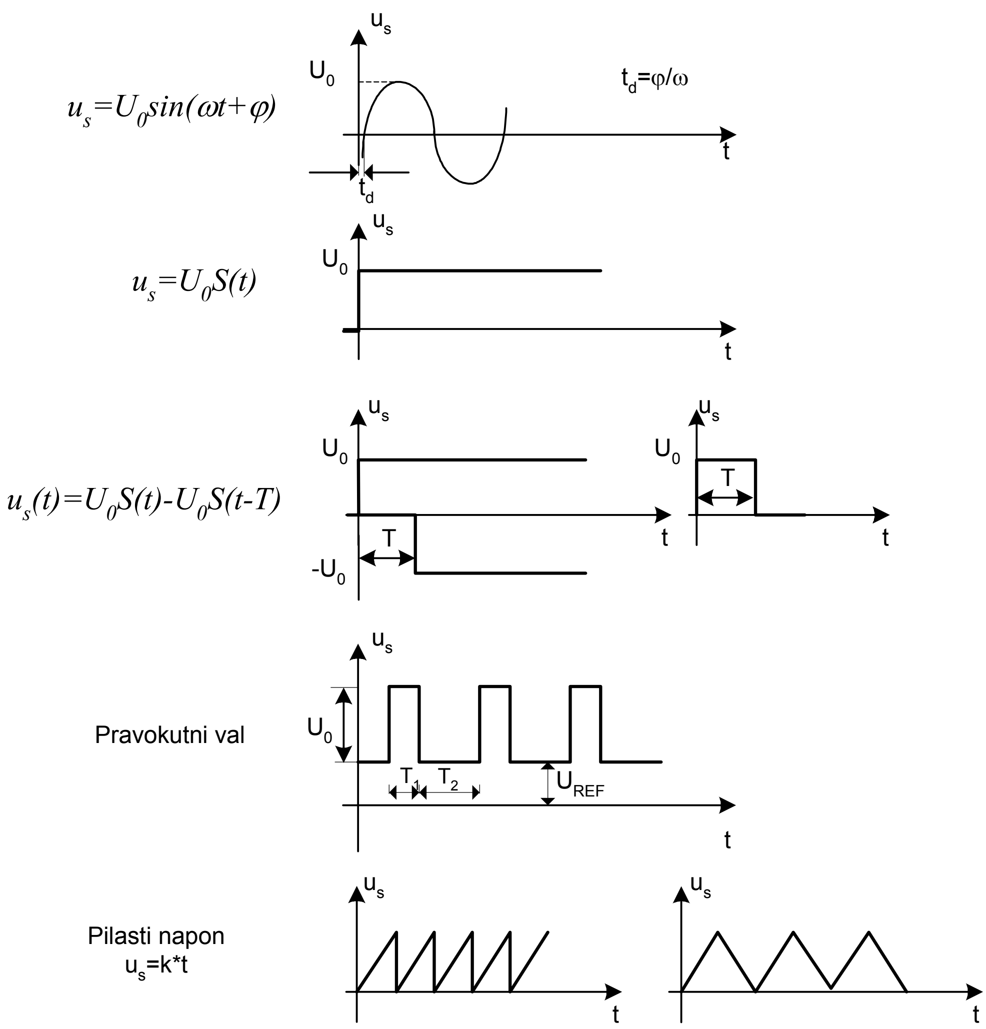
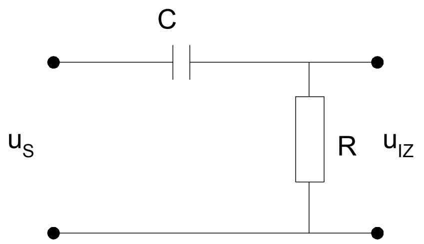
Impulsi i linearno oblikovanje

Pored sinusoidalnog signala $u_s=U_0 \cdot sin(\omega t+\varphi)$ postoje i signali drugih oblika. Tako je osnovni signal koji se primjenjuje u impulsnoj tehnici, naponski skok (step funkcija) oblika $u_s=U_0 \cdot S(t)$. Pravokutni impuls se dobije superpozicijom pozitivnog i negativnog naponskog skoka $u_s(t)=U_0 \cdot S(t)-U_0 \cdot S(t-T)$, gdje je U_0 amplituda impulsa a T njegova širina.



