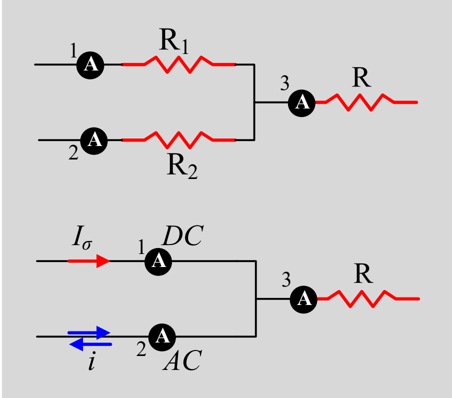
Αμπερόμετρα DC, AC και ο Kirchhoff.



i) Στο διπλανό σχήμα, δείχνεται ένα τμήμα κυκλώματος, που συνδέεται με ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος και στο οποίο έχουμε συνδέσει τρία αμπερόμετρα συνεχούς. Αν η ένδειξη του πρώτου είναι I_1 και του δεύτερου I_2, ποια θα είναι η ένδειξη του 3ου αμπερομέτρου που συνδέεται στον κλάδο με τον αντιστάτη R;

ii) Στο κάτω σχήμα ο αντιστάτης R τροφοδοτείται από δυο ρεύματα, ένα συνεχές, όπου το θερμικό αμπερόμετρο 1 (DC), δείχνει ένδειξη I_1=4Α και ένα εναλλασσόμενο, όπου το θερμικό αμπερόμετρο 2 (AC) δείχνει ένδειξη $I_2=2\sqrt{2}$ Α.

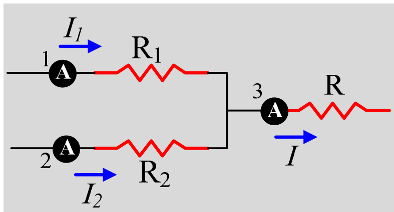
α) Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο 2, έχει εξίσωση i=Ι·ημ(100πt), να βρεθεί η εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη και να κάνετε τη γραφική της παράσταση.

β) Το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη είναι συνεχές ή εναλλασσόμενο;

γ) Ποια είναι η ένδειξη του αμπερομέτρου 3;

Δίνεται $ημ^2θ=(1-2συν2θ)/2$

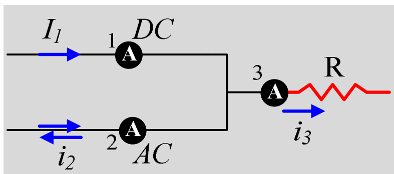
Απάντηση:



i) Στο σχήμα έχουν σημειωθεί οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες. Σύμφωνα με τον 1ο κανόνα του Kirchhoff (ο οποίος εκφράζει την διατήρηση του φορτίου):

$$I_1+I_2=I$$

Η παραπάνω σχέση ισχύει κάθε στιγμή και για σταθερές ή μεταβλητές εντάσεις ρεύματος. Θεωρώντας λοιπόν εδώ ότι τα δύο αμπερόμετρα δείχνουν σταθερές ενδείξεις I_1 και I_2 το 3ο θα δείχνει επίσης σταθερή ένδειξη ίση με το άθροισμα των δύο άλλων αμπερομέτρων.



ii) Εφαρμόζοντας ξανά τον 1ο κανόνα του Kirchhoff, (άσχετα αν το ένα ηλεκτρικό ρεύμα είναι συνεχές ή εναλλασσόμενο) θα έχουμε, κάθε στιγμή:

$$i_3=i_1+i_2= I_1+I\cdot ημ(100πt)$$

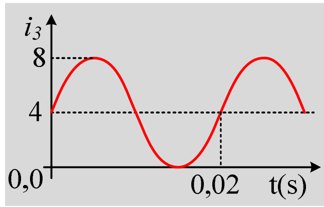
Όπου Ι το πλάτος του Ε.Ρ, όπου λαμβάνοντας υπόψη ότι το αμπερόμετρο δείχνει την ενεργό ένταση, θα έχουμε:

$$I = I_{εν}\sqrt{2} = I_2\sqrt{2}A = 2\sqrt{2}\sqrt{2}A = 4A$$

α) Με βάση τα παραπάνω θα έχουμε για την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη:

$$i_3=4+4\cdot ημ(100πt) \quad \text{(S.I.)}$$

Η αντίστοιχη γραφική παράσταση φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



β) Με βάση την παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε ότι η ένταση του ρεύματος είναι πάντα θετική, πράγμα που σημαίνει ότι δεν αλλάζει φορά. Πρόκειται δηλαδή για ένα **συνεχές** ρεύμα.

