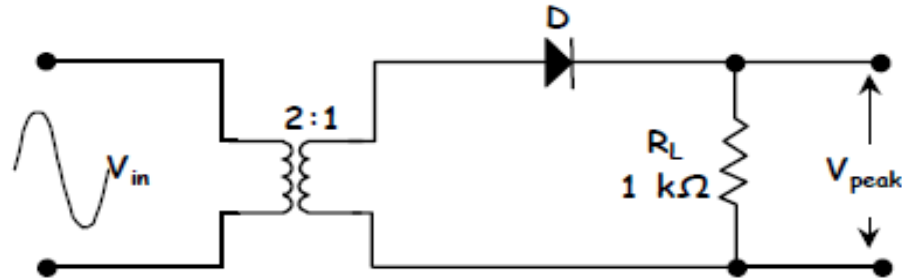
**Παράδειγμα**



$$V_{dc} = 0,318 \times V_{out(max)}$$

$$V_{dc} = 0,318 \times (10 - 0,7) V = 2,957 V$$

# Παράδειγμα 1



Είναι  $V_{in}=50\text{ημωτ}$ . Η δίοδος όταν πολώνεται ορθά κρατάει στα άκρα της  $0,7\text{ V}$

α)  $V_{peak}$ ;

β) PIV (Μέγιστη Ανάστροφη Τάση);

γ) σχεδιάστε την τάση εξόδου  $V_{peak}$  εάν η  $D$  τοποθετηθεί ανάστροφα

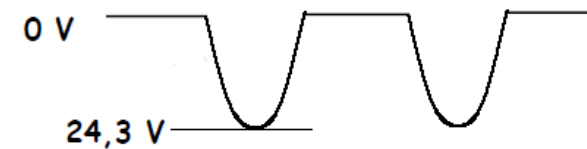
## Λύση 1

α) είναι:  $V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} = \left( \frac{N_{\delta\epsilon\upsilon\tau}}{N_{\pi\rho\omega\tau}} \right) V_{\pi\rho\omega\tau} = \frac{1}{2} 50 \text{ V} = 25 \text{ V},$

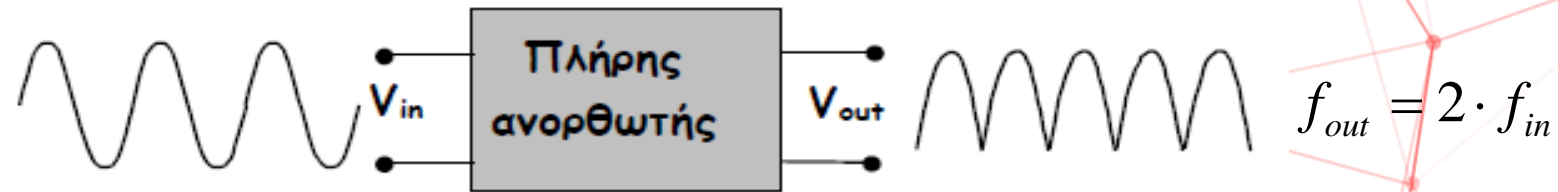
$$V_{\text{peak}} = (25 - 0,7) \text{ V} = 24,3 \text{ V}$$

β) είναι:  $\text{PIV} = V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} = 25 \text{ V}$

γ) Εάν η δίοδος τοποθετηθεί ανάστροφα, πολώνεται ορθά και άγει μόνο κατά την εφαρμογή της αρνητικής ημιπεριόδου της  $V_{\text{in}}$ . Είναι:  $V_{\text{peak}} = (25 - 0,7) \text{ V} = 24,3 \text{ V}.$

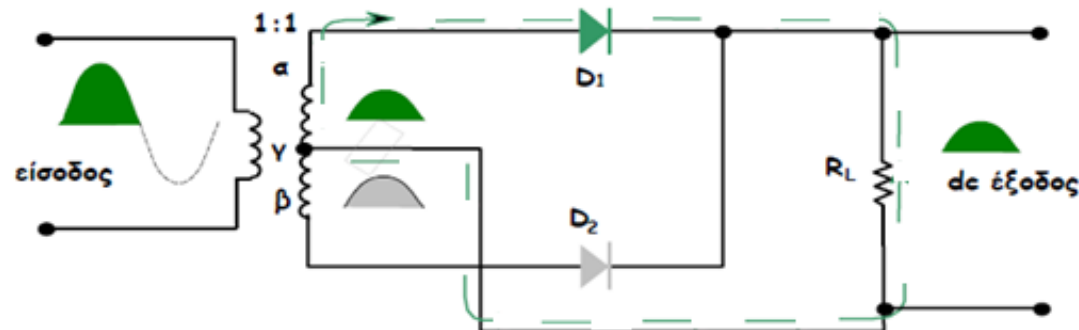


# Πλήρης ή διπλή ανόρθωση με 2 διόδους



Πλήρης ανόρθωση με μετασχηματιστή με μεσαία λήψη

Εφαρμογή θετικής ημιπερίοδου:  $0 < \omega t < \pi$   $V_a > V_b \Rightarrow$  άγει μόνο η  $D_1 \Rightarrow 0,7$

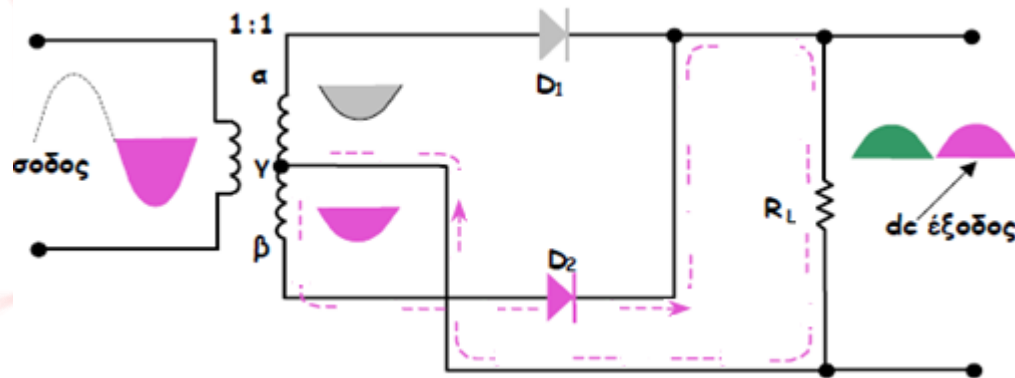




## Πλήρης ή διπλή ανόρθωση με 2 διόδους

Εφαρμογή αρνητικής ημιπεριόδου:  $\pi < \omega t < 2\pi$

$$V_a < V_b \Rightarrow \text{άγει μόνο η } D_2 \Rightarrow V_{\text{out}} = \frac{V_{\delta\epsilon\upsilon\tau}}{2} - 0,7V$$



Το ίδιο ρεύμα διαπερνάει την  $R_L$  κατά την ίδια φορά όπως και κατά την εφαρμογή της θετικής ημιπεριόδου, άρα και ίδια ακριβώς έξοδος

## Πλήρης ή διπλή ανόρθωση με 2 διόδους

Κύκλωμα πλήρη ανορθωτή με μετασχηματιστή με μεσαία λήψη:

$$V_{dc} = \frac{2}{\pi} V_{out\ max} = 0,637 \times V_{out\ max}$$

Για το ρεύμα:

$$I_{dc} = \frac{2}{\pi} I_{out\ max} = 0,637 I_{out\ max}$$

Η μέση τιμή του ρεύματος και της τάσης μετρίεται με αμπερόμετρο DC ή βολτόμετρο DC αντίστοιχα

## Πλήρης ή διπλή ανόρθωση με 2 διόδους

Όταν D2 δεν άγει, στα άκρα της εφαρμόζεται ανάστροφα η τάση που επικρατεί στα άκρα ολόκληρου του δευτερεύοντος, μειωμένη κατά 0,7 V που είναι η πτώση στα άκρα της D1 που την ίδια στιγμή άγει. Το ίδιο συμβαίνει και στην D1 όταν αυτή δεν άγει. Επομένως (PIV) στα άκρα κάθε διόδου είναι:

$$PIV = V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} - 0,7 \text{ V}$$