Sl. Prikaz različitih signala

RC sklop za deriviranje



Prvo ćemo promatrati odziv RC sklopa ako je na ulazu sinusoidalan signal oblika $u_s=U_0 \cdot sin\omega t$.

$$u_{IZ} = u_s \cdot \frac{R}{R + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}} = u_S \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot R \cdot C}} = u_S \cdot \frac{1}{1 + \frac{\omega_1}{j \cdot \omega}} \quad (*)$$

gdje je

$$\omega_1 = \frac{1}{R \cdot C} \; ili \; f_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}.$$

Tada izlazni napon možemo napisati u obliku $u_s = k \cdot U_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ gdje je

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_1}{\omega}\right)^2}} \; a \; fazni \; pomak \; \tan g\varphi = \frac{\omega_1}{\omega}.$$

Dakle kada je na ulazu sinusni napon na izlazu imamo također sinusni napon (samo može doći do promijene amplitude i pomaka faze). Svaki drugi signal prolazom kroz ovu mrežu doživjet će promjenu. Sada ćemo razmotriti odziv na naponski skok:

$$u_S = \frac{1}{C} \cdot \int_0^t i \cdot dt + R \cdot i \quad uz \;\; i = \frac{u_{IZ}}{R} \Rightarrow u_S = \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^t u_{IZ} \cdot dt + u_{IZ} \quad sada \; deriviramo \; po \; t \; \Big/ dt$$

$$\frac{du_S}{dt} = \frac{u_{IZ}}{R \cdot C} + \frac{du_{IZ}}{dt}.$$

Treba pronaći rješenje ove dif. jednadžbe a mi ćemo upotrijebiti Laplaceovu transformaciju. Za razumijevanje Laplaceove transformacije pogledaj link http://hr.wikipedia.org/wiki/Laplaceova_transformacija. U jednadžbi (*) zamijenimo $\boldsymbol{j \cdot \omega}$ s varijablom $\boldsymbol{s}$ u donjem (frekvencijskom području). Ulazni signal u gornjem (vremenskom) području je $u_s = U_0 \cdot S(t)$ a u donjem

$$U_0 \cdot \frac{1}{s}$$

i ovo uvrstimo u (*):

$$u_{IZ} = U_0 \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{s \cdot R \cdot C}} = U_0 \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \quad \circ\!\!-\!\!\!-\!\!\!-\!\!\bullet \quad U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

jer funkciji 1/(s+a) odgovara u gornjem području $e^{-a \cdot t}$. Konstanta RC naziva se vremenska konstanta,

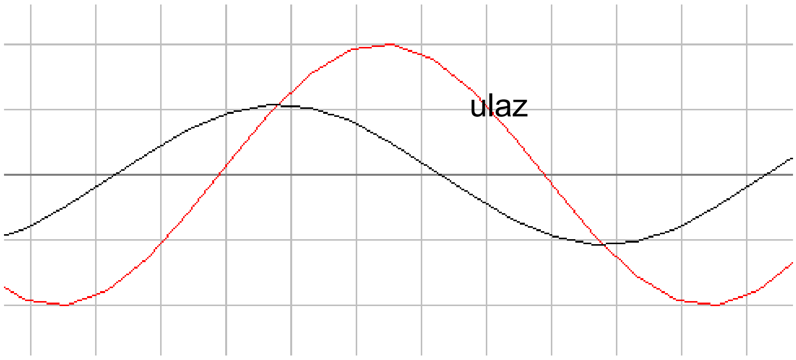
$$\tau \left(R \left[\frac{V}{A} \right] \cdot C \left[\frac{As}{V} \right] = R \cdot C [s] \right).$$

Za razumijevanje step funkcije pogledaj link www.pfst.hr/~ivujovic/stare_stranice/pdf_zip.../oas_vjz1_stud_dist.doc.

