

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2015

Επιμέλεια:  
Ομάδα Φυσικών της  
Ωθησης



# Τετάρτη, 27 Μαΐου 2015

## Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

### ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

#### ΟΜΑΔΑ ΠΡΩΤΗ

**A1.** Για τις ημιτελείς προτάσεις A1.1 έως A1.4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και, δίπλα σε κάθε αριθμό, το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

**A1.1.** Η ελάττωση της αγωγιμότητας των μεταλλικών αγωγών με την αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στην

- α) ελάττωση της συγκέντρωσης των ελεύθερων ηλεκτρονίων
- β) ελάττωση της ευκινησίας των ελεύθερων ηλεκτρονίων
- γ) αύξηση της συγκέντρωσης των ελεύθερων ηλεκτρονίων
- δ) αύξηση της ευκινησίας των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

(μονάδες 5)

**A1.2.** Για να λειτουργήσει το τρανζίστορ στην περιοχή κόρου θα πρέπει

- α) η επαφή του εκπομπού να πολωθεί ορθά και η επαφή του συλλέκτη να πολωθεί ορθά
- β) η επαφή του εκπομπού να πολωθεί ανάστροφα και η επαφή του συλλέκτη να πολωθεί ανάστροφα
- γ) η επαφή του εκπομπού να πολωθεί ορθά και η επαφή του συλλέκτη να πολωθεί ανάστροφα
- δ) η επαφή του εκπομπού να πολωθεί ανάστροφα και η επαφή του συλλέκτη να πολωθεί ορθά.

(μονάδες 5)

**A1.3.** Αν  $f_1$  είναι η κατώτερη και  $f_2$  η ανώτερη πλευρική συχνότητα διέλευσης ενός ενισχυτή, τότε το εύρος διέλευσης (BW) συχνοτήτων του ενισχυτή δίνεται από τη σχέση

α)  $BW = \frac{f_1}{f_2}$

β)  $BW = f_2 - f_1$

γ)  $BW = \frac{f_1 + f_2}{2}$

δ)  $BW = \frac{f_2 - f_1}{2}$

(μονάδες 5)

- A1.4.** Αν η άεργος ισχύς σε κύκλωμα RLC σε σειρά που τροφοδοτείται από ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση είναι αρνητική, τότε
- η πραγματική ισχύς του κυκλώματος είναι αρνητική
  - η τάση της πηγής προηγείται της έντασης του ρεύματος
  - ο συντελεστής ισχύος ονομάζεται χωρητικός
  - ο συντελεστής ισχύος ονομάζεται επαγωγικός.

(μονάδες 5)

Μονάδες 20

- A2.** Αν  $x, y$  είναι λογικές μεταβλητές, να αποδειχθεί η σχέση  $(x + y) \cdot (x + \bar{y}) = x$  με τη χρήση του πίνακα αλήθειας ή με τη χρήση των αξιωμάτων και των θεωρημάτων της άλγεβρας Boole.

Μονάδες 8

- A3.** Δύο όμοιες πηγές με ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$  συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης  $R$ . Όταν οι δύο πηγές συνδέονται σε σειρά, ο αντιστάτης  $R$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1$ , ενώ, όταν οι δύο πηγές συνδέονται παράλληλα, ο αντιστάτης  $R$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_2$ . Εάν γνωρίζετε ότι ο λόγος των εντάσεων των ρευμάτων στις δύο διαφορετικές συνδεσμολογίες του κυκλώματος είναι  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{7}{4}$ , να υπολογίσετε το λόγο των

αντιστάσεων  $\frac{R}{r}$ .

Μονάδες 10

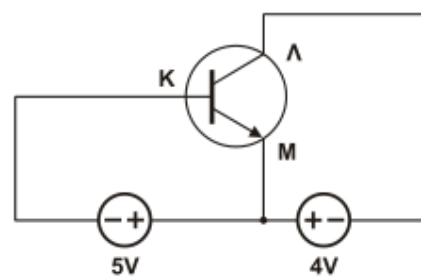
- A4.** Δίνεται το κύκλωμα του Σχήματος 1.

