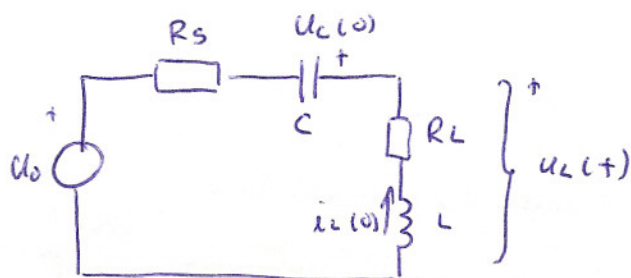
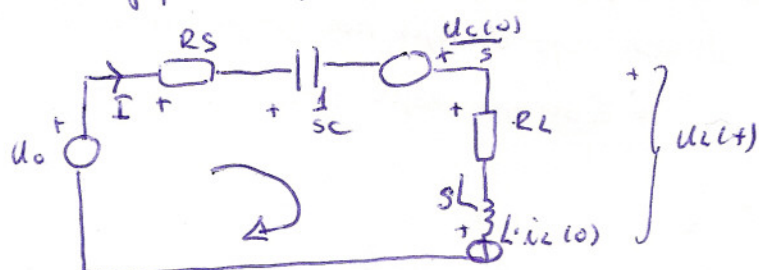


16) ZADACI ZA VJEŽBU



* Rješenje *

- radimo po metodi petlje. Nakon što napravimo novu shemu u koju ubacimo početne uvjete, na elemente stavimo ⊕ tamo gdje struja ulazi.



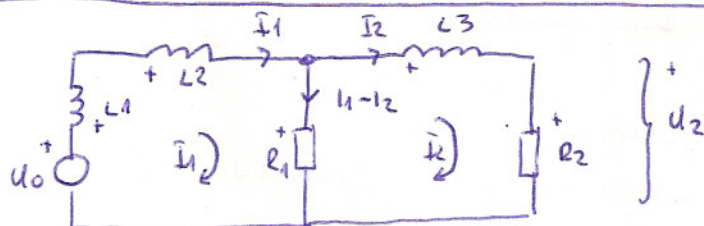
- obiđemo cijelu petlju i napravimo jedn. petlje

$$a) u_0 - I \cdot R_s - I \cdot \frac{1}{sC} + \frac{u_C(t)}{s} - I \cdot R_L - I \cdot sL - i_L(t) \cdot L = 0$$

iz toga izrazimo struju $I = \dots$

$$b) i_L(t) \cdot L + I \cdot sL + I \cdot R_L - u_L = 0$$

1A) ZADACI ZA VJEŽBU



- imamo 2 petlje, tražimo u_2 !

- po 2. Kirch. zakonu napišemo jednačbe petlji

$$(1) u_0 - I_1 sL_1 - I_1 sL_2 - (I_1 - I_2) R_1 = 0$$

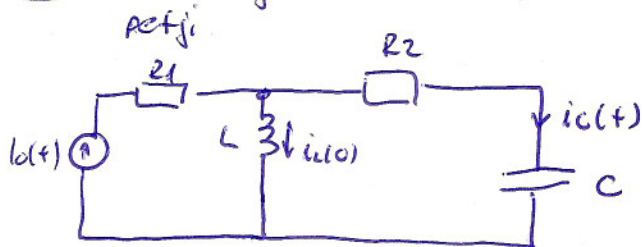
$$(2) (I_1 - I_2) R_1 - I_2 sL_3 - I_2 R_2 = 0$$

- imamo 2 jedn sa 2 nepoznane (I_1 i I_2)

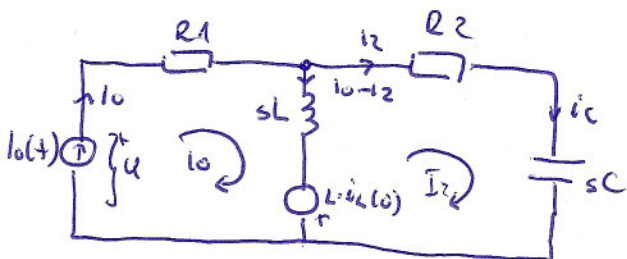
konačno, traženi napon je po Ohmovom zakonu:

$$u_2 = I_2 R_2$$

(13) - treba riješiti pomoću jednačbe



*** Rješenje ***



→ pišemo jednačbe petgji:

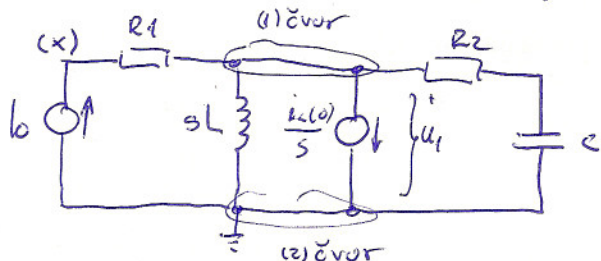
$$(1) u - i_{L1}R_1 - (i_{L1} - i_2)sL + L \cdot i_L(0) = 0$$

$$(2) -L \cdot i_L(0) + (i_0 - i_2)sL - i_2 \cdot R_2 - i_2 \cdot \frac{1}{sC} = 0$$

⇒ struja koju tražimo (i_C) je u biti I_2

*** Rješenje - možemo izračunati preko jednačbi čvorova ***

→ pretvorimo nap. izvor kod zavojnice u strujni:



- postavimo jednačbu čvora (1) jer smo čvor (2) uzemljili

$$u_1 \left[\frac{1}{sL} + \frac{1}{R_2 + \frac{1}{sC}} \right] - 0 = i_0 - \frac{i_L(0)}{s}$$

dati desno je suma struja koju ulazi u čvor

- izrazimo napon u_1

$$i_C = \frac{u_1}{R_2 + \frac{1}{sC}} = \dots \text{ rješenje}$$

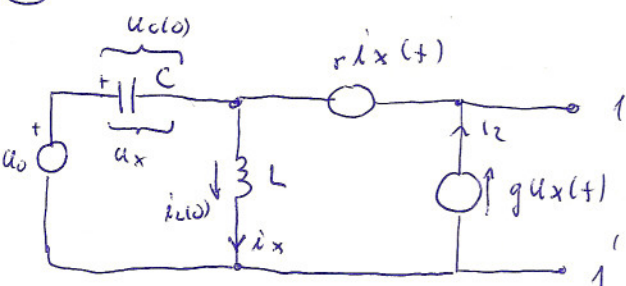
- u ovom slučaju nismo znali vodljivost strujnog izvora i_0 , pa smo napisali s desne strane izraza struju i_0 . Nizato ne smijemo za jedan izvor napisati i struju i vodljivost.

⇒ ~~možemo~~ možemo dodati čvor (x) i onda bi jednačbe ovako izgledale:

$$(1) u_1 \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{sC} + \frac{1}{R_2 + \frac{1}{sC}} \right] - u_2 \frac{1}{R_1} = \frac{i_L(0)}{s}$$

$$(x) u_2 \left[\frac{1}{R_1} \right] - u_1 \left[\frac{1}{R_1} \right] = 10$$

③ - MI 2007



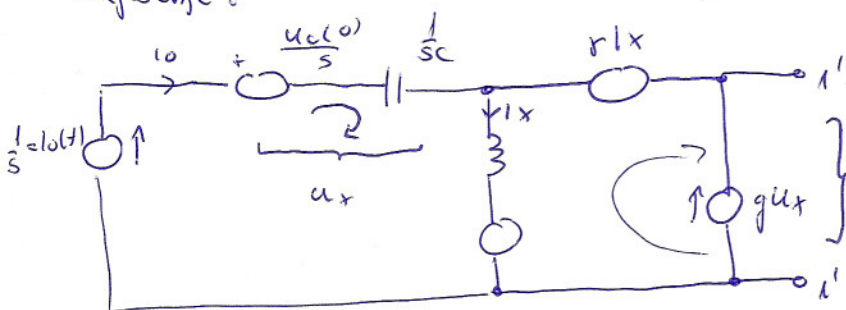
VERN

VELEUČILIŠTE

- iz sheme vidimo da je

$$i_2 = g \cdot u_x$$

- Rješenje:



- napravimo mini petlju kod kondenzatora

$$+u_x - \frac{u_c(t)}{s} - i_0 \frac{1}{sC} = 0$$

$$\Rightarrow u_x = \frac{u_c(t)}{s} + i_0 \frac{1}{sC} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s^2}$$

- uvrstimo u formulu za i_2

$$i_2 = \frac{1}{2s} + \frac{1}{2s^2}$$

$$i_x = i_0 + i_2$$

$$= \frac{1}{s} + \frac{1}{2s} + \frac{1}{2s^2}$$

$$= \frac{3}{2s} + \frac{1}{2s^2}$$

→ tražimo Theveninov napon i napisemo jedn. petlje

$$L \cdot i_x'(t) - i_x sL - r_lx (i_x + i_2) = 0$$

$$u_T = i_x (sL + r_lx) - L \cdot i_c(t)$$

$$= \left[\frac{3}{2s} + \frac{1}{2s^2} \right] (s + \frac{1}{2}) - \frac{1}{s}$$

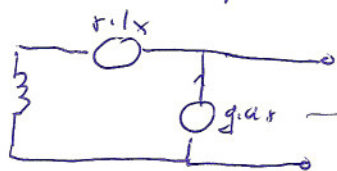
- pronašli smo Theveninov napon, sad tražimo otpor

→ stavimo sve početne uvjete u 0, Nezavisne izvore odspojimo,

zavisne (one sa x ili L ili nešto) ostavimo, Naponske izvore → kratak spoj,

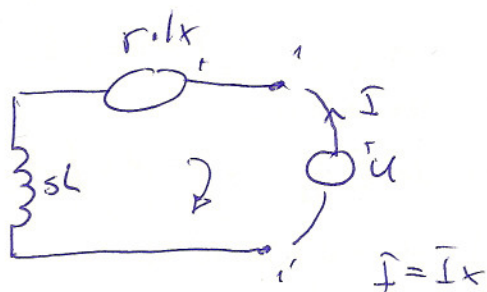
a strujni → prazan hod

→ dobijemo sjedeć:



pošto je $u_x = 0$,
onda je i ta struja = 0

⇒



$$i = i_x$$

- na priključnice 1-1' dodamo naponski izvor u sa strujom I

$$\text{sad je } Z_T = \frac{u}{i_x}$$

- napravimo petlju:

$$-i_x sL - r_lx + u = 0$$

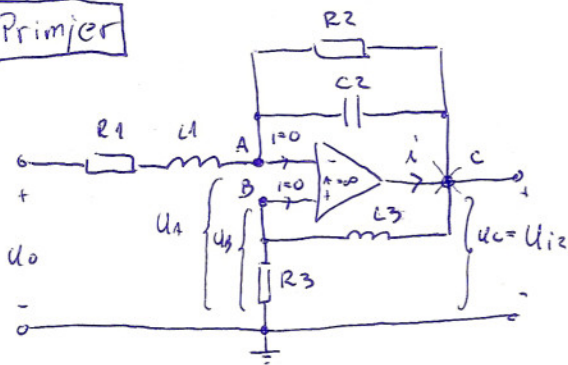
$$u = i_x [sL + r_lx]$$

$$\Rightarrow Z_T = sL + r_lx$$

$$Z_T = s + \frac{1}{2}$$

www.vern.hr

Primjer



- rješavamo po principu metode čvorova
- za čvor (c) nećemo pisati jednačinu za izlaz pojačala
- glavna formula pojačala je: $u_{iz} = A \cdot (u_B - u_A) \quad /: A$
- $\frac{u_{iz}}{A} = u_B - u_A \quad \{ A \rightarrow \infty \}$
- $u_A = u_B$

