

Άσκηση 1

Μονοφασικός μετασχηματιστής, 500 kVA , $11.2 / 2.2 \text{ kV}$, 50 Hz , με τάση 345 V στο τύλιγμα Υ.Τ. απορροφά το ονομαστικό ρεύμα, όταν το τύλιγμα Χ.Τ. είναι βραχυκυκλωμένο. Η απορροφωμενη ισχύς στη συγκεκριμένη λειτουργική κατάσταση είναι 3375 W . Να υπολογιστεί η τάση στα άκρα του φορτίου, για λειτουργία υπό ονομαστικό φορτίο και συντελεστή ισχύος 0.8 επαγωγικό (στο πρωτεύων).

Βοήθεια: Αγνοήστε τον εγκάρσιο κλάδο

Άσκηση 1 – Λύση

Λύση

Με βάση τα στοιχεία από τη δοκιμή βραχυκύκλωσης, θα υπολογιστούν τα στοιχεία του π -κλάδου του ισοδύναμου κυκλώματος του Μ/Σ, από την πλευρά της Υ.Τ. (πλευρά πρωτεύοντος). Είναι

$$I_{sc} = I_{a,no} = \frac{500000VA}{11200V} = 44.64A$$

Επομένως,

$$R'_{eq} = R_1 + R'_2 = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{3375W}{44.64^2 A^2} = 1.69\Omega$$

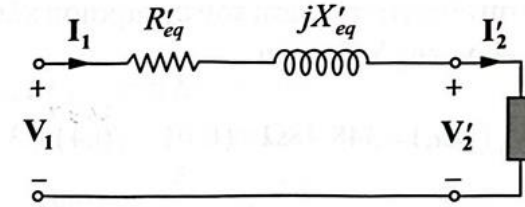
Επίσης,

$$Z'_{eq} = \sqrt{R_{eq}'^2 + X_{eq}'^2} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{345V}{44.64A} = 7.73\Omega$$

και

$$X'_{eq} = \sqrt{Z_{eq}'^2 - R_{eq}'^2} = \sqrt{7.73^2 - 1.69^2} = 7.54\Omega$$

Με βάση τα παραπάνω το ισοδύναμο κύκλωμα του Μ/Σ από την πλευρά του πρωτεύοντος (αγνοώντας τον παράλληλο κλάδο) είναι



Κατά τη λειτουργία στο πλήρες και θεωρώντας την τάση τροφοδοσίας του Μ/Σ ως αναφορά, είναι

$$V_1 = 11200 \angle 0^\circ V \quad \text{και} \quad I_1 = I'_2 = 44.64 \angle -36.87^\circ A$$

Επομένως

$$V'_2 = V_1 - I_1 (R'_{eq} + jX'_{eq}) = 11200 \angle 0^\circ - (44.64 \angle -36.87^\circ) \times (1.69 + j7.54) \Rightarrow$$
$$V'_2 = 10940 \angle -1.17^\circ V$$

Λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση μεταφοράς του Μ/Σ, η τάση από την πλευρά του φορτίου για τις συγκεκριμένες λειτουργικές συνθήκες, είναι

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \left(\frac{2200}{11200} \right) \times 10940 = 2148.93V$$

Άσκηση 2

Οι ωμικές αντιστάσεις και οι αντιδράσεις σκέδασης, μονοφασικού Μ/Σ $10kVA, 2200/220V, 50 Hz$, είναι:

$$R_1 = 4\Omega, R_2 = 0.04\Omega, X_1 = 5\Omega, X_2 = 0.05\Omega$$

Να βρεθούν:

1. Η εκατοστιαία πτώση τάσης για λειτουργία με ονομαστικό φορτίο και τάση, συντελεστή ισχύος 0.8 επαγωγικό και 0.8 χωρητικό (στο δευτερεύων), καθώς επίσης και ο βαθμός απόδοσης. Οι απώλειες σιδήρου είναι $80W$.
2. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας, για ονομαστική τάση τροφοδοσίας.