α) Να υπολογιστούν οι τάσεις  $V_{κλ}$  και  $V_{κμ}$ .

(μονάδες 4)

β) Να εξετάσετε σε ποια περιοχή λειτουργεί το τρανζίστορ.

(μονάδες 2)



Σχήμα 1

Μονάδες 6

- A5.** Να μετατρέψετε τον αριθμό  $(57)_8$  στο δυαδικό και δεκαεξαδικό σύστημα.

Μονάδες 6

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α1.1) β)

Α1.2) α)

Α1.3) β)

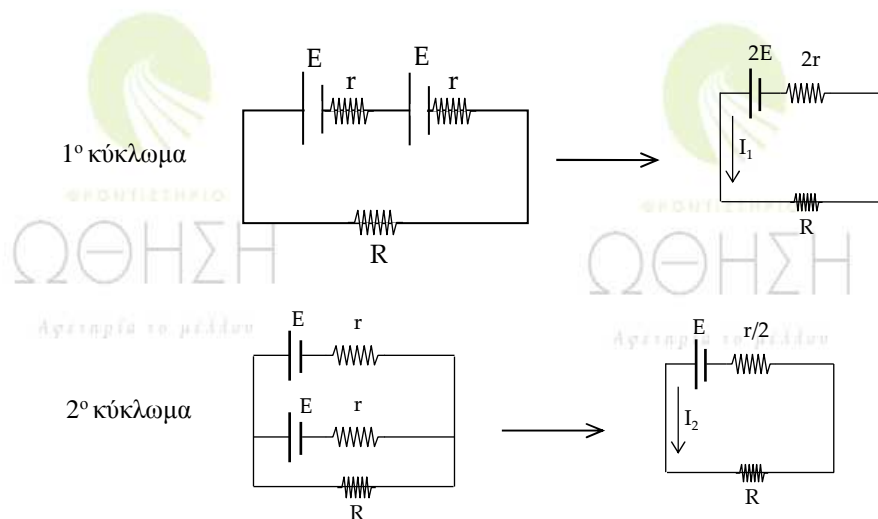
Α1.4) γ)

Α2.  $(x + y) \cdot (x + \bar{y}) = x$ 

x	y	$\bar{y}$	$x + y$	$x + \bar{y}$	$(x + y) \cdot (x + \bar{y})$
0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1

Από τον πίνακα αληθείας προκύπτει το ζητούμενο.

Α3.



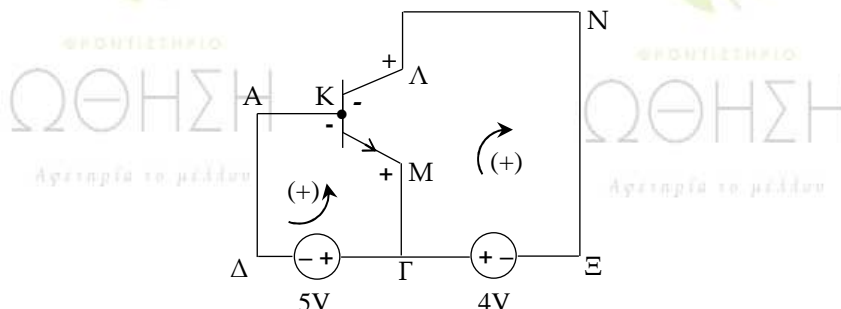
$$\text{1<sup>ο</sup> κύκλωμα: } I_1 = \frac{2E}{R + 2r} \quad (1)$$

$$\text{2<sup>ο</sup> κύκλωμα: } I_2 = \frac{E}{R + \frac{r}{2}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} (1) : I_1 &= \frac{2E}{R+2r} \Rightarrow I_1 = \frac{2E(R+\frac{r}{2})}{E(R+2r)} \Rightarrow I_1 = \frac{2R+r}{R+2r} \Rightarrow \frac{7}{4} = \frac{2R+r}{R+2r} \Rightarrow \\ (2) : I_2 &= \frac{E}{R+\frac{r}{2}} \end{aligned}$$

$$7R + 14r = 8R + 4r \Rightarrow 10r = R \Rightarrow \underline{\underline{\frac{R}{r} = 10}}$$

A4.



