

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
Επιστημονικό Πεδίο: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τίτλος Μαθήματος: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

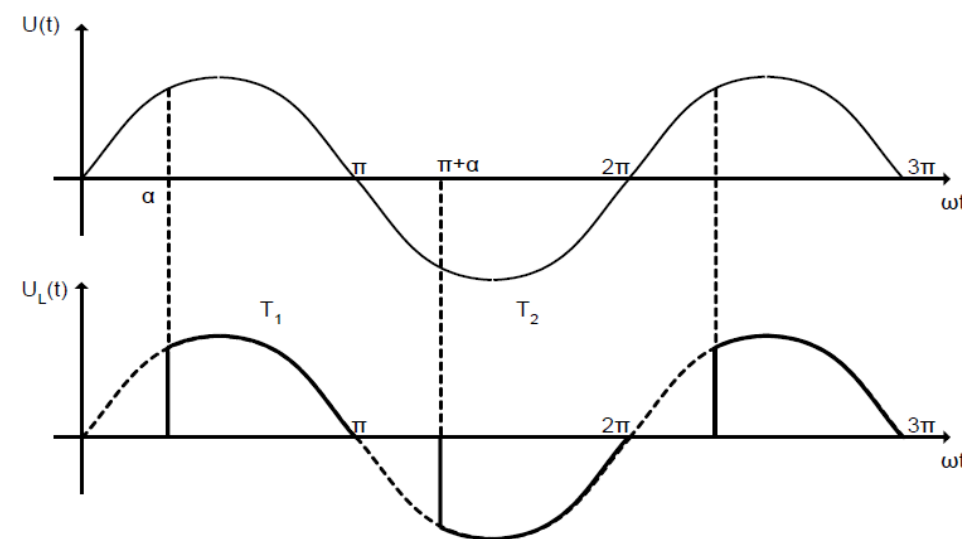
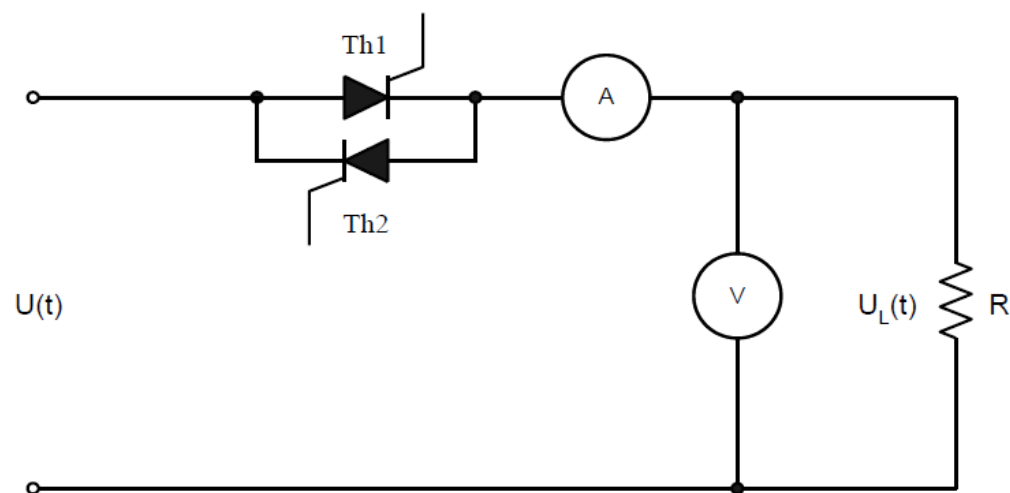


## 7. TRIAC



ΑΣΠΑΙΤΕ

Στο σχήμα, φαίνεται η διάταξη του μετατροπέα, καθώς και οι κυματομορφές της τάσης για μια τυχαία γωνία έναυσης " $\alpha$ ". Στην πρώτη ημιπερίοδο το θυρίστορ T1 είναι ορθά πολωμένο, άγει και κλείνει κύκλωμα μέσω του φορτίου. Στη δεύτερη ημιπερίοδο, άγει το θυρίστορ T2 και προφανώς το ρεύμα έχει την αντίθετη φορά.



