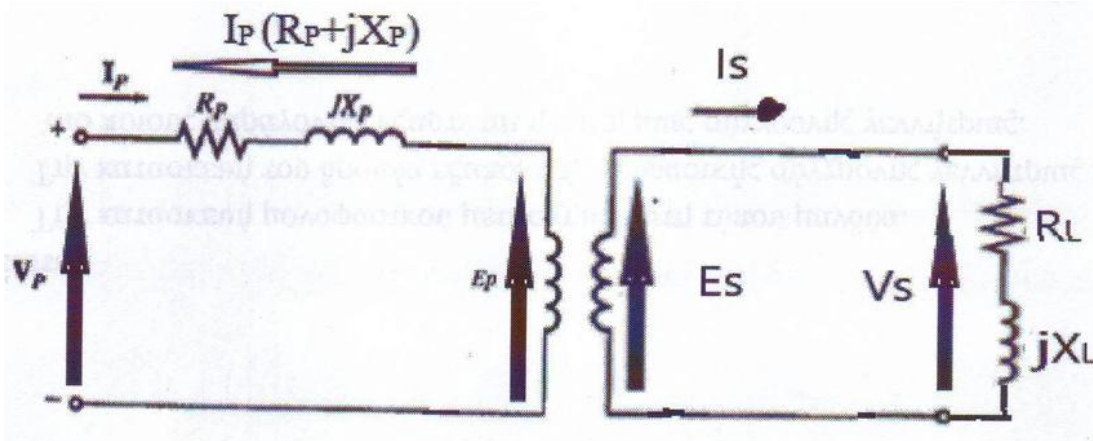


1. Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού 50, έχει στο πρωτεύον ωμική αντίσταση 75Ω και επαγωγική 300 Ω, ενώ η σύνθετη αντίσταση δευτερεύοντος καθώς και οι απώλειες πυρήνα είναι αμελητέες. Ο μετασχηματιστής τροφοδοτεί φορτίο 18+j15Ω. Εάν η τάση εξόδου είναι 220V,

- A) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή.
 B) Να υπολογιστούν το ρεύμα στο πρωτεύον και το δευτερεύον, οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις εξ επαγωγής καθώς και η τάση εισόδου

Λύση :



A)

$$\alpha = 50$$

$$V_p = E_p + I_p (R_p + jX_p)$$

$$E_s = V_s$$

$$V_s = I_s (R_L + jX_L)$$

B)

$$a = 50$$

$$R_p + jX_p = 75 + j300 \Omega$$

$$Z_L = 18 + j15 \Omega$$

$$V_s = 220 \text{ V}$$

$$E_s = V_s = 220 \text{ V}$$

$$I_s = V_s / Z_L = 220 / (18 + j15) = 220 / (23,43 \angle 39,8^\circ) = 9,39 \angle -39,8^\circ \text{ A}$$

$$\alpha = I_s / I_p \quad I_p = I_s / a = (9,39 \angle -39,8^\circ) / 50 = 0,19 \angle -39,8^\circ \text{ A}$$

$$\alpha = E_p / E_s \quad E_p = \alpha \cdot E_s = 50 \times 220 = 11000 \text{ V}$$

$$V_p = E_p + I_p (R_p + jX_p) = 11000 + 0,19 \angle -39,8^\circ \cdot (75 + j300)$$

$$= 11000 + 0,19 \angle -39,8^\circ \cdot 309,2 \angle 75,96^\circ = 11000 + 58,75 \angle 36,16^\circ$$