Βρόχος ΑΚΜΓΔΑ:  $-5 + V_{MK} = 0 \Rightarrow V_{MK} = 5V \Rightarrow \underline{V_{KM} = -5V}$

Βρόχος ΛΝΕΓΜΚΛ:  $-4V + V_{MK} - V_{LK} = 0 \Rightarrow -4 + 5 + V_{KL} = 0 \Rightarrow \underline{V_{KL} = -1V}$

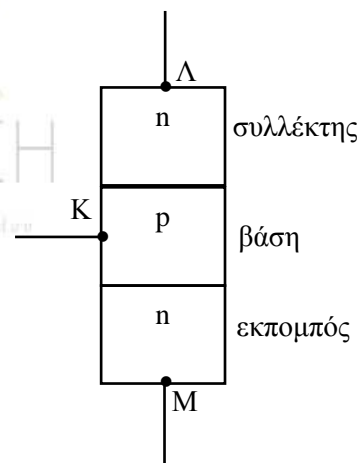
Το τρανζίστορ στο σχήμα είναι ηρη οπότε:

Αφού  $V_{KM} = -5V \Rightarrow V_K - V_M < 0 \Rightarrow V_K < V_M$ .

Άρα η επαφή εκπομπή βάσης είναι πολωμένη ανάστροφα.

Αφού  $V_{KL} = -1V \Rightarrow V_K - V_L < 0 \Rightarrow V_K < V_L$ . Άρα η επαφή βάσης συλλέκτη είναι πολωμένη ανάστροφα.

Οπότε το τρανζίστορ βρίσκεται στην περιοχή αποκοπής, αφού και οι δύο επαφές είναι πολωμένες ανάστροφα.



A5.

$(57)_8$  Αρχικά μετατρέπω τον αριθμό στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης.

$$(57)_8 = 5 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 40 + 7 = (47)_{10}$$

Για τη μετατροπή του αριθμού στο δεκαεξαδικό σύστημα

$$47 : 16 = 2 + 15 \rightarrow F$$

$$2 : 16 = 0 + 2 \rightarrow 2$$

$$\text{Άρα } (57)_8 = (47)_{10} = (2F)_{16}$$

Για τη μετατροπή του αριθμού στο δυαδικό σύστημα

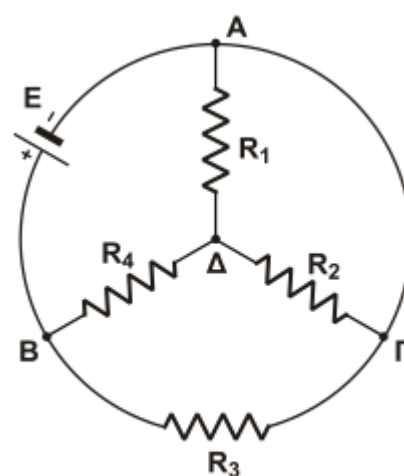
$$\left. \begin{array}{l} 47 : 2 = 23 + 1 \\ 23 : 2 = 11 + 1 \\ 11 : 2 = 5 + 1 \\ 5 : 2 = 2 + 1 \\ 2 : 2 = 1 + 0 \\ 1 : 2 = 0 + 1 \end{array} \right\} \rightarrow \underline{\underline{(101111)_2}}$$

## ΟΜΑΔΑ ΔΕΥΤΕΡΗ

**B1.** Το κύκλωμα του Σχήματος 2 αποτελείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 36\text{ V}$  με αμελητέα εσωτερική αντίσταση και αντιστάτες  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4 = 4\Omega$ .

