

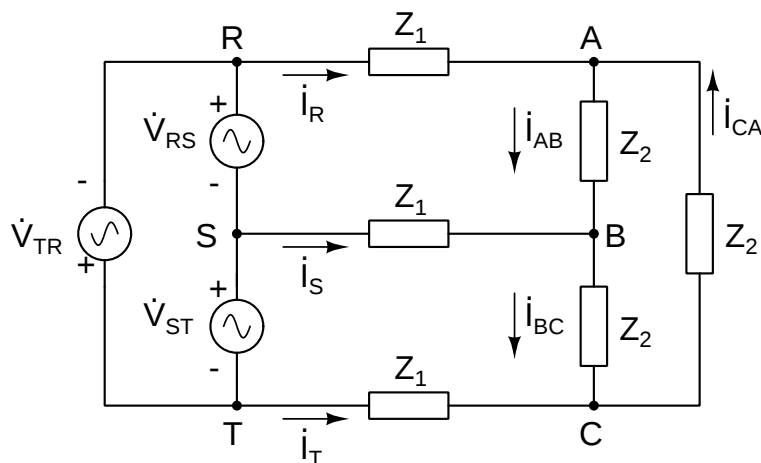
Ηλεκτρικά Κυκλώματα 2 - Εξέταση Θεωρίας Λύσεις

2022-07-13

1 Θέμα (5 μον.)

Το παρακάτω κύκλωμα είναι συμμετρικό τριφασικό με αρνητική διαδοχή φάσεων. Έχουμε $\dot{I}_S = 5.964/-79^\circ$ A και $\dot{V}_{ST} = 342/-84^\circ$ V. Έχουμε επίσης $Z_1 = Z$ και $Z_2 = 3Z$. Να βρεθούν:

1. οι υπόλοιπες πολικές και όλες οι φασικές τάσεις καθώς και τα ρεύματα γραμμής,
2. η αντίσταση Z και τα πολικά ρεύματα $\dot{I}_{AB}$, $\dot{I}_{BC}$, $\dot{I}_{CA}$, και
3. η πραγματική ισχύς που καταναλώνεται στο τριφασικό φορτίο.



Λύση

Εφόσον έχουμε αρνητική διαδοχή φάσεων οι άλλες δυο πολικές τάσεις είναι:

$$\dot{V}_{RS} = \dot{V}_{ST}/-120^\circ = 342/-204^\circ = 342/-204^\circ/360^\circ = 342/156^\circ \text{ V}$$

$$\dot{V}_{TR} = \dot{V}_{ST}/120^\circ = 342/36^\circ \text{ V}$$

Οι φασικές τάσεις είναι:

$$\dot{V}_{RN} = (\dot{V}_{RS}/\sqrt{3})/30^\circ = 197.45/-174^\circ \text{ V}$$

$$\dot{V}_{SN} = (\dot{V}_{ST}/\sqrt{3})/30^\circ = 197.45/-54^\circ \text{ V}$$

$$\dot{V}_{TN} = (\dot{V}_{TR}/\sqrt{3})/30^\circ = 197.45/66^\circ \text{ V}$$

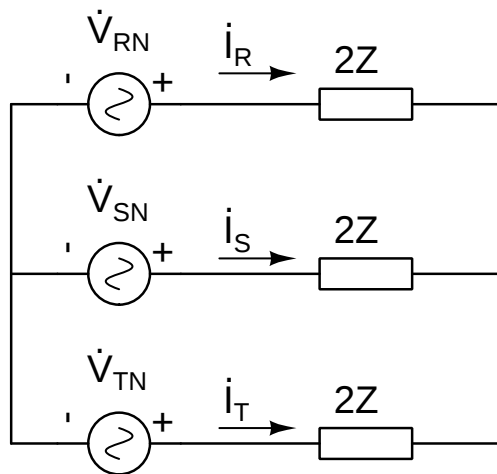
Τα ρεύματα γραμμής είναι:

$$\dot{I}_R = \dot{I}_S/-120^\circ = 5.964/161^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_S = 5.964/-79^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_T = \dot{I}_S/120^\circ = 5.964/41^\circ \text{ A}$$

Μετατρέποντας το φορτίο τρίγωνο σε αστέρα, προσθέτοντας την εμπέδηση γραμμής και μετατρέποντας σε φασικές τάσεις, έχουμε:



από όπου

$$Z = \frac{\dot{V}_{SN}}{2\dot{I}_S} = 15 + j7 = 16.55/\underline{25^\circ} \Omega$$

