

ΕΜΠΕΔΗΣΗ

Όταν ένα κύκλωμα περιλαμβάνει μόνο ωμική αντίσταση, τότε το ρεύμα είναι σε φάση με τη τάση. Πράγματι, από τη σχέση $V=I \cdot R$ που δεν είναι τίποτε άλλο παρά ο νόμος του Ωμ, αν η τάση είναι της μορφής

$$V=V_0 \cdot \eta\mu\omega t,$$

τότε το ρεύμα θα έχει τη μορφή :

$$I=V/R=V_0 \cdot \eta\mu\omega t/R=I_0 \cdot \eta\mu\omega t.$$

Αυτό όμως δεν συμβαίνει αν το κύκλωμα έχει πηνίο ή πυκνωτή ή συνδυασμό αυτών. Και αυτό γιατί σ' αυτή τη περίπτωση δεν υπάρχει σχέση αναλογίας μεταξύ τάσης και ρεύματος, αλλά το ένα μέγεθος τότε θα είναι ανάλογο του ρυθμού μεταβολής (της παραγώγου με άλλα λόγια) του άλλου. Πιο συγκεκριμένα αν το κύκλωμα αποτελείται από ένα ιδανικό πηνίο, χωρίς δηλαδή ωμική αντίσταση, τότε :

$$V = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ενώ αν το κύκλωμα αποτελείται από ένα πυκνωτή τότε θα ισχύει η σχέση :

$$q = C \cdot V \rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta t} = C \frac{\Delta V}{\Delta t} \rightarrow I = C \frac{\Delta V}{\Delta t} .$$

Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ της τάσης και του ρεύματος υπάρχει τώρα μια διαφορά φάσης 90^0 που στο πηνίο προηγείται η τάση του ρεύματος, ενώ στο πυκνωτή προηγείται το ρεύμα της τάσης. Λόγω όμως αυτής της διαφοράς φάσης μεταξύ των δύο μεγεθών, το πηλίκο

$$\frac{V}{I} = R$$

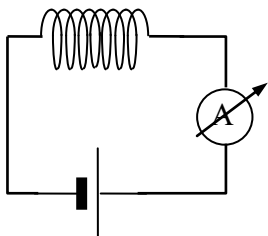
είναι διαφορετικό από το πηλίκο

$$\frac{V_0}{I_0} = \frac{V_{\acute{\alpha}i}}{I_{\acute{\alpha}i}}$$

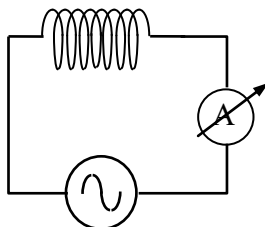
που θα μετρούσαν τα όργανα βολτόμετρο και αμπερόμετρο, αφού ως γνωστό στο εναλλασσόμενο, τα όργανα είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να μετράνε ενεργές τιμές. Έτσι ήμαστε υποχρεωμένοι να εισάγουμε ένα νέο μέγεθος το οποίο το ονομάσαμε **εμπέδηση** και το ορίσαμε σαν:

$$Z = \frac{V_{\acute{\epsilon}v}}{I_{\acute{\epsilon}v}}$$

Η εμπέδηση μετριέται σε Ωμ και μας δείχνει το εμπόδιο, δηλαδή τον περιορισμό του ρεύματος που προκαλεί η παρουσία ενός στοιχείου σ' ένα κύκλωμα. Για να καταλάβουμε τη διαφορετική συμπεριφορά που παρουσιάζουν ο πυκνωτής και το πηνίο στο εναλλασσόμενο ρεύμα από ότι στο σταθερό, θα κάνουμε μια σύγκριση.



κύκλωμα (1)



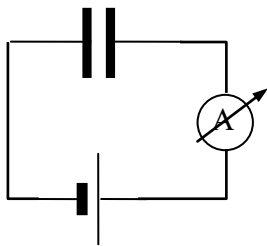
κύκλωμα (2)

Ένα ιδανικό πηνίο (χωρίς δηλαδή ωμική αντίσταση), στο σταθερό ρεύμα δεν παρουσιάζει καμία εμπέδηση. Το ρεύμα στο κύκλωμα (1) θα είναι άπειρο και το αμπερόμετρο θα καεί. Στο

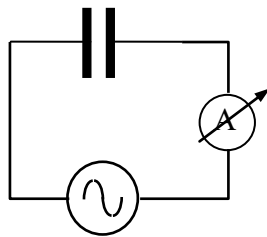
εναλλασσόμενο όμως (κύκλωμα (2)) το ρεύμα περιορίζεται τόσο περισσότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα του ρεύματος. Αποδεικνύεται ότι:

$$Z_L = \omega L$$

Αυτό οφείλεται στο νόμο της επαγωγής και πιο συγκεκριμένα στο νόμο της αυτεπαγωγής. Το πηνίο έχει την ιδιότητα να αντιδρά στις μεταβολές του ρεύματος που το διαρρέουν προκαλώντας μια Η.Ε.Δ της κατάλληλης πολικότητας. Όταν το ρεύμα αυξάνει η Η.Ε.Δ που προκαλεί είναι αντίθετης πολικότητας με τη φορά του ρεύματος, ενώ όταν το ρεύμα ελαττώνεται η Η.Ε.Δ που επάγεται στα άκρα του πηνίου είναι ίδιας φοράς με τη φορά του ρεύματος.