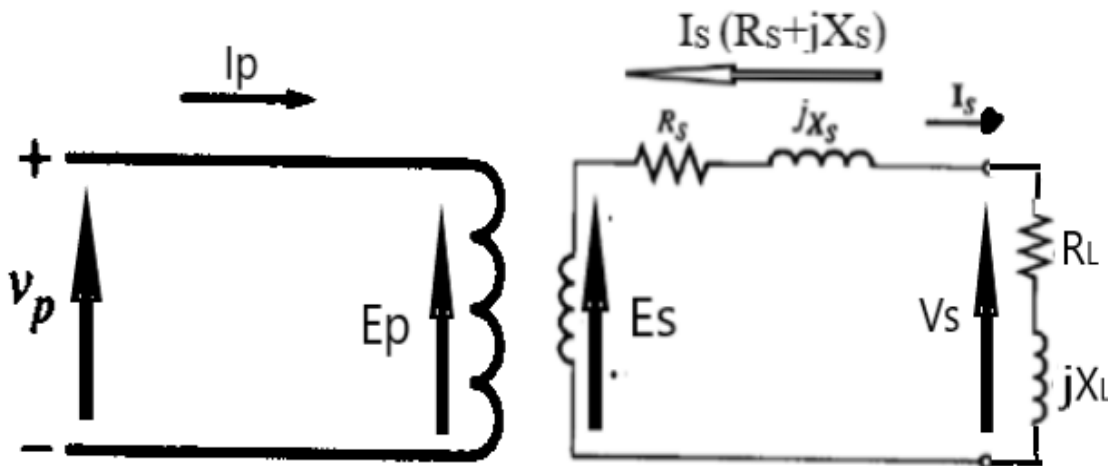
$$= 11000 + 47,43 + j34,66 = 11047,43 + j34,66 = 11047,5 \angle 0,18^\circ \text{ V}$$

2. Μονοφασικός Μ/Τ έχει τάση εξόδου 220V, αντίσταση δευτερεύοντος $0,03 + j 0,07 \Omega$, φορτίο 16 KVA, $\cos\phi=0,86$ επαγωγικό, ιδανικό πρωτεύον και πυρήνα και λόγο μετασχηματισμού 10. Ζητούνται :

- A) Το ισοδύναμο κύκλωμα με τις τιμές της εκφώνησης.
- B) Τάση τροφοδοσίας, τάσεις εξ επαγωγής, ρεύματα πρωτεύοντος- δευτερεύοντος, απώλειες θερμότητας.
- Γ) Η πραγματική και η άεργος ισχύς του φορτίου.

Λύση

A)



$$\alpha = 10$$

$$V_p = E_p$$

$$E_s = V_s + I_s (R_s + jX_s)$$

$$V_s = 220 \text{ V}$$

$$R_s + jX_s = 0,03 + j0,07 \Omega$$

$$\alpha = 10$$

$$S = 16 \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = 0,86 \Rightarrow \varphi = -30,68^\circ$$

$$S = V_s \cdot I_s \Rightarrow I_s = 16000 / 220 = 72,7 \text{ A}$$

$$I_s = 72,7 \angle -30,68^\circ \text{ A}$$

$$V_s = E_s - I_s (R_s + jX_s) \Rightarrow E_s = 220 + 72,7 \angle -30,68^\circ \cdot (0,03 + j0,07)$$

$$\begin{aligned} &= 220 + 72,7 \angle -30,68^\circ \cdot 0,076 \angle 66,8^\circ = 220 + 5,5 \angle 36,12^\circ = 220 + 4,44 + j3,24 \\ &= 224,44 + j3,24 = 224,46 \angle 0,8^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

$$\alpha = E_p / E_s \Rightarrow E_p = 10 \times 224,46 = 2,2 \text{ kV} = V_p$$

$$a = I_s / I_p \Rightarrow I_p = 72,7 \angle -30,68^\circ / 10 = 7,27 \angle -30,68^\circ \text{ A}$$

Απώλειες Θερμότητας Τυλιγμάτων ή Απώλειες Χαλκού ή Ηλεκτρικές Απώλειες σημειώνονται στις ηλεκτρικές αντιστάσεις των τυλιγμάτων και είναι $P_{CU} = P_p + P_s$. Εδώ όμως έχουμε απώλειες θερμότητας μόνο στο δευτερεύον, εφ' όσον η αντίσταση του πρωτεύοντος είναι αμελητέα, άρα υπολογίζουμε μόνο την P_s .

