

Ασκήσεις μετασχηματιστών με τις λύσεις τους

Γενικές ασκήσεις μονοφασικών μετασχηματιστών

Άσκηση 1

Ένας ιδανικός μετασχηματιστής έχει το τύλιγμα του πρωτεύοντος με 150 σπείρες και το δευτερεύον με 750 σπείρες . Το πρωτεύον τύλιγμα συνδέεται σε τάση 240-V, 50-Hz . Το τύλιγμα του δευτερεύοντος συνδέεται σε φορτίο που τραβάει 4 A με $\cos\phi$ 0.8 επαγωγικό . Να βρεθούν (α) ο λόγος μετασχηματισμού, (β) το ρεύμα του πρωτεύοντος, (γ) η ισχύς που αποδίδεται στο φορτίο, και(δ) η μαγνητική ροή στον σιδηροπυρήνα.

Λύση

A) ο λόγος μετασχηματισμού : $\alpha = 150/750 = 1/5=0.2$

$$B) \alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{4}{0.2} = 20A$$

Γ) η τάση στο δευτερεύον τύλιγμα είναι :

$$\alpha = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_p}{\alpha} = \frac{240}{0.2} = 1200 V$$

Η ισχύς που αποδίδεται στο φορτίο είναι

$$P_L = I_s \cdot V_s \cdot \cos\phi = 4 \cdot 1200 \cdot 0.8 = 3840 W$$

Δ) η μαγνητική ροή είναι:

$$\Phi_M = \frac{V_p}{4.44 \cdot f \cdot N_p} = \frac{240}{4.44 \cdot 50 \cdot 150} = 7.21 mWb$$

Άσκηση 2

Ένας ιδανικός μονοφασικός μετασχηματιστής (M/Σ) με λόγο μετασχηματισμού $\alpha=6$ έχει τάση πρωτεύοντος 540 V. Στο δευτερεύον τύλιγμα εμφανίζεται ρεύμα πλήρους φόρτισης 30 A με $\cos\phi= 0.8$. Να βρεθεί α) η ονομαστική φαινόμενη ισχύς ,β)η πραγματική ισχύς του δευτερεύοντος και γ) το ρεύμα του πρωτεύοντος.

Λύση

$$A) \alpha = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_p}{\alpha} = \frac{540}{6} = 90 V$$

$$S_S = I_s \cdot V_s = 90 \cdot 30 = 2700 VA$$

$$B) P_S = I_s \cdot V_s \cdot \cos\phi = 2700 \cdot 0.8 = 2160 W$$

$$\Gamma) \alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{30}{6} = 5 \text{ A}$$

Άσκηση 3

Ένας μονοφασικός Μ/Σ με λόγο μετασχηματισμού $\alpha=4$ ισχύος 10 KVA, έχει ρεύμα πλήρους φόρτισης στο δευτερεύον $I_s = 8 \text{ A}$. Οι συνολικές ηλεκτρικές απώλειες μετρήθηκαν με το πείραμα βραχυκύκλωσης και βρέθηκαν $P_{cu} = 80 \text{ W}$. Αν η ωμική αντίσταση του πρωτεύοντος είναι $R_p = 2 \ \Omega$, βρείτε την ωμική αντίσταση του δευτερεύοντος και τις ηλεκτρικές απώλειες αυτού του τυλίγματος.

Λύση

$$P_{cu} = I_p^2 \cdot R_p + I_s^2 \cdot R_s = P_{cup} + P_{cus}$$

$$\text{Επειδή: } \alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{8}{4} = 2 \text{ A}$$

$$P_{cup} = I_p^2 \cdot R_p = 2^2 \cdot 2 = 8 \text{ W}$$

$$P_{cu} = P_{cup} + P_{cus} \Rightarrow P_{cus} = P_{cu} - P_{cup} = 80 - 8 \Rightarrow P_{cus} = 72 \text{ W}$$

$$P_{cus} = I_s^2 \cdot R_s \Rightarrow R_s = \frac{P_{cus}}{I_s^2} = \frac{72}{8^2} \Rightarrow R_s = 1,125 \ \Omega$$

Άσκηση 4

Σε έναν μονοφασικό Μ/Σ ισχύος 10 KVA, μετρήθηκαν $P_{cu} = 80 \text{ W}$ και μαγνητικές απώλειες $P_{Fe} = 40 \text{ W}$. Αν ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi = 0,8$, να βρεθεί ο βαθμός απόδοσης του μετασχηματιστή σε πλήρη φορτίο.

