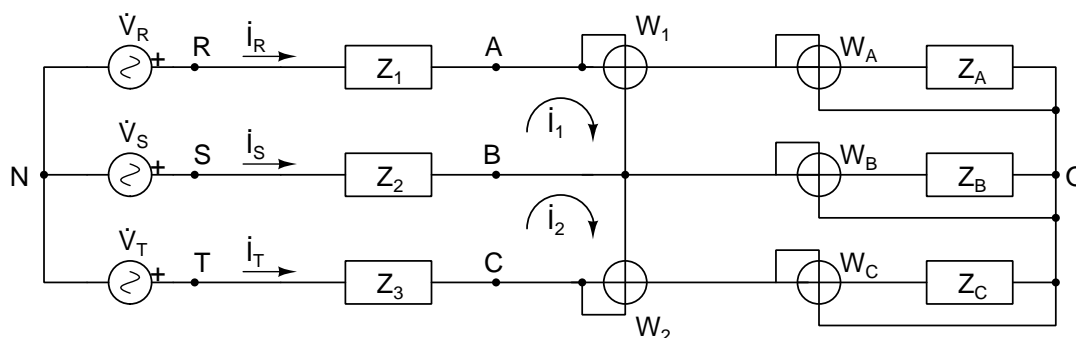


Ηλεκτρικά Κυκλώματα ΙΙ

Διάλεξη 12

6/6/24

Στο παρακάτω κύκλωμα έχουμε θετική ακολουθία φάσεων με $\dot{V}_T = 230/17^\circ$ V, $Z_A = 20 + j15 \Omega$, $Z_B = 15 + j10 \Omega$, $Z_C = 10 - j18 \Omega$, $Z_1 = 1 + j4 \Omega$, $Z_2 = 1 + j4 \Omega$, $Z_3 = 2 + j3 \Omega$. Να βρεθούν:



1. Ρεύματα και τάσεις στο φορτίο.
2. Μιγαδική, ενεργός και άεργος ισχύς στο φορτίο.
3. Χρήση 3 βαττομέτρων και ενδείξεις για ενεργό ισχύ στο φορτίο.
4. Χρήση 2 βαττομέτρων (μέθοδος Aron) και ενδείξεις για ενεργό ισχύ στο φορτίο.
5. Συντελεστής ισχύος φορτίου. Επαγωγικός ή χωρητικός;

Λύση

Εφόσον έχουμε θετική ακολουθία φάσεων:

$$\dot{V}_R = \dot{V}_T / -120^\circ = 230 / -103^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_S = \dot{V}_T / 120^\circ = 230 / 137^\circ \text{ V} \quad \dot{V}_T = 230 / 17^\circ \text{ V}$$

Κύκλωμα ασύμμετρο. Με κομβική ανάλυση:

$$\frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_R}{Z_1 + Z_A} + \frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_S}{Z_2 + Z_B} + \frac{\dot{V}_{ON} - \dot{V}_T}{Z_3 + Z_C} = 0 \Rightarrow$$

$$\dot{V}_{ON} = \frac{\frac{\dot{V}_R}{Z_1 + Z_A} + \frac{\dot{V}_S}{Z_2 + Z_B} + \frac{\dot{V}_T}{Z_3 + Z_C}}{\frac{1}{Z_1 + Z_A} + \frac{1}{Z_2 + Z_B} + \frac{1}{Z_3 + Z_C}} = -61.4 + j174.1 = 184.7 / 109.4^\circ \text{ V}$$

που σημαίνει:

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{V}_R - \dot{V}_{ON}}{Z_1 + Z_A} = 14.07 / -130.7^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_S = \frac{\dot{V}_S - \dot{V}_{ON}}{Z_2 + Z_B} = 5.09 / 148^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_T = \frac{\dot{V}_T - \dot{V}_{ON}}{Z_3 + Z_C} = 15.7 / 30.5^\circ \text{ A}$$

Εναλλακτικά, με μέθοδο βρόχων:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1(Z_1 + Z_A) + (\dot{I}_1 - \dot{I}_2)(Z_2 + Z_B) + \dot{V}_S - \dot{V}_R &= 0 \\ (\dot{I}_2 - \dot{I}_1)(Z_2 + Z_B) + \dot{I}_2(Z_3 + Z_C) + \dot{V}_T - \dot{V}_S &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1(Z_1 + Z_A + Z_2 + Z_B) - \dot{I}_2(Z_2 + Z_B) &= -\dot{V}_S + \dot{V}_R \\ -\dot{I}_1(Z_2 + Z_B) + \dot{I}_2(Z_2 + Z_B + Z_3 + Z_C) &= -\dot{V}_T + \dot{V}_S \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= 14.07 / -130.7^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_2 &= 15.7 / -149.5^\circ \text{ A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned}\dot{I}_R &= \dot{I}_1 = 14.07/\underline{-130.7^\circ} \text{ A} \\ \dot{I}_S &= \dot{I}_2 - \dot{I}_1 = 5.09/\underline{148^\circ} \text{ A} \\ \dot{I}_T &= -\dot{I}_2 = 15.7/\underline{30.5^\circ} \text{ A}\end{aligned}$$

Για το φορτίο οι τάσεις είναι:

$$\dot{V}_{AO} = \dot{I}_R Z_A = 351.7/\underline{-93.9^\circ} \text{ V} \quad \dot{V}_{BO} = \dot{I}_S Z_B = 91.7/\underline{-178.3^\circ} \text{ V} \quad \dot{V}_{CO} = 322.7/\underline{-30.4^\circ} \text{ V}$$

Η μιγαδική ισχύς φορτίου είναι:

$$\dot{S} = \dot{V}_{AO} \dot{I}_R^* + \dot{V}_{BO} \dot{I}_S^* + \dot{V}_{CO} \dot{I}_T^* = 6801.1 - j1192.7 \text{ VA}$$

Ενεργός και άεργος φορτίου:

$$P = \Re\{\dot{S}\} = 6801.1 \text{ W} \quad Q = \Im\{\dot{S}\} = -1192.7 \text{ VAR}$$

Χρήση 3 βαττομέτρων για φορτίο:

$$\begin{aligned}W_A &= \Re\{\dot{V}_{AO} \dot{I}_R^*\} = 3957.5 \text{ W} & W_B &= \Re\{\dot{V}_{BO} \dot{I}_S^*\} = 388.3 \text{ W} & W_C &= \Re\{\dot{V}_{CO} \dot{I}_T^*\} = 2455.4 \text{ W} \\ W &= W_A + W_B + W_C = 6801.1 \text{ W}\end{aligned}$$

Χρήση 2 βαττομέτρων για φορτίο:

$$\begin{aligned}W_1 &= \Re\{(\dot{V}_{AO} - \dot{V}_{BO}) \dot{I}_R^*\} = 3086.8 \text{ W} & W_2 &= \Re\{(\dot{V}_{CO} - \dot{V}_{BO}) \dot{I}_T^*\} = 3714.3 \text{ W} \\ W &= W_1 + W_2 = 6801.1 \text{ W}\end{aligned}$$

Συντελεστής ισχύος φορτίου.

$$\text{pf} = \cos \phi = \frac{P}{S} = 0.985$$

Χωρητικός εφόσον $Q < 0$.