$$P_s = I_s^2 R_s = 72,7^2 \times 0,03 = 158,6 \text{ W}$$

Γ) Φαινόμενη Ισχύς $S = VI$ σε VA = 16 kVA από την εκφώνηση

Πραγματική ή Ενεργός Ισχύς σε Watt (W)

$$P = VI \cos\varphi \text{ ή } P = S \cdot \cos\varphi \text{ δηλαδή: } P = 220 \times 72,7 \times 0,86 = 13,76 \text{ kW}$$

$$\text{Αεργος Ισχύς σε VAR } Q = VI \sin\varphi \text{ ή } Q = S \cdot \sin\varphi, \text{ δηλαδή: } Q = 220 \times 72,7 \times 0,510 = 8,16 \text{ kVAR}$$

3. Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει σύνθετη αντίσταση πρωτεύοντος $20+j35 \text{ Ohm}$ και δευτερεύοντος $0,5+j1 \text{ Ohm}$. Η τάση εξόδου είναι 3 KV και τροφοδοτεί φορτίο 120 KW. Ο συντελεστής ισχύος είναι 0,8 επαγωγικός και ο λόγος μετασχηματισμού είναι 10. Αν θεωρηθεί ο πυρήνας ιδανικός:

- Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα με τις τιμές της εκφώνησης.
- Να υπολογιστούν τα ρεύματα και οι τάσεις εξ επαγωγής πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, καθώς και η τάση εισόδου της μηχανής.
- Να βρεθούν οι θερμικές απώλειες.

δ) Να υπολογιστούν η απόδοση καθώς και η άεργος και η φαινόμενη ισχύς εξόδου.

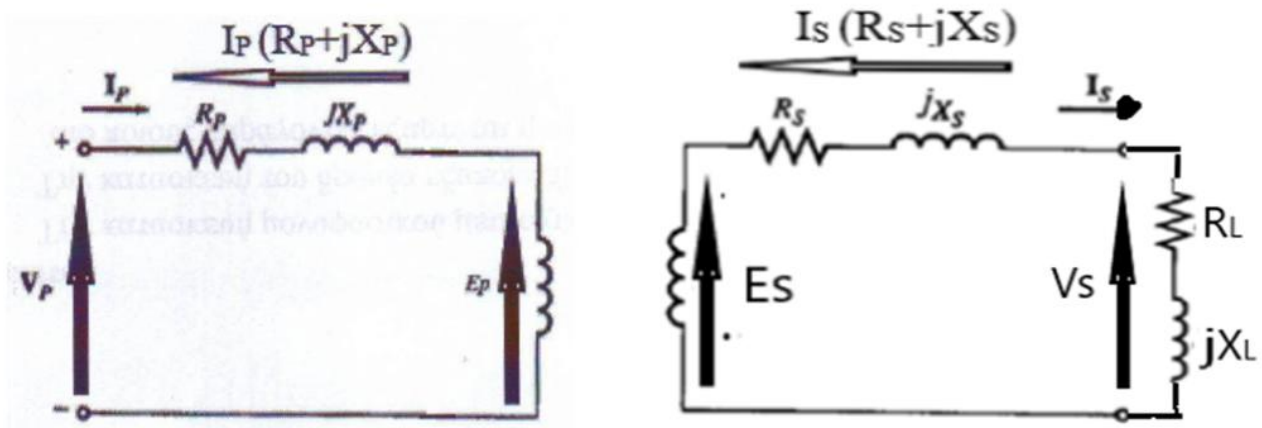
Λύση

$R_p + jX_p = 20 + j35 \Omega$ και $R_s + jX_s = 0,5 + j1 \Omega$

$V_s = 3000 \text{ V}$ $P = 120000 \text{ W}$

$\cos\phi = 0,8$ και $\alpha = 10$

α)



β)

$P = V_s \cdot I_s \cdot \cos\phi$

$I_s = 120000 \text{ W} / (3000 \text{ V} \cdot 0,8) = 50 \text{ A}$ άρα $I_s = 50 \angle -36,87^\circ \text{ A}$

$E_s = V_s + I_s (R_s + jX_s) = 3000 + 50 \angle -36,87^\circ \cdot (0,5 + j1) = 3000 + 50 \angle -36,87^\circ \cdot 1,1 \angle 63,4^\circ$
 $= 3000 + 55 \angle 26,5^\circ = 3000 + 49,2 + j24,5 = 3049,2 + j24,5 = 3049,2 \angle 0,5^\circ \text{ V}$