κύκλωμα (3)



κύκλωμα (4)

Από την άλλη μεριά ένας πυκνωτής στο σταθερό ρεύμα παρουσιάζει άπειρη εμπέδηση. Το ρεύμα στο κύκλωμα (3) θα είναι μηδέν. Στο εναλλασσόμενο όμως, (κύκλωμα (4)) η εμπέδηση του πυκνωτή ελαττώνεται, όσο αυξάνεται η συχνότητα του ρεύματος.

Αποδεικνύεται ότι $Z_C = \frac{1}{\omega C}$.

Η εμπέδηση που παρουσιάζει ο πυκνωτής στο εναλλασσόμενο, οφείλεται στη περιορισμένη του χωρητικότητα, αφού λόγω αυτής, στο χρονικό διάστημα $T/4$ που η τάση από μηδέν γίνεται V_0 , το φορτίο που περνάει από το κύκλωμα περιορίζεται στη τιμή $q_0 = C \cdot V_0$. Ο περιορισμός του φορτίου στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα $T/4$ συνεπάγεται και περιορισμό του ρεύματος στο κύκλωμα.

ΛΙΓΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΙΣΧΥ.

Το παρακάτω κύκλωμα δείχνει ένα μετασχηματιστή που στο δευτερεύων πηνίο δεν έχουμε συνδέσει τίποτε. Το κύκλωμα του δευτερεύοντος είναι ανοικτό. Άρα η ισχύς στο δευτερεύων θα είναι $P_2 = 0$. Εάν υποθέσουμε ότι ο μετασχηματιστής είναι ιδανικός, θα έχουμε $P_1 = P_2$.

Αλλά $P_1 = V_{1ε\upsilon} \cdot I_{1ε\upsilon} \rightarrow I_{1ε\upsilon} = 0$
πράγμα άτοπο, αφού το πρώτο κύκλωμα είναι κλειστό.

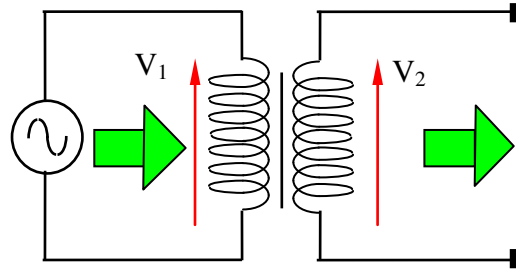
Που κάναμε το λάθος:

Το λάθος βρίσκεται στο τύπο που δίνει την μέση ισχύ: η μέση ισχύς δίνεται κανονικά από το τύπο:

$$\bar{P} = V_{ε\upsilon} \cdot I_{ε\upsilon} \cdot \cos \varphi$$

όπου φ η διαφορά φάσης μεταξύ ρεύματος και τάσης. Όταν το κύκλωμα στο δευτερεύων είναι ανοικτό, τότε η διαφορά φάσης ανάμεσα στο ρεύμα και στη τάση του πρωτεύοντος είναι 90° , αφού το πρωτεύων περιλαμβάνει μόνο ένα πηνίο,

και $\sin 90^\circ = 0$. Εάν στο δευτερεύον συνδέσουμε μια αντίσταση, τότε η διαφορά φάσης ανάμεσα στο ρεύμα και στη τάση του πρωτεύοντος παύει να είναι 90° και έτσι έχουμε κατανάλωση ισχύος.



Τα χαρακτηριστικά της αντίστασης του πυκνωτή και του πηνίου συνοψίζονται στο παρακάτω πίνακα.

Συμβολισμός - Ονομασία	Αντίσταση R	Πυκνωτής C	Πηνίο L
Ορισμός - Μονάδες	$R = \frac{V}{I}$ σε Ωμ	$C = \frac{Q}{V}$ σε F	$E = -L \frac{\Delta \dot{I}}{\Delta t}$ σε H
Συναρτήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών	$R = \tilde{\eta} \cdot \frac{\ell}{s}$	$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{s}{d}$	$L = \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot s}{\ell}$
Εμπέδηση	$Z_R = R$	$Z_C = 1/\omega C$	$Z_L = \omega L$
Διαφορά φάσης μεταξύ ρεύματος και τάσης.	$\Phi = 0^\circ$ η τάση βρίσκεται σε συμφωνία φάσης με το ρεύμα.	$\Phi = +90^\circ$ η ένταση προηγείται 90° της τάσης.	$\Phi = -90^\circ$ η ένταση έπεται 90° της τάσης.
Ενέργεια	$Q = I_{\epsilon\upsilon\epsilon\rho}^2 \cdot R \cdot t$	$E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$	$E_{\mu\alpha\gamma} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$
Συνδεσμολογία	Σε σειρά $R_{ολ} = R_1 + R_2 + \dots$ Παράλληλα $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$	Σε σειρά $\frac{1}{C_{ολ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ Παράλληλα $C_{ολ} = C_1 + C_2 + \dots$	Δεν έχουμε μάθει τους αντίστοιχους τύπους