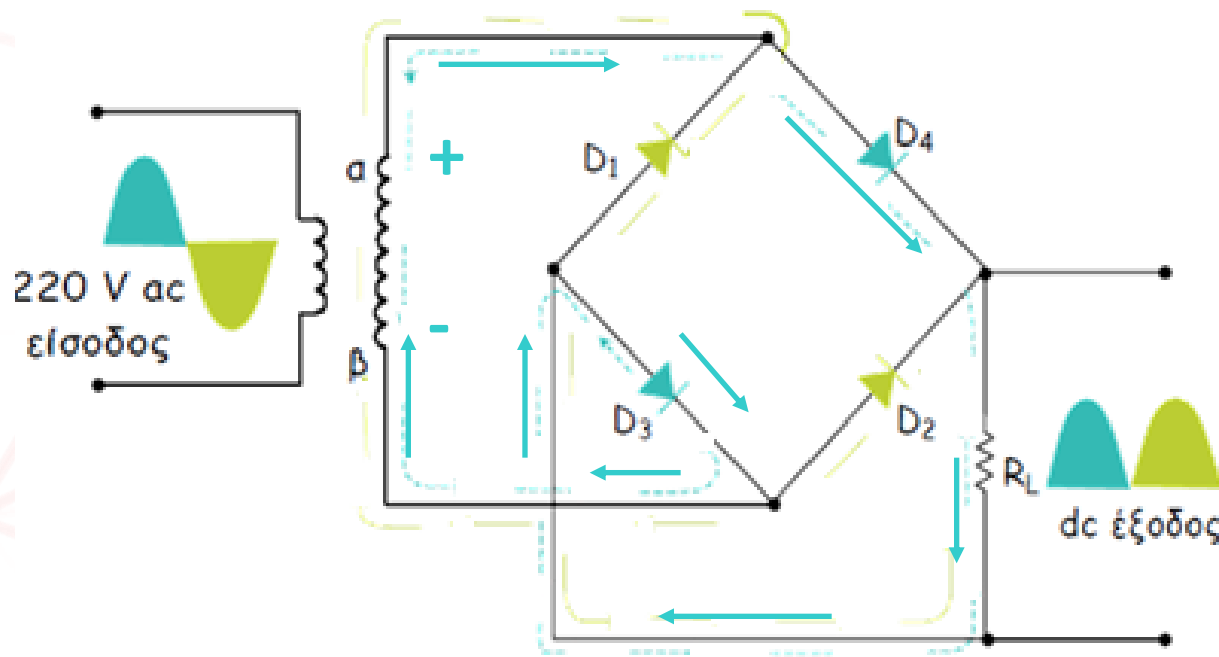
$$\text{Επειδή όμως: } V_{out\max} = \frac{V_{\delta\epsilon\upsilon\tau}}{2} - 0,7 \text{ V} \Rightarrow$$

$$V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} = 2V_{out\max} + 1,4 \text{ V}$$

και τελικά:

$$PIV = 2V_{out\max} + 0,7 \text{ V}$$

# Πλήρης ανόρθωση με συνδεσμολογία γέφυρας



$$V_{out(max)} = V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} - 1,4 \text{ V}$$

Εφαρμογή θετικής ημιπεριόδου:  $V_a > V_b \Rightarrow$  άγουν

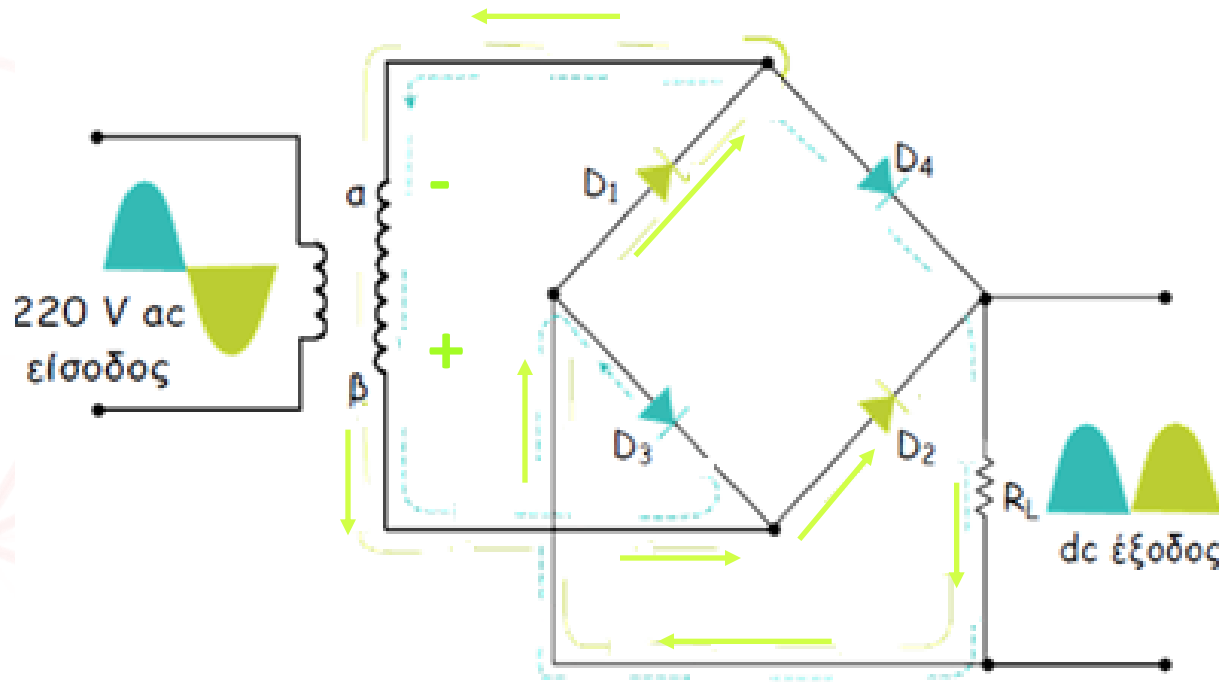
$D_4, D_3$ . Πορεία ρεύματος:

Εφαρμογή αρνητικής ημιπεριόδου:  $V_a < V_b \Rightarrow$

άγουν  $D_2, D_1$ . Πορεία ρεύματος:

Πλήρης ανορθωτής με γέφυρα

# Πλήρης ανόρθωση με συνδεσμολογία γέφυρας



$$V_{out(max)} = V_{\delta\epsilon\upsilon\tau} - 1,4 \text{ V}$$

Εφαρμογή θετικής ημιπεριόδου:  $V_\alpha > V_\beta \Rightarrow$  άγουν

D<sub>4</sub>, D<sub>3</sub>. Πορεία ρεύματος:

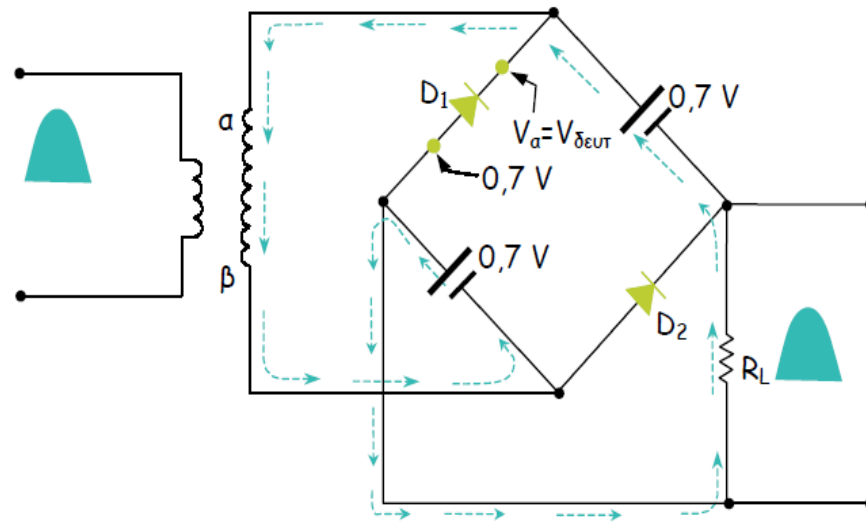
Εφαρμογή αρνητικής ημιπεριόδου:  $V_\alpha < V_\beta \Rightarrow$

άγουν D<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>. Πορεία ρεύματος:

Πλήρης ανορθωτής με γέφυρα

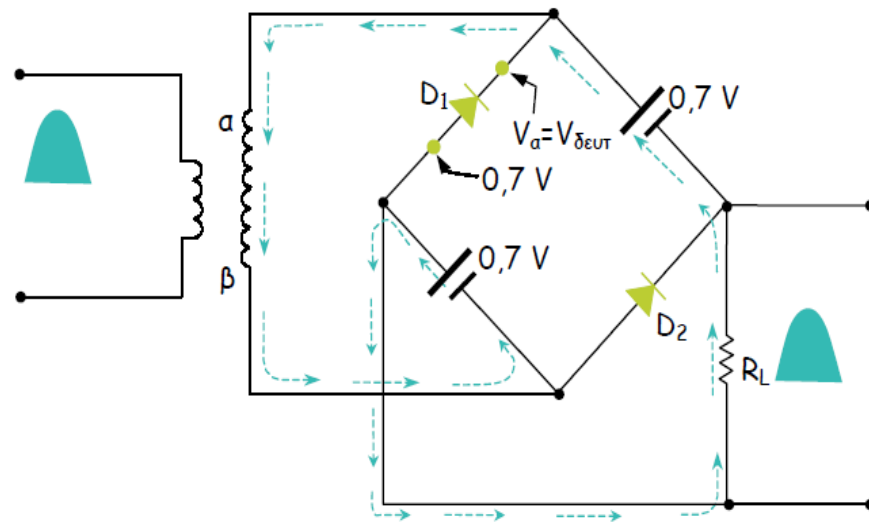


## Πλήρης ανόρθωση με συνδεσμολογία γέφυρας



Όταν  $D_1$  δεν άγει, με αναφορά το σημείο  $\beta$  του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή, στην κάθοδό της έχει το δυναμικό του σημείου  $\alpha$   $V_\alpha = V_{\delta\epsilon\upsilon\tau}$  και στην άνοδό της, το δυναμικό της ανόδου της  $D_3$  που άγει και το οποίο είναι  $V_{D3} = 0,7 \text{ V}$ . Επομένως η PIV που εφαρμόζεται στα άκρα της θα είναι η διαφορά των δύο αυτών δυναμικών

