ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΣΑΒΒΑΤΟ 29 ΜΑΙΟΥ 2001
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ): ΦΥΣΙΚΗ

Θέμα 1ο

1. Η εξίσωση της απομάκρυνσης σε έναν απλό αρμονικό ταλαντωτή, πλάτους x_0 και κυκλικής συχνότητας ω δίνεται από τη σχέση $x = x_0 ημωt$.
   Η εξίσωση της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:
   Α. $u = x_0 ωημωt$
   Β. $u = -x_0 ωημωt$
   Γ. $u = x_0 ωσυνωt$
   Δ. $u = -x_0 ωσυνωt$

Μονάδες 5

Απ. → Γ

2. Το πλάτος ταλάντωσης ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή διπλασιάζεται. Τότε:
   Α. η ολική ενέργεια διπλασιάζεται
   Β. η περίοδος παραμένει σταθερή
   Γ. η σταθερά επαναφοράς διπλασιάζεται
   Δ. η μέγιστη ταχύτητα τετραπλασιάζεται

Μονάδες 5

Απ. → Β

3. Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος RLC σε σειρά, η κυκλική συχνότητα ω της πηγής σταθερού πλάτους αυξάνεται συνεχώς, ξεκινώντας από μία πολύ μικρή τιμή. Το πλάτος της έντασης του ρεύματος I_0 στο κύκλωμα:
   Α. αυξάνεται συνεχώς

Β. ελαττώνεται συνεχώς
Γ. αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια ελαττώνεται
Δ. παραμένει σταθερό

Μονάδες 5

Απ. → Γ

4. Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος έντασης $I = I_0 ημωt$, που περιλαμβάνει και πυκνωτή, η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος είναι:

   Α. $\frac{\pi}{4}$ Β. $-\frac{\pi}{2}$ Γ. $-\pi$ Δ. 0

Μονάδες 5

Απ. → Β

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της στήλης Α και δίπλα σε κάθε γράμμα στον αριθμό της στήλης Β, αντιστοιχώντας σωστά τα μεγέθη της στήλης Α με τις αριθμητικές τιμές και τις μονάδες της στήλης Β.

   Κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος τροφοδοτείται με τάση της μορφής $V = 100ημ(50\pi t + \frac{\pi}{3})$ και διαρρέεται από ρεύμα της μορφής $I = I_0 ημ50\pi t$:

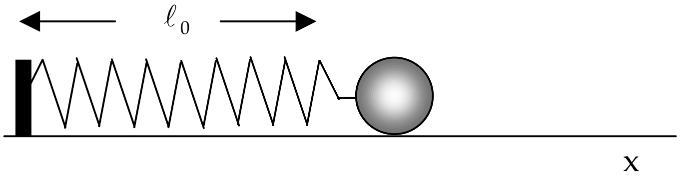
ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
(α) Διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και της έντασης στο κύκλωμα.	1. 100 Volt
(β) Πλάτος τάσης	2. $50\pi \frac{rad}{sec}$
(γ) Κυκλική συχνότητα	3. $\frac{\pi}{3}$
(δ) Ενεργός τάση	4. 50 Hz
(ε) Συχνότητα	5. $50\sqrt{2}$ Volt
	6. 25 Hz

Μονάδες 5

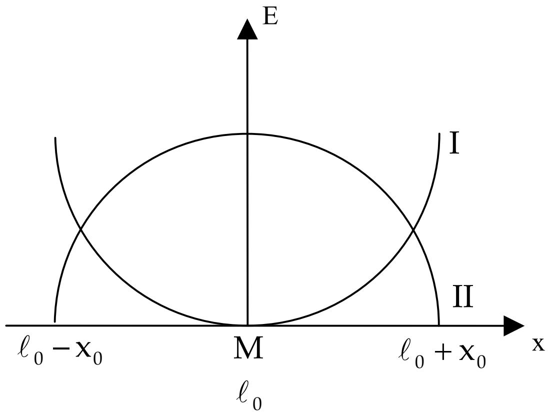
Απ. α → 3
β → 1
γ → 2
δ → 5
ε → 6

Θέμα 2ο

1. Στο άκρο ιδανικού ελατηρίου με φυσικό μήκος ℓ_0 και σταθερά ελατηρίου k είναι συνδεδεμένο σώμα μάζας m, όπως δείχνει το σχήμα.



