

# NEURALNE MREŽE

## DRUGI PROJEKTNII ZADATAK

Jovana Jaćimović 0593/19

Ana Radovanović 0282/19

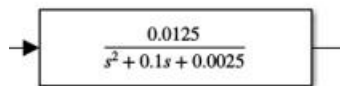
Varijanta zadatka: V4

Izabrani pristup projektovanja za izradu ovog zadatka je intuitivan.

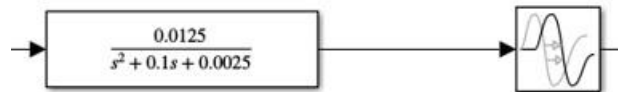
Objekat upravljanja za V4:

$$G(s) = \frac{0.0125}{(s + 0.05)^2} e^{-8s}$$

Objekat upravljanja predstavlja se korišćenjem funkcije prenosa tj. Transfer Function blokom.



U zadatku je zahtevano da objekat upravljanja ima transparentno kašnjenje i to kašnjenje iznosi 8s. Zbog toga je potrebno povezati objekat upravljanja sa Transport Delay blokom.



Referenca je u opsegu [-2,2]. Sama referenca predstavlja se step funkcijom. Parametre koje treba podesiti kod step funkcije su step time, initial value i final value. Step time predstavlja vreme za koje funkcija treba da dostigne final value polazeći od initial value. Vrednosti parametara:

- Step Time=1000s
- Initial value=-2
- Final value=2

Kreiranje fuzzy kontrolera:

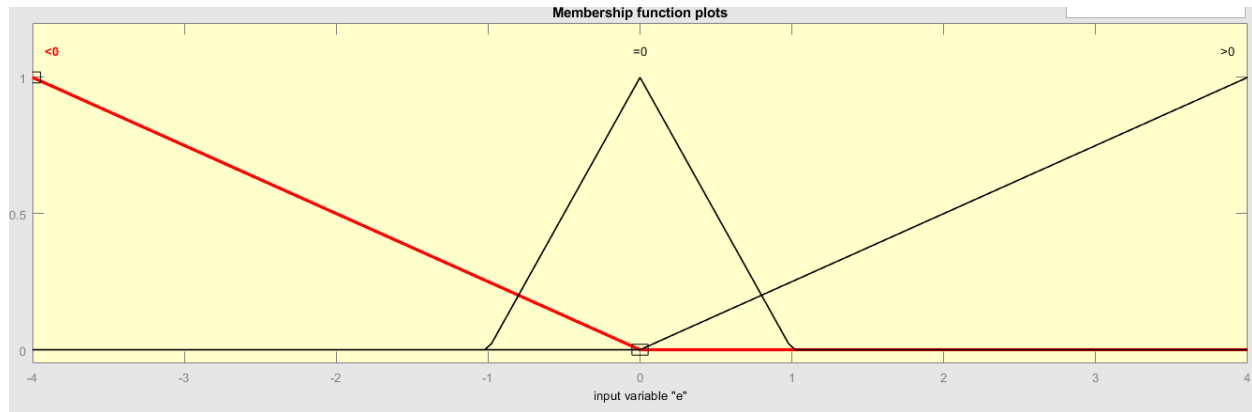
Ulaz fuzzy kontrolera sa povratnom spregom predstavlja signal greške. Signal greške dobijamo kao razliku reference i dobijenog izlaza. Ukoliko znamo da je referenca u opsegu [-2,2], samim tim i izlaz može biti u istom opsegu. Ako sada uzmemo da posmatramo opseg, odnosno univerzum signala greške, lako možemo izračunati da se on nalazi u opsegu [-4,4].

