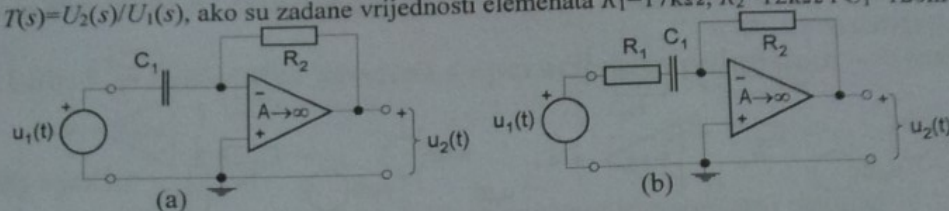


sne funkcije
 $C_2 = 110 \text{ nF}$.

4. Za električne krugove prikazane slikom 3 izračunati naponske prijenosne funkcije $T(s) = U_2(s)/U_1(s)$, ako su zadane vrijednosti elemenata $R_1 = 17 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$ i $C_1 = 120 \text{ nF}$.



Slika 3 Električni krugovi u zadatku 4.

$$T(s) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$a) T(s) = -R_2 s C_1 = 1.44 \cdot 10^{-3} s$$

$$b) T(s) = -\frac{R_2 s C_1}{1 + R_1 s C_1} = -\frac{1.44 \cdot 10^{-3} s}{1 + 2.04 \cdot 10^{-3} s}$$

Kako se zove električni krug na slici 3(a), a kako na slici 3(b)?

3(a) IDEALNI DERIVATOR

3(b) REALNI DERIVATOR

Za krug na slici 3(a): Koliko iznosi vremenska konstanta kruga? Ako je zadana naponska pobuda $u_1(t) = 10^3 t S(t)$ [V], kako glasi izraz za napon $u_2(t)$? Skicirati valne oblike $u_1(t)$ i $u_2(t)$.

$$\tau = R_2 C_1 = 1.44 \cdot 10^{-3} s$$

$$k = 10^3 \quad U_1(s) = \frac{10^3}{s^2}$$

$$U_2(s) = -\frac{R_2 \cdot k \cdot C_1}{s}$$

$$U_2(t) = -1.44 S(t)$$

Za krug na slici 3(b): Koliko iznosi vremenska konstanta kruga? Ako je zadana naponska pobuda $u_1(t) = 10^3 t S(t)$ [V], kako glasi izraz za napon $u_2(t)$? Koliko iznosi napon $u_2(t_0)$ u trenutku $t_0 = 10.2 \text{ ms}$? Skicirati valne oblike $u_1(t)$ i $u_2(t)$.

$$\tau = R_1 C_1 = 2.04 \text{ ms}$$

$$U_2(t_0 = 10.2 \text{ ms}) = -1.44 V$$

$$U_1(s) = \frac{10^3}{s^2} = \frac{k}{s^2} \quad k = 10^3$$

$$U_2(s) = -\frac{k R_2 C_1}{s(1 + R_1 s C_1)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{1 + R_1 s C_1}$$

$$A = -k R_2 C_1 \quad B = k R_1 R_2 C_1^2$$

$$U_2(t) = -k R_2 C_1 S(t) - k R_2 C_1 e^{-\frac{t}{R_1 C_1}} S(t)$$

$$U_2(t) = -1.44 \left(1 + e^{-\frac{t}{2.04 \cdot 10^{-3}}}\right) S(t)$$

Električni krugovi - Lab

Lab 5. Izvješće

Električni krugovi s operacijskim pojačalom

Ime i Prezime: _____

Asistent: _____

Grupa: _____

Napomena: Pojedine točke ovog **Lab Izvješća** se popunjavaju tokom izrade laboratorijskih vježbi prema istim točkama koje su detaljno opisane u **Lab Uputama**. Lab Izvješće se predaje asistentu na ocjenu po završetku laboratorijskih vježbi.

