

Ηλεκτροτεχνία II - Ομάδα Β - Λύσεις

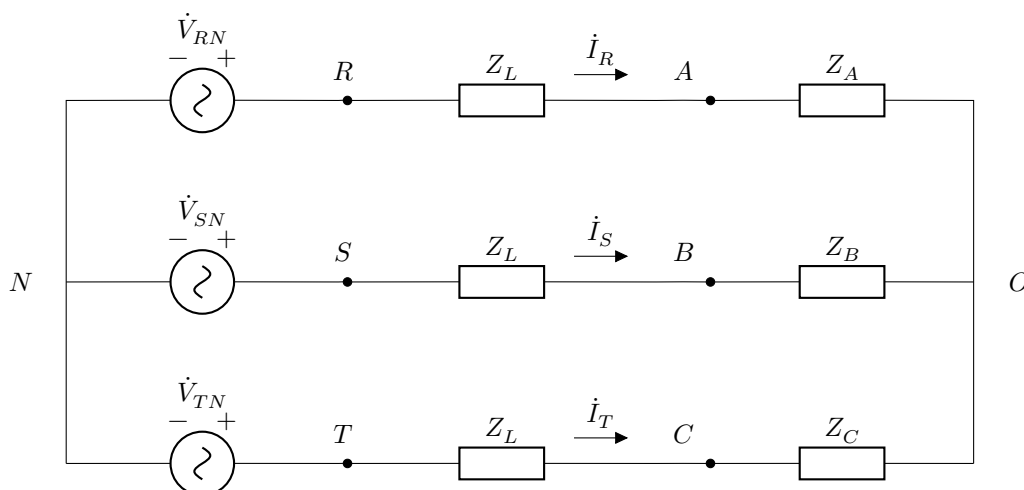
Διδάσκων: Δροσόπουλος Αναστάσιος

23/09/2025

1 Θέμα (5 μον)

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε αρνητική ακολουθία φάσεων με $\dot{V}_{TN} = 550/\underline{24^\circ}$ V, εμπέδηση γραμμών $Z_L = j35 \Omega$ και τριφασικό φορτίο $Z_A = 50 \Omega$, $Z_B = 92/\underline{46^\circ} \Omega$, $Z_C = 45/\underline{-32^\circ} \Omega$.

Υπολογίστε τα ρεύματα γραμμής $\dot{I}_R, \dot{I}_S, \dot{I}_T$ καθώς και την συνολική ενεργό και άεργο ισχύ που καταναλώνεται στο τριφασικό φορτίο. Ποιος είναι ο συντελεστής ισχύος για αυτό το φορτίο;



Λύση

Εφόσον έχουμε αρνητική ακολουθία φάσεων:

$$\dot{V}_{RN} = \dot{V}_{TN}/\underline{120^\circ} = 550/\underline{144^\circ} \text{ V} \quad \dot{V}_{SN} = \dot{V}_{TN}/\underline{-120^\circ} = 550/\underline{-96^\circ} \text{ V} \quad \dot{V}_{TN} = 550/\underline{24^\circ} \text{ V}$$

Το κύκλωμα είναι ασύμμετρο 3 αγωγών που σημαίνει $V_{ON} \neq 0$ και επομένως:

$$\frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_{RN}}{Z_L + Z_A} + \frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_{SN}}{Z_L + Z_B} + \frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_{TN}}{Z_L + Z_C} = 0 \Rightarrow \dot{V}_{ON} = 221.5/\underline{80.6^\circ} \text{ V}$$

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{V}_{RN} - \dot{V}_{ON}}{Z_A + Z_L} = 8.06/\underline{-47.3^\circ} \text{ A} \quad \dot{I}_S = \frac{\dot{V}_{SN} - \dot{V}_{ON}}{Z_B + Z_L} = 6.44/\underline{25.3^\circ} \text{ A} \quad \dot{I}_T = \frac{\dot{V}_{TN} - \dot{V}_{ON}}{Z_C + Z_L} = 11.7/\underline{164.3^\circ} \text{ A}$$

