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 cosφ 0.8 επαγωγικό . Να βρεθούν (α) ο λόγος μετασχηματισμού, (β) το ρεύμα του πρωτεύοντος, (γ) η ισχύος που αποδίδεται στο φορτίο, και(δ) η μαγνητική ροή στον σιδηροπυρήνα.

Λύση

Α) ο λόγος μετασχηματισμού : α = 150/750 = 1/5=0.2

Β) $\boldsymbol{\alpha = \frac{I_\varsigma}{I_\rho} \Rightarrow I_\rho = \frac{I_\varsigma}{\alpha} = \frac{4}{0.2} = 20A}$

Γ) η τάση στο δευτερεύον τύλιγμα είναι :

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

Η ισχύς που αποδίδεται στο φορτίο είναι

$$\mathbf{P_L = I_S \cdot V_S \cdot cos\varphi = 4 \cdot 1200 \cdot 0.8 = 3840\ \ W}$$

Δ) η μαγνητική ροή είναι:

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

Άσκηση 2

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

Λύση

Α) $\boldsymbol{\alpha = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_p}{\alpha} = \frac{540}{6} = 90\,V}$

$$\mathbf{S_S = I_S \cdot V_S\ = 90 \cdot 30 = 2700\ \ VA}$$

Β) $\mathbf{P_S = I_S \cdot V_S\ \cdot cos\varphi = 2700 \cdot 0,8 = 2160\,W}$

Γ) $\boldsymbol{\alpha} = \frac{I_ς}{I_ρ} \Rightarrow \boldsymbol{I_ρ} = \frac{I_ς}{\alpha} = \frac{30}{6} = \mathbf{5}\ \boldsymbol{A}$

Άσκηση 3

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

Λύση

$P_{cu} = I^2_p \cdot R_p + I^2_s \cdot R_s = P_{cup} + P_{cus}$

Επειδή: $\boldsymbol{\alpha} = \frac{I_ς}{I_ρ} \Rightarrow \boldsymbol{I_ρ} = \frac{I_ς}{\alpha} = \frac{8}{4} = \mathbf{2}\ \boldsymbol{A}$

$P_{cup} = I^2_p \cdot R_p = 2^2 \cdot 2 = 8$ W

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

$P_{cus} = I^2_s \cdot R_s \Rightarrow R_s = \frac{P_{cus}}{I_S^2} = \frac{72}{8^2} \Rightarrow \mathbf{R_s = 1{,}125\ \Omega}$

Άσκηση 4

Σε έναν μονοφασικό Μ/Σ ισχύος 10 KVA, μετρήθηκαν $P_{cu} = 80$ W και μαγνητικές απώλειες $P_{Fe} = 40$ W. Αν ο συντελεστής ισχύος cosφ= 0.8, να βρεθεί ο βαθμός απόδοσης του μετασχηματιστή σε πλήρη φορτίο.

Λύση

$\eta = \frac{I_S \cdot V_S \cdot \cos\varphi}{I_S \cdot V_S \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + P_{cu}} = \frac{10000 \cdot 0{,}8}{10000 \cdot 0{,}8 + 40 + 80} = 0{,}985 \Rightarrow$ **% η = 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 Ω και

του δευτερεύοντος R_s = 3 Ω. Να βρεθούν οι συνολικές ηλεκτρικές απώλειες του μετασχηματιστή.

Λύση

$$\mathbf{I_ς = \frac{S_ς}{V_s} \Rightarrow I_ς = \frac{10000}{660} \Rightarrow I_ς = 15,15\ A}$$

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

$$\mathbf{P_{cu} = I^2_p \cdot R_p + I^2_s \cdot R_s = 41,67^2 \cdot 0,1 + 15,15^2 \cdot 3 = 1736,3 + 688,5 \Rightarrow}$$

$$\mathbf{\Rightarrow P_{cu} = 2424,8\ W}$$

<u>Άσκηση 6</u>

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 Ω να βρεθεί:

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

Λύση

Α) $\mathbf{α = \frac{N_p}{N_s} = \frac{100000}{1000} = 100}$

$$\mathbf{α = \frac{V_p}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{V_p}{α} = \frac{66000}{100} \Rightarrow V_s = 660\ V}$$

Β) $\mathbf{I_ς = \frac{V_ς}{R_L} \Rightarrow I_ς = \frac{660}{50} \Rightarrow I_ς = 13,2\ A}$

