

Dead beat & Dahlin-ov regulator

decembar 2018

Cilj

Danas ćemo analizirati dve vrste digitalnih regulatora:

- 'Dead beat' regulator

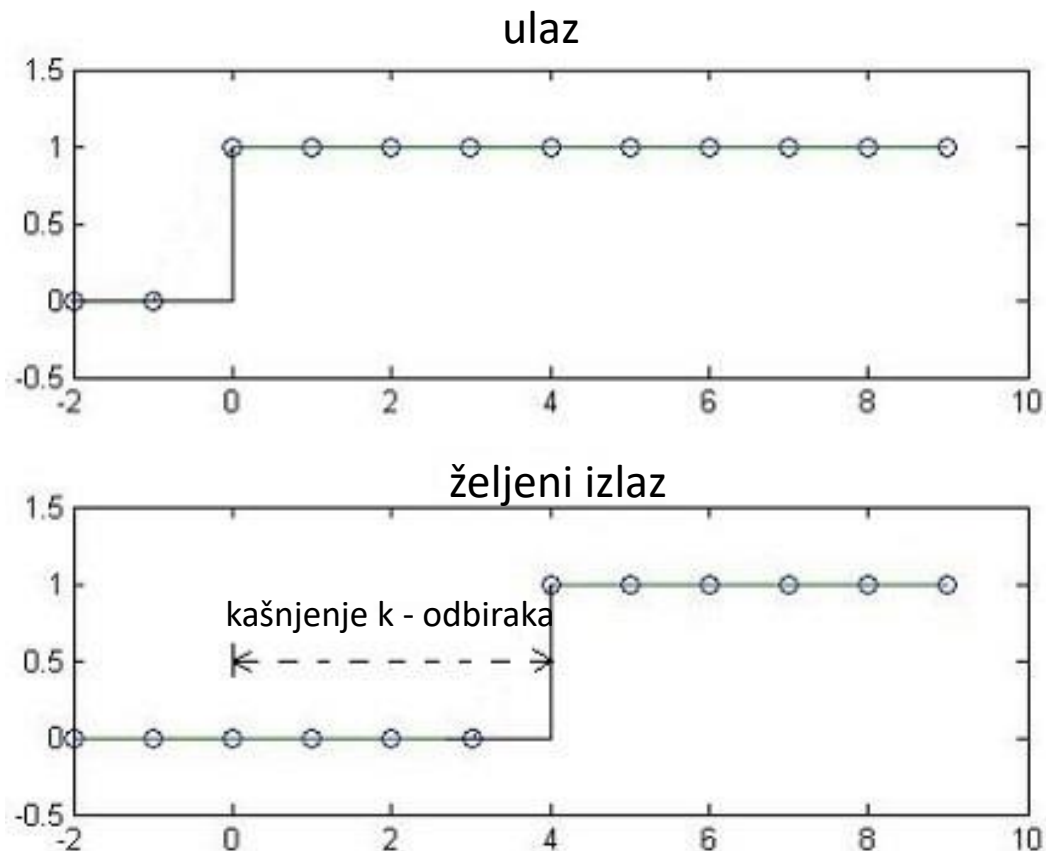
Tehnika za postizanje idealnog odziva koja zahteva upravljački signal velike amplitude

- 'Dahlin' regulator

Tehnika koja aproksimira dead beat regulator i zahteva upravljački signal umerene amplitude

Dead beat regulator

Cilj **dead beat upravljanja** je da dovede izlaz u ustaljeno stanje u najmanjem broju vremenskih odbiraka pretpostavljajući da je na ulaz dovedena step pobuda.



Dead beat regulator

- Prema tome, željena funkcija spregnutog prenosa je

$$W(z) = z^{-k}, \quad k \geq 1.$$

- a regulator kojim se to postiže je oblika :

$$D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{W(z)}{1 - W(z)} = \frac{1}{G(z)} \left(\frac{z^{-k}}{1 - z^{-k}} \right) = \frac{1}{G(z)} \left(\frac{1}{z^k - 1} \right).$$

Primer

Funkcija prenosa procesa je

$$G(s) = \frac{e^{-2s}}{10s + 1}.$$

Formirati dead-beat regulator koji će upravljati procesom ukoliko je perioda odabiranja $T = 1$ s.

Rešenje

- Digitalni ekvivalent procesa je

$$\begin{aligned} G(z) &= Z\left\{\frac{1-e^{-Ts}}{s}G(s)\right\} = (1-z^{-1})Z\left\{\frac{e^{-2s}}{s(10s+1)}\right\} \\ &= (1-z^{-1})z^{-2}Z\left\{\frac{1}{s(10s+1)}\right\} \\ &= z^{-2} \frac{z(1-e^{-1/10})}{(z-e^{-1/10})} = \frac{0.095}{z^3-0.904z^2} \end{aligned}$$

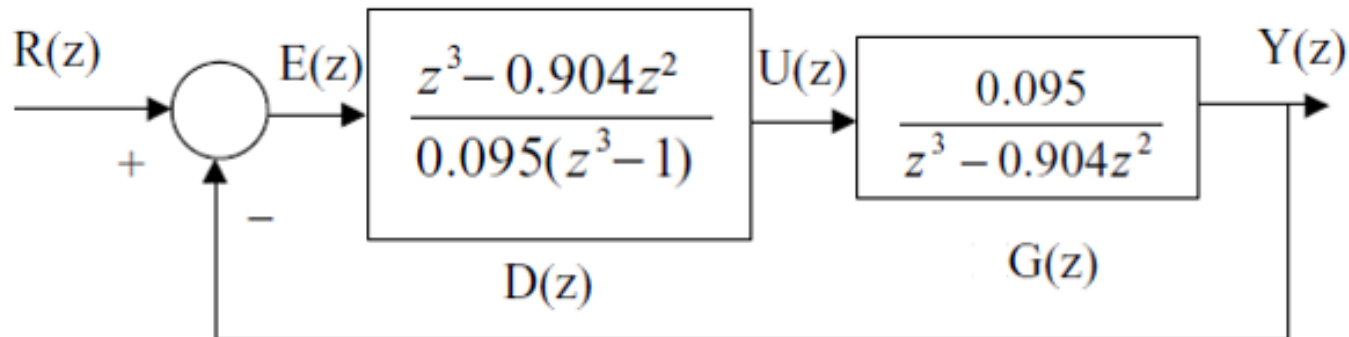
- Sledi da je dead-beat regulator oblika

$$D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{W(z)}{1-W(z)} = \frac{z^3-0.904z^2}{0.095} \left(\frac{1}{z^k-1} \right).$$

- Da bi se regulator mogao realizovati potrebno je da je $k \geq 3$.
- Izborom $k = 3$, dobija se regulator

$$D(z) = \frac{z^3 - 0.904z^2}{0.095} \frac{1}{z^3 - 1} = \frac{z^3 - 0.904z^2}{0.095(z^3 - 1)}.$$

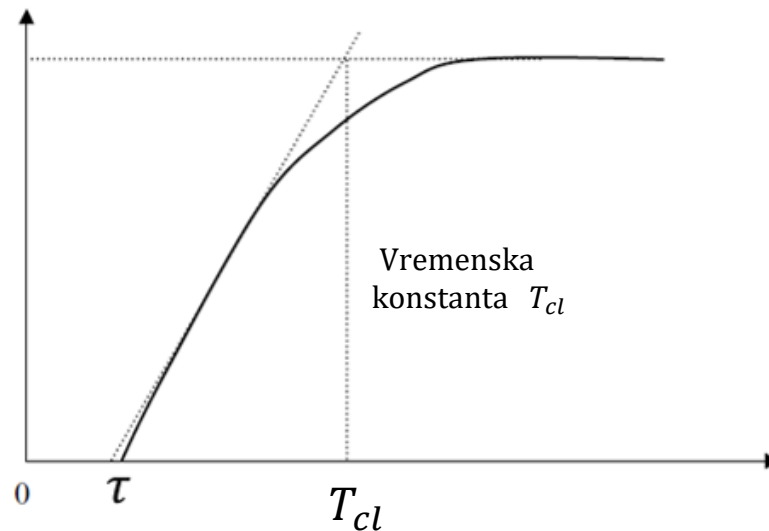
- Blok dijagram funkcije spregnutog prenosa je



- Da bi se analizirale performanse sistema simuliraćemo sistem na step pobudu.

Dahlin-ov regulator

- Dahlin-ov regulator je modifikacija dead beat regulatora koja ostvaruje eksponencijalni odziv
- Željeni odziv funkcije spregnutog prenosa na step pobudu bi izgledao:



Dahlin-ov regulator

- Željena funkcija spregnutog prenosa je:

$$W_{cl}(s) = \frac{e^{-\tau s}}{T_{cl}s + 1}$$

- Odgovarajući oblik u z-domenu bi bio:

$$W(z) = Z\{G_{zoh}(s)W_{cl}(s)\} = Z\left\{\frac{1 - e^{-Ts}}{s} \frac{e^{-\tau s}}{T_{cl}s + 1}\right\}$$

- Preporuka pri izboru parametara

$$T_{cl} = (1.5 \div 2.5)\tau$$

Primer

Funkcija prenosa procesa je oblika

$$G(s) = \frac{e^{-2s}}{10s + 1}$$

Formirati dead-beat regulator koji će upravljati procesom ukoliko je perioda odabiranja $T = 1$ s.

Rešenje

- Digitalni ekvivalent procesa je

$$G(z) = \frac{0.095}{z^3 - 0.904z^2}$$

- Drugi korak je pretpostavljanje oblika željene funkcije spregnutog prenosa

$$W(s) = \frac{e^{-2s}}{5s + 1}$$

- A potom određivanje njenog digitalnog ekvivalenta

$$W(z) = Z \left\{ \frac{1 - e^{-sT}}{s} \frac{e^{-2s}}{5s + 1} \right\} = z^{-2} \frac{(1 - e^{-1/5})}{(z - e^{-1/5})}$$

- Dahlin regulator

$$D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{W(z)}{1 - W(z)} = \frac{0.181z^3 - 0.164z^2}{0.095z^3 - 0.078z^2 - 0.017}$$

Zaključak

- Dead beat regulator ima brži (idealni) odziv, dok je Dahlin-ov regulator sporiji sa eksponencijalnim odzivom
- Jasno je da je maksimalna amplituda upravljačkog signala Dahlin regulatora (≈ 1.9) znatno manja od upravljačkog signala dobijenog dead-beat regulatora (≈ 11), što je prihvatljivije u praksi.