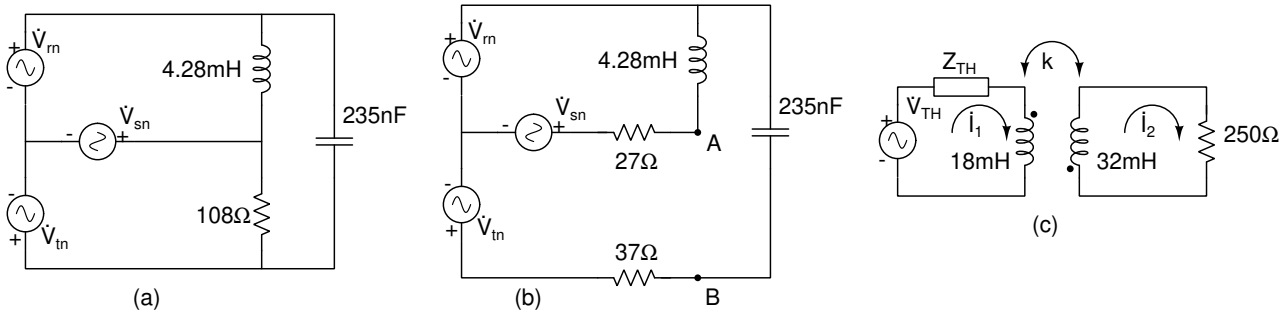


Λύσεις Ηλεκτροτεχνίας ΙΙ, Α εξεταστικής, 27/06/18

Σε όλα τα θέματα η συχνότητα εναλλασσομένου είναι $f = 3.2 \text{ kHz}$.



Θέμα 1 (3 μον.)

Στο κύκλωμα (a) έχουμε τριφασική πηγή με ανάστροφη διαδοχή φάσεων. Δίδεται $\dot{V}_{tn} = 260 \angle -55^\circ \text{ V}$. Να βρεθούν τα ρεύματα γραμμής, η πραγματική ισχύς που καταναλώνεται στο τριφασικό φορτίο και η μιγαδική ισχύς που παρέχει η τριφασική πηγή.

Λύση

$f = 3.2 \text{ kHz}$, $\omega = 2\pi f = 20.1 \text{ krad/s}$ και $Z_L = j\omega L = j86.1 \Omega$, $Z_C = -\frac{j}{\omega C} = -j211.6 \Omega$, $R = 108 \Omega$.

Για ανάστροφη διαδοχή φάσεων:

$$\dot{V}_{rn} = \dot{V}_{tn} \angle 120^\circ = 260 \angle 65^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{sn} = \dot{V}_{tn} \angle -120^\circ = 260 \angle -175^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{tn} = 260 \angle -55^\circ \text{ V}$$

$\dot{V}_{RS} = \dot{V}_{rn} \sqrt{3} \angle -30^\circ = 450.3 \angle 35^\circ \text{ V}$ $\dot{V}_{ST} = \dot{V}_{sn} \sqrt{3} \angle -30^\circ = 450.3 \angle 155^\circ \text{ V}$ $\dot{V}_{TR} = \dot{V}_{tn} \sqrt{3} \angle -30^\circ = 450.3 \angle -85^\circ \text{ V}$
με πολικά ρεύματα:

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{V}_{RS}}{Z_L} = 5.23 \angle -55^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{BC} = \frac{\dot{V}_{ST}}{R} = 4.17 \angle 155^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{CA} = \frac{\dot{V}_{TR}}{Z_C} = 2.13 \angle 5^\circ \text{ A}$$

και ρεύματα γραμμής:

$$\dot{I}_R = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 4.56 \angle -78.8^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_S = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB} = 9.09 \angle 138.3^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_T = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} = 6.12 \angle -15.0^\circ \text{ A}$$

Πραγματική ισχύς καταναλώνεται μόνο στην αντίσταση: $P = |\dot{I}_{BC}|^2 R = 1.88 \text{ kW}$.