Άσκηση 2

Λύση

Η σχέση μεταφοράς του Μ/Σ, είναι

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2200}{220} = 10$$

Επομένως,

$$R'_2 = a^2 R_2 = 100 \times 0.04 \Omega = 4 \Omega$$

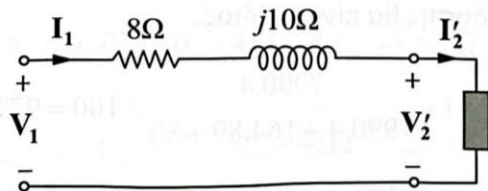
και

$$X'_2 = a^2 X_2 = 100 \times 0.05 \Omega = 5 \Omega$$

Η ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση του εγκάρσιου κλάδου του ισοδύναμου κυκλώματος, ανηγμένη στη πλευρά της Υ.Τ. είναι

$$Z'_{eq} = (R_1 + R'_2) + j(X_1 + X'_2) = (8 + j10) \Omega$$

Το ισοδύναμο κύκλωμα του Μ/Σ, είναι



Για ονομαστική φόρτιση

$$V'_2 = 2200V \quad \text{και} \quad I_1 = I'_2 = \frac{10000VA}{2200V} = 4.54A$$

Θεωρώντας την τάση στο φορτίο ως αναφορά, για επαγωγική φόρτιση

$$I'_2 = 4.54 \angle -36.87^\circ A$$

και

$$V_1 = V'_2 + I'_2 Z'_{eq} = 2200 + (4.54 \angle -36.87^\circ) \times (8 + j10) = 2256.34 \angle 0.37^\circ V$$

Η εκατοστιαία πτώση τάσης, είναι

$$VR(\%) = \frac{V_1 - V'_2}{V'_2} \times 100 = \frac{2256.34 - 2200}{2200} \times 100 = 2.56\%$$

Στην περίπτωση χωρητικής φόρτισης

$$I'_2 = 4.54 \angle +36.87^\circ A$$

$$V_1 = V'_2 + I'_2 Z'_{eq} = 2200 + (4.54 \angle +36.87^\circ) \times (8 + j10) = 2202.58 \angle 1.51^\circ V$$

και

$$VR(\%) = \frac{V_1 - V'_2}{V'_2} \times 100 = \frac{2202.58 - 2200}{2200} \times 100 = 0.12\%$$

Ο βαθμός απόδοσης, δίνεται από τη σχέση

$$\eta(\%) = \frac{P_L}{P_L + P_{Cu} + P_{Fe}} \times 100$$

Όπου

$$P_L = V'_2 I'_2 \cos \phi_L = 2200 \times 4.54 \times 0.8 = 7990.4W$$

και

$$P_{Cu} = I_2'^2 R'_{eq} = 4.54^2 \times 8 = 164.89W$$

Παρατηρούμε ότι, τόσο η ισχύς στο φορτίο όσο και οι απώλειες χαλκού, παραμένουν ίδιες στην περίπτωση της επαγωγικής και της χωρητικής φόρτισης. Επομένως, και ο βαθμός απόδοσης θα είναι ο ίδιος.

$$\eta(\%) = \frac{7990.4}{7990.4 + 164.89 + 80} \times 100 = 97\%$$

Στην περίπτωση που το τύλιγμα του δευτερεύοντος βραχυκυκλωθεί, το ρεύμα βραχυκύκλωσης στο πρωτεύον τύλιγμα είναι

$$I_{1,sc} = \frac{V_1}{Z'_{eq}} = \frac{2200}{\sqrt{8^2 + 10^2}} = 171.79A$$

Άσκηση 3

Σε μονοφασικό μετασχηματιστή 15KVA , $2300/230\text{V}$, οι δοκιμές ανοιχτού κυκλώματος και βραχυκύκλωσης, έδωσαν τις ακόλουθες τιμές:

Δοκιμή ανοιχτού κυκλώματος: $V_{oc} = 2300\text{V}$, $I_{oc} = 0.21\text{A}$, $P_{oc} = 50\text{W}$

Δοκιμή βραχυκύκλωσης: $V_{sc} = 47\text{V}$, $I_{sc} = 6\text{A}$, $P_{sc} = 160\text{W}$

Να βρεθούν:

1. Το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή, ανηγμένο στο πρωτεύον.
2. Η εκατοστιαία πτώση τάσης για ονομαστικό φορτίο, ονομαστική τάση στο δευτερεύον και συντελεστή ισχύος 0.8 χωρητικό.
3. Οι απώλειες χαλκού και πυρήνα, για τις λειτουργικές συνθήκες του 2^{ου} ερωτήματος.