Λύση

$$\eta = \frac{I_s \cdot V_s \cdot \cos\phi}{I_s \cdot V_s \cdot \cos\phi + P_{Fe} + P_{cu}} = \frac{10000 \cdot 0,8}{10000 \cdot 0,8 + 40 + 80} = 0,985 \Rightarrow \% \eta = 98,5 \%$$

Άσκηση 5

Κάνοντας το πείραμα βραχυκύκλωσης σε έναν μονοφασικό Μ/Σ

240 V / 660 V, ισχύος 10 KVA, μεταβάλλουμε την τάση του πρωτεύοντος μέχρι να φτάσουμε στα μέγιστα ρεύματα φόρτισης. Η μετρούμενη ωμική αντίσταση του πρωτεύοντος βρέθηκε $R_p = 0,10 \ \Omega$ και

του δευτερεύοντος $R_s = 3 \Omega$. Να βρεθούν οι συνολικές ηλεκτρικές απώλειες του μετασχηματιστή.

Λύση

$$I_s = \frac{S_s}{V_s} \Rightarrow I_s = \frac{10000}{660} \Rightarrow I_s = 15,15 \text{ A}$$

$$I_p = \frac{S_p}{V_p} \Rightarrow I_s = \frac{10000}{240} \Rightarrow I_p = 41,67 \text{ A}$$

$$P_{cu} = I_p^2 \cdot R_p + I_s^2 \cdot R_s = 41,67^2 \cdot 0,1 + 15,15^2 \cdot 3 = 1736,3 + 688,5 \Rightarrow \\ \Rightarrow P_{cu} = 2424,8 \text{ W}$$

Άσκηση 6

Ένας μονοφασικός Μ/Σ με λόγο σπειρών $\frac{N_p}{N_s} = \frac{100000}{1000}$, συνδέεται στο πρωτεύον τύλιγμα σε τάση 66000 V. Αν το δευτερεύον τύλιγμα συνδέεται σε αντίσταση φορτίου $R_L = 50 \Omega$ να βρεθεί:

Α) η τάση δευτερεύοντος, β) το ρεύμα δευτερεύοντος γ) το ρεύμα πρωτεύοντος και δ) η φαινόμενη ισχύς εξόδου.

Λύση

$$\text{A)} \quad \alpha = \frac{N_p}{N_s} = \frac{100000}{1000} = 100$$

$$\alpha = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_p}{\alpha} = \frac{66000}{100} \Rightarrow V_s = 660 \text{ V}$$

$$\text{B)} \quad I_s = \frac{V_s}{R_L} \Rightarrow I_s = \frac{660}{50} \Rightarrow I_s = 13,2 \text{ A}$$

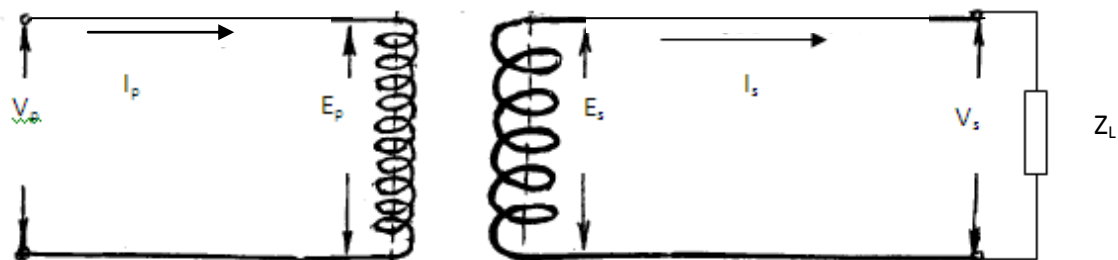
$$\text{Γ)} \quad \alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{13,2}{100} = 0,132 \text{ A}$$

$$\text{Δ)} \quad S_s = I_s \cdot V_s = 660 \cdot 13,2 \Rightarrow S_s = 8712 \text{ VA}$$