(α) Ποια από τις καμπύλες I και II του παρακάτω διαγράμματος αντιστοιχεί στη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου και ποια στην κινητική ενέργεια του σώματος;
Να δικαιολογήσετε την απάντηση σας.

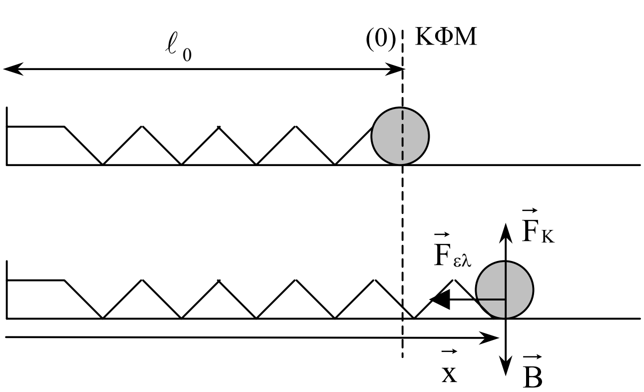


Μονάδες 7

(β) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ολικής ενέργειας, αφού μεταφέρετε το παραπάνω διάγραμμα στο τετράδιό σας.

Μονάδες 6

Απ.



α) Η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου δίνεται από την $E_{Δυνελ}(x) = \frac{1}{2}k(x - \ell_0)^2$ η οποία είναι παραβολή με τα κοίλα στραμμένα προς τα πάνω, με το x να παίρνει τιμές μεταξύ $\ell_0 - x_0$ και $\ell_0 + x_0$.
όπου x του μήκος του ελατηρίου. Άρα αντιστοιχεί στην καμπύλη (I).

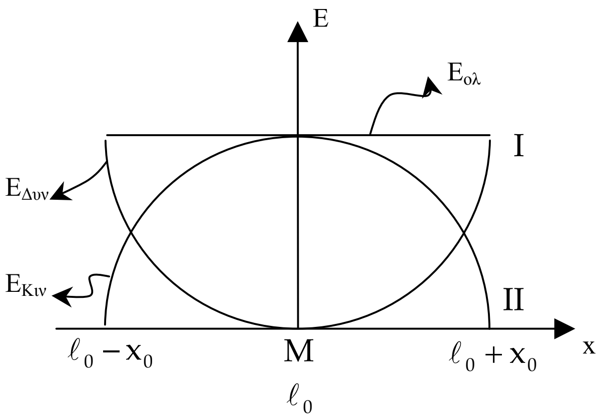
Εφαρμόζοντας την ΑΔΕ για την ταλάντωση που εκτελεί ο απλός αρμονικός ταλαντωτής του σχήματος παίρνουμε:

$$E_{ολ} = E_{Κιν} + E_{Δυν} \Rightarrow E_{Κιν} = E_{ολ} - E_{Δυν} \Rightarrow E_{Κιν} = E_{Δυν}^{max} - E_{Δυν} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{Κιν}^{(x)} = \frac{1}{2}kx_0^2 - \frac{1}{2}k(x-\ell_0)^2 \quad (A)$$

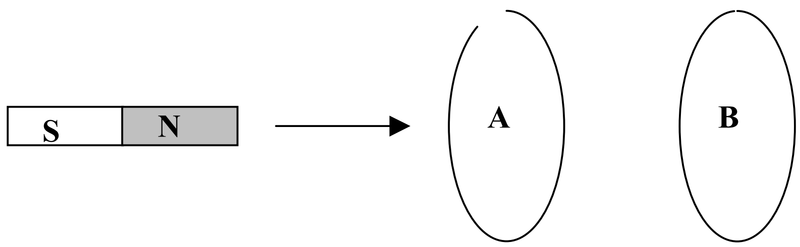
που είναι εξίσωση παραβολής με τα κοίλα στραμμένα προς τα κάτω με το x να παίρνει τιμές μεταξύ
$\ell_0 - x_0$ και $\ell_0 + x_0$.

Άρα αντιστοιχεί στην καμπύλη (ΙΙ).