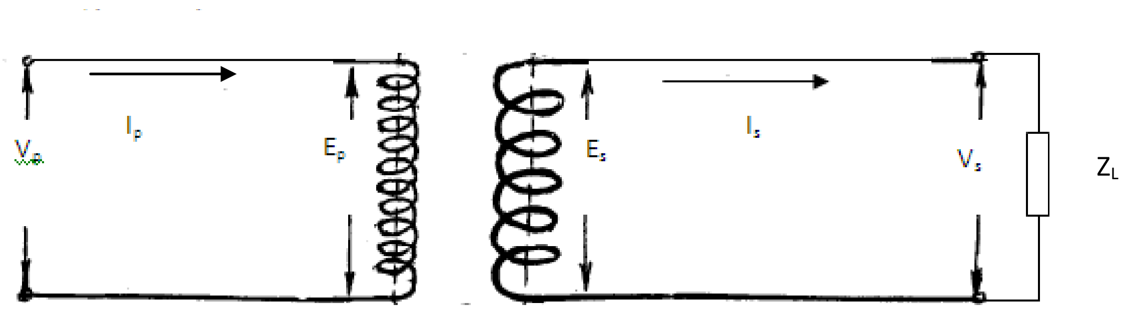
Γ) $\mathbf{α = \frac{I_ς}{I_ρ} \Rightarrow I_ρ = \frac{I_ς}{α} = \frac{13,2}{100} = 0,132\ A}$

Δ) $\mathbf{S_S = I_S \cdot V_S = 660 \cdot 13,2 \Rightarrow S_S = 8712\ VA}$

Ασκήσεις με κυκλωματικά ισοδύναμα

Άσκηση 1

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένας ιδανικός μετασχηματιστής



Z_L =4$< 30^0$ **Ω**

α= 5

$\mathbf{V_\rho = 120} < 0^0$ V

Να βρεθεί: α)η $V_ς$, β) το $I_ς$, γ)το I_ρ, δ) το $P_ς$ και ε)η P_ρ

Λύση

α)$E_\rho = V_p = 120 < 0^0$ V

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

$\mathbf{V_ς = E_s = 24} < 0$ **V**

β) $Iς = \frac{Vς}{Z_L} = \frac{24<0}{4<30} = 6 < \mathbf{-30^0\ A}$

γ) $\alpha = \frac{I_ς}{I_\rho} \Rightarrow I_\rho = \frac{I_ς}{\alpha} = \frac{6<-30}{5} \Rightarrow \boldsymbol{I_\rho} = \mathbf{1{,}2} < \mathbf{-30^0\ A}$

δ) $P_S = I_S \cdot V_S \cdot \cos\varphi = 24 \cdot 6 \cdot \cos 30^0 \Rightarrow \mathbf{P_S = 124,7 \ \ W}$

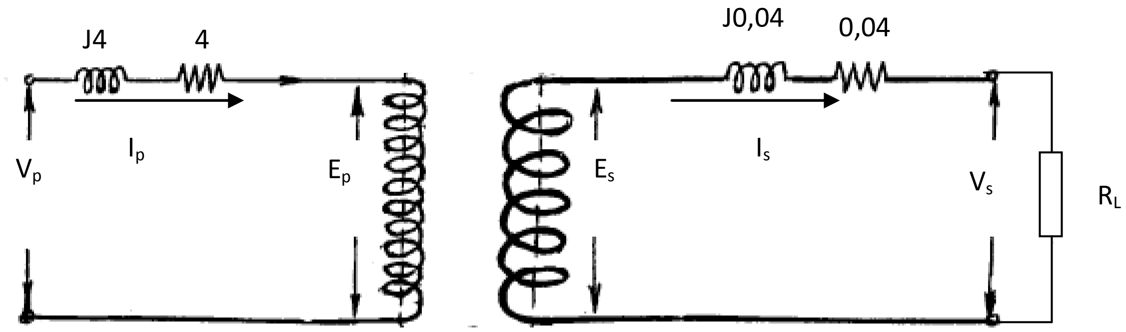
ε) $P_\rho = I_\rho \cdot V_\rho \cdot \cos\varphi = 120 \cdot 1{,}2 \cdot \cos 30^0 \Rightarrow \mathbf{P_\rho = 124,7 \ \ W}$

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

<u>Άσκηση 2</u>

Ένας μονοφασικός μετασχηματιστής με λόγο Μ/Σ α=10 , έχει ισοδύναμη αντίσταση πρωτεύοντος , 4+j4 Ω και δευτερεύοντος 0,04+j0,04 Ω. Αν η $\mathbf{V}_{\boldsymbol{L}} = \mathbf{120} < 0^0$ V και $\mathbf{I}_{\boldsymbol{L}} = \mathbf{20} < -30^0$ A πάνω στο φορτίο , να βρεθεί η $\mathbf{V}_{\boldsymbol{p}}$.