# Πλήρης ανόρθωση με συνδεσμολογία γέφυρας



$$PIV = V_{\deltaευτ} - 0,7 \text{ V}$$

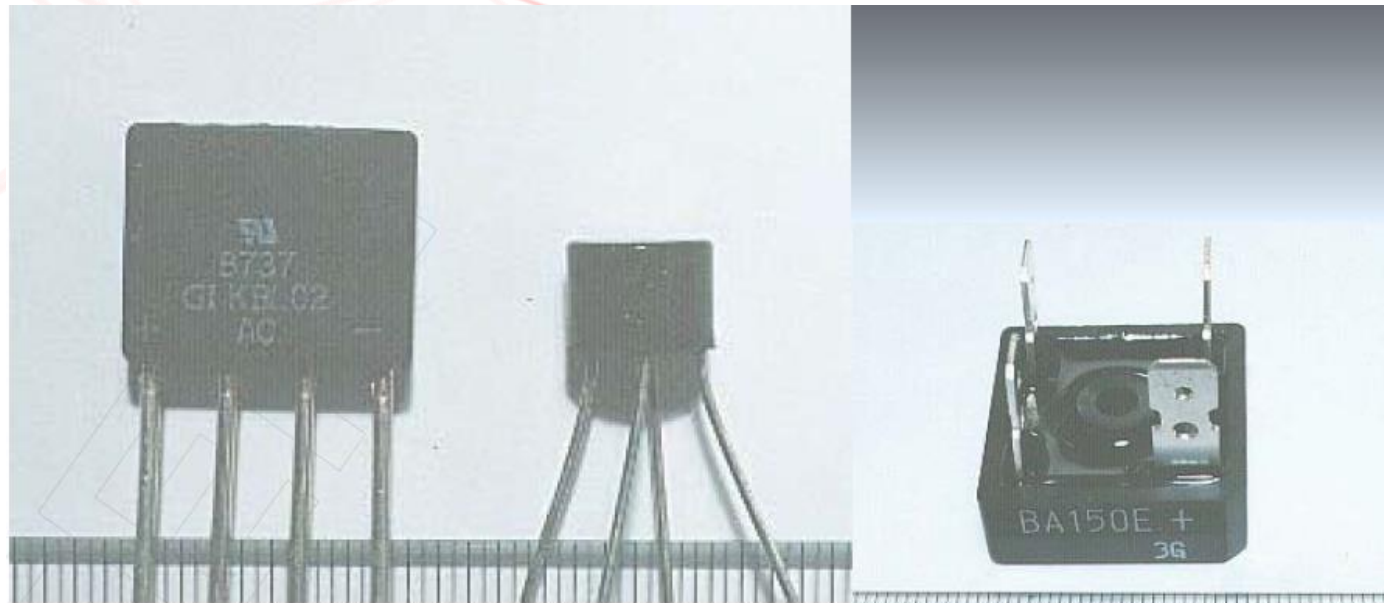
Επειδή όμως  $V_{\deltaευτ} = V_{out(max)} + 1,4 \text{ V}$ , τελικά:

$$PIV = V_{out(max)} + 0,7 \text{ V}$$

Το ίδιο ισχύει και για όλες τις διόδους της γέφυρας όταν δεν άγουν. Δηλ. για την ίδια τάση εξόδου  $V_{out(max)}$  ο ανορθωτής γέφυρας χρησιμοποιεί διόδους που έχουν μισή τιμή  $PIV$  από αυτές που χρησιμοποιεί ο ανορθωτής με μετασχηματιστή με μεσαία λήψη

## Συσκευασίες γέφυρας

Αυτή που φαίνεται **αριστερά**, στο παρακάτω σχήμα, έχει ρεύμα λειτουργίας μέχρι **4 A**. Αυτή που φαίνεται **στο μέσον** έχει κυλινδρικό σχήμα και ρεύμα λειτουργίας μέχρι **1 A**. Τέλος η **δεξιά γέφυρα** έχει τετραγωνικό σχήμα και το ρεύμα λειτουργίας της μπορεί να φτάσει τα **15 A**.



## Διπλής ανόρθωση vs. ημιανόρθωση

1. Παρέχει διπλάσια DC τάση
2. Έχει χαμηλότερο συντελεστή κυμάτωσης
3. Δίνει διπλάσιο συντελεστή ισχύος
4. Έχει διπλάσια συχνότητα

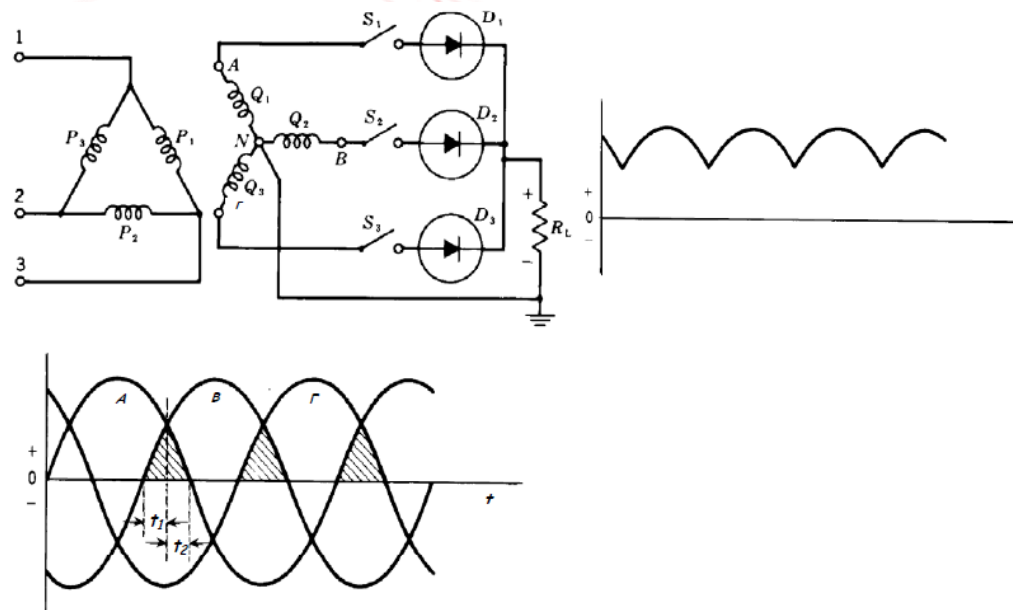
# Τριφασική ημιανόρθωση

Οι δίοδοι άγουν εναλλάξ και άγει η δίοδος της οποίας η άνοδος βρίσκεται στην υψηλότερη τάση, πχ:

περίοδος  $t_1$ :  $V_A > V_B \Rightarrow$  άγει η  $D_1$

περίοδος  $t_2$ :  $V_A < V_B \Rightarrow$  άγει η  $D_2$

Ισχύει:  $V_{dc} = 0,831 V_{max}$



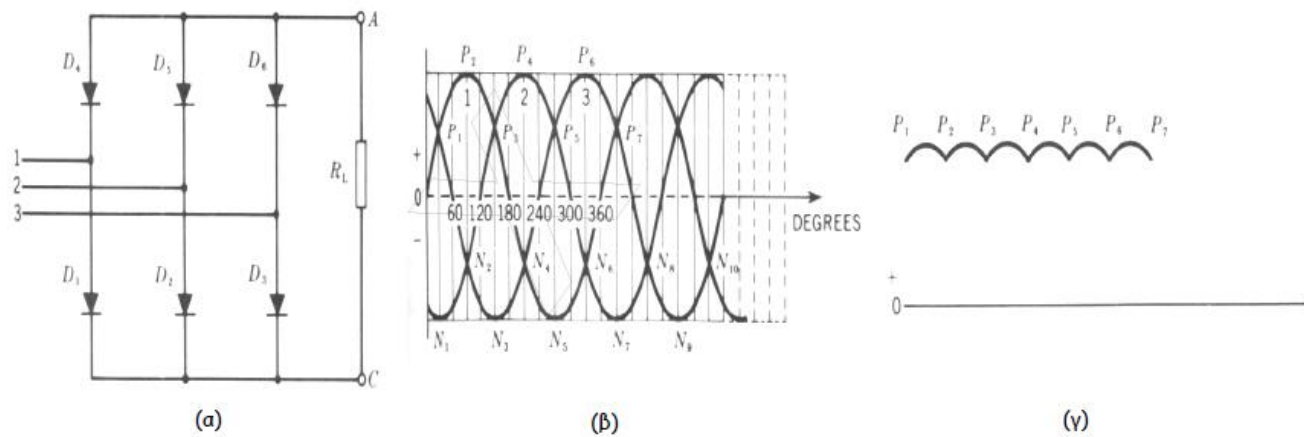


# Πλήρης τριφασική ανόρθωση

(α): σύνδεση σπ' ευθείας στην παροχή της τριφασικής τάσης, χωρίς μετασχηματιστή

(β): οι τρεις φάσεις της τάσης εισόδου

(γ): κυματομορφή της τάσης εξόδου στα άκρα της  $R_L$  όπου τα σημεία  $P_1, P_2, P_3 \dots$  αντιστοιχούν στα ίδια σημεία των κυματομορφών εισόδου του σχήματος (β)



# Φίλτρα Εξομάλυνσης

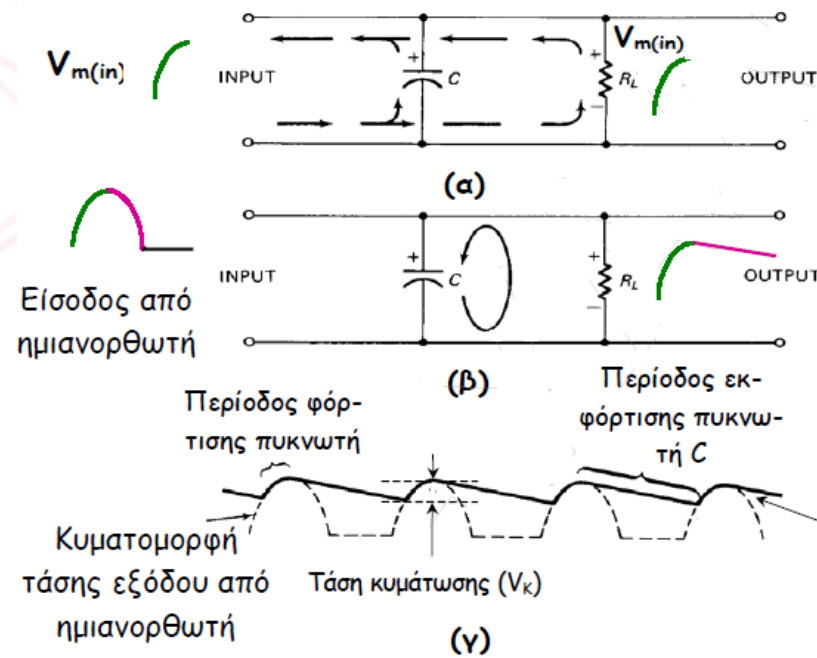
Περιέχουν:

- πυκνωτές
- αντιστάσεις και
- πηνία

και σταθεροποιούν την τάση στην έξοδο του ανορθωτή κόβοντας τις εναλλασσόμενες συνιστώσες

## Εξομάλυνση με πυκνωτή

Μετατρέπει την τάση εισόδου σε μορφή που πλησιάζει την ευθεία λόγω της φόρτισης και εκφόρτισης του πυκνωτή μέσω της αντίστασης  $R_L$



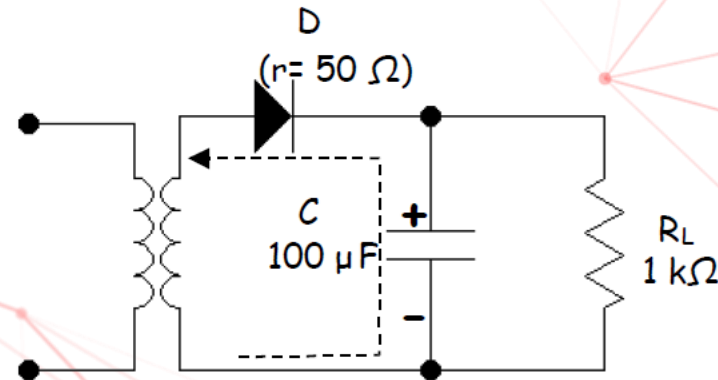
Όταν αυξάνεται η θετική τάση στα άκρα του  $C$ , αυτός φορτίζεται μέσω της αντίστασης της διόδου  $r \approx 50-100 \Omega$  του ημιανορθωτή. Σταθερά χρόνου:  $rC$  έχει μικρή τιμή

Όταν σταματήσει να αυξάνεται η θετική τάση στα άκρα του  $C$ , αυτός εκφορτίζεται μέσω της  $R_L (>> r)$  με  $T = R_L C >> rC$  με πολύ αργό ρυθμό

Η κυμάτωση στα άκρα της  $R_L$  γίνεται τόσο μικρότερη όσο μεγαλύτερη είναι η σταθερά χρόνου  $R_L C$

## Εξομάλυνση με πυκνωτή

**Κατά την Φόρτιση  
του Πυκνωτή**



Σταθερά χρόνου:

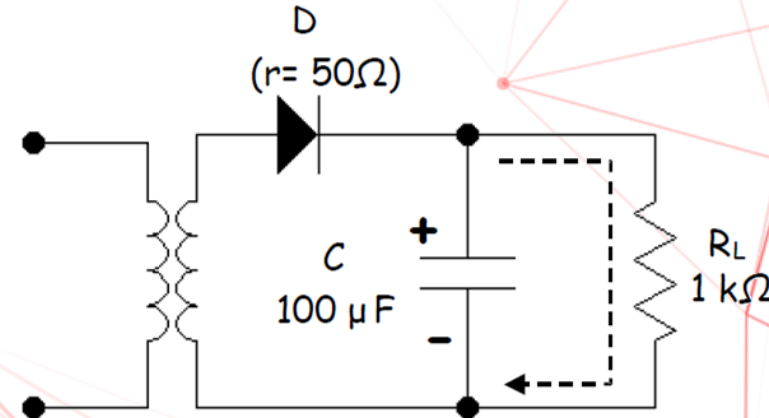
$$T = r \times C = 50 \, \Omega \times 100 \, \mu\text{F} = 5 \, \text{mS}$$

Χρόνος φόρτισης:

$$5T = 5 \times 5 \, \text{mS} = 25 \, \text{mS}$$

## Εξομάλυνση με πυκνωτή

Κατά την εκφόρτιση  
του Πυκνωτή



Σταθερά χρόνου:

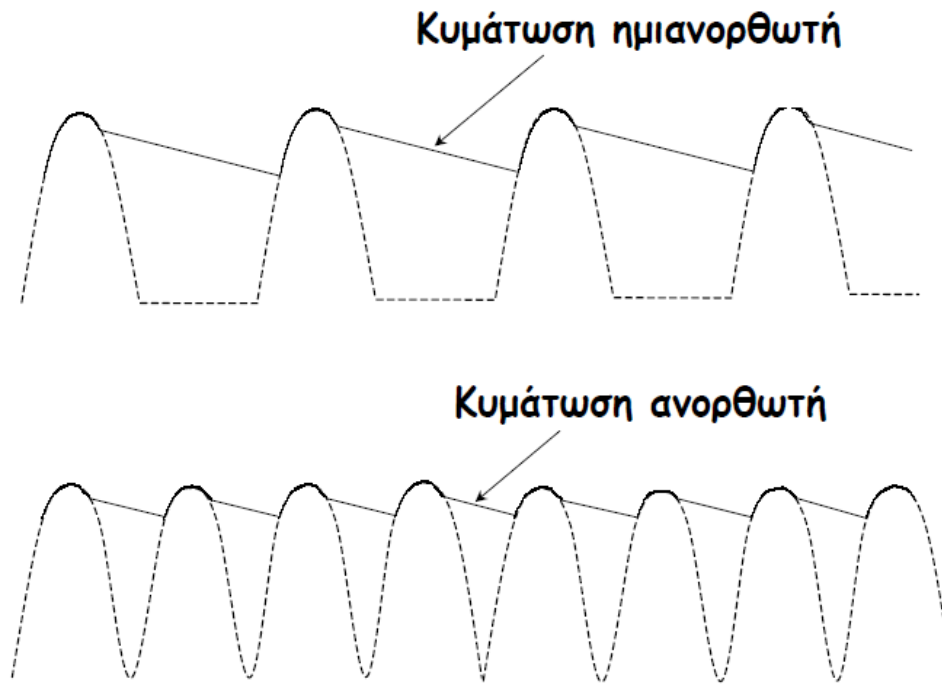
$$T = R_L \times C = 1k\Omega \times 100\mu F = 100\text{ mS}$$

