

Ηλεκτρικά Κυκλώματα ΙΙ - Λύσεις

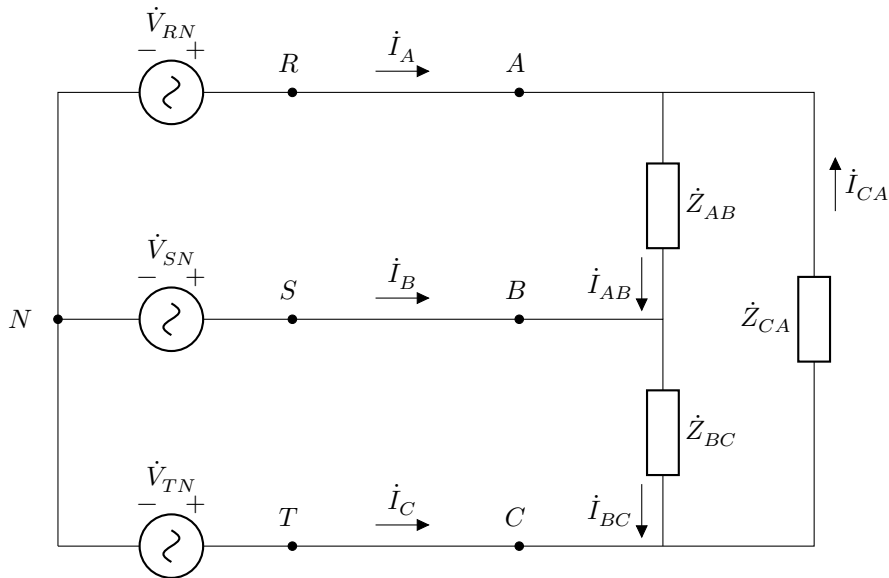
Α Εξεταστική Ιούνιος 2023

1 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε αρνητική ακολουθία φάσεων με

$$\begin{aligned}\dot{V}_{SN} &= 385 \angle 27^\circ \text{ V} \\ Z_{AB} &= 408 \ \Omega \\ Z_{BC} &= 156 \ \Omega \\ Z_{CA} &= j672 \ \Omega\end{aligned}$$

Υπολογίστε τα ρεύματα γραμμής $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$, τα πολικά ρεύματα $\dot{I}_{AB}, \dot{I}_{BC}, \dot{I}_{CA}$ καθώς και την συνολική ενεργό και άεργο ισχύ που καταναλώνεται στο τριφασικό φορτίο. Ποιος είναι ο συντελεστής ισχύος για το ολικό φορτίο;



Σχήμα 1: Τριφασικό κύκλωμα

Λύση

Έχουμε:

$$\dot{V}_{RN} = \dot{V}_{SN} / -120^\circ = 385 / -93^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{SN} = 385 \angle 27^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{TN} = \dot{V}_{SN} / 120^\circ = 385 / 147^\circ \text{ V}$$

$$\dot{V}_{RS} = \sqrt{3} \dot{V}_{RN} / -30^\circ = 666.8 / -123^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{ST} = \dot{V}_{RS} / 120^\circ = 666.8 / -3^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{TR} = \dot{V}_{RS} / -120^\circ = 666.8 / 117^\circ \text{ V}$$

οπότε

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{V}_{RS}}{Z_{AB}} = 1.63 / -123^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{BC} = \frac{\dot{V}_{ST}}{Z_{BC}} = 4.27 / -3^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{CA} = \frac{\dot{V}_{TR}}{Z_{CA}} = 0.992 / 27^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 2.54 / -134.2^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB} = 5.28 / 12.5^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} = 3.45 / 168.7^\circ \text{ A}$$

Η συνολική ενεργός ισχύς που καταναλώνεται στο φορτίο είναι:

$$P = |\dot{I}_{AB}|^2 Z_{AB} + |\dot{I}_{BC}|^2 Z_{BC} = 3940.4 \text{ W}$$

Η άεργος ισχύς είναι:

$$Q = |\dot{I}_{CA}|^2 \Im\{Z_{CA}\} = 661.7 \text{ VAR}$$

Η μιγαδική ισχύς είναι:

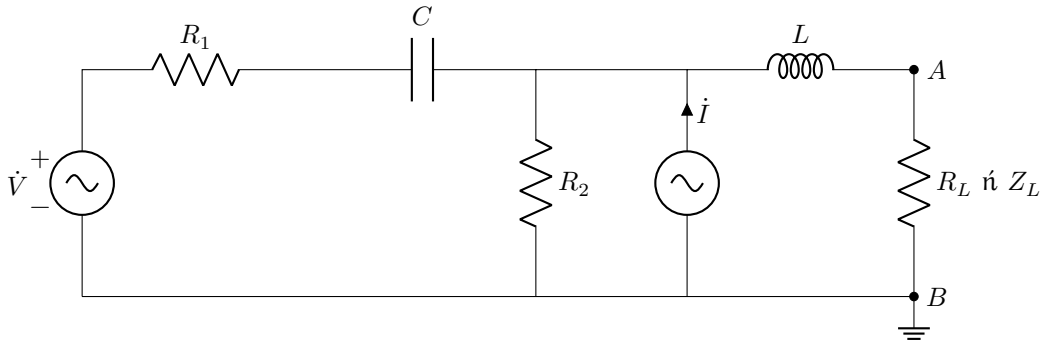
$$\dot{S} = P + jQ = 3940.4 + j661.7 = 3995.5 / 9.53^\circ \text{ VA}$$

άρα ο συντελεστής ισχύος είναι:

$$\cos(9.53^\circ) = 0.986$$

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $\dot{V} = 458 \angle 46^\circ \text{ V}$, $\dot{I} = 17.1 \angle -32^\circ \text{ A}$, $R_1 = 79.5 \ \Omega$, $R_2 = 56.3 \ \Omega$, $C = 5.18 \ \mu\text{F}$, $L = 67.4 \ \text{mH}$, $f = 870 \ \text{Hz}$. Υπολογίστε τα φορτία R_L ή Z_L για τα οποία έχουμε μέγιστη μεταφορά πραγματικής ισχύος καθώς και την αντίστοιχη ισχύ. Στην περίπτωση της σύνθετης αντίστασης Z_L με ποια πραγματικά στοιχεία μπορούμε να την υλοποιήσουμε;



Λύση

Έχουμε

$$Z_L = j368.4 \ \Omega \quad Z_C = -j35.3 \ \Omega \quad Z_1 = R_1 + Z_C = 87 \angle -23.9 \ \Omega$$

Με κομβική ανάλυση

$$\frac{\dot{V}_{TH} - \dot{V}}{Z_1} + \frac{\dot{V}_{TH}}{R_2} - \dot{I} = 0 \Rightarrow \dot{V}_{TH} = 587 \angle -23.5 \ \text{V}$$

και σβήσιμο πηγών για αντίσταση που φαίνεται από ανοικτά A, B

$$Z_{TH} = (Z_1 \parallel R_2) + Z_L = 34.4 + j362.7 = 364.4 \angle 84.6^\circ \ \Omega$$

Οπότε για πραγματικό φορτίο

$$R_L = |Z_{TH}| = 364.4 \ \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{4\Re\{Z_{TH}\}} = 2501.5 \ \text{W}$$

και για σύνθετο φορτίο

$$Z_L = Z_{TH}^* = 34.4 - j362.7 = 364.4 \angle -84.6^\circ \ \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2\Re\{Z_{TH}\} + 2|Z_{TH}|} = 432 \ \text{W}$$

με υλοποίηση σύνθετου φορτίου Z_L

$$R = 34.4 \ \Omega \quad \text{και} \quad C = -\frac{1}{\omega\Im\{Z_{TH}\}} = 5.04 \times 10^{-7} \ \text{F} = 0.504 \ \mu\text{F}$$