Vježba 1: Određivanje naponskih odziva u električnim krugovima s operacijskim pojačalom:

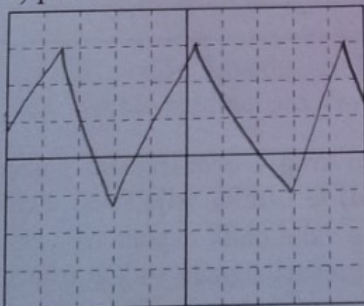
a. Integrator (idealni):

1.1 Zalemite na univerzalnoj štampanoj pločici električni krug s operacijskim pojačalom, kondenzatorom i otpornikom koji je prikazan na slici 5(b) te uzmite vrijednosti elemenata $R_1=5k\Omega$, $C_2=100nF$. (Napomena: vidi Uputu, točka c. idealni integrator: obavezno dodati veliki otpor $R_2=100k\Omega$ u paralelu sa kapacitetom C_2 .) Priključite generator signala (ISKRA MA3733) i podesite valni oblik napona na generatoru na pravokutni, amplituda napona neka je $V_{pp}=0.5V$, s DC offsetom od 0V i s periodom dužine $T=20ms$ (ili frekvencijom signala 50Hz). (Objašnjenje: V_{pp} znači napon od vrha do vrha; engl. peak-to-peak; tj. ako je amplituda $V_{pp}=0.5V$ tada periodički valni oblik poprima najnižu vrijednost $-0.25V$, a najvišu $+0.25V$.) Da biste preciznije podesili amplitudu napona $V_{pp}=0.5V$ pogodno je uključiti prekidač $-20dB$ na generatoru signala.

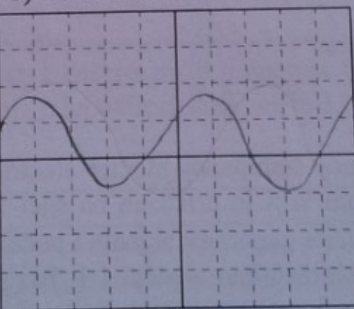
Na osciloskopu (Tektronix 2205) promatrajte valne oblike napona pobude i napona odziva na izlazu operacijskog pojačala i precrtajte ih niže. Frekvenciju vremenske baze osciloskopa podesite tako da se na ekranu dobije pet perioda pravokutnog napona (10ms/div). Označite sve karakteristične vrijednosti na slikama. Isti postupak crtanja valnih oblika napona pobude i odziva ponovite za pobudu koja ima trokutasti valni oblik i sinusni valni oblik. Svi parametri signala su isti kao i za pravokutni valni oblik.

Pobuda:

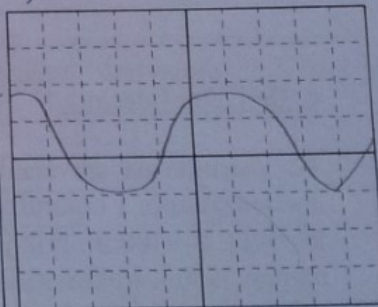
a) pravokutni valni oblik



b) trokutasti valni oblik



c) sinusni valni oblik



Iz dobivenih grafikona izračunati vrijednost vremenske konstante idealnog integratora: _____

$$\tau = 0.5 ms$$

Zašto napon na izlazu idealnog integratora nema srednju vrijednost jednaku nuli, iako je $V_{DC}=0$? Što se treba učini da se navedeni efekt spriječi?

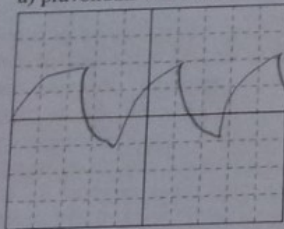
NULA JEDNAK NULI JER JE POSREDOVANJE NA ISTOSMERNI IZVOR

b. Integrator s gubicima (realni integrator):

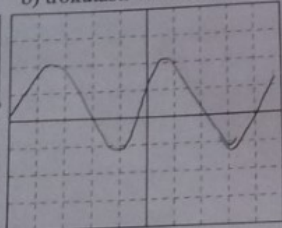
1.2 Zalemite na univerzalnoj štampanoj pločici električni krug s operacijskim pojačalom, kondenzatorom i otpornikom koji je prikazan na slici 5(c) te uzmite vrijednosti elemenata $R_1=5k\Omega$, $R_2=20k\Omega$, $C_1=100nF$. Priključite generator signala i podesite valni oblik napona na generatoru na pravokutni, trokutasti i sinusni kao u točki 1.1. Svi parametri signala su kao u točki 1.1. Na osciloskopu (Tektronix 2205) promatrajte i precrtajte valne oblike napona pobude i napona odziva na izlazu operacijskog pojačala. Frekvenciju vremenske baze osciloskopa podesite tako da se na ekranu dobije pet perioda periodičkog napona (10ms/div). Označite sve karakteristične vrijednosti na slikama.