Χρόνος εκφόρτισης:

$$5T = 5 \times 100\text{ mS} = 500\text{ mS}$$



## Εξομάλυνση με πυκνωτή



$$\Delta U_{out} = \frac{I_{out}}{F_{out} \cdot C_1}$$

*Τάσεις εξόδου ενός ημιανορθωτή και ενός ανορθωτή  
για ίδια ac τάση εισόδου και ίδιο φίλτρο*

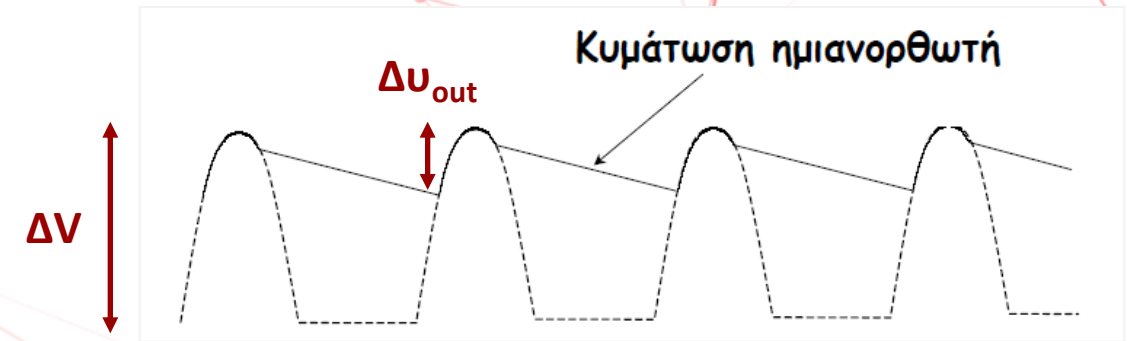
# Εξομάλυνση με πυκνωτή

## Συντελεστής σταθεροποίησης $\gamma$

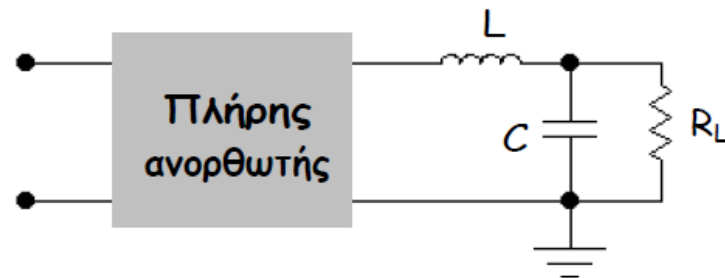
- Ονομάζεται το πηλίκο:  $\gamma = \frac{\Delta u_{out}}{\Delta V}$

όπου  $\Delta u_{out}$  είναι η μεταβολή της εξομαλυμένης τάσης, ενώ  $\Delta V$  η μεταβολή της ανορθωμένης τάσης

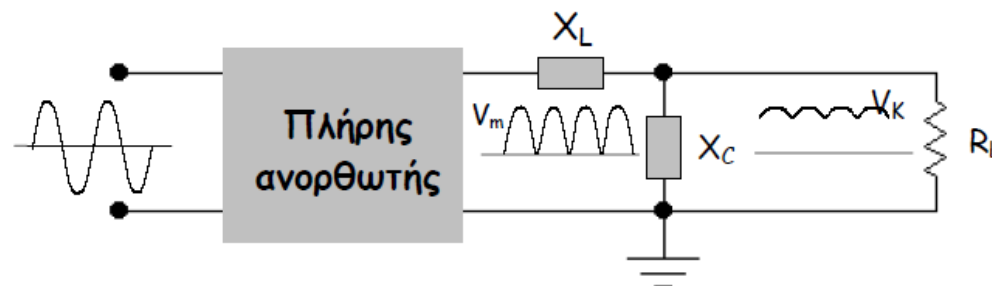
- Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής σταθεροποίησης τόσο καλύτερη είναι η εξομάλυνση



# Εξομάλυνση με πηνίο

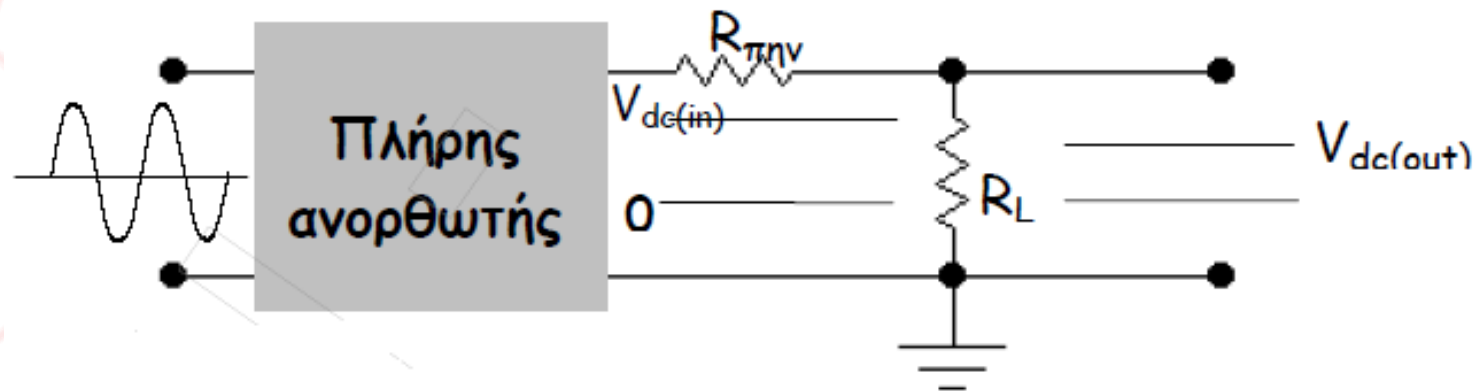


*Πλήρης ανορθωτής με φίλτρο τύπου  $L$*



*Δράση του φίλτρου  $L$  στην  $AC$  συνιστώσα της ανορθωμένης τάσης*

# Εξομάλυνση με πηνίο

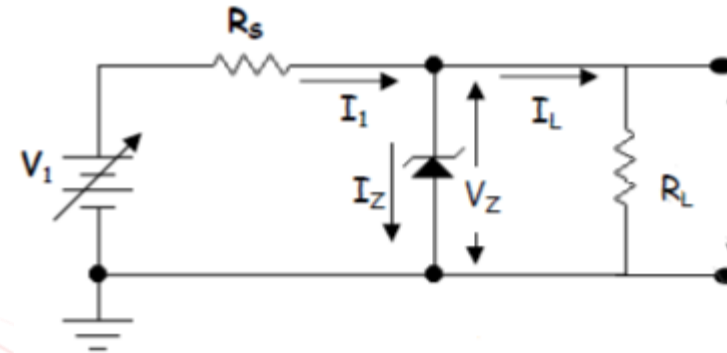


*Δράση του φίλτρου  $L$  στη  $dc$  συνιστώσα της  
ανορθωμένης τάσης*

## Σταθεροποιητής Τάσης

➔ Σταθεροποιητής γραμμής (σταθερό  $I_L$ , μεταβάλλεται η  $V_1$ )

Ισχύει:  $I_1 = I_Z + I_L$ ,  
 $V_1 = I_1 R_S + V_Z$   
 $\Rightarrow V_1 = (I_Z + I_L)R_S + V_Z$



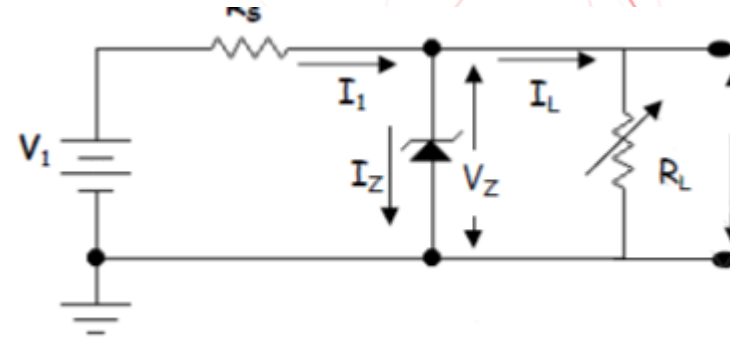
- Όταν  $V_1$  μεταβάλλεται, επειδή  $I_L$ ,  $R_S$  είναι σταθερά  $\Rightarrow$  θα μεταβληθούν τα  $I_Z$  &  $V_Z$
- Εφόσον οι μεταβολές του  $I_Z$  περιοριστούν ανάμεσα σε  $I_{Zmin}$  και  $I_{Zmax}$ , η  $V_Z$ , δεν αλλάζει και επειδή  $V_{out} = V_Z$  συμπεραίνουμε ότι **παρά τις μεταβολές της τάσης εισόδου, η τάση στα άκρα του φορτίου παραμένει σταθερή**



