

Ηλεκτροτεχνία ΙΙ - Λύσεις

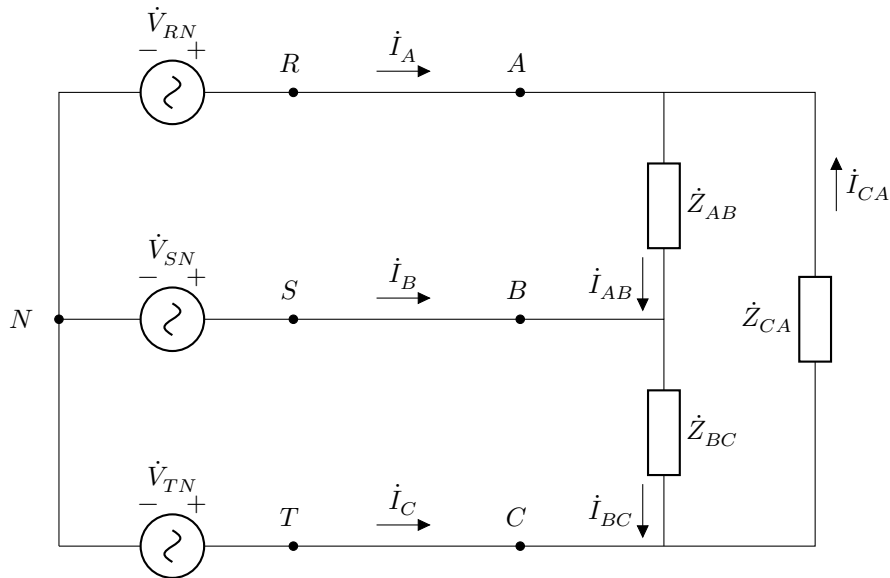
Εξεταστική Σεπτέμβριος 2023

1 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε θετική ακολουθία φάσεων με

$$\begin{aligned}\dot{V}_{SN} &= 385 \angle 27^\circ \text{ V} \\ Z_{AB} &= 408 \ \Omega \\ Z_{BC} &= -j156 \ \Omega \\ Z_{CA} &= j672 \ \Omega\end{aligned}$$

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:

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

$$\dot{V}_{RS} = \sqrt{3} \dot{V}_{RN} / 30^\circ = 666.8 \angle 177^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{ST} = \dot{V}_{RS} / -120^\circ = 666.8 \angle 57^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_{TR} = \dot{V}_{RS} / 120^\circ = 666.8 \angle -63^\circ \text{ V}$$

οπότε

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{V}_{RS}}{Z_{AB}} = 1.63 \angle 177^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{BC} = \frac{\dot{V}_{ST}}{Z_{BC}} = 4.27 \angle 147^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{CA} = \frac{\dot{V}_{TR}}{Z_{CA}} = 0.992 \angle -153^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 0.92 \angle 144.4^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB} = 2.97 \angle 131^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} = 3.87 \angle -45.8^\circ \text{ A}$$

Η συνολική ενεργός ισχύς που καταναλώνεται στο φορτίο είναι:

$$P = |\dot{I}_{AB}|^2 Z_{AB} = 1089.9 \text{ W}$$

Η άεργος ισχύς είναι:

$$Q = |\dot{I}_{BC}|^2 \Im\{Z_{BC}\} + |\dot{I}_{CA}|^2 \Im\{Z_{CA}\} = -2188.8 \text{ VAR}$$

Η μιγαδική ισχύς είναι:

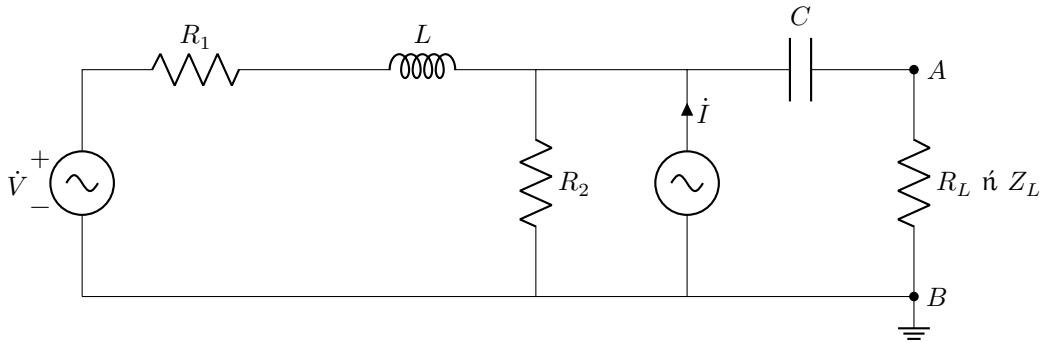
$$\dot{S} = P + jQ = 1089.9 - j2188.8 = 2445.1 \angle -63.5^\circ \text{ VA}$$

άρα ο συντελεστής ισχύος είναι:

$$\cos(-63.5^\circ) = 0.4457$$

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε: $\dot{V} = 320 \angle 26^\circ \text{ V}$, $\dot{I} = 4.6 \angle -48^\circ \text{ A}$, $R_1 = 56.9 \ \Omega$, $R_2 = 85.4 \ \Omega$, $C = 8.26 \ \mu\text{F}$, $L = 11.3 \ \text{mH}$, $f = 1200 \ \text{Hz}$. 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

$$Z_L = j85.2 \ \Omega \quad Z_C = -j16.1 \ \Omega \quad Z_1 = R_1 + Z_L = 102.4 \angle 56.3 \ \Omega$$

Με κομβική ανάλυση

$$\frac{\dot{V}_{TH} - \dot{V}}{Z_1} + \frac{\dot{V}_{TH}}{R_2} - \dot{I} = 0 \Rightarrow \dot{V}_{TH} = 402.7 \angle -15.5 \ \text{V}$$

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

$$Z_{TH} = (Z_1 \parallel R_2) + Z_C = 47.7 + j6.53 = 48.1 \angle 7.8^\circ \ \Omega$$

Οπότε για πραγματικό φορτίο

$$R_L = |Z_{TH}| = 48.1 \ \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{4\Re\{Z_{TH}\}} = 850.6 \ \text{W}$$

και για σύνθετο φορτίο

$$Z_L = Z_{TH}^* = 47.7 - j6.53 = 48.1 \angle -7.8^\circ \ \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2\Re\{Z_{TH}\} + 2|Z_{TH}|} = 846.6 \ \text{W}$$

με υλοποίηση σύνθετου φορτίου Z_L

$$R = 47.7 \ \Omega \quad \text{και} \quad C = -\frac{1}{\omega\Im\{Z_{TH}\}} = 20.3 \ \mu\text{F}$$