β) Από την εξίσωση (Α) Για υ=0:
$E_{ολ} = E_{Δυν}^{max} \Rightarrow$
$\Rightarrow E_{ολ} = \frac{1}{2}kx_0^2 = σταθ.$
Άρα είναι γραμμή παράλληλη στον άξονα των απομακρύνσεων.

2. Οι κυκλικοί δακτύλιοι Α και Β του σχήματος θεωρούνται ακλόνητοι στο χώρο και τα επίπεδά τους είναι παράλληλα.



Ο δακτύλιος Α είναι ανοικτός ενώ ο δακτύλιος Β είναι κλειστός. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει τους δακτυλίους, έτσι ώστε ο άξονας του να παραμένει κάθετος στα επίπεδα των δακτυλίων.
Α. Επαγωγική τάση αναπτύσσεται:

α. στον Α
β. στον Β
γ. και στους δυο.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήστε την απάντηση σας.

Μονάδες 4

Β. Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει:
α. τον Α
β. τον Β
γ. και τους δυο

Μονάδες 2

Να δικαιολογήστε την απάντηση σας.

Μονάδες 4

Απ.
Α. Η κίνηση του μαγνήτη προκαλεί μεταβολή της μαγνητική ροής που περνά από τις επιφάνειες και των δυο αγωγών με αποτέλεσμα την εμφάνιση επαγωγικής ΗΕΔ και στους δυο αγωγούς.
Άρα **σωστή η (γ).**

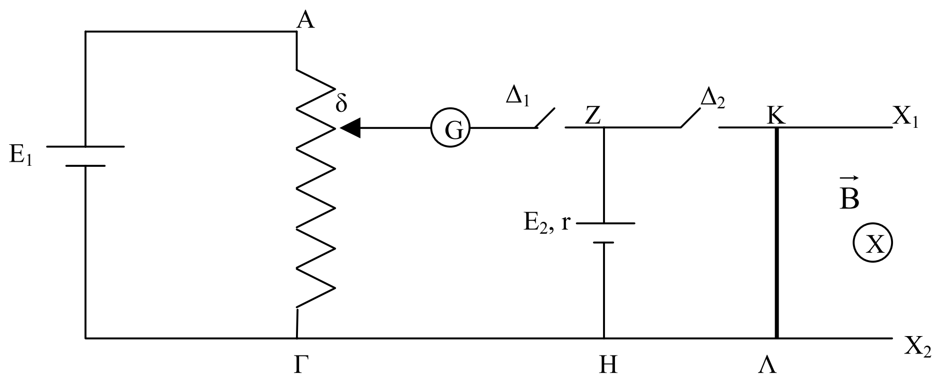
Β. Για να διαρρέεται ένας αγωγός με ρεύμα θα πρέπει να κλείνει κύκλωμα. Επομένως μόνο ο αγωγός Β διαρρέεται από ρεύμα.

Άρα **σωστή η (β).**

Θέμα 3^{ο}

Το σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μια ποτενσιομετρική διάταξη με δρομέα δ, πηγή της οποίας η ηλεκτρεγερτική δύναμη $E_1=5V$, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, γαλβανόμετρο G, δεύτερη πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 και εσωτερική αντίσταση $r=1\Omega$, του διακόπτες Δ_1 και Δ_2 και δυο παράλληλους και οριζόντιους αγωγούς Zx_1 και Hx_2, των οποίων το μήκος είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπει στον αγωγό ΚΛ να αποκτήσει ορική (οριακή) ταχύτητα. Πάνω στους αγωγούς Zx_1 και Hx_2 μπορεί και ολισθαίνει χωρίς τριβές ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους $\ell=0{,}5m$ και αντίστασης $R=0{,}25\Omega$. οι αγωγοί αυτοί βρίσκονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $B=1T$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και με τον προσανατολισμό που φαίνεται στο σχήμα.

Αρχικά ο διακόπτης $Δ_1$ είναι κλειστός, ο διακόπτης $Δ_2$ ανοικτός και η ένδειξη του γαλβανομέτρου είναι μηδέν, όταν ο δρομέας δ βρίσκεται στο μέσο της απόστασης ΑΓ.



Α. Να υπολογίσετε την τιμή της ηλεκτρεγερτικής δύναμης E_2.

