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

Senzorji in pretvorniki – laboratorijske vaje

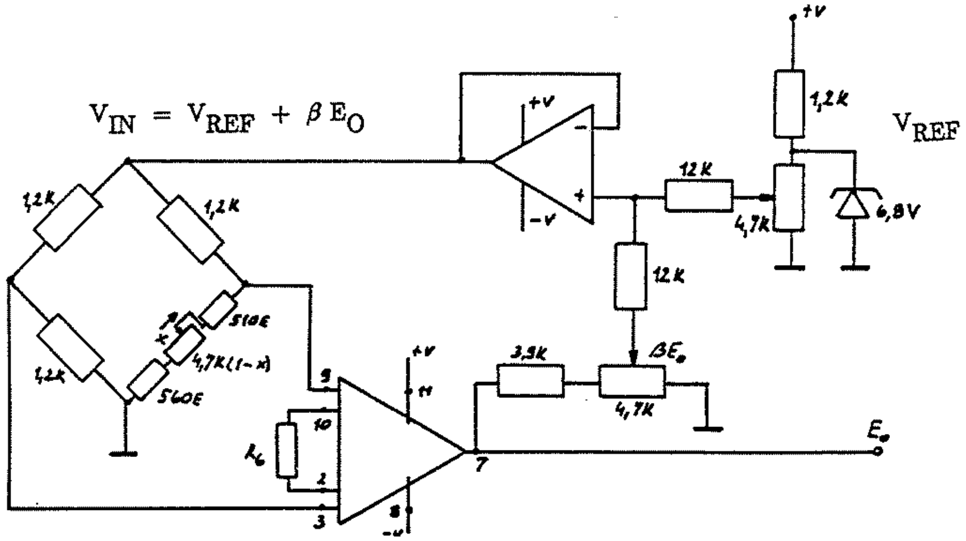
Leon Kos, 4. letnik Avtomatika – Robotika

9. november 1995

1 Naloga

Narišite karakteristiko mostičnega vezja pri velikih liearnih spremembah φ. V vezju za linearizacijo mostička določite β tako, da bo izhod iz mostička linearna funkcija φ.

2 Analiza vezja



Slika 1: Linearizacija mostičnega vezja

Iz slike 1 je razvidno, da lahko karakteristiko mostičnega vezja popravljamo z dvema spremenljivima uporoma. S potenciometrom, ki je vezan na izhod E_0 se popravlja predvsem ojačanje na sredini izhodne karakteristike. S potenciometrom, vezanim na referenčno napetost pa se nastavlja doseg izhodnega območja V_{REF}.

Drsnika obeh potenciometrov skupaj z uporoma 12K tvorita seštevalnik napetosti, ki je z operacijskim ojačevalnikom vezanim kot sledilnik (*buffer*), ojačano zaradi velike tokovne porabe mostičnega vezja. Seštevalnik nastavlja napetost V_{IN} kot vsoto dveh napetosti:

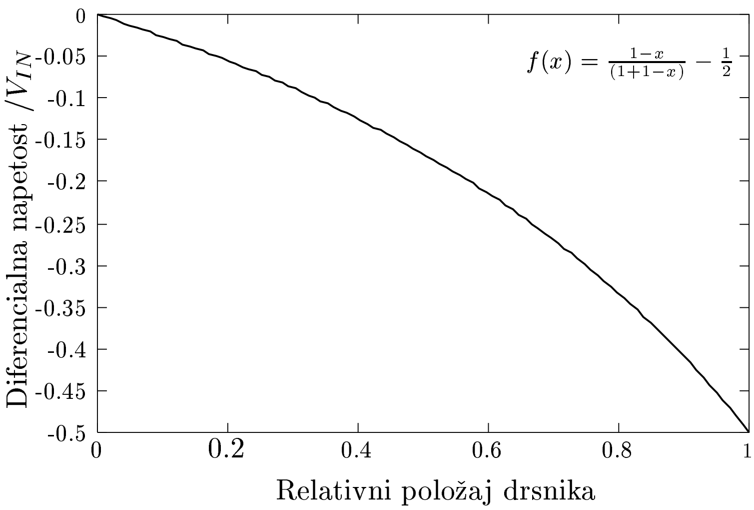
$$V_{IN} = V_{REF} + \beta E_0 \tag{1}$$