$$e(t) = r(t) - y(t)$$

$$e \in [-4,4]$$

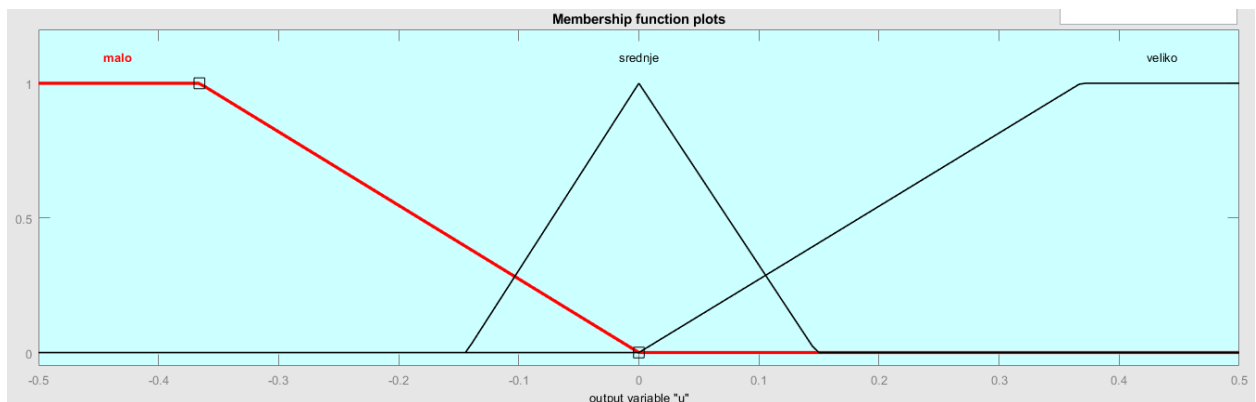
Grešku možemo podeliti u 3 fuzzy skupa. Fuzzy skupovi:

- $e < 0$  tj. greška je negativna ( $r > y$ )
- $e = 0$  tj. greška je jednaka nuli ( $r=y$ )
- $e > 0$  tj. greška je pozitivna ( $r < z$ )



Izlaz fuzzy kontrolera je upravljački signal  $u(t)$ . Takođe je potrebno definisati fuzzy skupove za upravljački signal. Fuzzy skupovi:

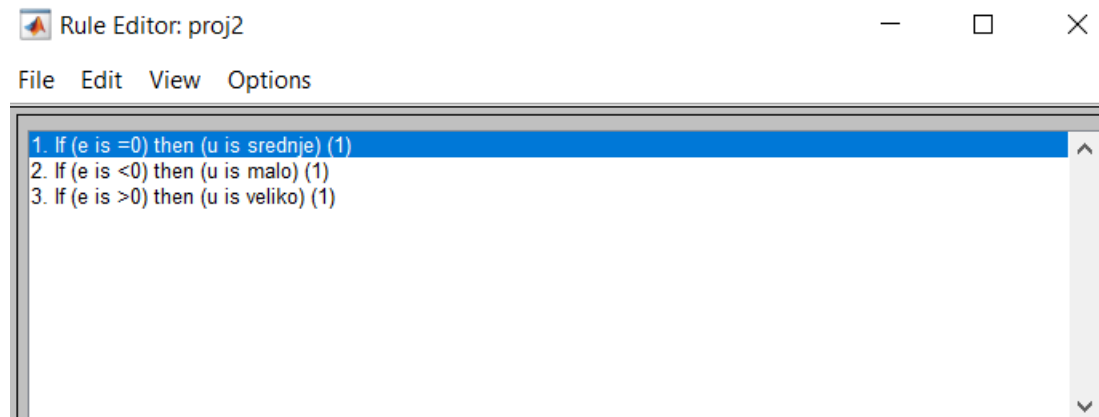
- malo upravljanje
- srednje upravljanje
- veliko upravljanje



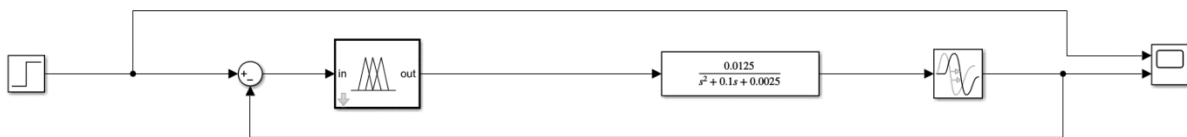
Sada je potrebno definisati fuzzy pravila. Ona se definišu empirijskim putem, tj. za njihovo definisanje potreban je stručnjak iz željenog domena, kako bi realizacija istih bila uspešna. Ako posmatramo naš fuzzy sistem, postojaće 3 pravila. Pravila:

- Greška je pozitivna, odakle sledi da je upravljanje veliko

- Greška je negativna, odakle sledi da je upravljanje malo
- Greška je jednaka 0, odakle sledi da je upravljanje srednje



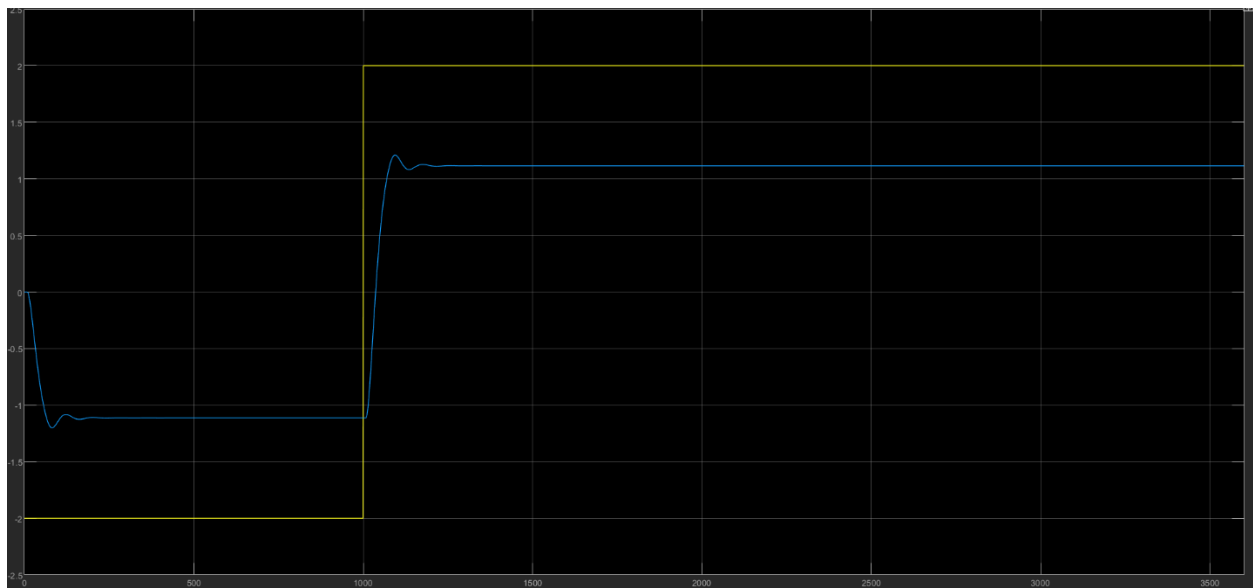
Nakon ovih podešavanja sistem će izgledati ovako:



Pre pokretanja same simulacije potrebno je podesiti parametre simulacije:

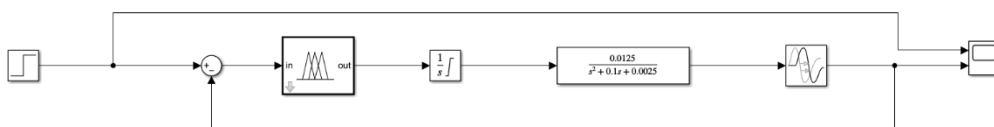
- Start time = 0s
- Stop time = 3600s
- Fixed-step size = 1s

Pokretanjem simulacije dobijamo sledeći grafik. Žutom bojom označena je step funkcija, a plavom izlaz konrolera.