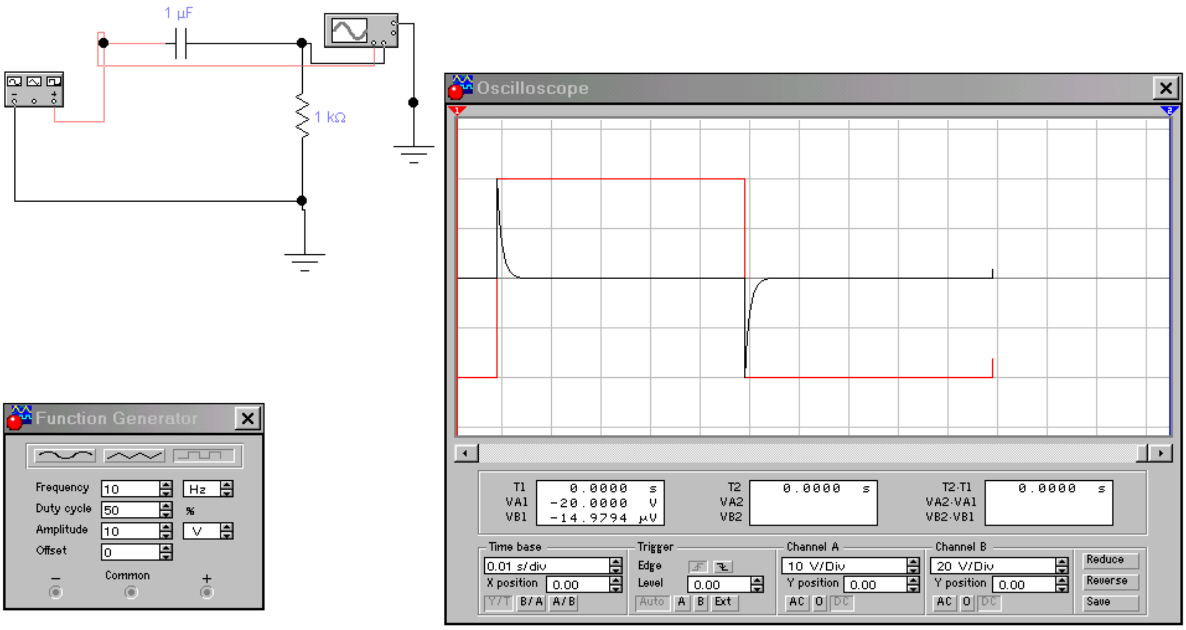
Tablica: Parovi Laplaceove transformacije

	f(t)	F(s)	Napomena
1	1	1/s	s > 0
2	t	$1/s^2$	s > 0
3	t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	s > 0
4	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$	s > a
5	$t\,e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$	s > a
6	sin(wt)	$\frac{w}{s^2+w^2}$	s > 0
7	cos(wt)	$\frac{s}{s^2+w^2}$	s > 0
8	e^{at} sin(wt)	$\frac{w}{(s+a)^2+w^2}$	
9	e^{at} cos(wt)	$\frac{s+a}{(s+a)^2+w^2}$	
10	df/dt	$sF(s)-f(0^+)$	
11	$\int_0^\infty f(t)dt$	$\frac{F(s)}{s}$	
12	$f(t-t_1)$	$e^{-t1s}F(s)$	

Slijedi prikaz ulaznog i izlaznog signala za različite vrijednosti R i C.