Να υπολογίσετε:

- α) Την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος  $R_{ολ}$ .  
(μονάδες 5)
- β) Την ισχύ που καταναλώνεται στον αντιστάτη  $R_2$ .  
(μονάδες 5)
- γ) Την τάση  $V_{BG}$ .  
(μονάδες 5)



Σχήμα 2

Μονάδες 15

**B2.** Ο ενισχυτής του Σχήματος 3 έχει στην είσοδό του ένα μικρόφωνο και στην έξοδό του ένα μεγάφωνο.



Σχήμα 3

Δίνεται ότι η αντίσταση εισόδου είναι  $320\Omega$  και οι απολαβές ισχύος και ρεύματος του ενισχυτή είναι  $90\text{dB}$  ισχύος και  $100\text{dB}$  ρεύματος, αντίστοιχα.

Να υπολογίσετε:

- α) Την απολαβή τάσης του ενισχυτή.

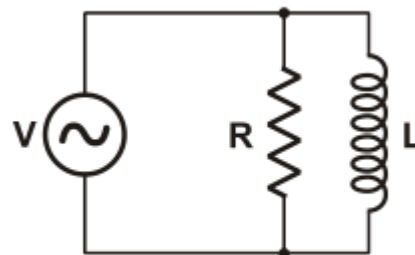
(μονάδες 5)

β) Την αντίσταση του μεγαφώνου.

(μονάδες 5)

**Μονάδες 10**

**B3.** Ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,04\text{H}$  συνδέεται παράλληλα με ωμικό αντιστάτη αντίστασης  $R = 40\sqrt{3}\ \Omega$ , όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση,  $V = 120\sqrt{3} \cdot \eta\mu(1000t)$  (SI).



Σχήμα 4

α) Να γραφούν οι εντάσεις των ρευμάτων από τα οποία διαρρέονται η αντίσταση και το πηνίο του κυκλώματος, ως συναρτήσεις του χρόνου.

(μονάδες 6)

β) Να σχεδιάσετε το ανυσματικό διάγραμμα των ρευμάτων του κυκλώματος.

(μονάδες 4)

γ) Να υπολογίσετε τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος.

(μονάδες 5)

δ) Να γράψετε την ένταση του ρεύματος από το οποίο διαρρέεται η πηγή,

(μονάδες 7)

ε) Να υπολογίσετε την πραγματική ισχύ του κυκλώματος.

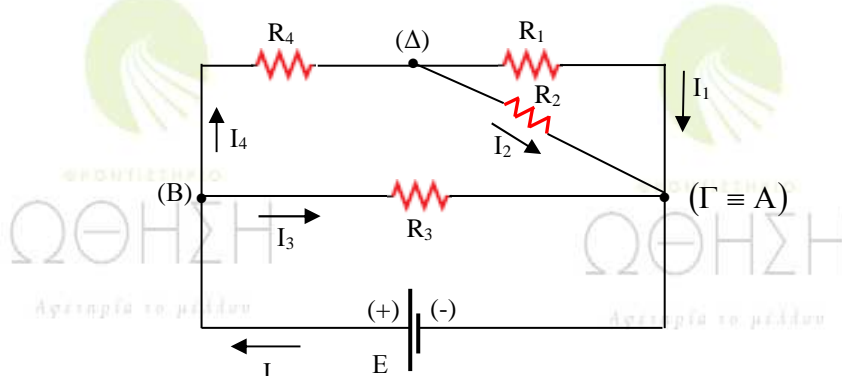
(μονάδες 3)

Δίνεται ότι  $\eta\mu\frac{\pi}{3} = \sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$  και  $\eta\mu\frac{\pi}{6} = \sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$

**Μονάδες 25**

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**B1.**



- α) Η ολική αντίσταση του κυκλώματος ταυτίζεται με την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος, αφού η εσωτερική αντίσταση της πηγής είναι μηδενική. Οπότε για την ολική αντίσταση θα έχουμε