Στο αρχικό διάγραμμα εφαρμόζοντας κανόνα τάσεων Kirchhoff στο βρόχο RABS

$$\dot{I}_R Z + \dot{I}_{AB} 3Z - \dot{I}_S Z = \dot{V}_{RS} \Rightarrow \dot{I}_{AB} = \frac{\dot{V}_{RS} - (\dot{I}_R - \dot{I}_S)Z}{3Z} = 3.443/\underline{131^\circ} \text{ A}$$

Εναλλακτικά

$$\dot{I}_{AB} = (\dot{I}_R / \sqrt{3}) / \underline{30^\circ} = 3.443/\underline{131^\circ} \text{ A}$$

Τα υπόλοιπα πολικά

$$\dot{I}_{BC} = \dot{I}_{AB} / \underline{120^\circ} = 3.443/\underline{-109^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_{CA} = \dot{I}_{AB} / \underline{-120^\circ} = 3.443/\underline{11^\circ} \text{ A}$$

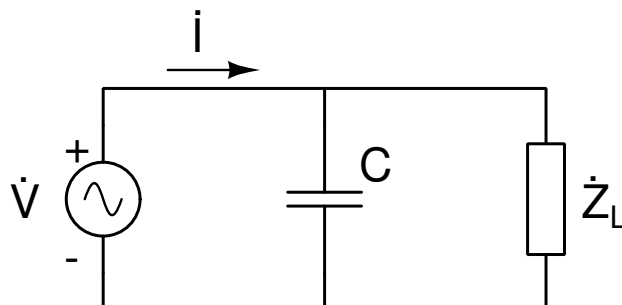
Η πραγματική ισχύς στο φορτίο είναι:

$$P = 3|\dot{I}_{AB}|^2 \cdot 3 \cdot 15 = 1600.6 \text{ W}$$

2 Θέμα (5 μον.)

Να υπολογισθεί η χωρητικότητα C του πυκνωτή, αν ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος μετά τη σύνδεση του πυκνωτή είναι ίσος με 0.8 επαγωγικός. Δίνονται $f = 250 \text{ Hz}$, $\dot{V} = 220/\underline{0^\circ} \text{ V}$ και $\dot{Z}_L = 65/\underline{45^\circ} \Omega$.

Να υπολογισθεί επίσης το αρχικό ρεύμα $\dot{I}$ πριν την τοποθέτηση του πυκνωτή καθώς και όλα τα ρεύματα μετά την τοποθέτηση του πυκνωτή.



Λύση

Το αρχικό ρεύμα $\dot{I}_0$ πριν την τοποθέτηση του πυκνωτή είναι:

$$\dot{I}_0 = \dot{V} / \dot{Z}_L = 3.385/\underline{-45^\circ} \text{ A}$$

Η πραγματική (ενεργός) ισχύς είναι:

$$P = |\dot{I}|^2 \cdot \Re\{\dot{Z}_L\} = 526.5 \text{ W}$$

και η αντίστοιχη άεργος:

$$Q = |\dot{I}|^2 \cdot \Im\{\dot{Z}_L\} = 526.5 \text{ VAR}$$

όπως ήταν αναμενόμενο εφόσον η γωνία $\phi = 45^\circ$.

Από το τρίγωνο ισχύος έχουμε επίσης $Q = P \tan \phi = 526.5 \text{ VAR}$ εφόσον $\tan 45^\circ = 1$.

Με την τοποθέτηση του πυκνωτή, αυτός θα έχει άεργο ισχύ Q_C και η ολική άεργος ισχύς στον παράλληλο συνδυασμό αρχικού φορτίου και πυκνωτή θα είναι:

$$Q' = Q - Q_C \Rightarrow P \tan \phi' = P \tan \phi - Q_C \Rightarrow Q_C = P(\tan \phi - \tan \phi')$$

όπου

$$\cos \phi' = 0.8 \Rightarrow \phi' = 36.87^\circ \Rightarrow \tan \phi' = 0.75$$

Έχουμε επιπλέον

$$Q_C = \frac{|\dot{V}|^2}{X_C} = |\dot{V}|^2 \omega C = P(\tan \phi - \tan \phi') \Rightarrow C = \frac{P(\tan \phi - \tan \phi')}{\omega |\dot{V}|^2} = 1.731 \text{ }\mu\text{F}$$

Μετά τον πυκνωτή, η τάση στα άκρα του φορτίου παραμένει η τάση της πηγής και άρα:

$$\dot{I}_L = \dot{I}_0 = 3.385 \angle -45^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}_C} = j\omega C \dot{V} = 0.598 \angle 90^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_C + \dot{I}_L = 2.99 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$