Λύση



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

$=1{,}13 < 15^0 + 120 < 0^0 = 1{,}09 + j0{,}292 + 120 + j0 = 121{,}09 + j0{,}292 \Rightarrow$

$\mathbf{E_s = 121} < 0{,}138^{\mathbf{0}}$ **V**

$\alpha = \frac{E_p}{E_s} \Rightarrow E_p = \alpha \cdot E_s = 10 \cdot 121 < 0{,}138^0 \Rightarrow \mathbf{Ep\ = 1210} < 0{,}138^{\mathbf{0}}$ **V**

$\alpha = \frac{I_s}{I_\rho} \Rightarrow I_\rho = \frac{I_s}{\alpha} = \frac{20<-30}{10} \Rightarrow \boldsymbol{I_\rho} = \mathbf{2} < -30^{\mathbf{0}}$ **A**

$V_p = I_\rho(4 + j\,4) + E_p = 2 < -30^0\ (5{,}656 < 45^0) + 1210 < 0{,}138^0$
$=11{,}31 < 15^0 + 1210 < 0{,}138^0 = 10{,}92 + j2{,}92 + 1210 + j2{,}91 =$

$=1221 + j5{,}84 \Rightarrow \mathbf{Vp\ = 1221} < 0{,}274^{\mathbf{0}}$ **V**

Ασκήσεις με τριφασικούς μετασχηματιστές

Άσκηση 1

Ένας τριφασικός μετασχηματιστής έχει $\boldsymbol{\alpha}= \frac{N_p}{N_s} = \frac{500}{50}$ **=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

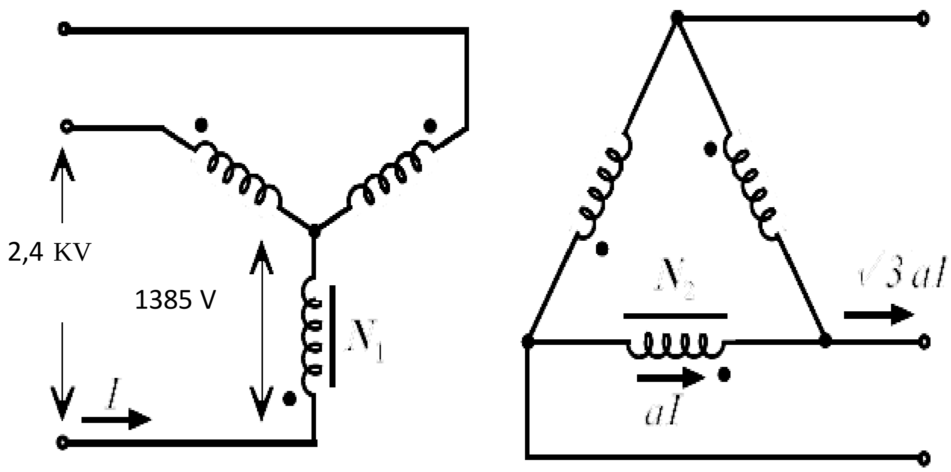
Λύση

Α)