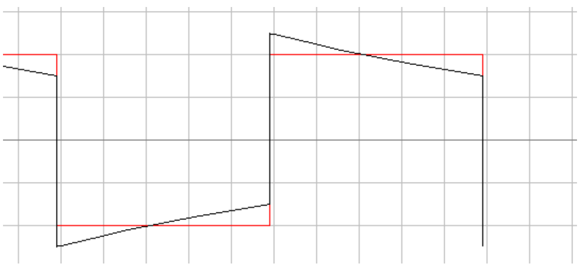


Sl. Sinusoidalni signal

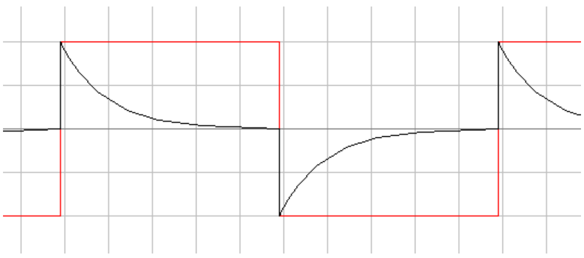


Sl. Prikaz sklopa i signala (electronics workbench)

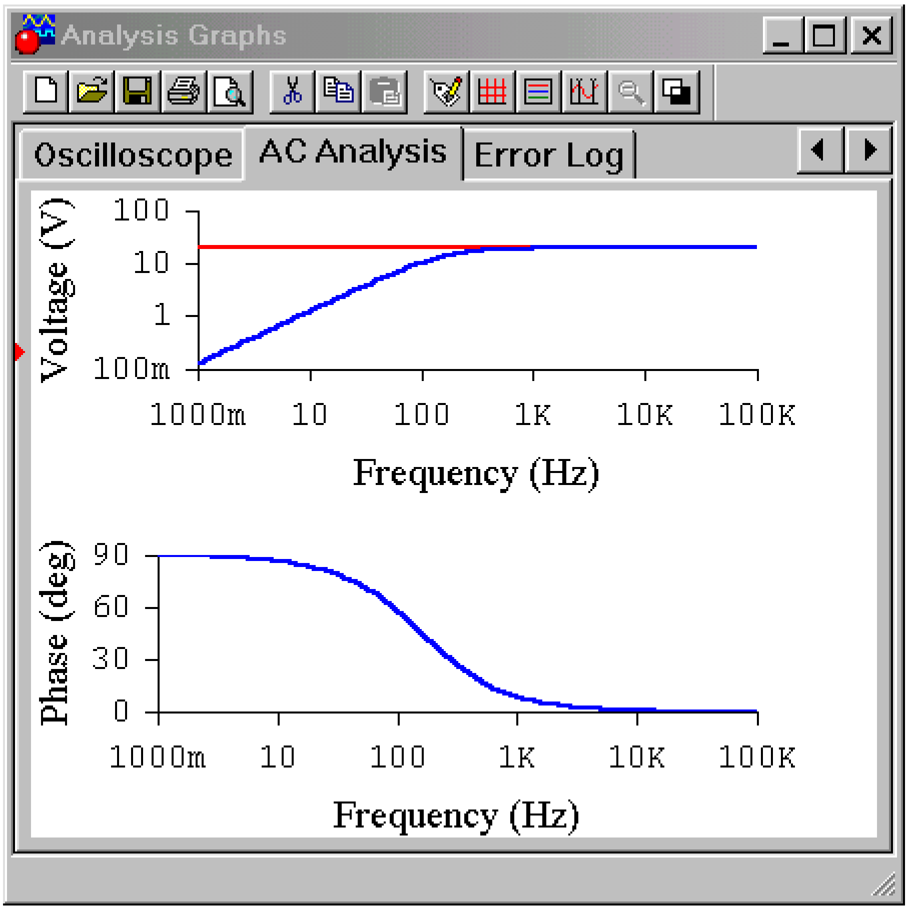
R=10 kΩ, C=10μF



R=10 kΩ, C=1μF



Sl. Odziv uz veliku i srednju vremensku konstantu

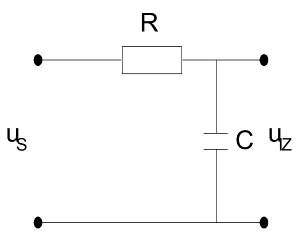