γ) Το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη, μπορεί να έχει πάντα την ίδια φορά, αλλά δεν έχει σταθερή τιμή. Άρα το αμπερόμετρο θα δείχνει επίσης την ενεργό ένταση του ρεύματος. Για να την υπολογίσουμε, παίρνουμε τη στιγμιαία ισχύ στον αντιστάτη:

$$P=i_3^2R=(4+4\cdot ημ(100πt)^2R=16R+32R\cdot ημ(100πt)+16R\cdot ημ^2(100πt)\rightarrow$$

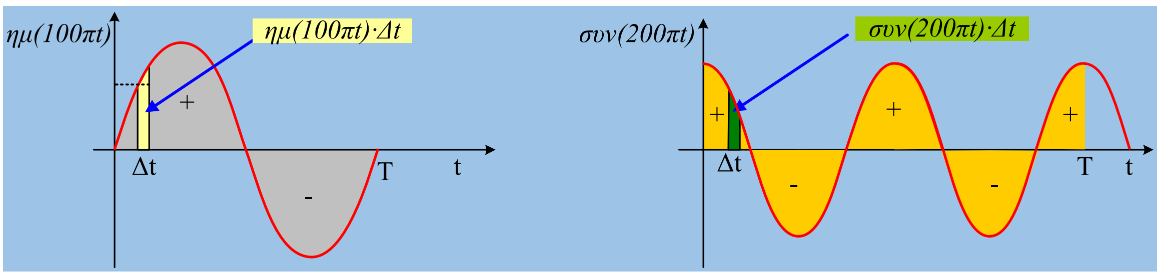
$$P=16R+32R\cdot ημ(100πt)+16R\cdot\frac{1-συν(200πt)}{2}\rightarrow$$

$$P=24R+32R\cdot ημ(100πt)-8R\cdot συν(200πt)$$

Οπότε η θερμότητα που παράγεται πάνω στον αντιστάτη σε χρόνο μιας περιόδου, θα είναι ίση:

$$Q_T=\Sigma P\cdot\Delta t=\Sigma 24R\Delta t+\Sigma 32R\cdot ημ(100πt)\cdot\Delta t-\Sigma 8R\cdot συν(200πt)\cdot\Delta t\rightarrow$$

$$Q_T=24R\cdot\Sigma\Delta t+32R\cdot\Sigma\, ημ(100πt)\cdot\Delta t-8R\cdot\Sigma συν(200πt)\cdot\Delta t$$



Για τον υπολογισμό του αθροίσματος Σ *ημ(100πt* σχεδιάζουμε το διάγραμμα του ημιτόνου σε συνάρτηση με το χρόνο (αριστερό σχήμα), οπότε αν πάρουμε ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα Δt, τότε το εμβαδόν του κίτρινου χωρίου (το οποίο είναι κατά προσέγγιση ορθογώνιο), είναι ίσο με:

$$ημ(100πt)\cdot\Delta t$$

συνεπώς το συνολικό εμβαδόν μεταξύ τη γραφικής παράστασης και του άξονα του χρόνου, θα μας δίνει το ζητούμενο άθροισμα, το οποίο στην περίπτωσή μας θα είναι μηδενικό!

Με την ίδια συλλογιστική κάνοντας δίπλα τη γραφική παράσταση του συν(200πt) σε συνάρτηση με το χρόνο, βρίσκουμε ξανά το ολικό εμβαδόν να είναι μηδενικό, οπότε μηδενικό είναι και το τελευταίο άθροισμα.

Έτσι με βάση τα παραπάνω, η τελευταία εξίσωση γίνεται:

$$Q_T=24RT \quad (1)$$

Όμως εξ ορισμού η θερμότητα που παράγεται στον ίδιο αντιστάτη δίνεται από την εξίσωση:

$$Q_T=I_{εν}^2 RT \quad (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε:

$$I_{εν}^2 RT = 24RT \rightarrow$$

$$I_{εν} = \sqrt{24}\ \text{A}$$

dmargaris@gmail.com