Μονάδες 5

Β. Στη συνέχεια ανοίγουμε το διακόπτη $Δ_1$ και ταυτόχρονα κλείνουμε το διακόπτη $Δ_2$. Να υπολογίσετε:

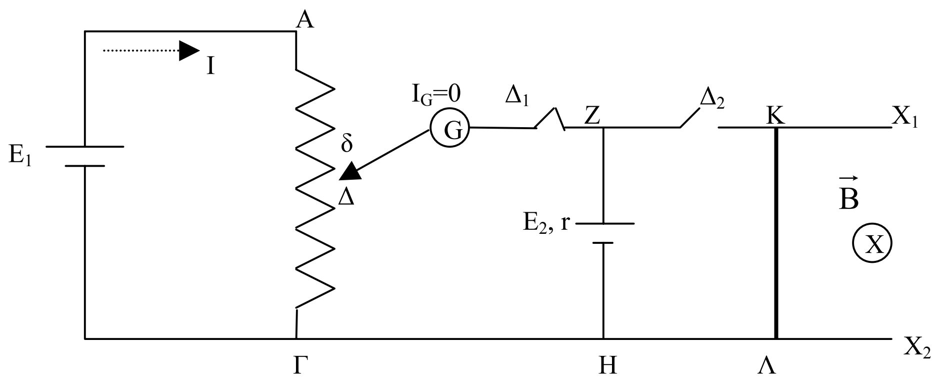
Β1. Την ορική (οριακή) ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ.

Μονάδες 10

Β2. Την τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ, όταν αυτός κινείται με ταχύτητα ίση με το μισό της ορικής (οριακής) του ταχύτητας.

Μονάδες 10

Απ.

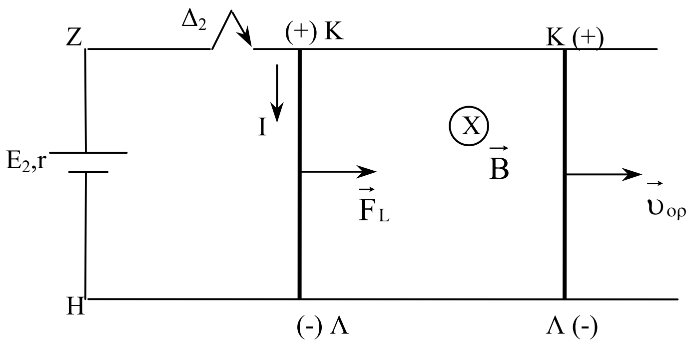


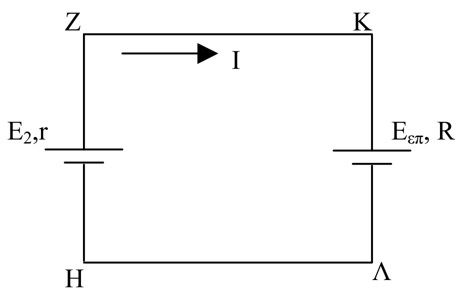
Α. Διακόπτης $Δ_1$ κλειστός, διακόπτης $Δ_2$ ανοικτός. Είναι

$$\left.\begin{array}{l}
\dfrac{V_{A\Gamma}}{V_{\Delta\Gamma}}=\dfrac{IR_{A\Gamma}}{IR_{\Delta\Gamma}}=\dfrac{\rho\cdot\dfrac{(A\Gamma)}{S}}{\rho\cdot\dfrac{(\Delta\Gamma)}{S}}\Rightarrow\dfrac{V_{A\Gamma}}{V_{\Delta\Gamma}}=\dfrac{(A\Gamma)}{(\Delta\Gamma)}\\
V_{A\Gamma}=E_1,\ V_{\Delta\Gamma}=E_2\ \text{(αφού δε διαρρέεται από Η.Ρ. η πηγή } E_2,r\text{)}\\
\text{και } (\Delta\Gamma)=\dfrac{(A\Gamma)}{2}
\end{array}\right\}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{E_1}{E_2}=\frac{(A\Gamma)}{\dfrac{(A\Gamma)}{2}}\Rightarrow\frac{E_1}{E_2}=2\Rightarrow E_2=\frac{E_1}{2}\Rightarrow\ \boxed{E_2=2{,}5\ \text{Volt}}$$

Β. Διακόπτης Δ1 ανοίγει και διακόπτης Δ2 κλείνει.