Ασκήσεις με κυκλωματικά ισοδύναμα

Άσκηση 1

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένας ιδανικός μετασχηματιστής



$$z_L = 4 \angle 30^\circ \Omega$$

$$\alpha = 5$$

$$V_p = 120 \angle 0^\circ \text{ V}$$

Να βρεθεί: α) η V_s , β) το I_s , γ) το I_p , δ) το P_s και ε) η P_p

Λύση

$$\alpha) E_p = V_p = 120 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\alpha = \frac{E_p}{E_s} \Rightarrow E_s = \frac{E_p}{\alpha} = \frac{120 \angle 0}{5} = 24 \angle 0 \text{ V}$$

$$V_s = E_s = 24 \angle 0 \text{ V}$$

$$\beta) I_s = \frac{V_s}{Z_L} = \frac{24 \angle 0}{4 \angle 30} = 6 \angle -30^\circ \text{ A}$$

$$\gamma) \alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{6 \angle -30}{5} \Rightarrow I_p = 1,2 \angle -30^\circ \text{ A}$$

$$\delta) P_s = I_s \cdot V_s \cdot \cos\varphi = 24 \cdot 6 \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow P_s = 124,7 \text{ W}$$

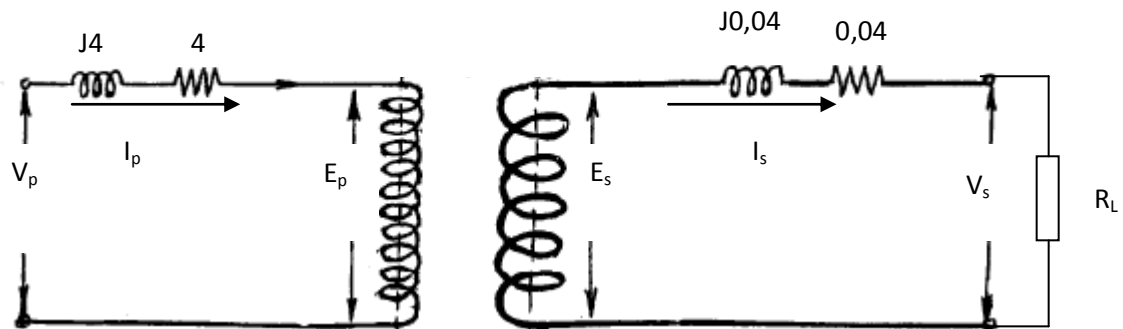
$$\epsilon) P_p = I_p \cdot V_p \cdot \cos\varphi = 120 \cdot 1,2 \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow P_p = 124,7 \text{ W}$$

Επαληθεύεται με αυτόν τον τρόπο η θεώρηση που κάναμε για τον μετασχηματιστή (ιδανικός).

Άσκηση 2

Ένας μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο M/Σ $\alpha=10$, έχει ισοδύναμη αντίσταση πρωτεύοντος, $4+j4 \Omega$ και δευτερεύοντος $0,04+j0,04 \Omega$. Αν η $V_L = 120 \angle 0^\circ \text{ V}$ και $I_L = 20 \angle -30^\circ \text{ A}$ πάνω στο φορτίο, να βρεθεί η V_p .