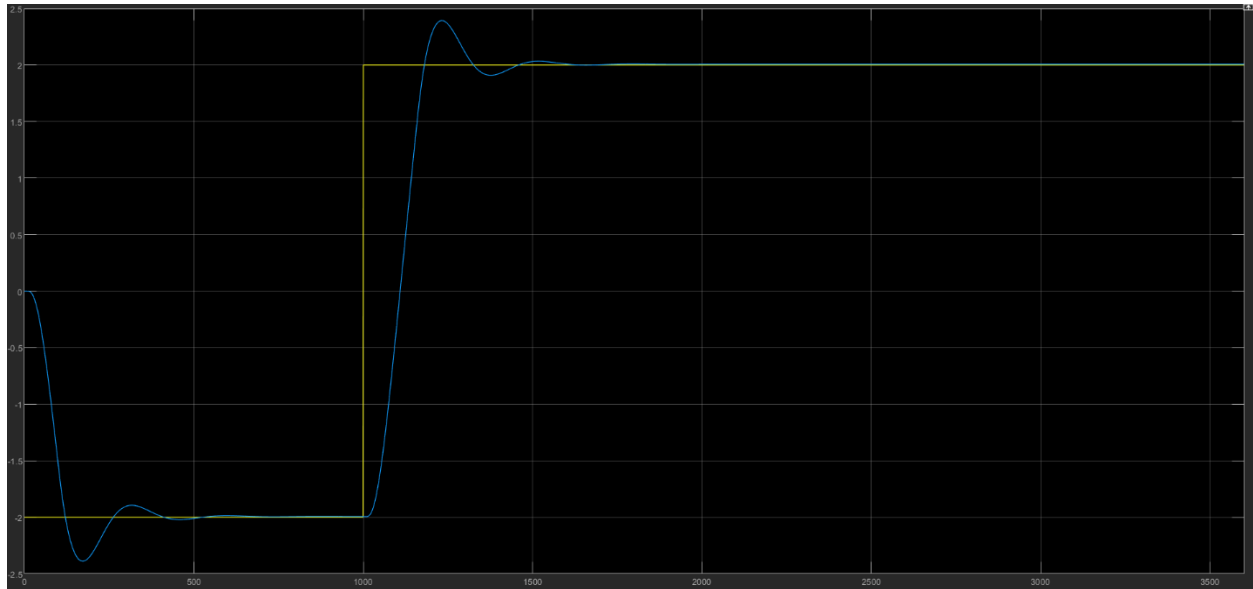
Kao što se može primetiti sa grafika, izlaz ne uspeva da dostigne referencu. Ova pojava se javlja kada izlaz dođe približno uz okolinu greške, a tada se upravljanje dosta smanji i ne uspeva da dostigne referentnu vrednost. Rešenje ovog problema predstavlja uvođenje integaratora dejstva tj. integrator limited. Ovaj blok postavlja se između kontrolera i funkcije prenosa, kao sto je prikazano na slici ispod. Potrebno je podesiti parametre integratora. Kako je njegov izlaz ulaz u funkciju prenosa, opseg istog mora biti  $[0.5, -0.5]$ . Odnosno parametric integratora su:

- Upper saturation limit = 0.5
- Lower saturation limit = - 0.5



Takođe je potreno promeniti opseg izlaza iz fuzzy kontrolera i postaviti ga na  $[-0.01, 0.01]$ .

Pokretanjem simulacije dobijamo:

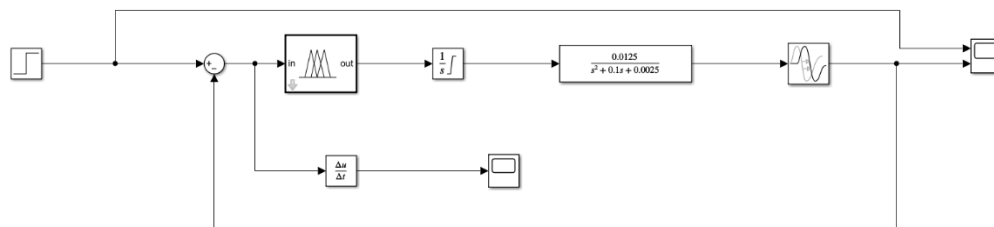


Kao što možemo videti sa slike, sada izlaz dostiže željenu referentnu vrednost.