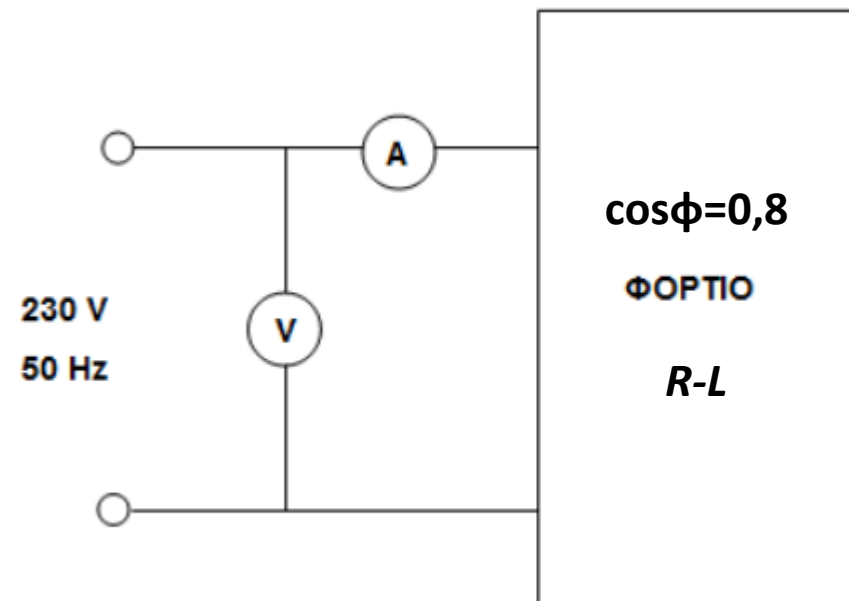
Είναι προφανές ότι με αυτούς τους μετατροπείς, **επιτυγχάνεται ρύθμιση μόνο της ενεργού τιμής της τάσης στο φορτίο (η μέση τιμή είναι μηδέν), και όχι της συχνότητας**, με αποτέλεσμα οι μετατροπείς αυτοί να μην είναι κατάλληλοι για έλεγχο κινητήρων Ε.Ρ.

- Η ισχύ είναι ένα φυσικό μέγεθος που εκφράζει την δυνατότητα παραγωγής έργου (ή αλλιώς η ενέργεια στην μονάδα χρόνου).
- Όσον αφορά τα ηλεκτρικά μεγέθη, ορίζεται η στιγμιαία ισχύς ως το γινόμενο τάσης και έντασης κάθε στιγμή ( $p=v \cdot i$ ) το οποίο όμως δεν έχει κάποια ιδιαίτερη φυσική σημασία στα εναλλασσόμενα μεγέθη. Έτσι χρησιμοποιείται η μέση τιμή της ισχύος ή μέση ισχύς ή πραγματική ισχύς ως:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t)dt$$

