Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo
Tržaška 25
61000 Ljubljana

Senzorji in pretvorniki – laboratorijske vaje

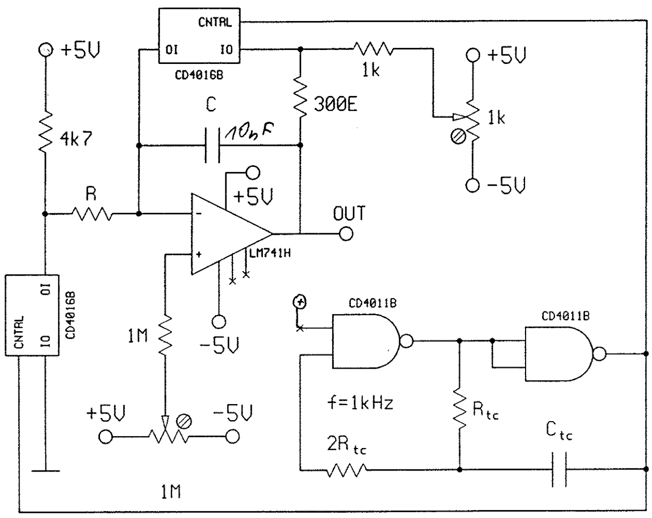
Leon Kos, 4. letnik, Avtomatika – Robotika

11. december 1995

1 Naloga

Realizirajte integrator z operacijskim ojačevalnikom CA7411 in elektronskim stikalom. Določite R in C glede na frekvenco ure, ki krmili elektronsko stikalo, vhodno in izhodno napetost. Ugotovire vlogo trimer potenciometrov.

2 Analiza vezja



Slika 1: Integrator z oscilatorjem

Na sliki 1 imamo integrator z operavijskim ojačevalnikom LM 741, oscilator izveden z dvema vratoma NAND in elektronsko analogno stikalo CD4016B. Ob izboru naslednjih vrednosti za oscilator:

- $R_{tc} = 1M\Omega$
- $C_{tc} = 1nF$
- $2R_{tc} = 2.2M\Omega$

je bila izmerjena frekvenca oscilatorja $f = 400Hz$ in čas vklopa analognih transistorjev $\tau_i = 1.5ms$. Frekvenco oscilatorja lahko tudi približno ocenimo, če predpostavimo, da je preklopna napetost logičnega vezja približno na polovici. Tako imamo RC integralni člen, ki se polni s konstantno napetostjo in za kateregа veljati enačbi

$$U_f(t) = U_0[1 - e^{-\frac{t}{RC}}] \tag{1}$$

$$U_r(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} \tag{2}$$

Ob vstavitvi končnega pogoja preklopa $U_f(t_{1/2}) = 1/2U_0$ v enačbo (1) dobimo pogoj

$$\frac{1}{2} = 1 - e^{-\frac{t_{1/2}}{RC}}$$

iz katerega lahko izrazimo čas ene polperiode kot

$$t_{1/2} = RC \ln 2 \tag{3}$$

Celotna perioda je tako

$$\tau_R \approx 1.39RC \tag{4}$$

Izmerjena vrednost za periodo pa je bila

$$\tau_{izmerjena} = 2.5RC \tag{5}$$

tako je frekvenca oscilatorja podana z enačbo

$$f \approx \frac{0.4}{RC} \tag{6}$$

Za izbrano frekvenco oscilatorja in izmerjeni čas vklopa stikal $\tau_i = 1.5ms$ je bilo potrebno določiti potrebni integracijski čas, da integrator deluje v polni izkoriščenosti napetostnega izhoda. Izhodna napetost integratorja za polnjenje s konstantim tokom, ki ga zagotavljata upora $R_i = 4k7 + R$ vezana na 5 V, je podana z enačbo

$$U(T_1) = -\int_0^{T_1} \frac{U_0}{RC} dt + U_{01} \tag{7}$$

Ob opoštevanju, da izhodna napetost operacijskega ojačevanika ne more doseči polne napetosti se postavi pogojna enačba za izračuna R ob izbiri integracijskega kondenzatorja C = 10 nF

$$4 = \frac{5}{RC}\int_0^{\tau_i} dt + U_{01} = \frac{5\tau_i}{RC} \tag{8}$$

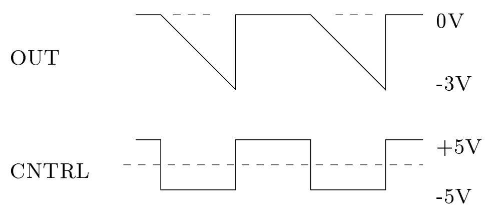
kar da enačbo za izračun integracijskega upora

$$R = \frac{5\tau_i}{4C} = \frac{5 \cdot 1.5ms}{4 \cdot 10nF} = 180k\Omega \tag{9}$$

Uporabljen je bil najbljižji upor $R = 200k\Omega$.

Ob nastavljanju oblike integracijskega signala nastavljamo ničlo na izhodu s potenciometrom 1M. Minimiziranje integracije pri ničnem vhodu pa nastavljamo s potenciometrom 1k.

Na sliki 2 sta prikazana izmerjena signala integratorja in kontrolne napetosti za elektronski stikali.



Slika 2: Časovni potek integracije