## Σταθεροποιητής Zener

➤ Σταθεροποιητής φορτίου (σταθερή  $V_1$ , μεταβάλλεται το ρεύμα  $I_L$ )

$$I_L = I_1 - I_Z = \left( \frac{V_1 - V_Z}{R_S} \right) - I_Z$$



- Όταν  $I_L$  μεταβάλλεται, επειδή  $V_1$ ,  $R_S$  είναι σταθερά  $\Rightarrow$  θα μεταβληθούν τα  $I_Z$  &  $V_Z$
- Εφόσον μεταβολές του  $I_Z$  περιοριστούν ανάμεσα στις τιμές  $I_{Zmin}$  και  $I_{Zmax}$ ,  $\Rightarrow V_Z$  δεν αλλάζει και επειδή  $V_{out} = V_Z$  συμπεραίνουμε ότι: **παρά τις μεταβολές του ρεύματος φορτίου η τάση στα άκρα του παραμένει σταθερή**

## Επί τις εκατό σταθεροποίηση

➤ Η απόδοση ενός ανορθωτή γραμμής εκφράζεται με τον όρο:

$$\text{σταθεροποίηση γραμμής} = \left( \frac{\Delta V_{\text{out}}}{\Delta V_{\text{in}}} \right) \times 100\%$$

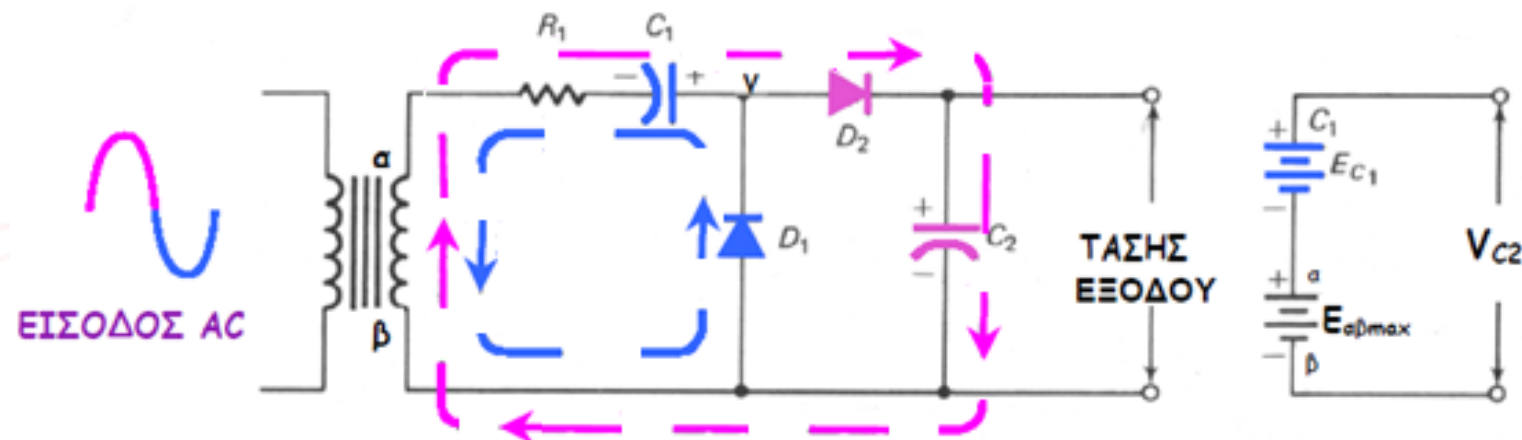
➤ Η απόδοση ενός ανορθωτή φορτίου εκφράζεται με τον όρο:

$$\begin{aligned} \text{σταθεροποίηση φορτίου} &= \\ &= \left( \frac{V_{\text{out}}_{\text{χωρίς φορτίο}} - V_{\text{out}}_{\text{με πλήρες φορτίο}}}{V_{\text{out}}_{\text{με πλήρες φορτίο}}} \right) 100\% \end{aligned}$$

# Πολλαπλασιαστές τάσης

Δίνουν υψηλή τάση χωρίς τη χρήση μετασχηματιστή

Διπλασιαστής ημικύματος



Αρνητική ημιπερίοδος:  $V_\alpha < V_\beta \Rightarrow$  μόνο  $D_1$

Φορά ρεύματος: **γραμμή** -> (Σχ. α)

Πυκνωτής  $C_1$  φορτίζεται με την πολικότητα που φαίνεται και  $E_{C1} = E_{\alpha\beta\max}$  (1)

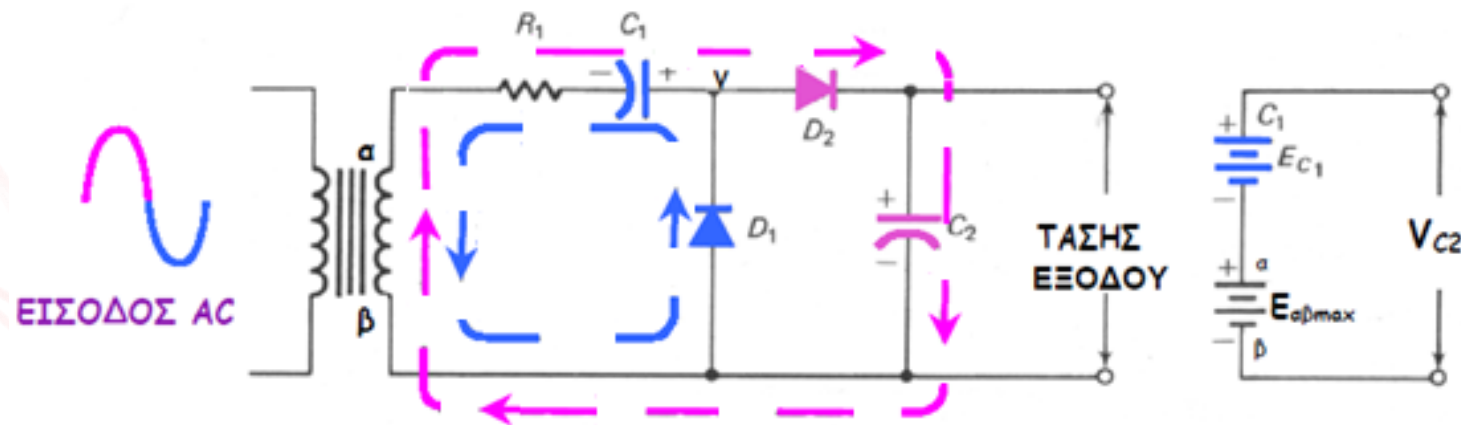
$R_1$ : προστατευτική αντίσταση διόδων  $D_1$  και  $D_2$

Επόμενη ημιπερίοδος (θετική):  $V_\alpha > V_\beta \Rightarrow$  μόνο  $D_2$

Φορά ρεύματος: **γραμμή** -> (Σχ. α)

# Πολλαπλασιαστές τάσης

Διπλασιαστής ημικύματος



Στα άκρα του  $C_2$  εφαρμόζονται  $E_{\alpha\beta\max}$  και  $V_{C1}$ , που οι πολικότητές τους είναι σε σειρά