- Στην περίπτωση που η τάση ασκείται πάνω σε έναν ωμικό καταναλωτή, δεν εισέρχεται διαφορά φάσης μεταξύ των στρεφόμενων διανυσμάτων τάσης και έντασης και συνεπώς οι στιγμιαίες τιμές είναι πάντα ομόσημες.
- Όταν όμως η τάση ασκείται σε μη ωμικές καταναλώσεις (πηνία, πυκνωτές) τότε παρατηρείται διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος, η οποία γενικώς συμβολίζεται με  $\phi$  (όπου  $\phi = \phi_V - \phi_I$ ).
- Η σημασία αυτού θα γίνει προφανής αν παρατηρηθεί καλύτερα η εξίσωση:
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t)dt$$
- Η μέση ισχύς προκύπτει ως το εμβαδόν που περικλείει η καμπύλη που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό (σημείο προς σημείο) των καμπυλών τάσης και ρεύματος. Συνεπώς **όταν δεν υπάρχει διαφορά φάσης μεταξύ τους, οι τιμές τάσης και ρεύματος θα είναι πάντα ομόσημες και το γινόμενό τους θετικό**. Η ισχύς που προκύπτει τότε από την επίλυση της (4) θα είναι η μέγιστη δυνατή τιμή και μάλιστα (για μονοφασικό φορτίο) ισούται με  $P = V_{rms} \cdot I_{rms}$ , όπου  $V_{rms}$  και  $I_{rms}$  οι RMS τιμές τάσης και ρεύματος.
- **Αν όμως υπάρχει διαφορά φάσης, τότε για κάποια χρονικά διαστήματα το γινόμενο τάσης και ρεύματος θα είναι αρνητικό**. Συνεπώς το εμβαδόν που θα περικλείει τώρα η καμπύλη της στιγμιαίας ισχύς θα είναι μικρότερο από ότι στην προηγούμενη περίπτωση (αφού θα υπάρχει και αρνητικό μέρος) κατά έναν συντελεστή που εξαρτάται από την διαφορά φάσης. Ο συντελεστής αυτός ισούται με  $\cos\phi$  (όπου  $\phi$  η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος) και η μέση ισχύς σε αυτή την περίπτωση (για μονοφασικό φορτίο) θα είναι  $P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos\phi$ .

- Ας θεωρήσουμε ένα φορτίο που έχει συνδεθεί στο δημόσιο δίκτυο όπως φαίνεται στην Εικόνα.
- Αν συνδεθούν κατάλληλα όργανα μέτρησης τότε μπορεί να μετρηθεί η ενεργός τιμή της τάσης και του ρεύματος.
- Το γινόμενο αυτών όμως δεν θα δώσει την ισχύ που αποδίδει το φορτίο (καθώς αυτή προκύπτει μετά την εφαρμογή του συντελεστή  $\cos\phi$ ,  $P=V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos\phi$  ).
- Αν υποτεθεί π.χ. ότι  $\cos\phi$  του φορτίου είναι  $=0.8$  και η ενεργός τιμή του ρεύματος μετριέται ίση με  $5\text{ A}$ , αυτό θα σημαίνει ότι το φορτίο θα απαιτεί να τροφοδοτηθεί με  $5\text{ A}$  ώστε να αποδώσει ισχύ (έργο) που αντιστοιχεί σε  $4\text{ A}$ .



Εικόνα 2.1 Ένα φορτίο συνδεδεμένο στο δίκτυο

- Τι θα συμβεί στην περίπτωση που εμφανίζονται αρμονικές στην τάση ή και στο ρεύμα;



**ΑΣΠΑΙΤΕ**

Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, η χρήση διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος θα έχει ως αποτέλεσμα την εισαγωγή αρμονικών στην τάση ή στο ρεύμα ή στην τάση και στο ρεύμα.

Συνεπώς θα ισχύει:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (V_0 + \sum_{h=1}^{\infty} V_h \cos(h\omega t - \phi_{vh})) \cdot (I_0 + \sum_{h=1}^{\infty} I_h \sin(h\omega t - \phi_{lh})) dt \quad (5)$$

όπου h η αντίστοιχη αρμονική. Ισχύει επίσης:

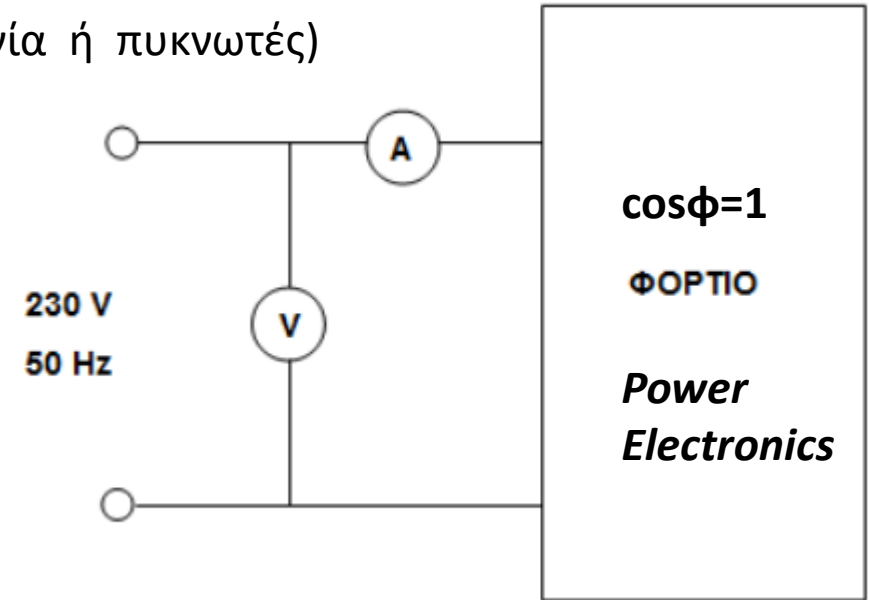
$$\int_0^T (V_0 + \sum_{n=1}^{\infty} V_n \cos(n\omega t - \phi_{vn})) \cdot (I_0 + \sum_{m=1}^{\infty} I_m \sin(m\omega t - \phi_{lm})) = \begin{cases} 0, & n \neq m \\ \frac{V_n I_n}{2} \cos(\phi_{vn} - \phi_{ln}) & n = m \end{cases} \quad (6)$$

Η φυσική σημασία της (6) είναι ότι στην μέση ισχύ συνεισφέρουν μόνο οι αρμονικές που υπάρχουν και στην τάση και στο ρεύμα.

Εδώ είναι χρήσιμο να τονιστεί το εξής: η ενεργός τιμή ενός σήματος X που περιέχει αρμονικές προκύπτει ως η συνισταμένη των ενεργών τιμών των αρμονικών δηλαδή:

$$\text{Γενικά: } X_{\text{rms}} = \sqrt{X_o^2 + \sum_{h=1}^{\infty} X_h^2} \xrightarrow{\text{συμμετρικό } X \text{ δλδ } X_o=0} X_{\text{rms}} = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} X_h^2} \quad (7)$$

- Έστω ότι έχουμε φορτίο με μια διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος η οποία έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία διαταραχών, και άρα αρμονικών, στο AC συμμετρικό ρεύμα. Τα όργανα μέτρησης θα καταγράψουν την ενεργό τιμή της τάσης και του ρεύματος.
- Το φορτίο δεν περιέχει μη ωμικές καταναλώσεις (δηλαδή πηνία ή πυκνωτές)
- Η ενεργός τιμή του ρεύματος που θα μετρηθεί όμως, σύμφωνα με την (7), θα είναι η συνισταμένη των ενεργών τιμών όλων των αρμονικών.
- Σύμφωνα με την (6), στην πραγματική ισχύ θα συνεισφέρει μόνο η ενεργός τιμή της πρώτης αρμονικής του ρεύματος αφού στην τάση υπάρχει μόνο η πρώτη αρμονική
- Άρα και πάλι το φορτίο θα απαιτεί μεγαλύτερο ρεύμα από αυτό που αντιστοιχεί στην πραγματική ισχύ (έργο) που αποδίδει.