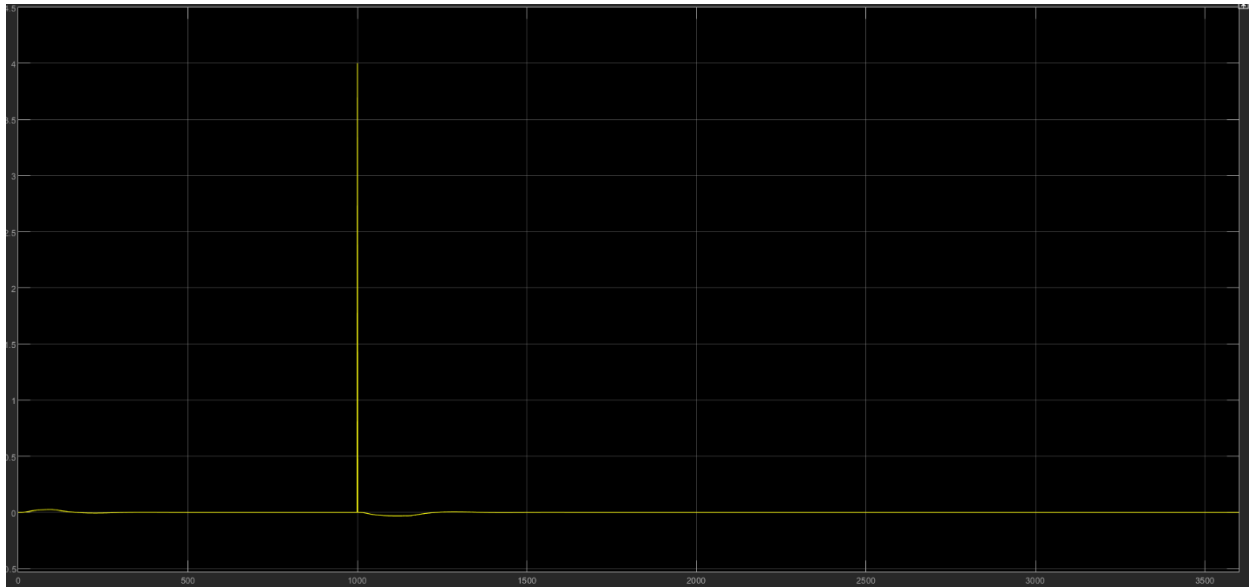
Međutim problem koji se sada javlja jesu oscilacije signala na izlazu. Kako bi smo resili ovaj problem uvodimo diferencijalno dejstvo, koje će ograničiti upravljanje u kritičnim tačkama. Potrebno je izmeniti fuzzy kontroler, tako da poseduje dva ulaza:

- Ulaz za grešku
- Ulaz za izvod greške

Potrebno je odrediti koji je opseg izvoda greške i za to se koristi derivate blok.



Signal izvoda greške prikazan je na slici:



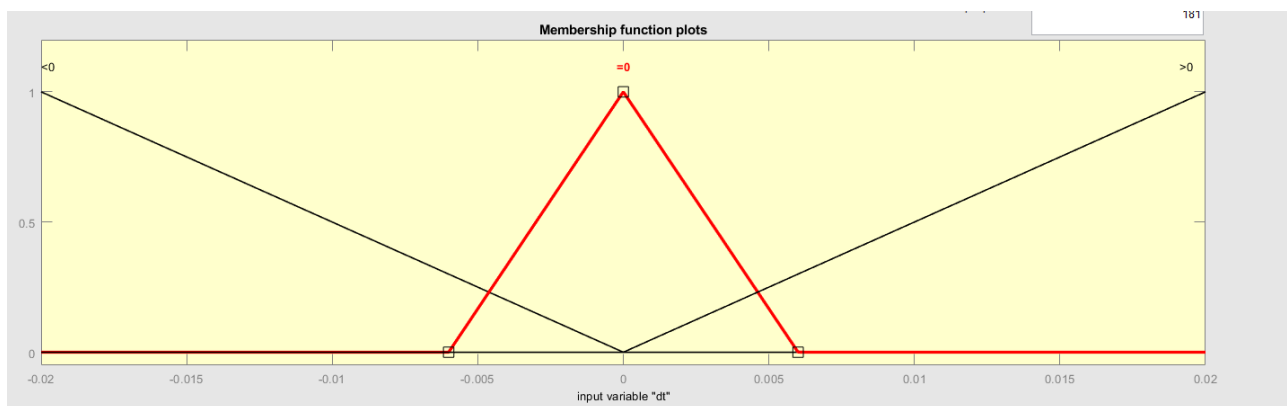
Sa slike se može uočiti da signal greške nikada neće preći ispod vrednosti -0.2, pa za univerzum izvoda greške uzimamo opseg