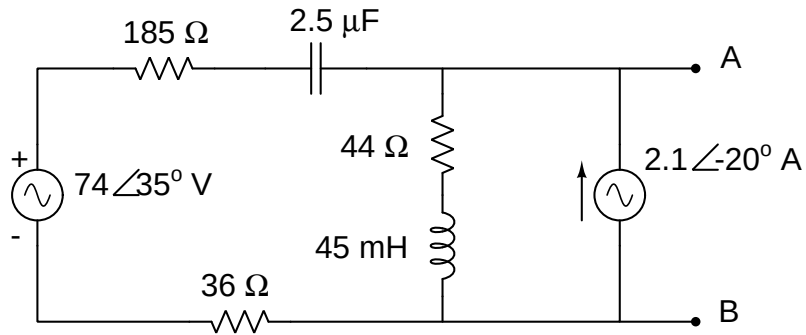
Η μιγαδική ισχύς για το τριφασικό φορτίο είναι:

$$\dot{S} = |\dot{I}_R|^2 Z_A + |\dot{I}_S|^2 Z_B + |\dot{I}_T|^2 Z_C = 11160.1 - j534.2 = 11172.9/\underline{-2.74^\circ} \text{ VA}$$

που σημαίνει $P = 11160.1 \text{ W}$ και $Q = 534.2 \text{ VAR}$ και $\text{pf} = P/S = 0.999$ χωρητικός.

2 Θέμα (5 μον.)

Στο παρακάτω κύκλωμα υπολογίστε α) το φορτίο R_L και β) το φορτίο Z_L υπό συνθήκες μέγιστης ισχύος καθώς και την αντίστοιχη μέγιστη πραγματική ισχύ όταν $f = 560 \text{ Hz}$. Στην περίπτωση του σύνθετου φορτίου Z_L με ποια πραγματικά στοιχεία μπορεί να υλοποιηθεί;



Λύση

$$f = 560 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 3518.6 \text{ rad/s}$$

$$L = 45 \text{ mH} \Rightarrow Z_L = j158.3 \text{ } \Omega$$

$$C = 2.5 \text{ } \mu\text{F} \Rightarrow Z_C = -j113.7 \text{ } \Omega$$

Απλοποιούμε τις αντιστάσεις, $Z_1 = 185 + 36 + Z_C = 248.5 / -27.2^\circ \text{ } \Omega$, $Z_2 = 44 + Z_L = 164.3 / 74.5^\circ \text{ } \Omega$ και με κομβική ανάλυση (κόμβος αναφοράς B)

$$\frac{\dot{V}_A - 74 / 35^\circ}{Z_1} - 2.1 / -20^\circ + \frac{\dot{V}_A}{Z_2} = 0 \Rightarrow \dot{V}_A = \dot{V}_{TH} = 328.35 / 25.5^\circ \text{ V}$$

και

$$Z_{TH} = Z_1 \parallel Z_2 = 120.3 + j92.9 = 152 / 37.7^\circ \text{ } \Omega$$

$$\text{Για ωμικό φορτίο } R_L \text{ έχουμε: } R_L = |Z_{TH}| = 152 \text{ } \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{2|Z_{TH}| + 2\Re\{Z_{TH}\}} = 198 \text{ W}$$

$$\text{Για σύνθετο φορτίο } Z_L \text{ έχουμε: } Z_L = Z_{TH}^* = 152 / -37.7^\circ \text{ } \Omega \quad P_{\max} = \frac{|\dot{V}_{TH}|^2}{4\Re\{Z_{TH}\}} = 224.1 \text{ W}$$

Για υλοποίηση θέλουμε πραγματική αντίσταση $120.3 \text{ } \Omega$ σε σειρά με πυκνωτή $C = -1/(\omega \cdot \Im\{Z_{TH}^*\}) = 3.06 \text{ } \mu\text{F}$.