- napišemo jedn. čvorova A i B

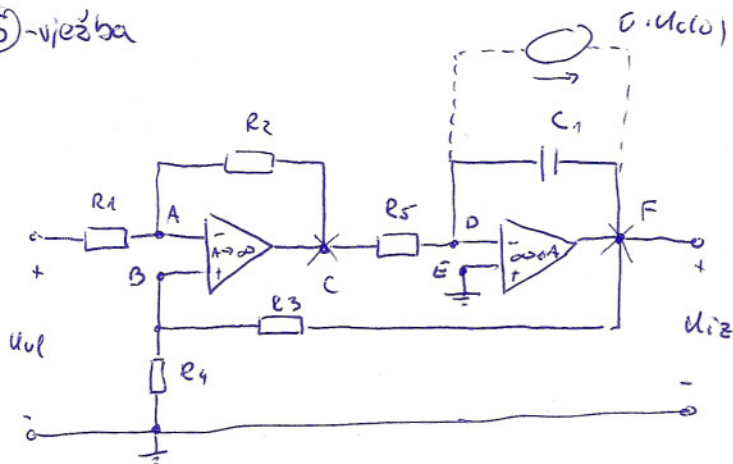
$$(A) \quad u_A \cdot \left[\frac{1}{R_1 + sL_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{sC_2} \right] - u_0 \left[\frac{1}{R_1 + sL_1} \right] - u_{iz} \left[sC_2 + \frac{1}{R_2} \right] = 0$$

$$(B) \quad u_B \cdot \left[\frac{1}{R_3} + \frac{1}{sL_3} \right] - u_{iz} \left[\frac{1}{sL_3} \right] = 0$$

$$u_A = u_B$$

- 3 jedn s 3 nepoznane; riješimo sustav

5. vježba



$$u_{iz} = A (u_B - u_A) \quad /: A$$

$$u_A = u_B$$

$$u_D = u_E$$

$$(A) \quad u_A \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - u_0 \left(\frac{1}{R_1} \right) - u_C \left(\frac{1}{R_2} \right) = 0$$

$$(B) \quad u_B \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) - u_C \left(\frac{1}{R_3} \right) = 0$$

(C) Ne pišemo

$$(D) \quad u_D \left[\frac{1}{R_5} + sC \right] - u_C \left[\frac{1}{R_5} \right] - u_F \left[sC \right] = 0$$

$$(E) \quad u_E = 0; \quad u_D = 0$$

(F) Ne pišemo

- Datke ko iza prošli primjer, za izlaze iz pojačala ne pišemo jednačine.

- ~~ne pišemo~~

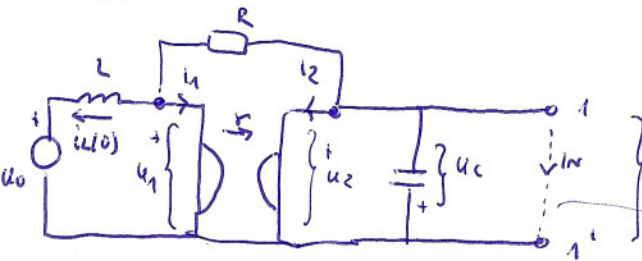
- Ako imamo npr strujni izvor, on utječe na čvor D, E, F pa samo njih mijenjamo

$$\Rightarrow (D) \quad \dots = -C \cdot u_C(0)$$

- odnosno sa desne strane izraza imamo struju koja ulazi u čvor.

GIRATOR

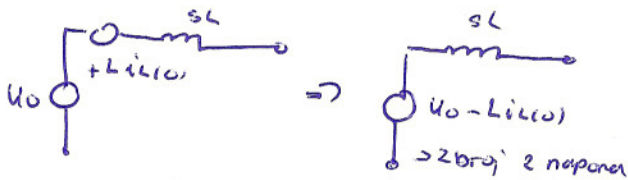
- imamo 2 načina za rješavanje \rightarrow



