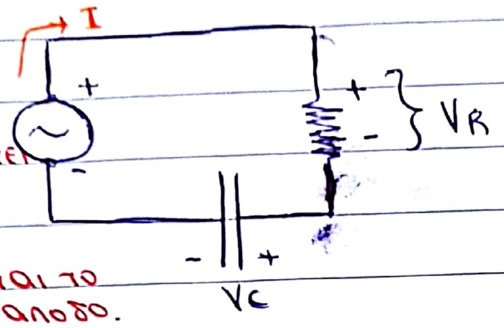
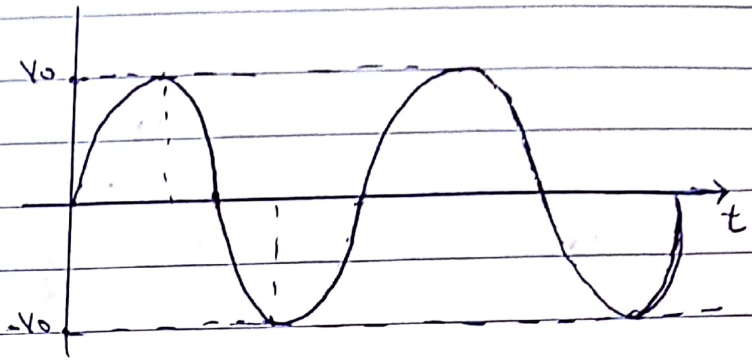
Κυκλώματα με εναλλασσόμενη τάση.

(1) RC εναλλασσόμενο ρεύμα → $V_S = V_0 \sin\omega t$





* Το +, − στην πηγή δείχνει για μισή περίοδο την φορά, μετά είναι το αντίθετο. (ενδεικτικά μια φορά/κατεύθυνση)

1ος κανόνας Kirchhoff:

$$V_S - V_R - V_C = 0 \xrightarrow{\text{παραγωγίζω}} \frac{dV_S}{dt} - \frac{dV_R}{dt} - \frac{dV_C}{dt} = 0 \Rightarrow$$

$$\omega V_0 \cos\omega t - R\frac{dI}{dt} - \frac{1}{C} \cdot I = 0 \Rightarrow$$

$$R\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} I = \omega V_0 \cos\omega t$$

Λύση: (μέσω διαφορικών)

$$I = I_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Φυσική ΙΙ − 29/05/18

(συνέχεια του RC εναλλασσόμενο ρεύμα

$$R \cdot I_0 \omega \cos(\omega t + \varphi) + \frac{1}{C} \cdot I_0 \sin(\omega t + \varphi) = \omega \cdot V_0 \cos\omega t$$

$$R I_0 \omega (\cos\omega t \cdot \cos\varphi - \sin\omega t \cdot \sin\varphi) + \frac{I_0}{C}[\sin\omega t \cos\varphi + \cos\omega t \cdot \sin\varphi] = \omega \cdot V_0 \cos\omega t$$

* Εάν $\alpha y_1(x) + \beta y_2(x) = 0$ ισχύει $\forall x \Rightarrow \alpha = \beta = 0$ κι y_1, y_2 ~~γραμμικά~~ γραμμικά ανεξάρτητα

$$\left[R\cdot I_o\cdot\omega\cos\varphi + \frac{I_o}{C}\sin\varphi - \omega\cdot V_o\right]\cdot\cos\omega t + \left[-R I_o\cdot\omega\sin\varphi + \frac{I_o}{C}\cdot\cos\varphi\right]\sin\omega t = 0.$$

Λόγω του (*) αφού τα $\cos\omega t$, $\sin\omega t$ είναι γραμμικά ανεξάρτητα τότε οι συντελεστές - παρενθέσεις ισούται με το μηδέν, αφού δεν μπορούμε αλλιώς $\forall t$ να το επαληθεύει άρα θα πρέπει οι συντελεστές να είναι μηδέν

(1) $-R\cdot I_o\cdot\omega\cdot\cos\varphi + \frac{I_o}{C}\sin\varphi - \omega\cdot V_o = 0$

(2) $-R\cdot I_o\cdot\omega\sin\varphi + \frac{I_o}{C}\cdot\cos\varphi = 0.$

(1) $\rightarrow \tan\varphi = \frac{1}{R\cdot C\cdot\omega}$ θέτω $Z_C = \frac{1}{C\cdot\omega}$ χωρητική εμπέδηση-αντίσταση

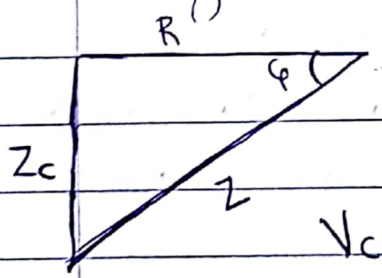
↳ μονάδες Ω

άρα $\tan\varphi = \frac{Z_C}{R}$.

άρα (2) $\Rightarrow I_o^2(Z_C^2 + R^2) = V_o^2$ όπου $Z^2 = Z_C^2 + R^2$.