$\alpha = I_s / I_p \Rightarrow I_p = 50 \angle -36,87^\circ / 10 = 5 \angle -36,87^\circ \text{ A}$

$\alpha = E_p / E_s \Rightarrow E_p = 3049,2 \times 10 = 30492 \text{ V}$

$V_p = E_p + I_p (R_p + jX_p) = 30492 + 5 \angle -36,87^\circ \cdot (20 + j35) = 30492 + 5 \angle -36,87^\circ \cdot 40,3 \angle 60,26^\circ$
 $= 30492 + 201,5 \angle 23,39^\circ = 30492 + 184,9 + j80 = 30676,9 + j80 = \mathbf{30677 \angle 0,15^\circ \text{ V}}$

$$\gamma) P_{cu} = P_{cup} + P_{cus} = I_p^2 \cdot R_p + I_s^2 \cdot R_s = 5^2 \times 20 + 50^2 \times 0,5 = 500 + 1250 = 1750 \text{ W}$$

$$P_{out} = V_s \cdot I_s \cdot \cos\varphi = 3000 \times 50 \times 0,8 = 120000 \text{ W}$$

$$P_{in} = P_{out} + P_{cu} = 120 + 1,75 = 121,75 \text{ kW} = 121750 \text{ W}$$

$$\delta) \quad \eta = P_{out} / P_{in} = 120 / 121,75 = 0,986$$

$$Q_{out} = V_s \cdot I_s \cdot \sin\varphi = 3000 \times 50 \times 0,6 = 90 \text{ kVAR}$$

$$S_{out} = V_s \cdot I_s = 3000 \times 50 = 150 \text{ kVA}$$

Ασκήσεις άλυτες για εξάσκηση

Άσκηση 1

Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 40$.
Η ωμική αντίσταση του πρωτεύοντος είναι $R_1 = 60\Omega$ και η επαγωγική αντίδραση $X_1 = 250\Omega$.
Η σύνθετη αντίσταση του δευτερεύοντος καθώς και οι απώλειες πυρήνα θεωρούνται αμελητέες.

Ο μετασχηματιστής τροφοδοτεί φορτίο: $Z_L = 20 + j12\Omega$

Αν η τάση εξόδου είναι: $V_2 = 230V$

Να υπολογιστούν:

- A) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή.
- B) Το ρεύμα στο δευτερεύον και στο πρωτεύον.
- C) Οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις εξ επαγωγής E_1 και E_2 .
- D) Η τάση εισόδου V_1 .

Άσκηση 2

Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 35$
Στο πρωτεύον παρουσιάζει:

$R_1 = 50\Omega$, $X_1 = 210\Omega$

Το φορτίο είναι: $Z_L = 14 - j18\Omega$

Η σύνθετη αντίσταση του δευτερεύοντος και οι απώλειες πυρήνα είναι αμελητέες.

Η τάση εξόδου είναι:

$V_2 = 210V$

Να υπολογιστούν:

- A) Το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή.
- B) Τα ρεύματα I_1 , I_2 .

- C) Οι ΗΕΔ E1 , E2.
 D) Η τάση εισόδου V1

Άσκηση 3

Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 30$.

Στο πρωτεύον παρουσιάζει:

$$R_1 = 50\Omega, X_1 = 200\Omega$$

Η αντίσταση του δευτερεύοντος και οι απώλειες πυρήνα θεωρούνται αμελητέες. Το φορτίο απορροφά:

$$P = 4 \text{ kW} \text{ με συντελεστή ισχύος: } \cos\phi = 0,8 \text{ (επαγωγικό)}$$

Η τάση εξόδου είναι: $V_2 = 220\text{V}$

Να υπολογιστούν:

- | | | | | |
|----|---------------------------------|---------|---------------|------------------|
| Το | ισοδύναμο | κύκλωμα | του | μετασχηματιστή. |
| B) | Το | ρεύμα | δευτερεύοντος | I ₂ |
| C) | Το | ρεύμα | πρωτεύοντος | I ₁ . |
| D) | Οι | ΗΕΔ | E1, | E2. |
| E) | Η τάση εισόδου V ₁ . | | | |

Άσκηση 4

Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 25$.