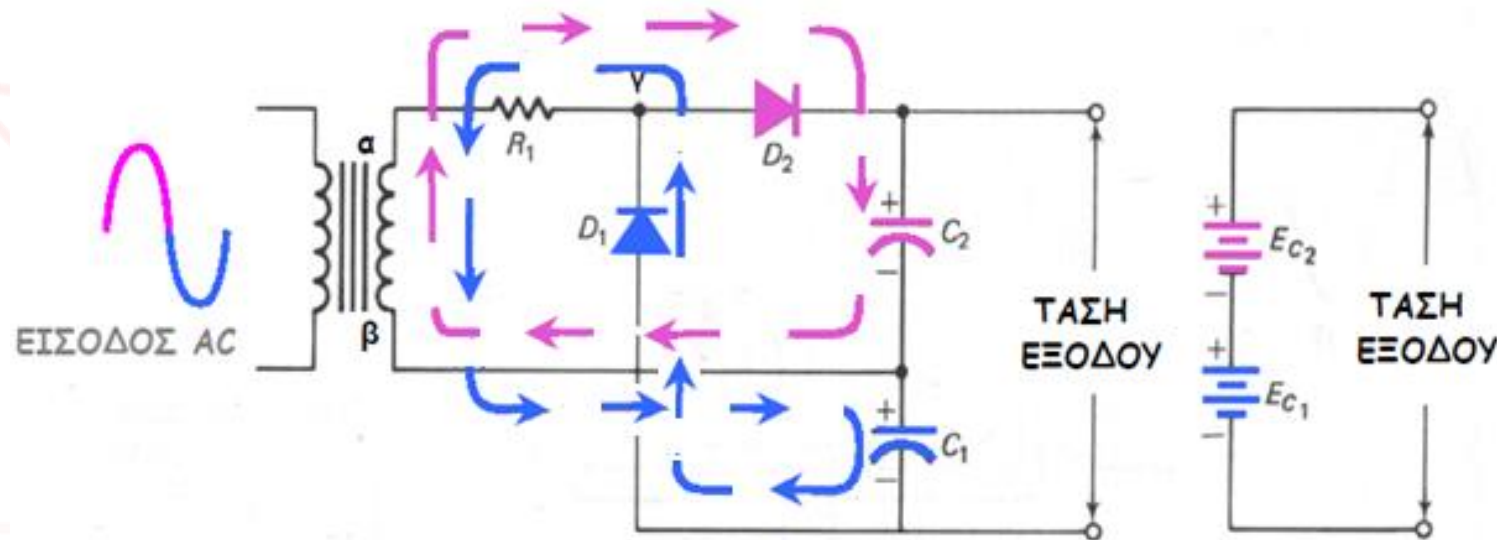
$$E_{C2} = E_{\alpha\beta\max} + E_{C1}$$

και λόγω της (1) θα είναι:

$$V_{out} = E_{C2} = E_{\alpha\beta\max} + E_{\alpha\beta\max} = 2 E_{\alpha\beta\max} \text{ (σχ. β).}$$

Δηλ. τάση εξόδου = διπλάσια απ' αυτήν που υπάρχει στα άκρα του δευτερεύοντος  
Ονομάζεται διπλασιαστής ημικύματος

## Διπλασιαστής πλήρους κύματος



**Θετική** ημιπερίοδος:  $V_a > V_b \Rightarrow$  άγει μόνο  **$D_2$**

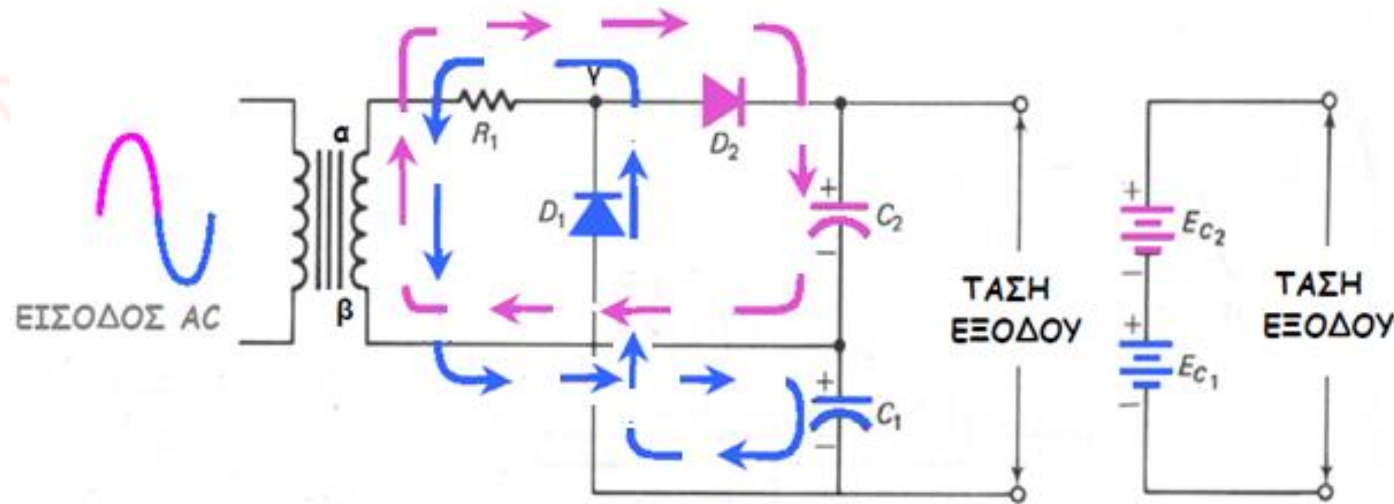
Φορά ρεύματος: **γραμμή -> (Σχ. α)**

Ο πυκνωτής  **$C_2$**  φορτίζεται στην τιμή κορυφής της τάσης δευτερεύοντος.

**Επόμενη** ημιπερίοδος (**αρνητική**):  $V_a < V_b \Rightarrow$  άγει μόνο  **$D_1$**

Φορά του ρεύματος: **γραμμή -> (Σχ. α)**

## Διπλασιαστής πλήρους κύματος



$C_1$  φορτίζεται στην τιμή κορυφής της τάσης δευτερεύοντος.

Τελικά:  $V_{out} = E_{C2} + E_{C1}$  (Σχ.β)

Δηλ. τάση εξόδου ισούται με διπλάσια τάση δευτερεύοντος.

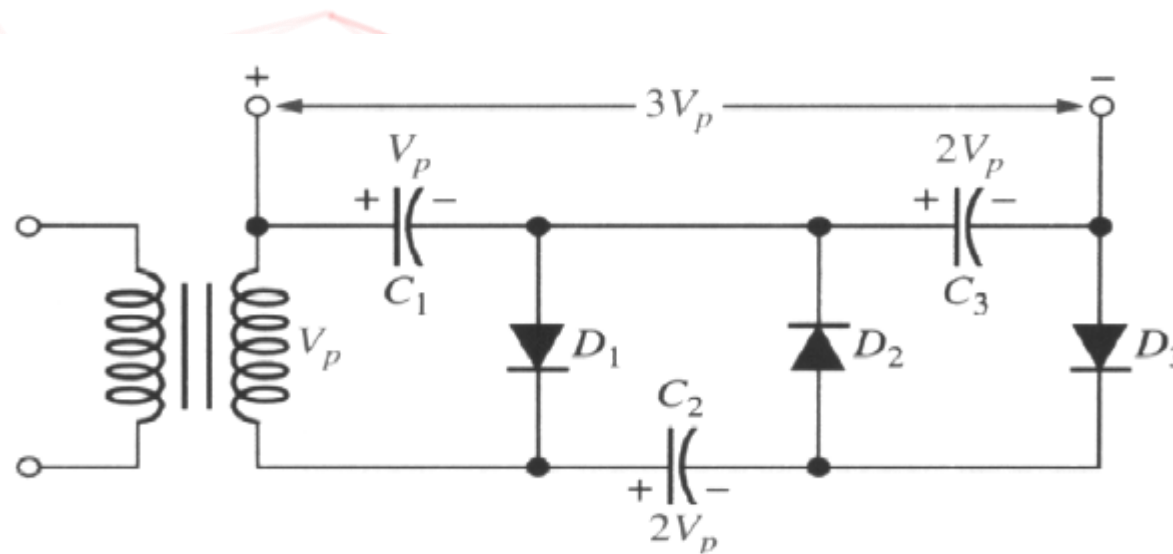
Ονομάζεται διπλασιαστής πλήρους κύματος

Πλεονέκτημα σε σχέση με διπλασιαστή ημικύματος: η τάση εξόδου του παρουσιάζει λιγότερες διακυμάνσεις σε περίπτωση που συνδεθεί φορτίο