$R_1, R_2$  συνδεδεμένες παράλληλα:

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{9} \Omega \Rightarrow \underline{R_{12} = 2 \Omega}$$

$R_{12}, R_4$  σε σειρά:

$$R_{124} = R_{12} + R_4 = (4 + 2) \Omega \Rightarrow \underline{R_{124} = 6 \Omega}$$

$R_3, R_{124}$  συνδεδεμένες παράλληλα:

$$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{124}} \Rightarrow R_{\text{ολ}} = \frac{R_3 \cdot R_{124}}{R_3 + R_{124}} = \frac{3 \cdot 6}{9} \Omega \Rightarrow \underline{\underline{R_{\text{ολ}} = 2 \Omega}}$$

- β)  $P_2 = R_2 \cdot I_2^2$  (1)

$$I_4 = \frac{V_{\text{ΒΓ}}}{R_{124}}, \text{ αλλά } V_{\text{ΒΓ}} = V_{\text{ΠΟΛ}} = E - I \cdot r \stackrel{r=0}{\Rightarrow} \underline{V_{\text{ΒΓ}} = E = 36 \text{ V}}$$

$$\text{οπότε } I_4 = \frac{36 \text{ V}}{6 \Omega} \Rightarrow \underline{I_4 = 6 \text{ A}}$$

$$V_{\Delta\Gamma} = I_4 \cdot R_{12} \Rightarrow V_{\Delta\Gamma} = 6 \cdot 2 \text{ V} \Rightarrow \underline{V_{\Delta\Gamma} = 12 \text{ V}}$$

$$I_2 = \frac{V_{\Delta\Gamma}}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} \Rightarrow \underline{I_2 = 2 \text{ A}}$$

$$(1): P_2 = 6 \cdot 2^2 \text{ W} \Rightarrow \underline{\underline{P_2 = 24 \text{ W}}}$$

- γ) Όπως έχει ήδη υπολογιστεί:  $V_{\text{ΒΓ}} = E = 36 \text{ V}$

## B2.

$$\alpha) (A_P)_{\text{dB}} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\text{εξ}}}{P_{\text{εισ}}}\right) \Rightarrow 90 = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\text{εξ}}}{P_{\text{εισ}}}\right) \Rightarrow \log\left(\frac{P_{\text{εξ}}}{P_{\text{εισ}}}\right) = 9 \Rightarrow \frac{P_{\text{εξ}}}{P_{\text{εισ}}} = 10^9 = A_P \quad (1)$$

$$(A_I)_{\text{dB}} = 20 \cdot \log\left(\frac{I_{\text{εξ}}}{I_{\text{εισ}}}\right) \Rightarrow 100 = 20 \cdot \log\left(\frac{I_{\text{εξ}}}{I_{\text{εισ}}}\right) \Rightarrow \log\left(\frac{I_{\text{εξ}}}{I_{\text{εισ}}}\right) = 5 \Rightarrow \frac{I_{\text{εξ}}}{I_{\text{εισ}}} = 10^5 = A_I \quad (2)$$

$$A_P = A_V \cdot A_I \Rightarrow A_V = \frac{A_P}{A_I} = \frac{10^9}{10^5} = 10^4$$



$$\beta) \left. \begin{aligned} P_{\varepsilon\xi} &= I_{\varepsilon\xi}^2 \cdot R_{\text{Μεγ}} \\ P_{\varepsilon\sigma} &= I_{\varepsilon\sigma}^2 \cdot R_{\text{Μικ}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_{\varepsilon\xi}}{P_{\varepsilon\sigma}} = \left( \frac{I_{\varepsilon\xi}}{I_{\varepsilon\sigma}} \right)^2 \cdot \frac{R_{\text{Μεγ}}}{R_{\text{Μικ}}} \Rightarrow 10^9 = (10^5)^2 \cdot \frac{R_{\text{Μεγ}}}{320} \Rightarrow 1 = 10 \cdot \frac{R_{\text{Μεγ}}}{320} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{R_{\text{Μεγ}} = 32\Omega}}$$