Izhodna napetost E_0 je

$$E_0 = K V_{IN} f(x) \tag{2}$$

kjer je K ojačanje instrumentacijskega ojačevalnika. Diferencalna napetost $u_{in} = V_{IN} f(x)$ je nelinearna kljub temu, da so v mostiču uporabljeni samo linearni elementi. V mostiču imame en spremenljivi upor, katerega upornost se spreminja z enačbo

$$R_x = (1-x) R_{max} \ , \qquad 0 \leq x \leq 1 \tag{3}$$



Slika 2: Diferencialna napetost mostiča pri polni spremembi enega upora

Če so vsi upori mostiča enaki je funkcija napetosti $f(x)$ (slika 2) enaka

$$f(x) = \frac{1-x}{1+1-x} - \frac{1}{2} = \frac{x}{2x-4} \tag{4}$$

kjer je x položaj potenciometra. Iz enačbe (4) je razvidno, da funkcija izhodne napetosti ni linearna, če ne uporabimo linearizacijsko vezje (slika 1).

Izhodno napetost E_0 linearizacijskega vezja izračunamo tako, da enačbo (1) vstavimo v enačbo (2):

$$E_0 = \frac{KV_{REF}f(x)}{1 - K\beta f(x)} \tag{5}$$

Če vstavimo enačbo pomika (4) v enačbo (5), lahko zapišemo izhodno napetost E_0 kot

$$E_0 = \frac{KV_{REF}x}{(1 - K\beta\frac{x}{2x-4})(2x-4)} = \frac{K\ V_{REF}\ x}{x(2 - K\beta) - 4} \tag{6}$$

Enačba (6) je linearna če je izraz v imenovalcu, ki je odvisen od položja enak nič. Pogoj je izvedljiv, saj so vsi izrazi konstantni

$$K\beta = 2 \tag{7}$$

Izhodna napetost je tako popolnoma linearizirana

$$E_{0lin} = \frac{KV_{REF}x}{4} \tag{8}$$

Štirica v imenovalcu podaja ojačanje mostične vezave in jo lahko upoštevamo v ojačanju K. Podobno bi lahko za nelinearno funkcijo izbrali

$$f_2(x) = \frac{x}{1 + x/2} \tag{9}$$

le da bi se pogoj spremenil na

$$K_2\beta_2 = 1/2 \tag{10}$$

Na sliki 1 je tudi razvidno, da s potenciometrom ne spreminjamo ojačanja sistema K ampak V_{REF}, kaj je po enačbi (8) ekvivalentno spreminjanju ojačanja.

V realnih sistemih funkcije napetosti mostiča niso enake enačbi (4) ampak poljubno odstopajo. Vezje s slike fig:mostvez zagotavlja le linearizacijo mostične vezave, ne pa tudi korekcijo nelinearnosti vhodnega potenciometra (senzorja). Če je senzor linearen in so pomiki manjhni, je s tem tudi sprememba funkcije $f(x)$ dokaj linearna. Tar pomeni, da lahko pri majnih pomikih in linearnih senzorjih opustimo vezje za linearizacijo.

2.1 Postopek nastavljanja poteciometrov

Iz pogoja

$$K\beta = Const \tag{11}$$

je jasno, da sta konstanti med seboj odvisni. Povečanje ene pogojuje zmanjšanje druge. Pri linearizaciji se zadovoljimo s tremi točkami idealne premice. Ker je izhodišče zagotovljeno, nastavljamo le točki na koncu in sredini obsega.

Na začetku nastavimo K tako, da kaže konec dosega. Izmerimo odstopanje na polovici obsega. Če izhodna napetost presega idealno vrednost, povečamo β, kar pogojuje zmanjšanje K na koncu dosega. Obratno velja če je izhodna vrednost na polovici manjša od idealne. Nastavljanje končamo, ko zagotovimo srednjo in končno vrednost.

3 Rezultati

Po kalibraciji mostiča je bila izmerjena karakteristika kot jo podaja tabela 1. Na sliki 3 je videti, da izhodna karakteristika ni liearna, kar lahko pomeni nelinearni vhodni potenciometer ali nelinearnosti v instrumentacijskem ojačevalniku in ostalih elementih (seštevalnik, sledilnik).