$I_o^2\cdot Z^2 = V_o^2 \Rightarrow \boxed{I_o = \frac{V_o}{Z}}$ σαν τον νόμο του Ωμ αλλά αυτό είναι ~~μόνο~~ μόνο για τα πλάτη.

Τρίγωνο εμπεδήσεων:



όπου $V_R = I\cdot R = \underbrace{I_o\cdot R}_{V_{Ro}}\cdot\sin(\omega t+\varphi)$

$V_C = \frac{q}{C} = \frac{\int I\,dt}{C} \rightarrow V_C = \frac{I_o}{\omega\cdot C}\sin(\omega t+\varphi-\pi/2)$

$V_C = V_{Co}\cdot\sin(\omega t+\varphi-\pi/2)$ όπου $V_{Co} = I_o\cdot Z_C$.

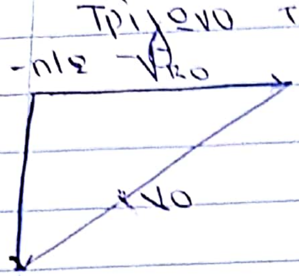
Συνεπώς: Τα 3 πλάτη του κυκλώματος:

$V_o = I_o\cdot Z$ (πλάτος της πηγής)

$V_{Ro} = I_o\cdot R$ (" της αντίστασης)

$V_{Co} = I_o\cdot Z_C$ (" του πυκνωτή)

Τρίγωνο των τάσεων

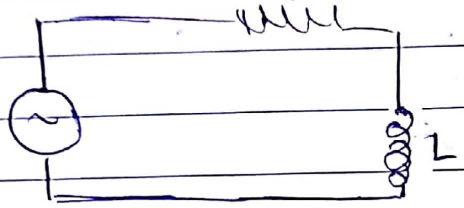


$V_S = V_0 \cdot \sin(\omega t)$

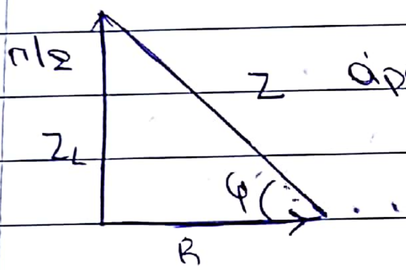
$V_R = V_{R0} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

$V_C = V_{C0} \sin(\omega t + \varphi - \pi/2)$

(5) RL εναλλασσόμενο ρεύμα



όμοια με το (4) προκύπτει:



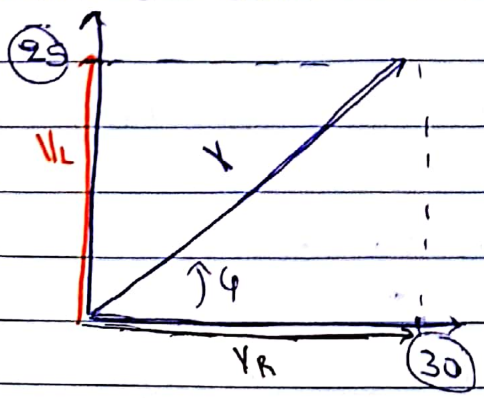
άρα $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$

$V_S = V_0 \sin\omega t$ όπου $V_0 = I_0 \cdot Z$

$V_R = V_{R0} \sin(\omega t - \varphi)$ " $V_{R0} = I_0 \cdot R$

$V_L = V_{L0} \sin(\omega t - \varphi + \pi/2)$ " $V_{L0} = I_0 \cdot Z_L$ όπου $Z_L = L \cdot \omega$.

Πρόβλημα 11.3: Έχουμε το διάγραμμα πλάτος των τάσεων ενός κυκλώματος RL με εναλλασσόμενα ρεύματα. Να βρεθεί η συχνότητα σε Hz του ρεύματος. Δίνονται $R = 10\Omega$ και $L = 2$ mH



$\tan\varphi = \frac{V_{L0}}{V_{R0}} = \frac{25}{30} \Rightarrow \varphi = 39{,}8^\circ$

$\frac{V_{L0}}{V_R} = \frac{25}{30} \Rightarrow \frac{\cancel{I_0} \cdot Z_L}{\cancel{I_0} \cdot R} = \frac{25}{30} \Rightarrow$

$Z_L = \frac{25}{30} \cdot R \Rightarrow Z_L = \frac{25}{30} \cdot 10 \Rightarrow$

$Z_L = L\cdot\omega \Rightarrow 2\cdot 10^{-3}\cdot\omega = \frac{25}{3} \Rightarrow \omega = \frac{25}{6}\cdot 1000 \Rightarrow$

$2\pi f = 4170 \Leftrightarrow f = \frac{4170}{2\pi} \Rightarrow f = 663\ \text{Hz}$.