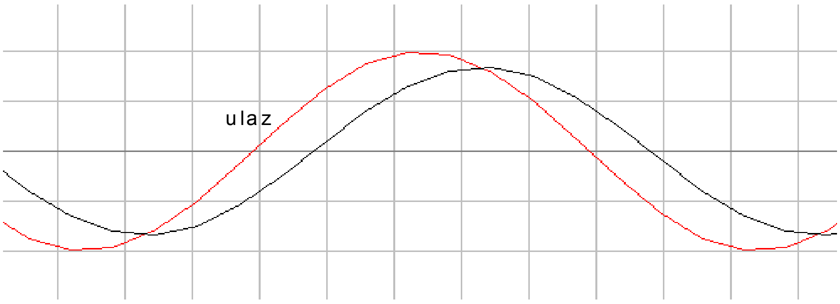
Sl. AC analiza

RC integrator

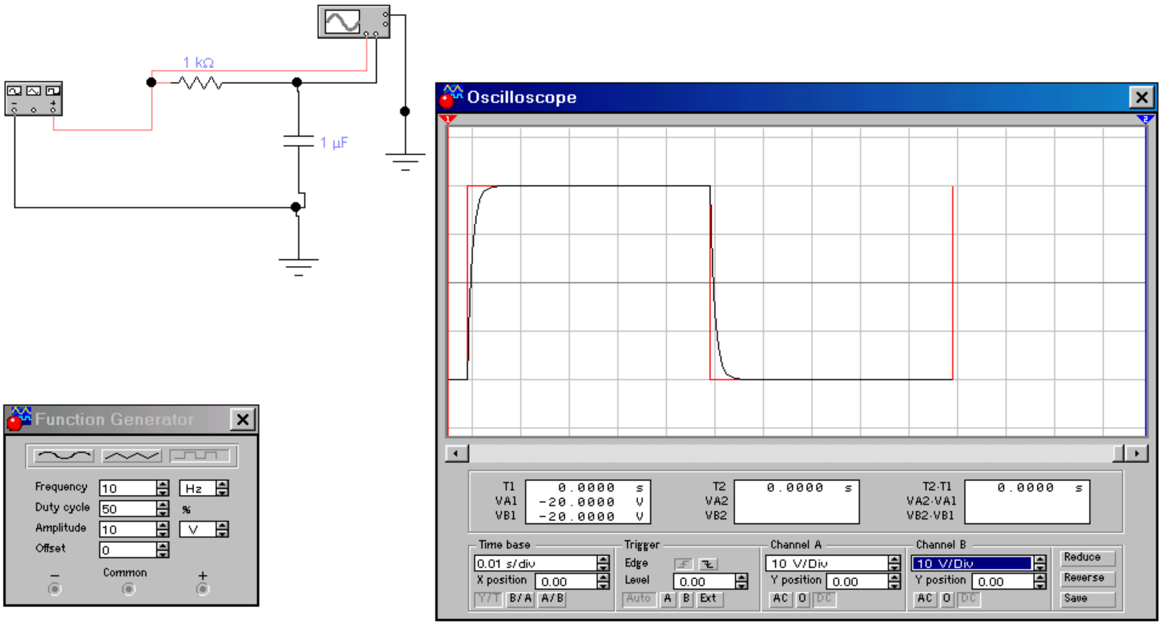
Na isti način sada možemo dobiti odziv RC integratora:

$$u_{IZ} = \frac{U_0}{R \cdot C} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \quad \bullet\!\!-\!\!\!-\!\!\circ \quad U_0 (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$$