Λύση



$$E_s = I_s (0,04 + j 0,04) + V_s = (20 \angle -30^\circ) \cdot (0,0565 \angle 45^\circ) + 120 \angle 0^\circ =$$

$$= 1,13 \angle 15^\circ + 120 \angle 0^\circ = 1,09 + j0,292 + 120 + j0 = 121,09 + j0,292 \Rightarrow$$

$$\mathbf{E_s = 121 \angle 0,138^\circ \text{ V}}$$

$$\alpha = \frac{E_p}{E_s} \Rightarrow E_p = \alpha \cdot E_s = 10 \cdot 121 \angle 0,138^\circ \Rightarrow \mathbf{E_p = 1210 \angle 0,138^\circ \text{ V}}$$

$$\alpha = \frac{I_s}{I_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{20 \angle -30^\circ}{10} \Rightarrow \mathbf{I_p = 2 \angle -30^\circ \text{ A}}$$

$$V_p = I_p (4 + j 4) + E_p = 2 \angle -30^\circ (5,656 \angle 45^\circ) + 1210 \angle 0,138^\circ$$

$$= 11,31 \angle 15^\circ + 1210 \angle 0,138^\circ = 10,92 + j2,92 + 1210 + j2,91 =$$

$$= 1221 + j5,84 \Rightarrow \mathbf{V_p = 1221 \angle 0,274^\circ \text{ V}}$$

Ασκήσεις με τριφασικούς μετασχηματιστές

Άσκηση 1

Ένας τριφασικός μετασχηματιστής έχει $\alpha = \frac{N_p}{N_s} = \frac{500}{50} = 10$, και συνδέεται στο πρωτεύον σε τάση 2,4 KV (πολική). Να βρεθεί η τάση εν κενώ στο δευτερεύον α) για σύνδεση αστέρα – τριγώνου και β) για σύνδεση τριγώνου – αστέρα

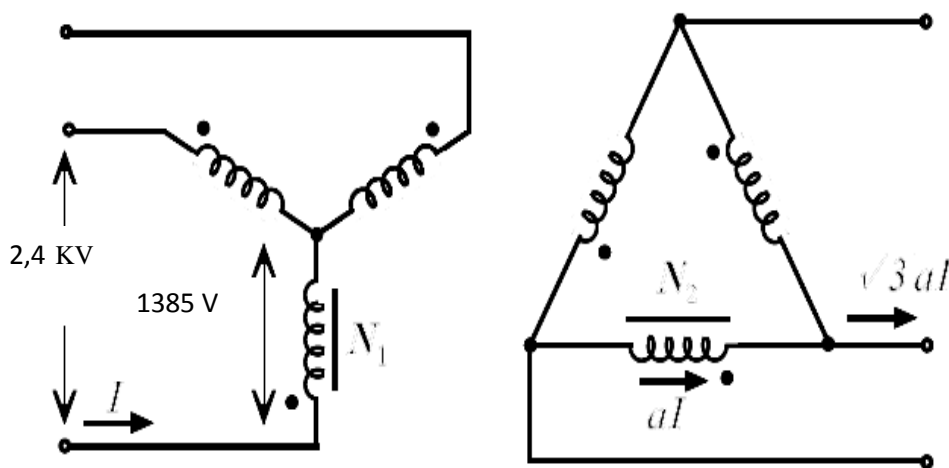
Λύση

A)

Σύνδεση αστέρα – τριγώνου

$$U_{LP} = 2400 \text{ V}$$

$$U_{PP} = \frac{2400}{\sqrt{3}} = 1385 \text{ V}$$



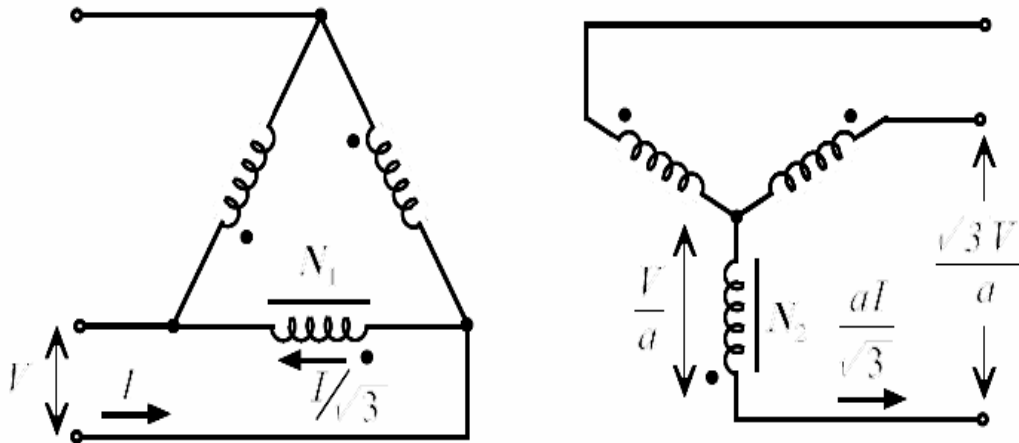
$$\alpha = \frac{N_p}{N_s} = \frac{500}{50} = 10$$