Pobuda:

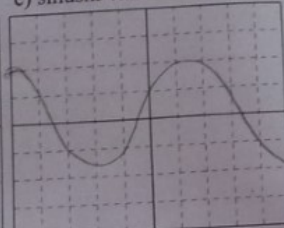
a) pravokutni valni oblik



b) trokutasti valni oblik



c) sinusni valni oblik



Koja je razlika između idealnog i integratora s gubicima (realnog integratora)? Kakav je integrator bio predmet proučavanja u laboratorijskoj vježbi Lab 3-RC Električni Krugovi?

Idealni nema gubitaka dok realni ima gubitke i ide se oscilacije kao na realnom na grafu.

Da li se bez operacijskog pojačala može realizirati idealni integrator?

Moguće s izvedivom s OVISNIM IZVOROM

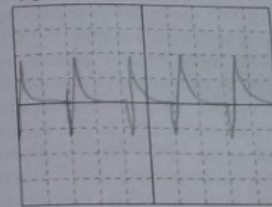
$$A = \frac{1}{\mu_2 - \mu_1} \quad A \sim 10^9$$

c. Derivator (idealni):

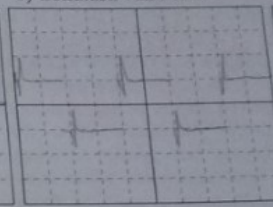
1.3 Zalemite na univerzalnoj štampanoj pločici električni krug s operacijskim pojačalom, kondenzatorom i otpornikom koji je prikazan na slici 5(d) te uzmite vrijednosti elemenata $R_2=5k\Omega$, $C_1=100nF$. Priključite generator signala i podesite valni oblik napona na generatoru na pravokutni, trokutasti i sinusni kao u točki 1.1. Svi parametri signala su kao u točki 1.1, jedino je amplituda ulaznog signala $V_{pp}=10V$. Na osciloskopu (Tektronix 2205) promatrajte i precrtajte valne oblike napona pobude i napona odziva. Frekvenciju vremenske baze osciloskopa podesite tako da se na ekranu dobije pet perioda periodičkog napona (10ms/div). Označite sve karakteristične vrijednosti na slikama.

Pobuda:

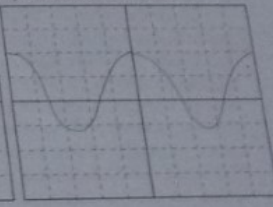
a) pravokutni valni oblik



b) trokutasti valni oblik



c) sinusni valni oblik



Iz dobivenih grafikona izračunati vrijednost vremenske konstante idealnog derivatora:

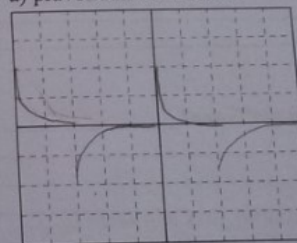
$$\tau = 2 \text{ ms}$$

d. Derivator s gubicima (realni derivator):

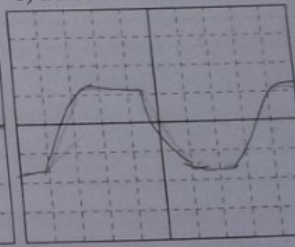
1.4 Zalemite na univerzalnoj štampanoj pločici električni krug s operacijskim pojačalom, kondenzatorom i otpornikom koji je prikazan na slici 5(e) te uzmite vrijednosti elemenata $R_1=20k\Omega$, $R_2=5k\Omega$, $C_1=100nF$. Priključite generator signala i podesite valni oblik napona na generatoru na pravokutni, trokutasti i sinusni kao u točki 1.1. Svi parametri signala su kao u točki 1.1, jedino je amplituda ulaznog signala $V_{pp}=10V$. Na osciloskopu (Tektronix 2205) promatrajte i precrtajte valne oblike napona pobude i napona odziva. Frekvenciju vremenske baze osciloskopa podesite tako da se na ekranu dobije pet perioda periodičkog napona (10ms/div). Označite sve karakteristične vrijednosti na slikama.

Pobuda:

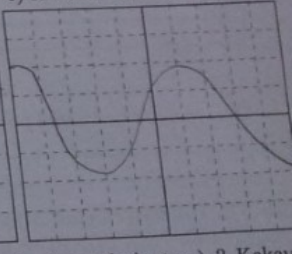
a) pravokutni valni oblik



b) trokutasti valni oblik



c) sinusni valni oblik



Koja je razlika između idealnog i derivatora s gubicima (realnog derivatora)? Kakav derivator bio predmet proučavanja u laboratorijskoj vježbi 3?

Da li se bez operacijskog pojačala može realizirati idealni derivator?

MOGUĆE S OVISNIM IZVOROM