Άσκηση 3- Λύση

Από τα δεδομένα της δοκιμής ανοιχτού κυκλώματος, έχουμε:

$$R_c = \frac{V_{oc}^2}{P_{oc}} = \frac{2300^2}{50} = 105800\Omega$$

Επίσης,

$$S_{oc} = V_{oc} I_{oc} = 2300V \times 0.21A = 483VA$$

και

$$Q_{oc} = \sqrt{S_{oc}^2 - P_{oc}^2} = \sqrt{483^2 - 50^2} = 480.45VA_r$$

Επομένως,

$$X_m = \frac{V_{oc}^2}{Q_{oc}} = \frac{2300^2}{480.45} = 11010\Omega$$

Από τα δεδομένα της δοκιμής βραχυκύκλωσης, έχουμε:

$$R_{eq} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{160}{36} = 4.44\Omega \quad \text{και} \quad Z_{sc} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{47V}{6A} = 7.83\Omega$$

Επομένως,

$$X_{eq} = \sqrt{Z_{sc}^2 - R_{eq}^2} = \sqrt{7.83^2 - 4.44^2} = 6.44\Omega$$

Ισχύει ότι

$$R_1 = R'_2 = \frac{R_{eq}}{2} = 2.22\Omega \quad \text{και} \quad X_1 = X'_2 = \frac{X_{eq}}{2} = \frac{6.44}{2} = 3.22\Omega$$

Εάν θεωρήσουμε την τάση από την πλευρά του δευτερεύοντος τυλίγματος ως αναφορά

$$V_2 = 2300\angle 0^\circ V$$

για ονομαστική λειτουργία

$$I_{2,ns} = \frac{15000VA}{2300V} = 6.52A$$

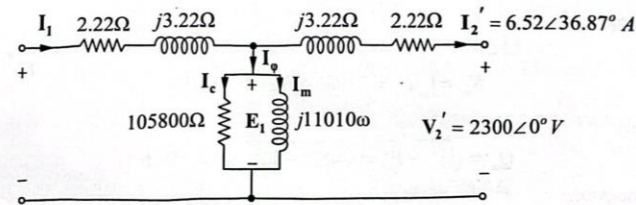
Για συντελεστή ισχύος στο φορτίο $\text{S.I.} = 0.8$ χωρητ. Το ρεύμα δευτερεύοντος θα προηγείται ως προς τη τάση με γωνία

$$\varphi = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ$$

Επομένως,

$$I_2 = 6.52\angle 36.87^\circ$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ισοδύναμο κύκλωμα του μονοφασικού μετασχηματιστή ανηγμένο στο πρωτεύον, είναι



Ισχύει ότι

$$E_1 = V_2' + I_2' (R_2' + jX_2') = 2300\angle 0^\circ + (6.52\angle 36.87^\circ)(2.22 + j3.22) = 2299.12\angle 0.64^\circ V$$

και

$$I_\varphi = I_c + I_m = \frac{E_1}{R_c} + \frac{E_1}{jX_m} = \frac{2300\angle 0^\circ}{105800} + \frac{2300\angle 0^\circ}{j11010} = 0.21\angle -84.06^\circ A$$

Επίσης

$$I_1 = I_\varphi + I_2' = (6.52\angle 36.87^\circ) + (0.21\angle -84.06^\circ) = 6.41\angle 35.26^\circ A$$

Επομένως

$$V_1 = E_1 + I_1 (R_1 + jX_1) = 2299.12\angle 0.64^\circ + (6.41\angle 35.26^\circ)(2.22 + j3.22) = 2299.24\angle 1.26^\circ V$$

Η εκατοστιαία πτώση τάσης, είναι

$$VR(\%) = \frac{V_1 - V_2'}{V_2'} \times 100 = \frac{2299.12 - 2300}{2300} \times 100 = -0.04\%$$

Οι απώλειες χαλκού και πυρήνα, αντίστοιχα είναι

$$P_{cu} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = (6.41^2 + 6.52^2) \times 2.22 = 185.59W$$

και

$$P_c = I_c^2 R_c = \frac{E_1^2}{R_c} = \frac{2299.24^2}{105800} = 49.96W$$