Στο πρωτεύον: $R_1 = 40\Omega, X_1 = 150\Omega$

Το φορτίο απορροφά: $P = 3,5 \text{ kW}$ και άεργη ισχύ: $Q = 2 \text{ kVAr}$. Η τάση εξόδου είναι: $V_2 = 200\text{V}$

Οι απώλειες πυρήνα και η σύνθετη αντίσταση δευτερεύοντος θεωρούνται αμελητέες.

Να υπολογιστούν:

- A) Το ισodύναμο κύκλωμα.
 B) Το ρεύμα δευτερεύοντος.
 C) Το ρεύμα πρωτεύοντος.
 D) Οι ΗΕΔ.
 E) Η τάση εισόδου.

Άσκηση 5

Μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού $a=60$. Στο πρωτεύον: $R_1=90\Omega, X_1=360\Omega$
 Το φορτίο απορροφά: $S=8\text{ kVA}$ με συντελεστή ισχύος: $\cos\phi=0,85$ (επαγωγικό). Η τάση εξόδου είναι: $V_2=240\text{V}$

Η αντίσταση δευτερεύοντος και οι απώλειες πυρήνα είναι αμελητέες.

Να υπολογιστούν:

- A) Το ισodύναμο κύκλωμα.
 B) Τα ρεύματα I_1, I_2 .
 C) Οι ΗΕΔ E_1, E_2 .
 D) Η τάση εισόδου V_1 .

Άσκηση 6

Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει λόγο μετασχηματισμού: $a=40$ Στο πρωτεύον παρουσιάζει: $R_1=65\Omega, X_1=260\Omega$. Η αντίσταση του δευτερεύοντος και οι απώλειες πυρήνα θεωρούνται αμελητέες.

Ο μετασχηματιστής τροφοδοτεί φορτίο που απορροφά: $P=5\text{ kW}$ και $Q=+ 3\text{ kVAr}$

Η τάση εξόδου είναι: $V_2=220\text{V}$

Να υπολογιστούν:

- A) Η φαινόμενη ισχύς S και ο συντελεστής ισχύος του φορτίου.
 B) Η σύνθετη αντίσταση του φορτίου Z_L .

- C) Το ρεύμα δευτερεύοντος I_2 .
- D) Το ρεύμα πρωτεύοντος I_1 .
- E) Οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις E_1, E_2 .
- F) Η τάση εισόδου V_1 .

Άσκηση 7

Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει τάση εξόδου: $V_2=230V$. Η σύνθετη αντίσταση του δευτερεύοντος είναι: $Z_2=0,04+j0,09\Omega$ Το φορτίο είναι: $S=20 \text{ kVA}$ με συντελεστή ισχύος: $\cos\phi=0,8$ (επαγωγικό'). Το πρωτεύον και ο πυρήνας θεωρούνται ιδανικά. Ο λόγος μετασχηματισμού είναι: $a=12$

Ζητούνται:

- A) Το ισοδύναμο κύκλωμα με όλες τις τιμές.
- B) Η τάση τροφοδοσίας, οι ΗΕΔ E_1, E_2 , τα ρεύματα I_1, I_2 , και οι απώλειες χαλκού στο δευτερεύον.
- C) Η ενεργός και άεργος ισχύς του φορτίου.

Άσκηση 7

Μονοφασικός Μ/Τ έχει λόγο μετασχηματισμού: $a=15$ Η αντίσταση δευτερεύοντος είναι: $Z_2=0,05+j0,12\Omega$ Το φορτίο απορροφά: $P=18 \text{ kW}$ με συντελεστή ισχύος: $\cos\phi=0,9$ (χωρητικό). Η τάση στα άκρα του φορτίου είναι: $V_L=220V$. Το πρωτεύον και ο πυρήνας είναι ιδανικά.