Σύνδεση αστέρα – τριγώνου

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

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



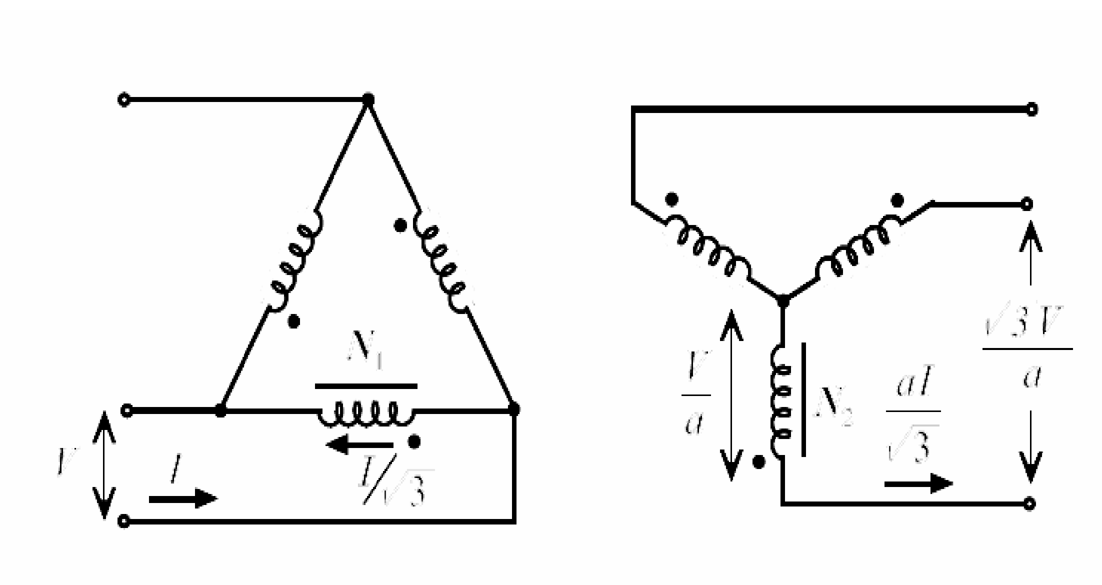
$$\alpha = \frac{N_p}{N_s} = \frac{500}{50} = 10$$

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

Α)

Σύνδεση τριγώνου - αστέρα

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



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

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

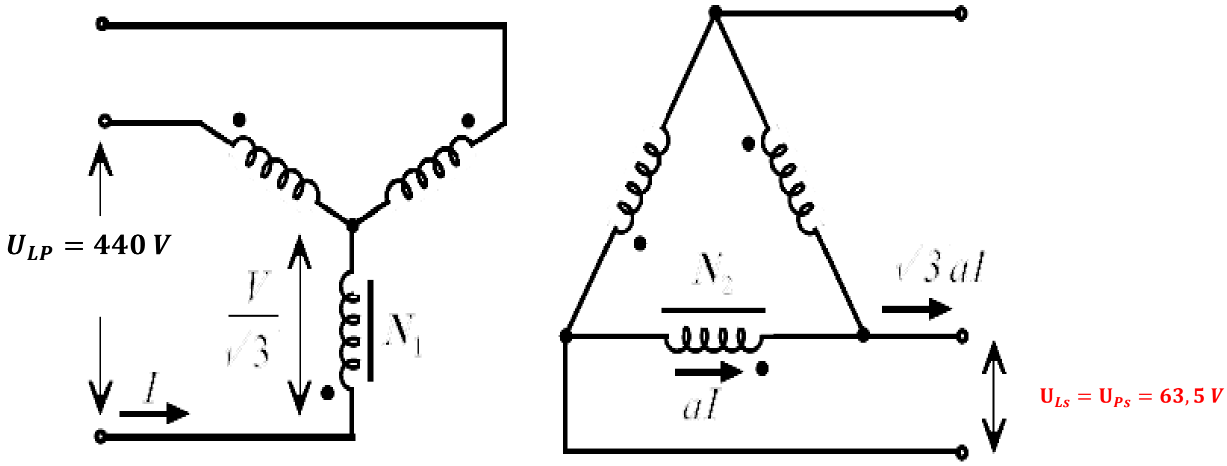
$$U_{Ls} = \sqrt{3} \cdot U_{Ps} = \sqrt{3} \cdot 240 = 415{,}7\ V$$

Άσκηση 2

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

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

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

3) η φασική τάση του δευτερεύοντος είναι:

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

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

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 α = 1/5=0,2. Να υπολογιστεί¨