Πρόβλημα 11.6: Κύκλωμα RC σε σειρά διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα πλάτους 0.5 A κι κυκλικής συχνότητας ω. Η τάση στα άκρα του πυκνωτή όπως μετριέται από βολτόμετρο είναι V_1. Να βρεθεί η χωρητικότητα C του πυκνωτή σε Farad. Δίνονται $\omega = 10\pi$ rad/sec και $V_1 = 1,5$ Volt.

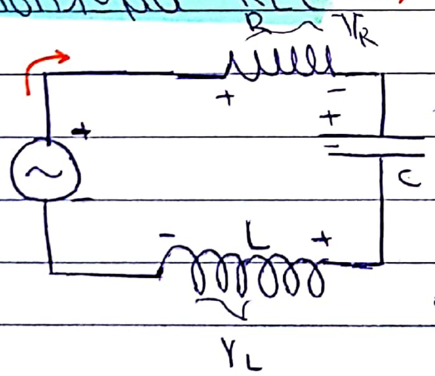
Το βολτόμετρο μετρά την ενεργό τιμή $\rightarrow V_{rms} = V_1 = \frac{V_{C0}}{\sqrt{2}} \Rightarrow$
$V_{C0} = \sqrt{2}\cdot 1,5 = 1,5\sqrt{2}$ Volt.

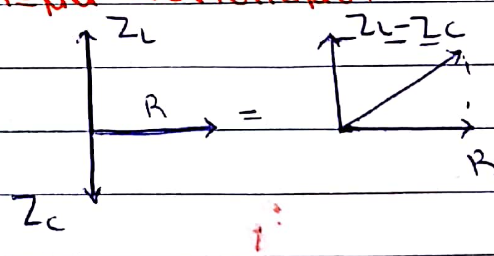
Ξέρουμε ότι $V_{C0} = I_0 \cdot Z_C \Rightarrow Z_C = \frac{V_{C0}}{I_0} \Rightarrow$

$Z_C = \frac{1,5\sqrt{2}}{0,5} = 3\sqrt{2} = \frac{1}{C\cdot\omega} \Leftrightarrow 3\sqrt{2} = \frac{1}{C\cdot 10\pi} \Rightarrow \frac{1}{C} = 30\sqrt{2} \Leftrightarrow$

$C = \frac{1}{\pi 30\sqrt{2}} \Rightarrow C = 7,5\ mF$.

(γ) Κύκλωμα RLC → κύκλωμα συντονισμού





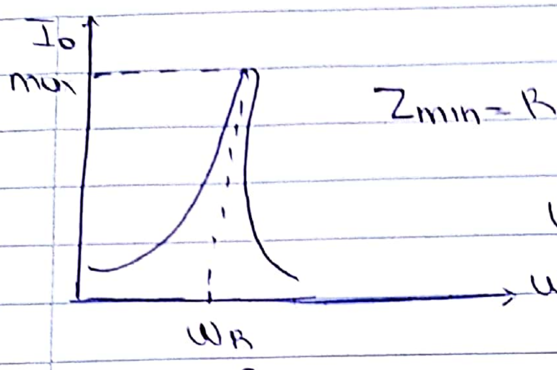
άρα ολική εμπέδηση:

$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Ξέρουμε ότι $(Z_L - Z_C)^2 \geq 0 \rightarrow Z \geq R$.

$Z_L - Z_C = 0$ τότε στον συντονισμό.

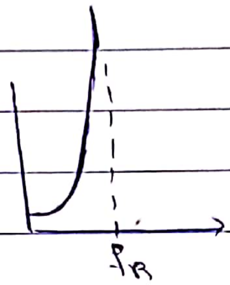
$I_0 = \frac{V_0}{Z}$ και $I_{0\,max} = \frac{V_0}{Z_{min}}$



$$Z_{min} = R \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow L\cdot\omega_R = \frac{1}{C\cdot\omega_R} \Rightarrow$$

$$\omega_R^2 = \frac{1}{L\cdot\omega}$$

άρα $f_r = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{1}{\sqrt{L\cdot C}}$

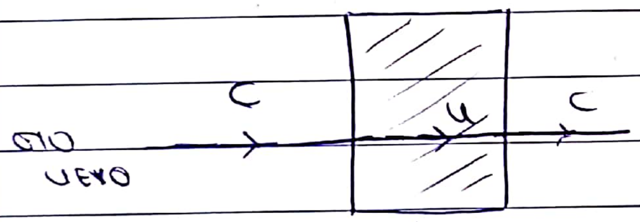


Εαν το $R \to 0$ τοτε το $I_o \to \infty$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΟΠΤΙΚΗ.

μόνο τον δείκτη διάθλασης.

Ταχύτητα του φωτός στο κενό: $c = 3\times 10^8 \frac{m}{sec}$



όπου $u < c$

$$n = \frac{c}{u} = \text{Δείκτης διάθλασης}$$

υλικό	n
αέρας-κενό	1
περισσ. αέρια	1
πάγος	1,31
νερό	1,33
αιθ. αλκοόλη	1,36
αλκοόλη	1,44
80% διάλυμα ζάχαρης	1,49

γυαλί	1,5
plexiglass	1,5
διαμάντι	2,4