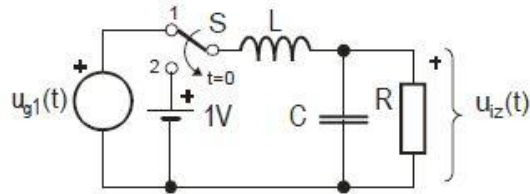
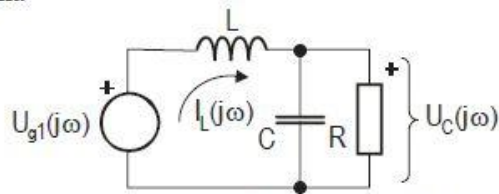


1. Za električni krug prikazan slikom se u trenutku $t=0$ prebaci sklopka S iz položaja 1 u 2. Zadane su normalizirane vrijednosti elemenata: $R=1$, $L=1$, $C=2$, $u_{g1}(t)=2\sin(t)$; $-\infty < t < \infty$ (sinusno stacionarno stanje) i napon baterije $u_{g2}(t)=1V$ (istosmjerni izvor). Odrediti za $t < 0$: a) fazore napona na kapacitetu C i struje kroz induktivitet L ; b) valne oblike napona na kapacitetu $u_C(t)$ i struje kroz induktivitet $i_L(t)$; c) početne uvjete $u_C(0)$ i $i_L(0)$. Odrediti za $t \geq 0$: d) napon na izlazu $U_{iz}(s)$; e) valni oblik napona $u_{iz}(t)$.



Rješenje:

a) za $t < 0$ fazori struja i napona



$$I(j\omega) = \frac{U_{g1}(j\omega)}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}}}; \quad U_C(j\omega) = I(j\omega) \cdot \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}} = \frac{U_{g1}(j\omega)}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}}} \cdot \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}}$$

$$U_C(j\omega) = \frac{U_{g1}(j\omega)}{j\omega L \left(j\omega C + \frac{1}{R} \right) + 1} = \frac{U_{g1}(j\omega)}{-\omega^2 LC + j\omega \frac{L}{R} + 1}$$

Uz uvrštene vrijednosti elemenata:

$$I(j\omega) = \frac{\left(j\omega C + \frac{1}{R} \right) U_{g1}(j\omega)}{j\omega L \left(j\omega C + \frac{1}{R} \right) + 1} = \frac{\left(j\omega C + \frac{1}{R} \right) U_{g1}(j\omega)}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega \frac{L}{R}} = \frac{(1 + 2j) \cdot 2 \angle 0^\circ}{-1 + j};$$

Do ovog dijela nemam šta objašnjavati, zna se da je struja U/Z , gdje je Z zbroj RC paralele i zavojnice L . Oni su odmah napisali i izraz za $U_C(j\omega)$, ali to je samo dodatna komplikacija.

Najbitnije je pronaći struju. Ta struja je ujedno $i_L(0)$ za zavojnicu i glavna struja koja utječe na $U_C(0)$ na kondenzatoru. Dakle, zasad tražimo samo $i_L(0)$.

U zadnjem redu je dana jednadžba za struju $I(j\omega)$. Pošto je ulazni napon pod kutem 0° , množimo zagradu $(1+2j)$ sa 2. ($\omega=1$ pošto je početni napon $U_{g1} \sin(\omega t)$). Iz ovoga se vidi da je ω upravo 1). Na kraju se dobije razlomak

$$I(j\omega) = \frac{2+4j}{-1+j}$$

Fazor te struje je lagano dobiti pomoću Casia. Samo se Mode prebaci u CMPLX (Mode->2) i upiše jednadžba kako i izgleda (umjesto j se piše i , koji se nalazi odmah iznad tipke 8, tipka ENG. Zašto ovo objašnjavam? xD)

Napomena : pazite da ne podijelite npr. $(2+4j)/-1+j$. Najbolje je upisati odmah $(2+4j)/(-1+j)$.

Dobije se 1-3j. Fazorski zapis se dobije pritiskom na Shift->2->3, odnosno r/θ . Ispadne $\sqrt{10}$ i kut je -71.565° . Početni uvjet $i_L(0)$ je upravo ta struja, samo što ne smije biti u kompleksnom zapisu. Toga se riješimo tako da pomnožimo polumjer fazora (r) sa sinusom kuta (θ).

Polumjer je $\sqrt{10}$, a $\sin(-71.565)$ je $-0.94868...$ Kad se to dvoje pomoži dobije se $-3A$, što je traženi početni uvjet na zavojnici. Ako želite što točniji rezultat, možete kut "izvući" iz fazora tako da stisnete Shift->2->1, odnosno uzmete argument fazora. To radite u trenu kad imate na zaslonu napisano recimo (u ovom slučaju) $\sqrt{10} \angle -71.565^\circ$

Pamtite $\sqrt{10}$, zatim puknete Shift->2->1, dobijete isti taj kut točan u decimalu, izvučete sinus iz njega i pomožite to sa onih $\sqrt{10}$. Postupak je malo zafrknutiji, ali nije nužan. Kažem, ja to tako radim da dobijem u decimalu točan rezultat (kad sam picajzla) :D

Ok, dakle, dobili smo početni uvjet na zavojnici. Dalje s njim u s-domeni računajte normalno, kako je prikazano u nastavku zadatka (zadatak je 1. sa dekanskog roka od prošle godine btw).

Ostaje nam samo izračunati početni napon na kondenzatoru. Očito taj napon stvara struja koju smo upravo izračunali na paraleli R i C. Potrebno je izračunati impedanciju Z_{RC} u $j\omega$ domeni. (odmah uvrštavam $\omega=1$)

$$Z = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{R}{j\omega C}}{\frac{j\omega RC + 1}{j\omega C}} = \frac{R}{jRC + 1} \cdot \text{Kada se to ubaci u kalkulator (kao što se računala struja), dobije se } \frac{1}{5} - \frac{2}{5}j.$$

To je sada samo potrebno pomnožiti sa strujom $I(j\omega)$, koja iznosi $1-3j$, i dobije se $-1-j$. Slijedi postupak isti kao kod računanja fazora struje, Shift->2->3, dobije se $\sqrt{2} \angle -135^\circ$. Opet pomnožimo $\sqrt{2}$ sa $\sin(-135)$ i dobije se $-1V$, što je i traženi rezultat. Sad imamo $i_L(0)$ i $U_C(j\omega)$ te možemo računati pomoću Laplacea.

Postupak ovako na prvi pogled izgleda malo komplicirano, ali je meni jednostavnije i sigurnije tako raditi nego na način na koji je zadatak službeno riješen.

1. korak je pronaći struju u krugu preko napona generatora i ukupne impedancije kruga

2. korak je naći sve ostalo :D U ovom slučaju struja $i_L(0)$ je odmah i ukupna struja u krugu, ali ne mora nužno biti. Postupak rješavanja je isti, samo treba paziti kako se radi s fazorima.

3. korak je riješiti zadatak do kraja preko Laplacea, to se podrazumijeva da znamo.

Ništa, sretno na ispitu