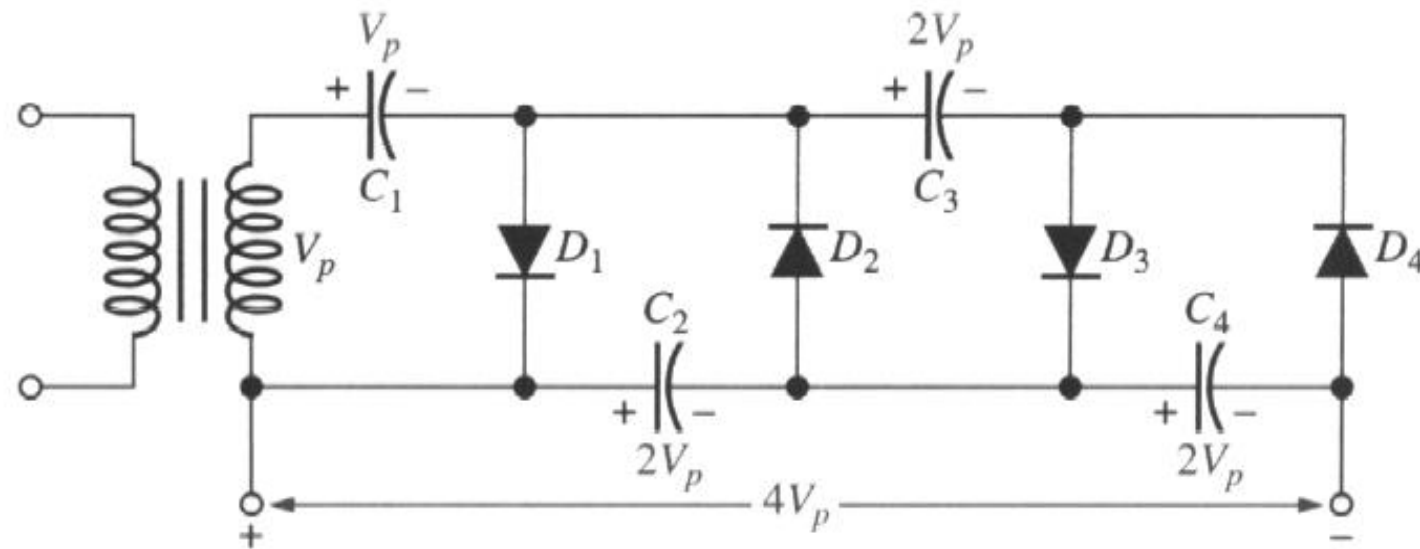


# Τριπλασιαστής τάσης

Διπλασιαστής ημικύματος + 1 δίοδος = ένα κύκλωμα που η τάση εξόδου του είναι το τριπλάσιο της τάσης κορυφής  $V_p$  του σήματος εισόδου.



# Τετραπλασιαστής τάσης



# Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

## **1. Παρατήρηση των συμπτωμάτων**

Φυσική βλάβη σε ένα στοιχείο μπορεί να έχει καταστρέψει και άλλα που έχουν σχέση με αυτό

## **2. Ανάλυση των πιθανών αιτιών**

Απαραίτητη προϋπόθεση η σωστή γνώση του σχηματικού διαγράμματος της συσκευής και της λειτουργίας του κυκλώματος.

## **3. Περιορισμός των πιθανοτήτων με έλεγχο και μετρήσεις**

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται στις βλάβες των τροφοδοτικών είναι:

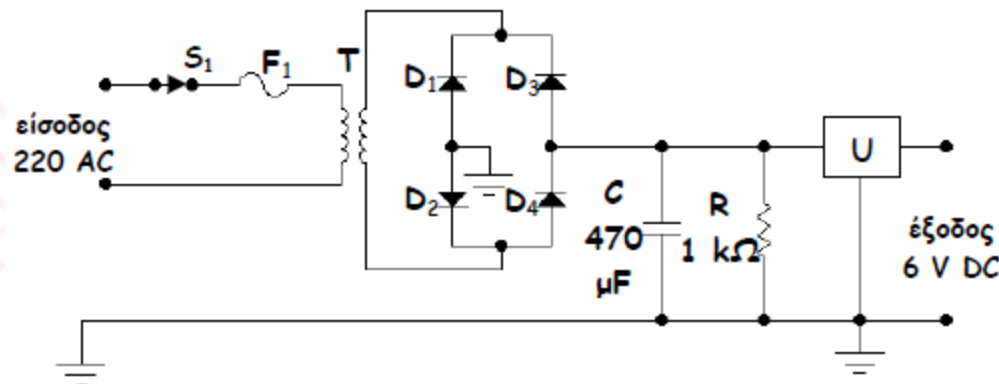
- Μηδενική τάση στην έξοδο
- Χαμηλή τάση στην έξοδο
- Υπερβολική τάση κυμάτωσης
- Υψηλή τάση στην έξοδο

## Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

- **Κανονικές τάσεις:** είναι γνωστές και μπορούν να μετρηθούν με ένα βολτόμετρο ή και να παρατηρηθούν με παλμογράφο
- Τάσεις **μικρότερες** ή **υψηλότερες** από τις κανονικές, ή που οι μορφές τους είναι διαφορετικές από τις κανονικές, είναι ενδείξεις που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να εντοπιστεί η βλάβη σε ένα συγκεκριμένο εξάρτημα

## Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

Οι κανονικές τάσεις στα διάφορα σημεία του παρακάτω κυκλώματος είναι:

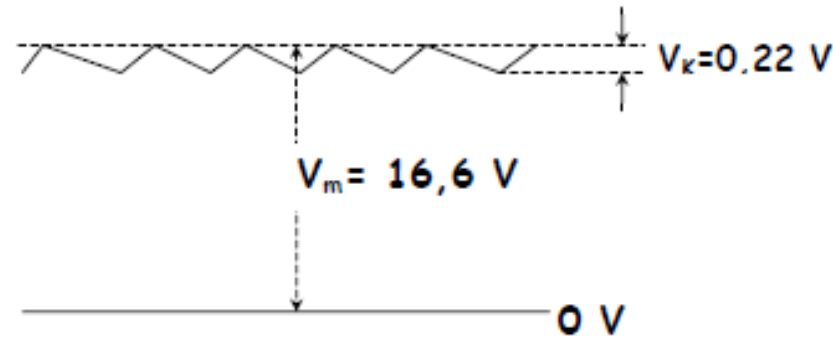


- Είσοδος (input): **220 V AC, 50 Hz**
- Δευτερεύον μετασχηματιστή: **12,7 V AC (ενεργός ή RMS)**
- Τάση κορυφής στο δευτερεύον μετασχηματιστή:
- DC τάση εξόδου του σταθεροποιητή  $U$ : **6 V**

$$V_{\text{δευτ}} = \frac{V_{\text{ενεργ}}}{0,707} = \frac{12,7}{0,707} = 18V$$

## Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

Η τάση στα άκρα του φίλτρου RC έχει τη μορφή που φαίνεται παρακάτω



- Συχνότητα τάσης εξόδου γέφυρας: **100 Hz**
- Πτώση τάσης στα άκρα της γέφυρας:  $V_m = 18 \text{ V} - (0,7 + 0,7) \text{ V} = 16,6 \text{ V}$   
με μέση τιμή  $V_{dc} = 0,637 \times 16,6 = 10,57 \text{ V}$



## Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

$$\text{Κυμάτωση } V_k = \frac{I_{dc}}{2fC}$$

$$\text{και επειδή } I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{10,57 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 10,57 \text{ mA}, \Rightarrow V_k = \frac{10,57 \text{ mA}}{2 \times 50 \times 470 \times 10^{-6}} = 0,22 \text{ V}$$

Αυτή είναι η τάση που θα δείξει ένα **ac** βολτόμετρο στα άκρα του φίλτρου

Η κυμάτωση αυτή έχει επίδραση στη **dc** τάση φορτίου:

$$V_{dc} (\text{με κυμάτωση}) = 16,6 \text{ V} - \frac{0,22 \text{ V}}{2} \cong 16,5 \text{ V}.$$

Αυτή είναι η τάση που θα δείξει ένα **dc** βολτόμετρο στα άκρα του φίλτρου

# Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

## Συμπτώματα

- Στο κύκλωμα του τροφοδοτικού που αναφέρθηκε, υπάρχει βλάβη
- Η μέτρηση τάσης στο δευτερεύον με ένα ac βολτόμετρο δίνει 12,7 V
- Η μέτρηση τάσης στα άκρα του φίλτρου με ένα dc βολτόμετρο δίνει 10,5 V
- Να βρεθεί η βλάβη

## Ανίχνευση βλαβών στα τροφοδοτικά

- Εφόσον η έξοδος του μετασχηματιστή έχει τη σωστή τιμή (12,7 V), η βλάβη είναι μετά το δευτερεύον πηνίο
- Έξοδος της γέφυρας (χωρίς το φίλτρο): αφιτράριστο ανορθωμένο ημιτονικό σήμα πλήρους κύματος, με τιμή κορυφής  $V_m = (18-1,4) = 16,6 \text{ V}$
- Η τιμή των 10,5 V που δίνει το dc βολτόμετρο στα άκρα του φίλτρου, είναι τα 63,6 % των 16,6 V
- Η μέση τιμή στην πλήρη ανόρθωση δίνεται από τη σχέση:

$$V_{dc} = 0,636 \cdot V_m = 0,636 \cdot 16,6 \text{ V} = 10,5 \text{ V}$$

- Είναι σαφές ότι το βολτόμετρο στα άκρα του φίλτρου μετράει τη μέση τιμή μιας πλήρους ανορθωμένης τάσης μετά την έξοδο της γέφυρας
- Αυτό σημαίνει ότι είναι σαν να μην υπάρχει φίλτρο στο κύκλωμα
- Δηλ. υπάρχει πιθανότητα ανοιχτού (καμένου) ηλεκτρολυτικού πυκνωτή και πρέπει να ελεγχθεί με ωμόμετρο.
- Περαιτέρω έλεγχος: μέτρηση με παλμογράφο στα άκρα της R θα δείξει στην οθόνη ένα αφιτράριστο πλήρως ανορθωμένο ημιτονικό κύμα με τιμή κορυφής 16.6 V