$[-0.02, 0.02]$ .

Sada je potrebno kreirati nove fuzzy skupve za pripadnost izvoda greške.

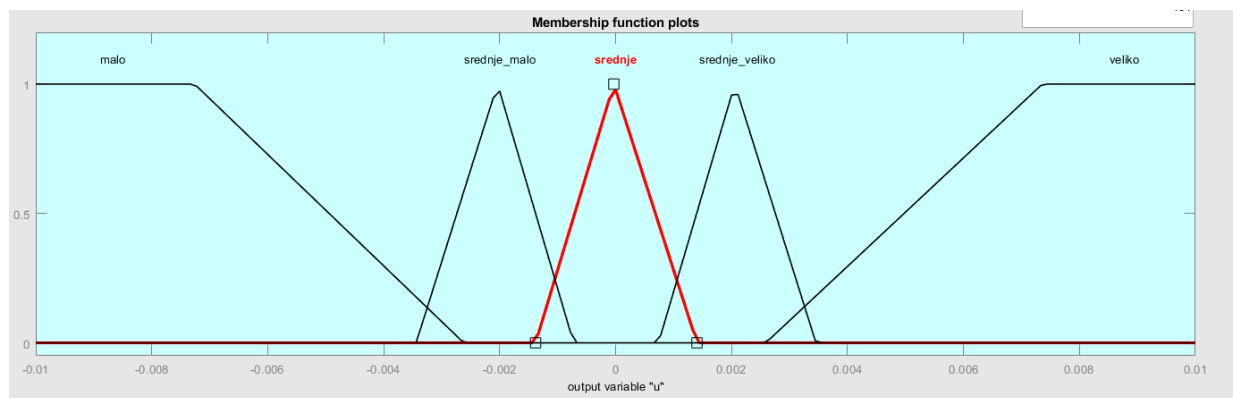
Izvod greške možemo podeliti u 3 fuzzy skupa. Fuzzy skupovi:

- $de < 0$  tj. izvod greške je negativn
- $de = 0$  tj. izvod greške je jednak nuli
- $de > 0$  tj. izvod greške je pozitivn



U skladu sa novim ulazom potrebno je izmeniti izlaz kontrolera tako što ćemo dodati još dva fuzzy skupa. Na postojeane fuzzy skupove za upravljački signal dodaćemo sledeća dva skupa:

- srednje malo
- srednje veliko



Kao i prosli put, na osnovu epmirijskog znanja i rezonavanja izmeni ćemo fuzzy pravila:

- Greška je nula i izvod je nula, sledi upravljanje je srednje
- Greška je negativna, sledi upravljanje je malo
- Greška je pozitivna, sledi upravljanje je veliko
- Greška je nula i izvod greške je negativan, sledi upravljanje je srednje malo
- Greška je nula u izvod greške je pozitivan, sledi upravljanje je srednje veliko