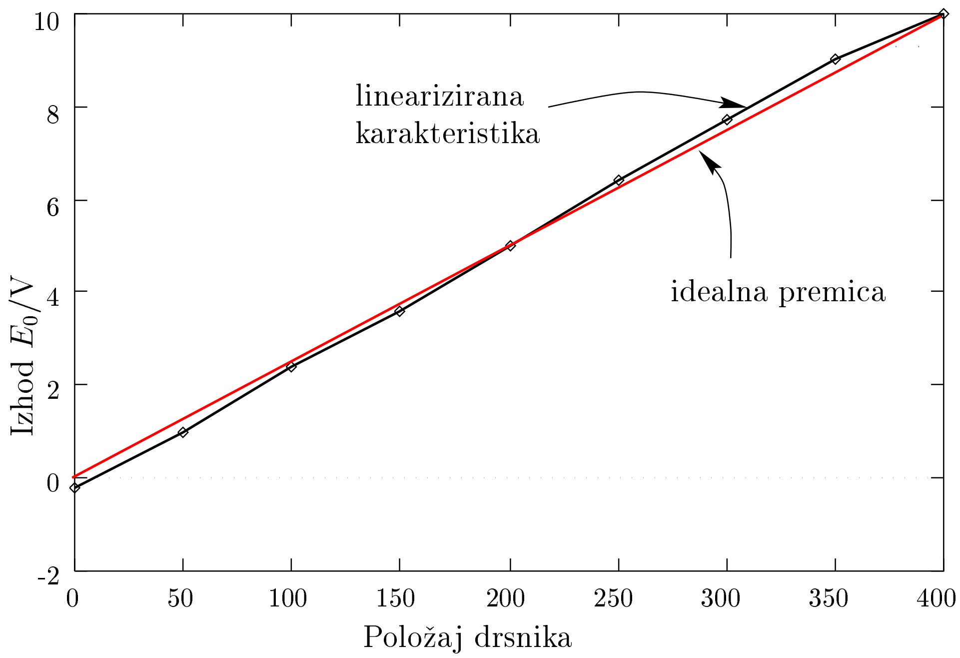
Položaj trimera /φ	Izhod /V	Napaka /V
0	-0.2	-0.2
50	1.0	-0.25
100	2.4	-0.1
150	3.6	-0.15
200	5.0	0.0
250	6.4	0.15
300	7.7	0.20
350	9.0	0.25
400	10.0	0.0

Tabela 1: Izhodna karakteristika mostičnega vezja

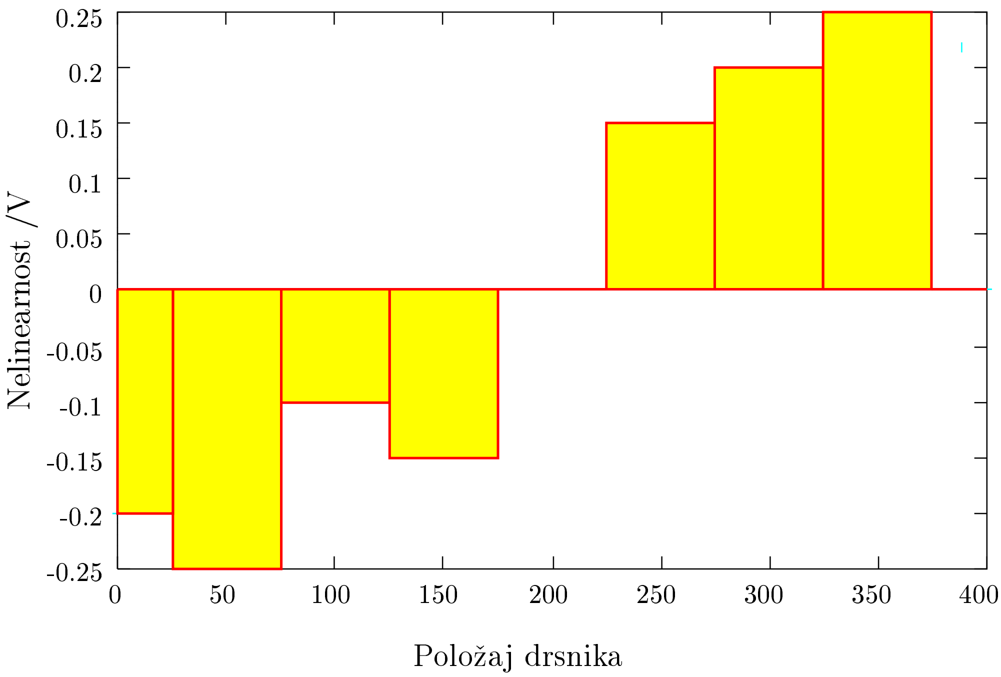
Iz izmerjene karakteristike lahko določimo pogrešek nelinearnosti in občutljivost

$$e_{nelinearnosti} = \frac{\Delta U_{max}}{U_{max} - U_{min}} = \frac{0.25V}{10V - 0V} = 2.5\% \tag{12}$$

$$S = (y_{max} - y_{min})/(nx_{max} - x_{min}) = 10/400 = 0.25 \tag{13}$$



Slika 3: Karakteristika mostičnega vezja



Slika 4: Absolutna napaka linearnosti