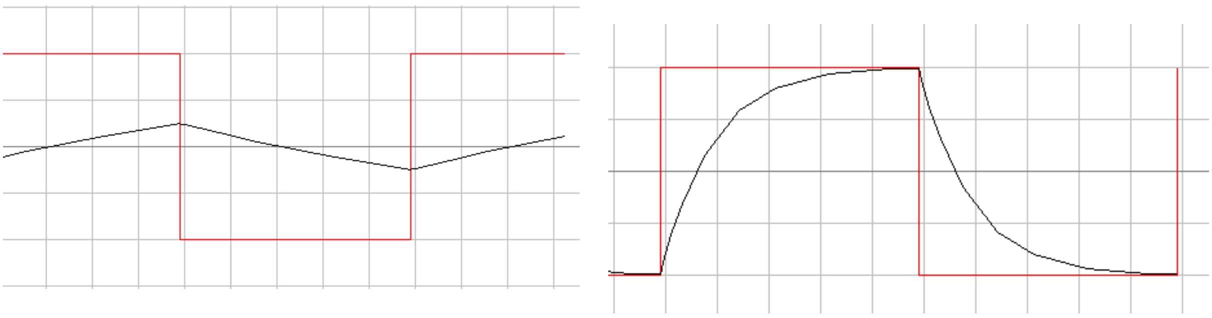
Sl. Sinusoidalni signal



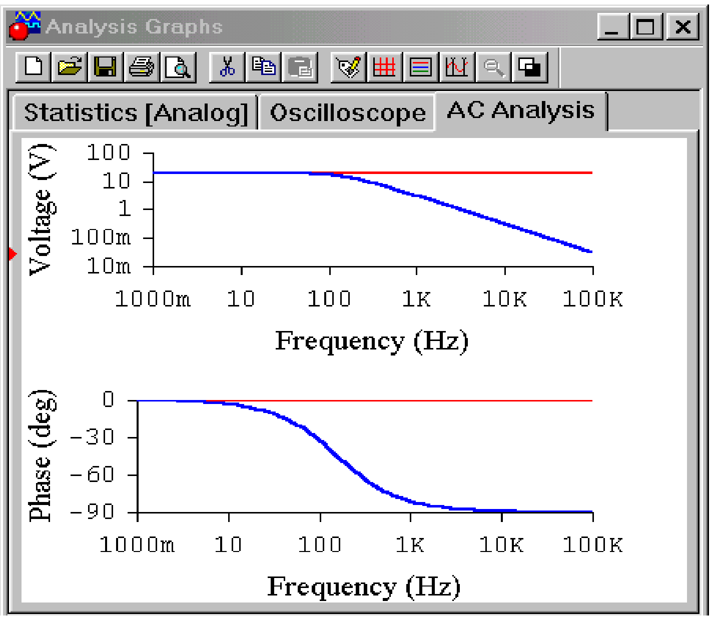
Sl. Prikaz sklopa i signala (electronics workbench)