B3.

$$\alpha) I_{R_0} = \frac{V_0}{R} = \frac{120\sqrt{3}}{40\sqrt{3}} = 3\text{A}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{L_0} &= \frac{V_0}{X_L} \\ X_L &= \omega L = 40\Omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{L_0} = \frac{120\sqrt{3}}{40} = 3\sqrt{3}\text{A}$$

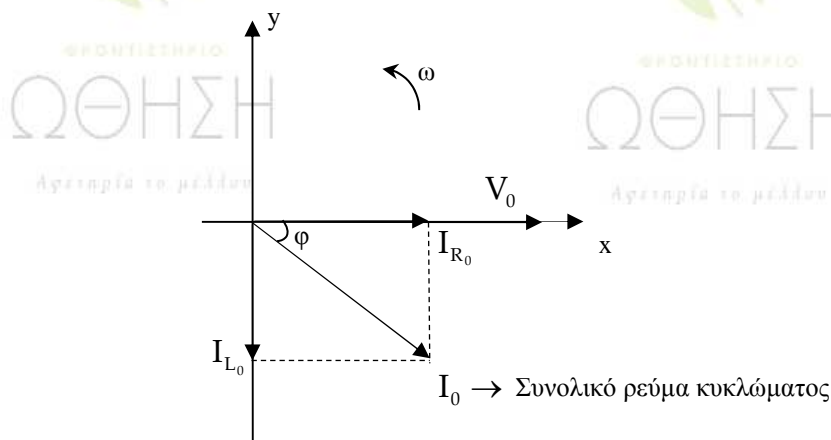
Το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη θα είναι συμφασικό με την τάση της πηγής.

$$I_R = I_{R_0} \eta\mu(\omega t) = 3\eta\mu(1000t) \text{ (S.I)}$$

Το ρεύμα που διαρρέει το ιδανικό πηνίο υστερεί κατά  $\frac{\pi}{2}$  της τάσης της πηγής.

$$I_L = I_{L_0} \eta\mu(\omega t - \frac{\pi}{2}) = 3\sqrt{3}\eta\mu(1000t - \frac{\pi}{2}) \text{ (S.I)}$$

β)



γ)

$$I_0 = \sqrt{I_{L_0}^2 + I_{R_0}^2} = \sqrt{3^2 + (3\sqrt{3})^2} = \sqrt{9 + 9 \cdot 3} = \sqrt{36} = 6\text{A}$$

$$\text{Άρα, } Z = \frac{V_0}{I_0} = \frac{120\sqrt{3}}{6} = 20\sqrt{3}\Omega$$

$$\delta) \varepsilon\phi\phi = \frac{I_{L_0}}{I_{R_0}} = \sqrt{3} \Rightarrow \phi = \pi/3 \text{ rad}$$

$$\text{Οπότε } I_{\text{ΚΥΚΛ}} = I_0 \cdot \eta\mu(\omega t - \phi) \Rightarrow \underline{\underline{I_{\text{ΚΥΚΛ}} = 6 \cdot \eta\mu(1000t - \pi/3) \text{ (SI)}}}$$

$$\varepsilon) \bar{P} = V_{\text{εν}} \cdot I_{\text{εν}} \cdot \cos\phi = \left(\frac{V_0}{\sqrt{2}}\right) \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right) \cos\phi = \frac{V_0 \cdot I_0}{2} \cos\phi = \frac{120\sqrt{3} \cdot 6}{2} \cdot \frac{1}{2} = 180\sqrt{3} \text{ Watt}$$

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα της ηλεκτρολογίας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της εξεταστέας ύλης. Είναι σαφώς διατυπωμένα και περισσότερο απαιτητικά σε σχέση με τις προηγούμενες χρονιές. Η δυσκολία είναι κλιμακούμενη και ένας πολύ καλά προετοιμασμένος μαθητής μπορούσε να ανταπεξέλθει με επιτυχία