Ζητούνται:

- A) Το ισοδύναμο κύκλωμα.
- B) Η ΗΕΔ του δευτερεύοντος.
- C) Τα ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.
- D) Η τάση τροφοδοσίας.
- E) Οι απώλειες θερμότητας στο τύλιγμα.

Άσκηση 8

Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει: $V_2=240V$. Η σύνθετη αντίσταση του δευτερεύοντος είναι: $Z_2=0,06+j0,15\Omega$. Το φορτίο απορροφά: $P=22 \text{ kW}$ και $Q=+12 \text{ kVAr}$. Ο λόγος μετασχηματισμού είναι: $a=8$. Το πρωτεύον και ο πυρήνας θεωρούνται ιδανικά.

Ζητούνται:

- A) Το ισοδύναμο κύκλωμα.
- B) Το ρεύμα δευτερεύοντος.
- C) Η ΗΕΔ του δευτερεύοντος.
- D) Το ρεύμα και η τάση πρωτεύοντος.
- E) Οι απώλειες χαλκού.
- F) Η φαινόμενη ισχύς του φορτίου

Άσκηση 9

Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει λόγο μετασχηματισμού: $a=16$. Η τάση στα άκρα του φορτίου (έξοδος) είναι: $V_L=220V$. Οι απώλειες πυρήνα είναι αμελητέες

Πρωτεύον: $R_1=3,2\Omega$, $X_1=9,5\Omega$

Δευτερεύον: $R_2=0,055\Omega$, $X_2=0,14\Omega$

Το φορτίο απορροφά: $S=28\text{ kVA}$ με συντελεστή ισχύος: $\cos\phi=0,78$ (επαγωγικό) και η τάση στα άκρα του φορτίου είναι: $V_L=220V$

A) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα με τις τιμές της εκφώνησης (χωρίς κλάδο μαγνήτισης), δηλαδή:

B) Να υπολογιστούν:

1. Η πραγματική και άεργος ισχύς του φορτίου P_L, Q_L .
2. Το ρεύμα δευτερεύοντος I_2 (μέτρο και γωνία).
3. Η σύνθετη αντίσταση του φορτίου Z_L .
4. Η εσωτερική τάση του δευτερεύοντος (ΗΕΔ) E_2 .
5. Η ΗΕΔ του πρωτεύοντος E_1 .
6. Το ρεύμα πρωτεύοντος I_1 .
7. Η τάση τροφοδοσίας V_1 (λαμβάνοντας υπόψη την πτώση στο R_1+jX_1).

C) Να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας (απώλειες χαλκού) στο πρωτεύον και στο δευτερεύον και η συνολική απώλεια:

D) Να υπολογιστεί:

- Η ενεργός ισχύς εισόδου P_{in}
- Ο συνολικός συντελεστής ισχύος στην είσοδο $\cos\phi_{in}$
- Η απόδοση:

Άσκηση 10

Μονοφασικός μετασχηματιστής έχει: $a=25$. Η τάση στο φορτίο είναι: $V_2=220V$. Ο πυρήνας θεωρείται ιδανικός (χωρίς κλάδο μαγνήτισης). Πρωτεύον $R_1=6\Omega$, $X_1=18\Omega$. Δευτερεύον $R_2=0,12\Omega$, $X_2=0,28\Omega$

Το φορτίο απορροφά: $S=40\text{ kVA}$ με: $\cos\phi=0,75$ (χωρητικό)

A) Να σχεδιαστεί το πραγματικό ισοδύναμο κύκλωμα

B) Να υπολογιστούν :

1. Το ρεύμα του πρωτεύοντος I_1
2. Το ρεύμα δευτερεύοντος
3. Η ΗΕΔ του πρωτεύοντος E_1
4. Η ΗΕΔ του δευτερεύοντος E_2

Γ) Να υπολογιστούν:

- Η πραγματική και άεργος ισχύς φορτίου
- Οι απώλειες χαλκού πρωτεύοντος
- Οι απώλειες χαλκού δευτερεύοντος
- Η συνολική ενεργός ισχύς εισόδου
- Η απόδοση