$$\alpha = \frac{U_{pp}}{U_{ps}} \Rightarrow U_{ps} = \frac{U_{pp}}{\alpha} = \frac{1385}{10} \Rightarrow U_{Ls} = U_{Ps} = 138,5 \text{ V}$$

A)

Σύνδεση τριγώνου - αστέρα

$$U_{LP} = U_{PP} = 2400 \text{ V}$$



$$\alpha = \frac{N_p}{N_s} = \frac{500}{50} = 10$$

$$\alpha = \frac{U_{pp}}{U_{ps}} \Rightarrow U_{ps} = \frac{U_{pp}}{\alpha} = \frac{2400}{10} \Rightarrow \mathbf{U_{ps} = 240 \text{ V}}$$

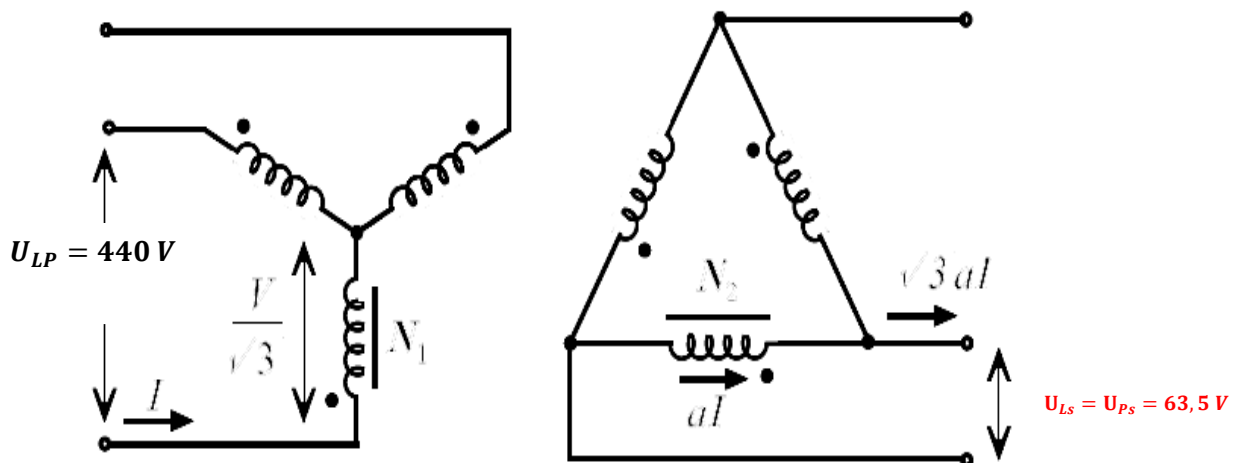
$$\mathbf{U_{Ls} = \sqrt{3} \cdot U_{ps} = \sqrt{3} \cdot 240 = 415,7 \text{ V}}$$

Άσκηση 2

Σε έναν τριφασικό μετασχηματιστή που αποτελείται από 3 μονοφασικούς μετασχηματιστές, συνδέονται τα τυλίγματα σε σύνδεση Y – Δ και έχουν λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 4$. Αν στο πρωτεύον η πολική τάση είναι $U_{LP} = 440 \text{ V}$, υπολογίστε:

- 1) την πολική τάση του δευτερεύοντος,
- 2) την φασική τάση του πρωτεύοντος και
- 3) την φασική τάση του δευτερεύοντος