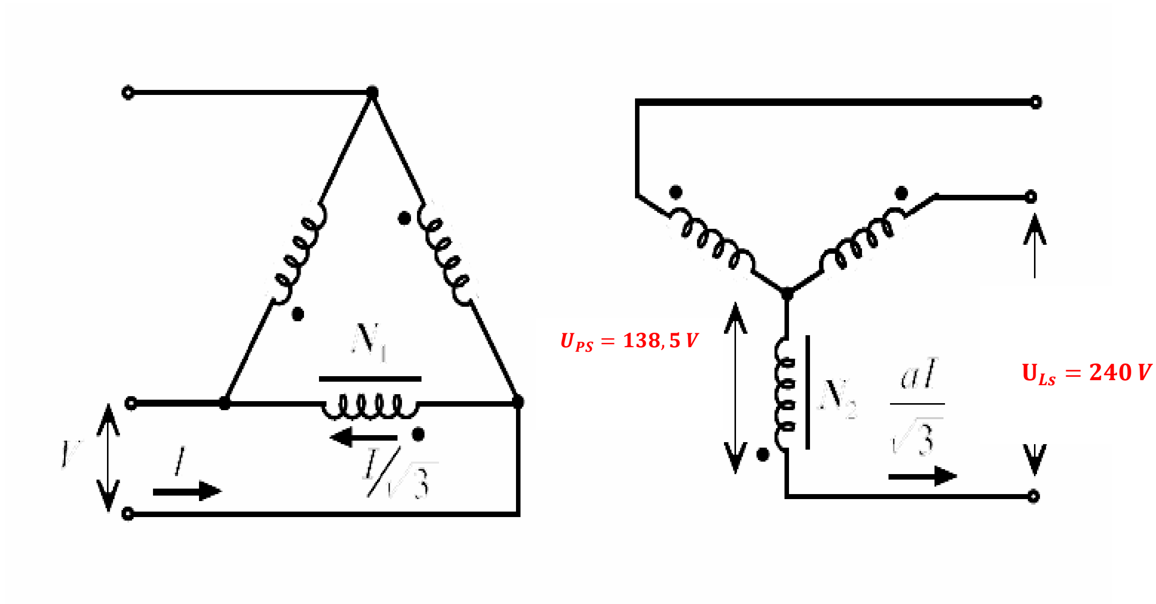
1)η πολική τάση του πρωτεύοντος

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:

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

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

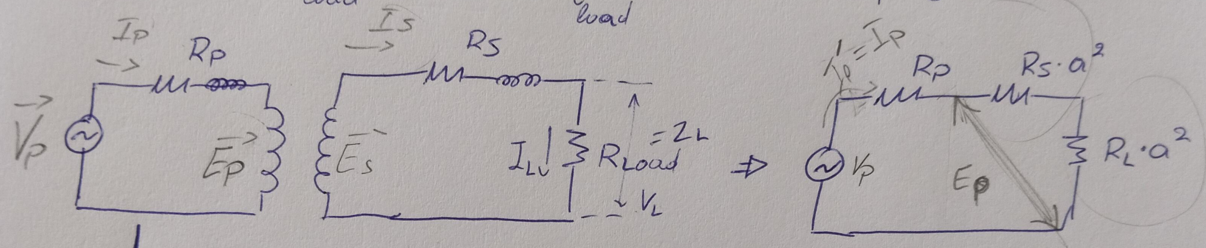
$$3)\ I_{LP} = \sqrt{3} \cdot I_{PP} = \sqrt{3} \cdot 250 \Rightarrow I_{LP} = 433A$$

Εναλλακτική λύση άσκησης 2 μονοφασικών μετασχηματιστών (με ισοδύναμο κύκλωμα)

Άσκηση 2 1Φ ΜΤΣΧ $\alpha = 10 = \frac{N_P}{N_S}$ $R_P = 4+4j =$ (8)

$R_S = 0,04 + 0,04 \cdot j$

$V_L = 120\angle 0°$ (load) $I_L'' = 20\angle -30°$ (load) $V_P = ;$



A' τρόπος

$Z_L = R_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{120}{20} e^{j30°} = 6 \cdot e^{j30°}\ \Omega$

$Z_{tot} = 4\sqrt{2} \cdot e^{j45°} + 4\sqrt{2} \cdot e^{j45°} + 600e^{j30°}$

$= 8\sqrt{2} \cdot e^{j45°} + 600e^{j30°}$

$= 8 + 8j + 600(\cos 30° + j \cdot \sin 30°)$

$= 8 + 8j + 300\sqrt{3} + 300j = (8 + 300\sqrt{3}) + 308j$

$= 610,94 \cdot e^{j30,27°}\ \Omega$

$I_P = I_S/10 = 2 \cdot e^{-j30°}\ A$

$V_P = I_P \cdot Z_{tot} = 2e^{-j30°} \cdot 610,94\, e^{j30,27°} = 1221,9\, e^{j0,27°}\ V$