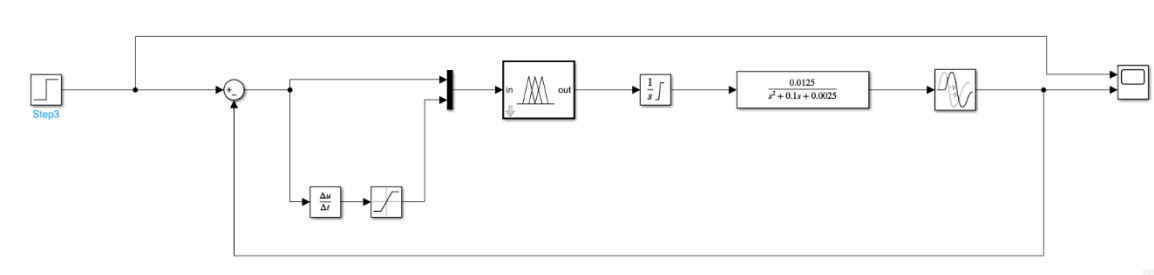
```

1. If (e is <0) then (u is malo) (1)
2. If (e is >0) then (u is veliko) (1)
3. If (e is =0) and (dt is <0) then (u is srednje_malo) (1)
4. If (e is =0) and (dt is >0) then (u is srednje_veliko) (1)
5. If (e is =0) and (dt is =0) then (u is srednje) (1)

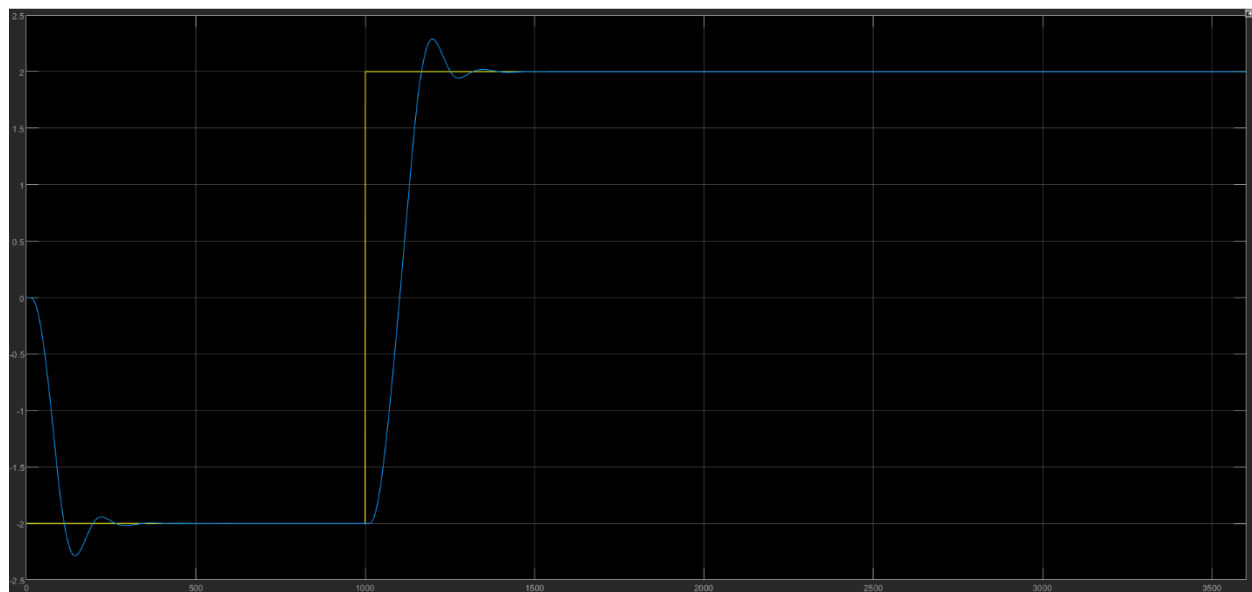
```



Na šemu je potrebno dodati jedan multiplexer koji predstavlja ulaz u fuzzy kontroler, nakon čega šema izgleda ovako:



Pokretanjem simulacije dobijamo:



Na slici možemo uočiti da su oscilacije delimično regulisane.

Kako bi uspeli da sagledamo važnost integralnog i diferencijabilnog dejstva, na sledećoj slici prikazane su 4 krive. Žuta kriva predstavlja step funkciju, plava predstavlja izlaz funkcije prenosa kada u sistemu ne postoje izvod i integrator. Crvena kriva predstavlja izlaz funkcije prenosa kada je u sistem dodat integrator, a zelena kada postoje i izvod greške, kao dodatan ulaz.