R=10 kΩ, C=10µF

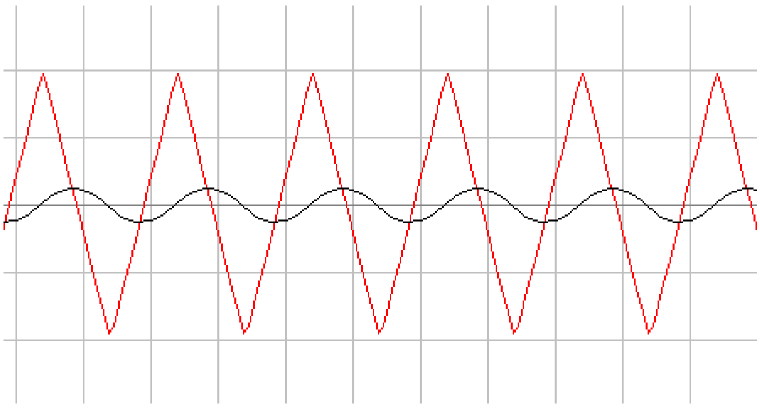
R=10 kΩ, C=1µF



Sl. Odziv uz veliku i srednju vremensku konstantu



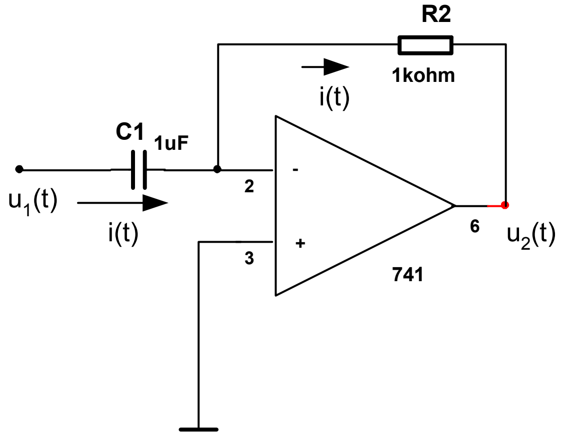
Sl. AC analiza

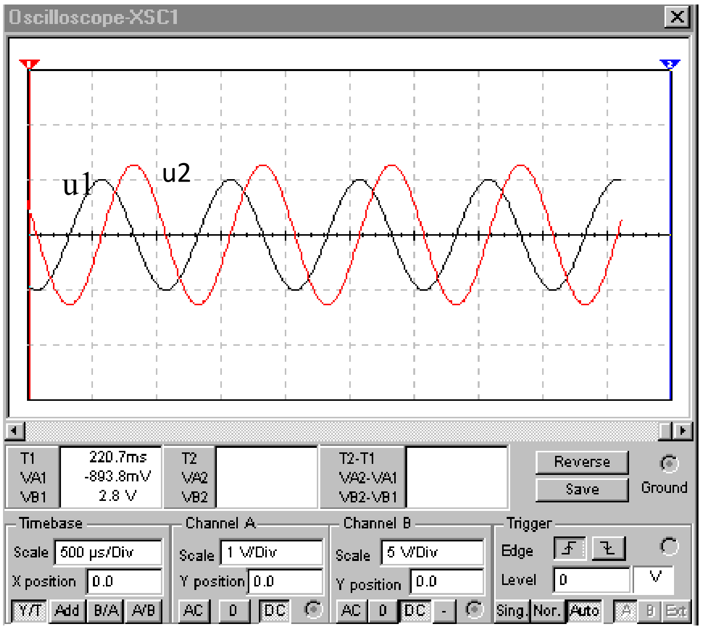


Sl. Odziv na pilasti napon

Sklop za deriviranje

Operacijsko pojačalo u sklopu na slici služi za obavljanje matematičke operacije deriviranja. Zbog prividne nule (kratkog spoja) na ulazu sklopa struja i(t) = C(du_1(t)/dt).



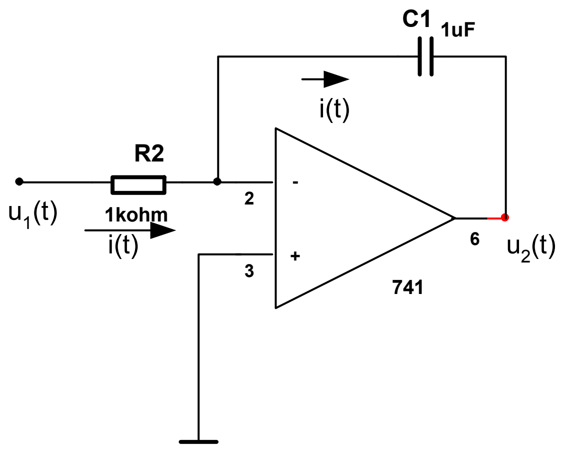


Ista struja teče i kroz otpor R, te je izlazni napon:

$$u_2(t) = -i(t)R = -RC\frac{du_1(t)}{dt}.$$

Izlazni napon je proporcionalan vremenskoj derivaciji ulaznog napona. Faktor proporcionalnosti je vremenska konstanta sklopa RC.

Sklop za integriranje



Sklop za integriranje prikazan je na slici. Struja i(t) = u_1(t)/R. Izlazni napon je dan relacijom:

$$u_2(t) = -\frac{1}{C}\int i(t)dt = -\frac{1}{RC}\int u_1(t)dt.$$

Vidimo da je izlazni napon proporcionalan integralu ulaznog napona. U specijalnom slučaju kada je u_1(t)=U=konst., tada je izlazni napon:

$$u_2(t) = -\frac{1}{C}\int U dt = -\frac{U}{RC}t.$$

Vidimo da izlazni napon raste linearno s vremenom. Ovakav sklop se zove Millerov integrator i upotrebljava se za generiranje vremenske baze u katodnoj cijevi osciloskopa.