Λεργός ισχύς καταναλώνεται στο πηνίο και πυκνωτή, $Q = |\dot{I}_{AB}|^2 Z_L + |\dot{I}_{CA}|^2 Z_C = j1.40 \text{ kVAR}$

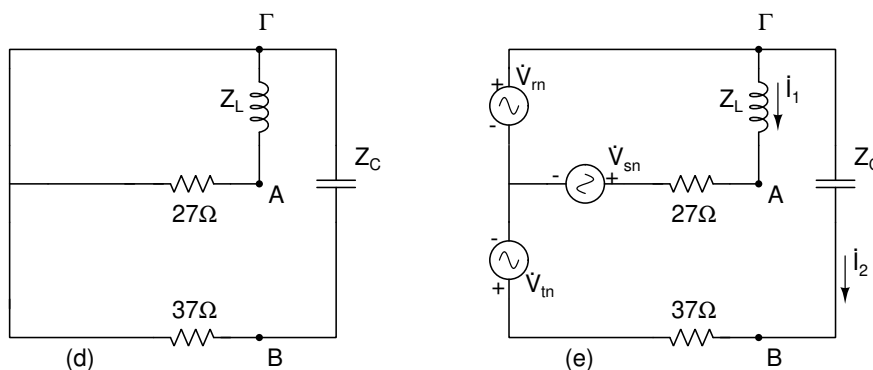
Οπότε, σύμφωνα με τη διατήρηση της ισχύος, η ολική μιγαδική ισχύ που παρέχει η πηγή είναι:

$$\dot{S} = 1.88 + j1.4 \text{ kVA} = 2.34 \angle 36.7^\circ \text{ kVA}$$

Θέμα 2 (3 μον.)

Στο κύκλωμα (b) με τριφασική πηγή ίδια όπως στο (a) βρείτε το ισοδύναμο Thevenin που φαίνεται από τα A,B, το ωμικό φορτίο R_L μεταξύ A και B που απορροφά μέγιστη πραγματική ισχύ καθώς και την ισχύ αυτή.

Λύση



Για σύνθετη αντίσταση Thevenin «σβήνουμε» τις πηγές (d) και έχουμε:

$$Z_{TH} = (27 \parallel Z_L) + (37 \parallel Z_C) = 60.48 + j1.435 = 60.5 \angle 1.36^\circ \Omega$$

Για τάση Thevenin (e):

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V}_{rn} - \dot{V}_{sn}}{27 + Z_L} = 4.99 \angle -37.6^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_2 = \frac{\dot{V}_{rn} - \dot{V}_{tn}}{37 + Z_C} = 2.10 \angle 175.1^\circ \text{ A}$$

$$\dot{V}_{TH} = 27\dot{I}_1 + \dot{V}_{sn} - \dot{V}_{tn} - 37\dot{I}_2 = 245.9 \angle 155.6^\circ \text{ V}$$

Για μέγιστη ισχύ:

$$R_L = |Z_{TH}| = 60.5 \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2|Z_{TH}| + 2\Re\{Z_{TH}\}} = 250.0 \text{ W}$$

Θέμα 3 (4 μον.)

Στο κύκλωμα (c) έχουμε το ισοδύναμο Thevenin του (b) με το πηνίο σαν πρωτεύον μετασχηματιστή. Δοθέντος ότι ο συντελεστής σύζευξης $k = 0.88$, ποιο είναι το ρεύμα στο πρωτεύον, $\dot{I}_1$, το ρεύμα στο δευτερεύον, $\dot{I}_2$ και η τάση και ισχύς εξόδου στην αντίσταση εξόδου 250Ω ;

Λύση

Για τον μετασχηματιστή, $L_1 = 18 \text{ mH}$, $L_2 = 32 \text{ mH}$, $M = k\sqrt{L_1 L_2} = 21.1 \text{ mH}$, $Z_{L_1} = j361.9 \Omega$, $Z_{L_2} = j643.4 \Omega$ και $Z_M = j424.6 \Omega$.

Με τον κανόνα τελείας:

$$\left. \begin{aligned} (Z_{TH} + Z_{L_1})\dot{I}_1 + Z_M\dot{I}_2 &= \dot{V}_{TH} \\ Z_M\dot{I}_1 + (250 + Z_{L_2})\dot{I}_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \dot{I}_1 &= 1.26 \angle 117.9^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_2 &= 0.772 \angle -40.8^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

Τάση και ισχύς εξόδου:

$$\dot{V}_2 = 250\dot{I}_2 = 193.0 \angle -40.8^\circ \text{ V} \quad \dot{S}_2 = \dot{V}_2\dot{I}_2^* = 149.0 \text{ VA} = 149.0 \text{ W}$$

Η ισχύς εξόδου είναι πραγματική εφόσον το φορτίο είναι ωμικό.