Λύση



2) η φασική τάση του πρωτεύοντος είναι:

$$U_{LP} = 440 \text{ V}$$

$$U_{PP} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254 \text{ V}$$

3) η φασική τάση του δευτερεύοντος είναι:

$$\alpha = \frac{U_{PP}}{U_{Ps}} \Rightarrow U_{Ps} = \frac{U_{PP}}{\alpha} = \frac{254}{4} \Rightarrow U_{Ps} = 63,5 \text{ V}$$

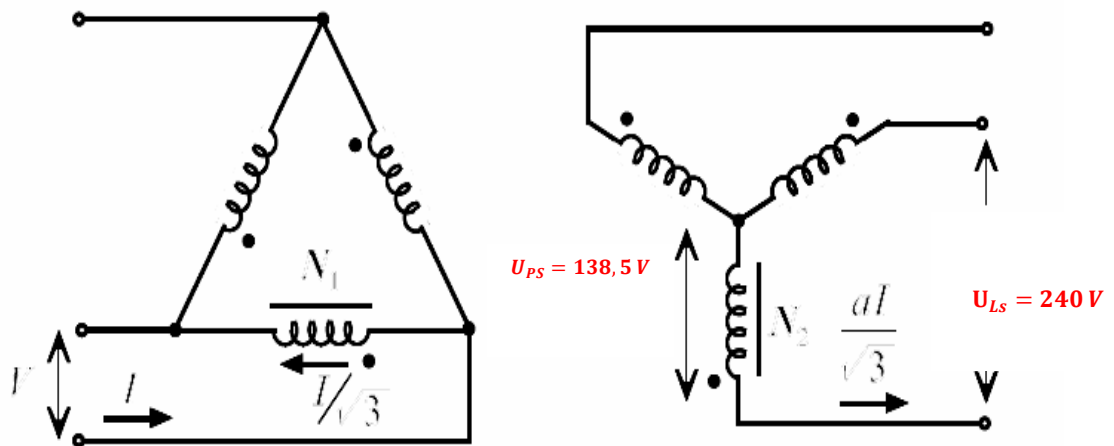
1) η πολική τάση του δευτερεύοντος είναι: $U_{Ls} = U_{Ps} = 63,5 \text{ V}$

Άσκηση 3

Η πολική τάση στο δευτερεύον τύλιγμα ενός τριφασικού Μ/Σ που αποτελείται από 3 μονοφασικούς Μ/Σ και συνδέεται σε συμμετρικό φορτίο, είναι 240 V. Ο Μ/Σ είναι συνδεδεμένος σε Δ – Υ και έχει λόγο μετασχηματισμού $\alpha = 1/5=0,2$. Να υπολογιστεί:

- 1) η πολική τάση του πρωτεύοντος
- 2) Το ρεύμα σε κάθε τύλιγμα του δευτερεύοντος αν το κάθε ρεύμα γραμμής στο δευτερεύον είναι 50 A
- 3) το ρεύμα γραμμής στο πρωτεύον και
- 4) το ρεύμα του τυλίγματος στο πρωτεύον.

Λύση



1) Η φασική τάση του δευτερεύοντος είναι :

$$U_{PS} = \frac{240}{\sqrt{3}} = 138,5 V$$

Γνωρίζουμε ότι ισχύει πάντα:

$$\alpha = \frac{U_{pp}}{U_{ps}} \Rightarrow U_{pp} = U_{ps} \cdot \alpha = 138,5 \cdot 0,2 = 27,7 \text{ V}$$

$$U_{LP} = U_{PP} = 27,7 \text{ V}$$

2) επειδή έχουμε σύνδεση αστέρα ισχύει:

$$I_{LS} = I_{PS} = 50 \text{ A}$$

$$4) \alpha = \frac{I_{pS}}{I_{PP}} \Rightarrow I_{PP} = \frac{I_{pS}}{\alpha} = \frac{50}{0,2} \Rightarrow I_{PP} = 250 \text{ A}$$

$$3) I_{LP} = \sqrt{3} \cdot I_{PP} = \sqrt{3} \cdot 250 \Rightarrow I_{LP} = 433 \text{ A}$$