

TAKMIČENJE IZ PREDMETA „TEORIJA ELEKTRIČNIH KOLA“

KRANEVO 18.5.2012. – 23.5.2012.

ZADATAK 1. – DRUGA OBLAST

Na ulaz električnog kola prikazanog na slici II_1 deluje složenoperiodični naponski generator koji sadrži prvi i treći harmonik.

Poznati su sledeći podaci (oznake date na slici):

$$u(t) = 162\sqrt{2} \sin \omega t + U_{eff,3} \sqrt{2} \sin(3\omega t + \theta_3) \text{ V},$$

$$i(t) = I_{eff,1} \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_1) \text{ A},$$

$$u_{L1}(t) = 162 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) + 117\sqrt{2} \sin(3\omega t) \text{ V}.$$

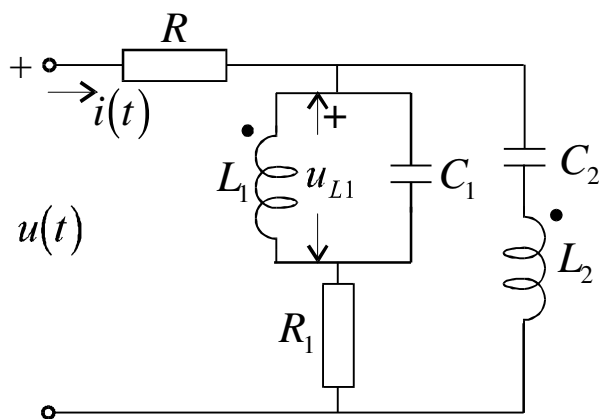
Otpornosti naznačenih otpornika i reaktanse naznačenih reaktivnih elemenata za osnovnu kružnu učestanost ω iznose: $R = \frac{81}{8} \Omega$, $R_1 = 8 \Omega$, $X_{L1} = \omega L_1 = 9 \Omega$, $X_{L2} = \omega L_2 = 16 \Omega$,

$$X_M = \omega L_{12} = 9 \Omega.$$

Odrediti:

a/ vrednosti reaktansi kondenzatora za osnovnu kružnu učestanost ω , $X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1}$, $X_{C2} = \frac{1}{\omega C_2}$,

b/ vremensku funkciju napona, odnosno struje, na ulazu, $u(t)$ i $i(t)$.



Zadatak II_1

Rešenje:

Uvedimo oznake za fazore n-tog harmonika: $U_{L1}^{(n)}, U^{(n)}, I^{(n)}, I_{R1}^{(n)}$ i za nepoznate reaktanse za osnovnu kružnu učestanost ω : $X_{C1} = -j \frac{1}{\omega C_1}$, $X_{C2} = -j \frac{1}{\omega C_2}$.

Prema zadatim vrednostima je:

$$U_{L1}^{(1)} = 81 + j81 \text{ V}, \quad U_{L1}^{(3)} = 117 \text{ V}, \quad U^{(1)} = 162 \text{ V}, \quad I^{(3)} = 0 \text{ A}.$$

Fazor struje kroz kondenzator C_1 , smer odozgo prema dole, je $I_{C1}^{(n)} = j \frac{nU_{L1}^{(n)}}{X_{C1}}$, fazor struje kroz

kondenzator C_2 , smer odozgo prema dole, je $I_{C2}^{(n)} = I^{(n)} - I_{R1}^{(n)}$.

Fazor struje kroz induktivitet L_1 , smer odozgo prema dole, biće: $I_{L1}^{(n)} = I_{R1}^{(n)} - j \frac{nU_{L1}^{(n)}}{X_{C1}}$.

Pišemo dve jednačine,

prva – ravnoteža napona po konturi koju čini srednja i desna grana:

$$j \left(nX_{L2} - \frac{X_{C2}}{n} \right) (I^{(n)} - I_{R1}^{(n)}) + jnX_M \left(I_{R1}^{(n)} - j \frac{nU_{L1}^{(n)}}{X_{C1}} \right) = R_1 I_{R1}^{(n)} + U_{L1}^{(n)} \quad (1)$$

druga – relacija za napon na induktivitetu L_1 :

$$U_{L1}^{(n)} = jnX_{L1} \left(I_{R1}^{(n)} - j \frac{nU_{L1}^{(n)}}{X_{C1}} \right) + jnX_M (I^{(n)} - I_{R1}^{(n)}) \quad (2)$$

Za $n = 3$ iz (1) i (2) izračunavamo:

$$I^{(3)} = \frac{13j(X_{C1} - 81)}{3X_{C1}} \text{ A}, \quad (3)$$

Zadato je $I^{(3)} = 0$, te iz (3) sledi:

$$X_{C1} = 81 \, \Omega.$$

Uzimajući u obzir izračunatu vrednost za X_{C1} , iz (2) izračunavamo:

$$I_{R1}^{(3)} = 0 \text{ A}.$$

Iz relacije:

$$U^{(3)} = R_1 I_{R1}^{(3)} + U_{L1}^{(3)} + R I^{(3)} = 117 \text{ V}, \quad (2)$$

dobijamo:

$$u^{(3)}(t) = 117\sqrt{2} \sin(3\omega t) \text{ V}. \quad (3)$$

Za $n = 1$ iz (1) i (2) izračunavamo:

$$I^{(1)} = 8 - j8 \text{ A},$$

pa je:

$$i(t) = i^{(1)}(t) = 16 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ A}. \quad (4)$$

Fazor struje kroz otpornik R_1 iznosi:

$$I_{R1}^{(1)} = \frac{(8 - j8)(X_{C2} - 7)}{X_{C2} - 7 + j8} \text{ A}.$$

Iz relacije:

$$U^{(1)} = R_1 I_{R1}^{(1)} + U_{L1}^{(1)} + R I^{(1)} = 162 + \frac{(64 - j64)(X_{C2} - 7)}{X_{C2} - 7 + j8} \text{ V}. \quad (5)$$

zaključujemo da se zadata vrednost $U^{(1)} = 162 \text{ V}$ može dobiti samo ako je:

$$X_{C2} = 7 \, \Omega.$$

Vremenska funkcija ulaznog napona iznosi:

$$u(t) = 162\sqrt{2} \sin(\omega t) + 117\sqrt{2} \sin(3\omega t) \text{ V}. \quad (6)$$