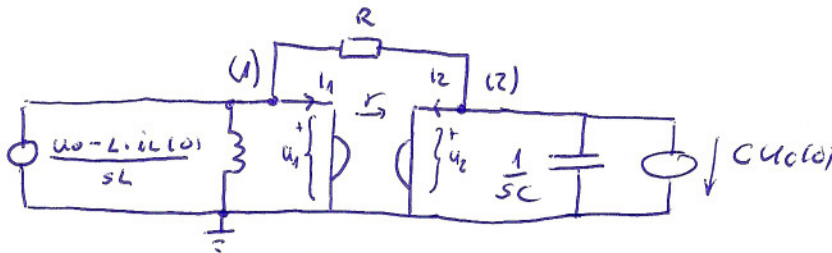
jedn. giratora:

$$\begin{cases} u_1 = r \cdot i_2 \\ u_2 = -r \cdot i_1 \end{cases}$$

- Za jedn. čvorova nam smetaju poč. uvjeti tako da ćemo ga prebaciti u naponski čvor, pa u S.I.



~ konačno ~

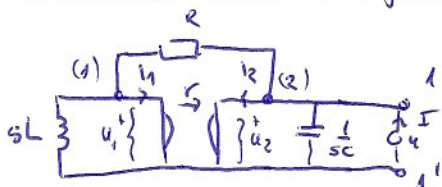


$$(1) u_1 \left[\frac{1}{sL} + \frac{1}{R} \right] - u_2 \left[\frac{1}{R} \right] = \frac{u_0}{sL} - \frac{di(0)}{s} - I_1$$

$$(2) u_2 \left[\frac{1}{R} + sC \right] - u_1 \left[\frac{1}{R} \right] = C \cdot u_C(0) - I_2$$

+ jedn. giratora

Thereminov otpor \rightarrow ugasimo nezavisne izvore i damo napon V i struju I



$$Z_T = \frac{V}{I}$$

$$(1) u_1 \left[\frac{1}{sL} + \frac{1}{R} \right] - u_2 \left[\frac{1}{R} \right] = -I_1 \rightarrow \frac{u_2}{R}$$

$$(2) u_2 \left[\frac{1}{R} + sC \right] - u_1 \left[\frac{1}{R} \right] = I - I_2 \rightarrow I - \frac{u_1}{R}$$

u_2 izrazimo preko I

$$(1) u_1 \left[\frac{1}{sL} + \frac{1}{R} \right] = u_2 \left[\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right]$$

$$\frac{u_1}{\frac{1}{sL} + \frac{1}{R}} = u_2$$

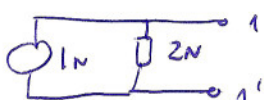
$$(2) u_2 \left[\frac{1}{R} + sC \right] + u_1 \left[\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right] = I$$

$$u_2 \left[\frac{1}{R} + sC \right] + \left(\frac{\frac{1}{sL} + \frac{1}{R}}{\frac{1}{sL} + \frac{1}{R}} \right) \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right) = I$$

po Nortonu bi islo ovako: $u_2 = 0 \Rightarrow i_1 = 0$ (zbog formula giratora)

$$(1) u_1 \left[\frac{1}{sL} + \frac{1}{R} \right] - u_2 \frac{1}{R} = -\frac{u_1}{sL} - \frac{di(0)}{s} - I_1$$

$$(2) u_2 \left[sL + \frac{1}{R} \right] - u_1 \frac{1}{R} = -I_N - I_2 - C u_C(0)$$



Laplace

$$u_0(t) = f(t) \longleftrightarrow u(s) = 1 \quad \left. \vphantom{u_0(t)} \right\} \text{ najčesťe}$$

$$u_0(t) = s(t) \longleftrightarrow u(s) = \frac{1}{s}$$

$$= e^{-\lambda t} \cdot s(t) \longleftrightarrow \frac{1}{s+\lambda}$$

$$= t^n e^{-\lambda t} \cdot s(t) \longleftrightarrow \frac{n!}{(s+\lambda)^{n+1}}$$

Prímer: $\frac{1}{s^2+3s+2} \rightarrow$ to treba prebrať

↓
nul točte

$$\left. \vphantom{\frac{1}{s^2+3s+2}} \right\} = \frac{1}{(s+2)(s+1)} = \frac{A}{s+2} + \frac{B}{(s+1)}$$

~ ~ ~ ~ ~ izrazimo A a B

Prímer: