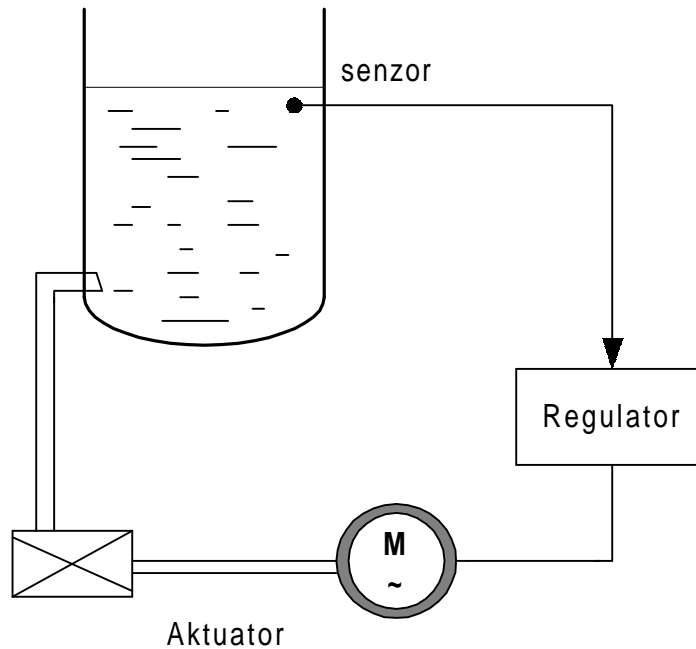


## 1. Postavka problema

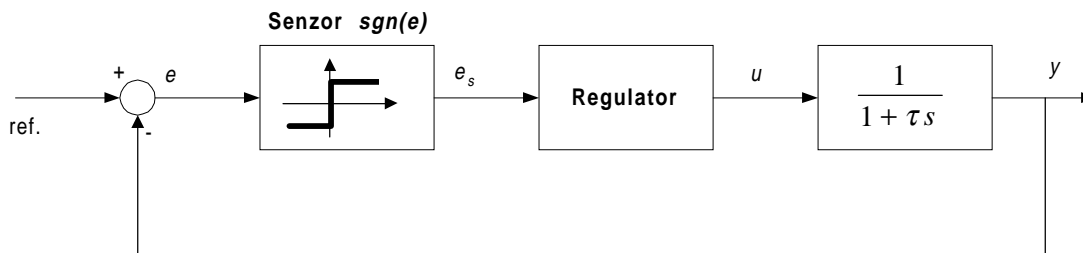
Re{ava se slede}i problem:

Potrebno je odr`avati nivo rezervoaru za te~nost (videti sliku 1.), pr ~emu je senzor takav da daje samo podatak o tome da li je voda ispod `eljenog nivoa ili ga je pre{la, a nije poznat ta~an nivo te~nosti.



*slika 1. Prikaz procesa kojim treba upravljati*

Potrebno je projektovati regulator koji }e dati {to ve}u brzinu odziva a sa {to manjim oscilacijama. Blok {ema procesa i regulatora data je na slici 2. Dinamika procesa i aktuatora je modelovana sistemom prvog reda, vremenske konstante  $\tau = 100$  ms. Problem treba razmotriti u slu~aju da je mogu}e upravljanje kontinualno menjati, ali i slu~aju kada su mogu}a upravljanja iz diskretnog skupa mogu}ih vrednosti.



*slika 2. Blok {ema*

## 2. Referentni regulator

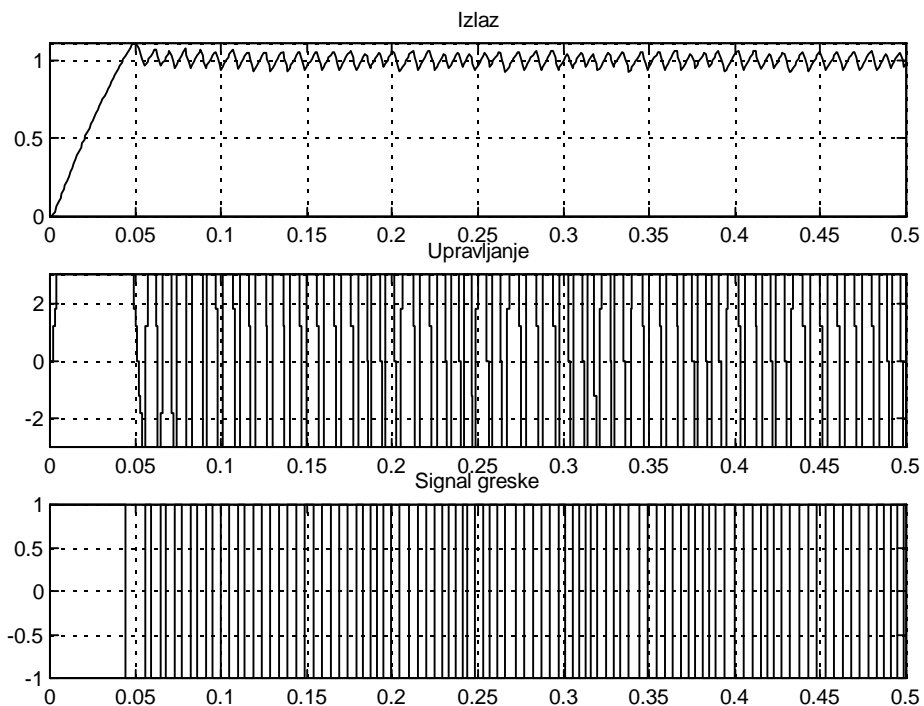
Referentni dizajn regulatora, ~ije }e performanse poslu`iti kao osnov za pore|enje performansi je dat slede}im izrazom

$$u(k + 1) = u(k) + K [3(e_s(k + 1) + e_s(k)) - e_s(k - 1) - \dots - e_s(k - 5)]$$

gde je

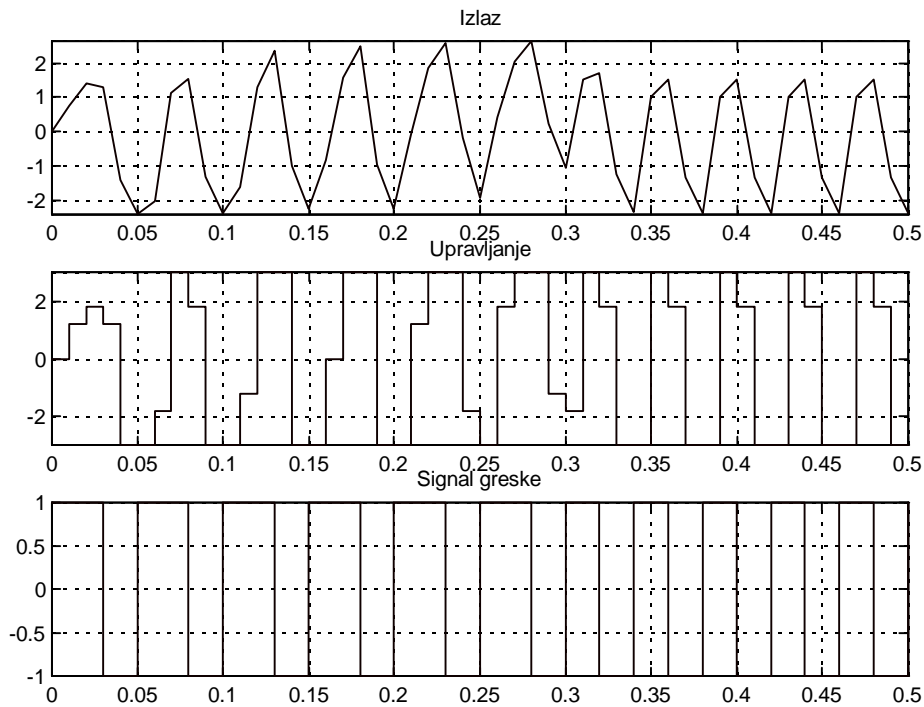
$$e_s = \text{sign}(e) = \text{sign}(r - y) = \begin{cases} 1 & \text{ako je } e \geq 0 \\ -1 & \text{ako je } e < 0 \end{cases}$$

Na slede}im slikama dati su odzivi i upravljanja za ovako definisani regulator. Na slici 3. je prikazan odziv u slu~aju da je  $K=1$ , perioda odabiranja  $T=1\text{ms}$ , a upravljanje ima 11 mogu}ih vrednosti (uklju~uju}i i nultu) iz opsega  $-3 \geq u \geq 3$ .



*slika 3.  $K=1$ , Perioda odabiranja  $T=1\text{ms}$*

Na slici 4. je dat odziv sistema pod istim uslovima izuzev {to je sada perioda odabiranja  $T=10\text{ms}$ .



*slika 4. Odziv za  $K=1$ ,  $T=10ms$*

Vidi se da dok je ovako definisan regulator koji je dobro radio za malu periodu odabiranja ( $T=1ms$ ), u slu~aju pove}ane periode ( $T=10ms$ ) odabiranja sistem ima oscilatoran odziv.

### 3. Regulator na bazi "ocene" gre{ke PI zakonu upravljanja

Za upravljanje sistemom opisanim u ta~ki 1. mo`e se iskoristiti regulator ~iji opis sledi.

Prvo se mo`e uvesti nova veli~ina u sistem,  $\hat{e}(k)$  koja se mo`e nazvati "ocenom" gre{ke (mada ona to ustvari nije) definisana slede}im izrazom:

$$\hat{e}(k+1) = K_e \frac{\sum_{m=1}^N e_s(k+2-m)}{\sum_{m=1}^N \frac{1}{\sqrt{m}}}$$

gde  $N$  ka`e koliko daleko idemo u pro{lost, pri "oceni" gre{ke. Na oisani na-in dobijeno  $\hat{e}(k)$  se dovodi na ulaz diskretnog PI regulatora.

Pre prikaza primera mo`e se analizirati prethodni izraz. Neka se znak gre{ke tokom  $N$  ciklusa nije promenio bi}e onda

$$\hat{e}(k+1) = K_e \operatorname{sgn}(e)$$

{to je maksimalna vrednost za "ocenu" gre{ke i forsira}e se maksimalno upravljanje (na jednu ili drugu stranu), me|utim ~im se znak gre{ke promeni dobi}e se slede}e

$$\hat{e}(k + 1) = K_e \frac{\pm 1 \mp \sum_{m=2}^N \frac{1}{\sqrt{m}}}{\sum_{m=1}^N \frac{1}{\sqrt{m}}} \cong \frac{\pm 4 \mp \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \Leftarrow \text{Treba birati } N \leq 16$$