Εικόνα 2.1 Ένα φορτίο συνδεδεμένο στο δίκτυο

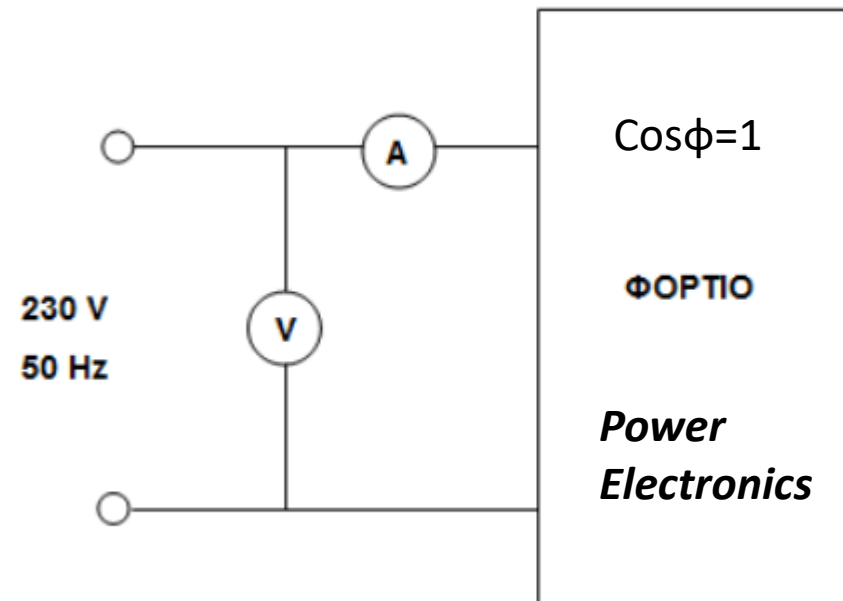


Γενικά λοιπόν για την πραγματική ισχύ, ισχύει:  $P = V_{\text{rms}} I_{1,\text{rms}} \cos\phi = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos\phi \cdot \frac{I_{1,\text{rms}}}{I_{\text{rms}}}$  (8)  
και όπως φαίνεται από τον παραπάνω τύπο, ορίζονται πλέον οι ακόλουθοι συντελεστές:

1. ο συντελεστής ισχύος μετατόπισης που σχετίζεται με την διαφορά φάσης τάσης-ρεύματος και ισούται με  $\text{pf}_{\text{disp}} = \cos\phi$ .
2. ο συντελεστής ισχύος παραμόρφωσης που σχετίζεται με την παρουσία αρμονικών στο ρεύμα (και άρα την παραμόρφωσή του) και ισούται με  $\text{pf}_{\text{dist}} = I_{1,\text{rms}} / I_{\text{rms}}$ .
3. ο συνολικός ή πραγματικός συντελεστής ισχύος που ισούται με  $\text{pf}_{\text{true}} = \text{pf}_{\text{disp}} \cdot \text{pf}_{\text{dist}}$  ή αλλιώς:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{V_{\text{RMS}} \cdot I_{1,\text{RMS}} \cdot \cos(\phi_1)}{V_{\text{RMS}} \cdot I_{\text{RMS}}}$$

- Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που δεν υπάρχουν αρμονικές τότε  $\text{pf}_{\text{dist}}=1$  και άρα  $\text{pf}_{\text{true}}=\cos\phi$ . Αυτό έχει οδηγήσει στο να αποκαλείται καταχρηστικά «συντελεστής ισχύος» ο συντελεστής ισχύος παραμόρφωσης σε διατάξεις όπου  $\text{pf}_{\text{dist}}=1$ .



Εικόνα 2.1 Ένα φορτίο συνδεδεμένο στο δίκτυο





$$V_{L1,rms} = \frac{V_{L,ml}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{L1,rms} = \frac{V_{L1,rms}}{R_L} = \frac{V_{L,ml}}{\sqrt{2}R_L}$$

$$P_{L, ev} = \frac{V_{L, ev}^2}{R}$$

$$P_{L,rms} = \frac{V_{L,rms}^2}{R}$$

$$P_{L1} = V_{rms} \cdot I_{L1,rms} \cdot \cos \Psi_1$$

$$Q = V_{\text{rms}} \cdot I_{L1,\text{rms}} \cdot \sin \Psi_1$$

[illegible]

$$\Psi_1 = \tan^{-1} \left[ \frac{\cos 2\alpha - 1}{\sin 2\alpha + 2(\pi - \alpha)} \right]$$