Μόλις κλείσει ο Δ2 ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από Η.Ρ. όπως στο σχήμα και δέχεται δύναμη $\vec{F}_L$ η οποία τον θέτει σε κίνηση, οπότε αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή.

$$E_{\text{επ}}=B\cdot u\cdot\ell\ \ (1)$$

Εφαρμόζοντας τον 2ο κ.κ. στο βρόχο (ΗΖΚΛΗ)

$$E_2-I\cdot r-E_{\text{επ}}-I\cdot R=0\Leftrightarrow I=\frac{E_2-E_{\text{επ}}}{R+r}\overset{(1)}{\Rightarrow}I=\frac{E_2-B\cdot u\cdot\ell}{R+r}\ \ (2)$$

και η δύναμη

$$F_L=BIL\overset{(2)}{\Rightarrow}F_L=\frac{B(E_2-B\cdot u\cdot\ell)\ell}{R+r}\ \ (3)$$

Επειδή ο αγωγός επιταχύνεται υπό την επίδραση της $\vec{F}_L$, η ταχύτητα αυξάνεται, οπότε η F_L ελαττώνεται και όταν $F_L=0$ τότε $\upsilon=\upsilon_{\text{ορ}}$.

Δηλαδή

$$(3) \Rightarrow F_L = 0 \Rightarrow \frac{B(E_2 - B \cdot \upsilon_{ορ} \cdot \ell)\ell}{R + r} = 0 \Rightarrow \upsilon_{ορ} = \frac{E_2}{B \cdot \ell} \Rightarrow \upsilon_{ορ} = 5 \text{ m/sec}$$

Όταν $\upsilon = \frac{\upsilon_{ορ}}{2} = 2{,}5 \text{ m/sec}$, η ένταση του η.ρ. γίνεται

$$I = \frac{E_2 - B \cdot \frac{\upsilon_{ορ}}{2} \cdot \ell}{R + r} = \frac{2{,}5 - 1{,}25}{1{,}25} = 1 \text{ A}$$

και η τάση στα άκρα του αγωγού γίνεται

$$V_{ΚΛ} = E_{επ} + I \cdot R = B \cdot \frac{\upsilon_{ορ}}{2} \cdot \ell + I \cdot R = 1{,}5 \text{ Volt}$$

Θέμα 4ο

Κύκλωμα αποτελείται από αντιστάτη αντίστασης R=40Ω, μεταβλητό πυκνωτή, πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L=0,16H και αμπερόμετρο, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, συνδεδεμένα σε σειρά. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από εναλλασσόμενη τάση, σταθερού πλάτους, της μορφής $V=160\sqrt{2}$ ημ625t.

Α. Αν για ορισμένη τιμή της χωρητικότητας C η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης στα άκρα του κυκλώματος και έντασης είναι μηδέν και η μέση ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη είναι $\overline{P}_R$ =160W:

Α1. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος.

Μονάδες 5

Α2. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση του πηνίου.

Μονάδες 5

Α3. Να υπολογίσετε τα πλάτη των τάσεων στα άκρα των στοιχείων του κυκλώματος και να κατασκευάσετε το ανυσματικό διάγραμμα των τάσεων.

Μονάδες 5

Β. Αν μεταβάλλουμε την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή, διαπιστώνουμε ότι το αμπερόμετρο δείχνει την ίδια ένδειξη για δυο τιμές της χωρητικότητας C_1 και C_2.

Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση: $\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = 2\omega^2 L$, όπου ω η κυκλική συχνότητα της πηγής.

Μονάδες 10

Απ.

Α1. Αφού η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης στα άκρα του κυκλώματος και της έντασης του ρεύματος είναι μηδέν, το κύκλωμα βρίσκεται σε συντονισμό.

Ισχύει: $\overline{P}_R = I_{εν}^2 R \Rightarrow I_{εν} = \sqrt{\dfrac{\overline{P}_R}{R}} \Rightarrow \boxed{I_{εν} = 2A}$

Α2. Ισχύει

$$\left.\begin{array}{l} I_{εν} = \dfrac{V_{εν}}{Z} \\ Z = R_{ολ} \end{array}\right\} \Rightarrow I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R_{ολ}} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{V_{εν}}{I_{εν}} = \frac{100}{2} \Rightarrow \boxed{R_{ολ} = 80\ \Omega}$$

$$R_{ολ} = R + R_{π} \Rightarrow \boxed{R_{π} = 40\ \Omega}$$

Α3. $V_{OR} = I_0 R = I_{εν}\sqrt{2}R \Rightarrow \boxed{V_{OR} = 80\sqrt{2}\ \text{Volt}}$

Ισχύει

$$Z_L = L\omega \Rightarrow \boxed{Z_L = 100\ \Omega}$$

Προφανώς, λόγω συντονισμού

$$Z_L = Z_C \Rightarrow \boxed{Z_C = 100\ \Omega}$$

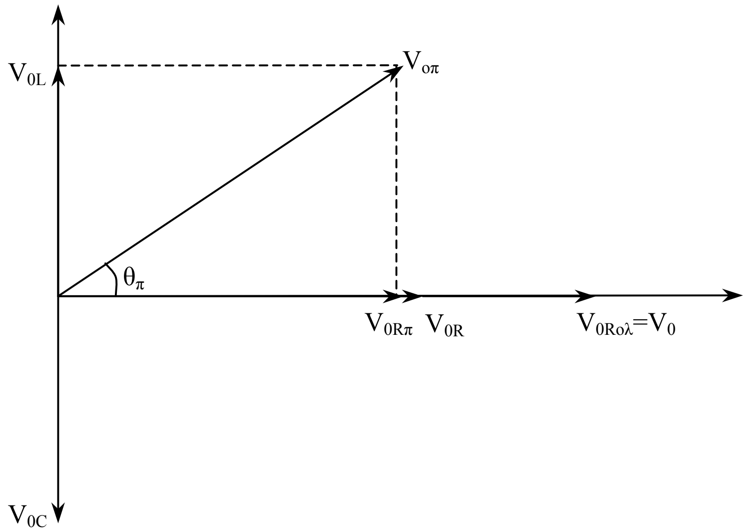
$$V_{OC} = I_0 Z_C = 2\sqrt{2}\cdot 100V \Rightarrow \boxed{V_{OC} = 200\sqrt{2}\ V}$$

$$V_{OL} = I_o Z_C = V_{OC} \Rightarrow \boxed{V_{OL} = 200\sqrt{2}\ V}$$

$$V_{ORπ} = I_0 R_{π} = 2\sqrt{2}\cdot 40V \Rightarrow \boxed{V_{ORπ} = 80\sqrt{2}\ V}$$

$$Z_{\Pi} = \sqrt{R_{\Pi}^2 + Z_L^2} = \sqrt{40^2 + 100^2}\,\Omega = \sqrt{2^2\cdot 20^2 + 5^2\cdot 20^2}\,\Omega \Rightarrow \boxed{Z_{\Pi} = 20\sqrt{29}\,\Omega}$$

$$V_{Oπ} = I_0 Z_{\Pi} = 2\sqrt{2}\cdot 20\sqrt{29}V \Rightarrow \boxed{V_{Oπ} = 40\sqrt{58}\ V}$$



όπου $\varepsilon\varphi\theta_\pi = \dfrac{V_{OL}}{V_{OR_\pi}} = \dfrac{200\sqrt{2}}{80\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{\varepsilon\varphi\theta_\pi = \dfrac{5}{2}.}$

Β. Το αμπερόμετρο μετρά την ενεργό τάση του ρεύματος

$$I_{\varepsilon\nu_1} = I_{\varepsilon\nu_2} \Rightarrow \frac{V_{\varepsilon\nu}}{Z_1} = \frac{V_{\varepsilon\nu}}{Z_2} \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^2 + (Z_L - Z_{C_1})^2 = R^2 + (Z_L - Z_{C_2})^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_L - Z_{C_1} = Z_L - Z_{C_2} \Rightarrow \dfrac{1}{C_1\omega} = \dfrac{1}{C_2\omega} \Rightarrow C_1 = C_2 \text{ (απορρίπτεται)} \\ Z_L - Z_{C_1} = -Z_L + Z_{C_2} \Rightarrow Z_{C_1} + Z_{C_2} = 2Z_L \Rightarrow \dfrac{1}{C_1\omega} + \dfrac{1}{C_2\omega} = 2L\omega \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = 2L\omega^2}$$