

Zadatak 1. Upravljanje brzinom motornog vozila primenom PID zakona upravljanja

Prenosna funkcija objekta upravljanja je (vidi matematički model)

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{ms + b}$$

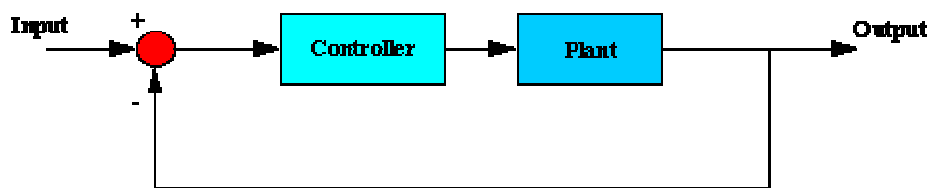
$$m = 1000$$

$$b = 50$$

$$U(s) = 10$$

$Y(s)$ = brzina motornog vozila (upravljana promenljiva)

Blok dijagram sistema upravljanja sa jediničnom povratnom spregom prikazan je na sledećoj slici



Postavljeni su sledeći zahtevi projektovanja sistema upravljanja:

Vreme uspona < 5 sec

Preskok < 10%

Greška ustaljenog stanja < 2%

Prenosna funkcija PID kontrolera je:

$$K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = \frac{K_D s^2 + K_P s + K_I}{s}$$

Zadržaćemo se u prvom koraku na P kontroleru.

P kontroler

Najpre treba odrediti prenosnu funkciju zatvorenog kola u slučaju da je primenjen samo P kontroler

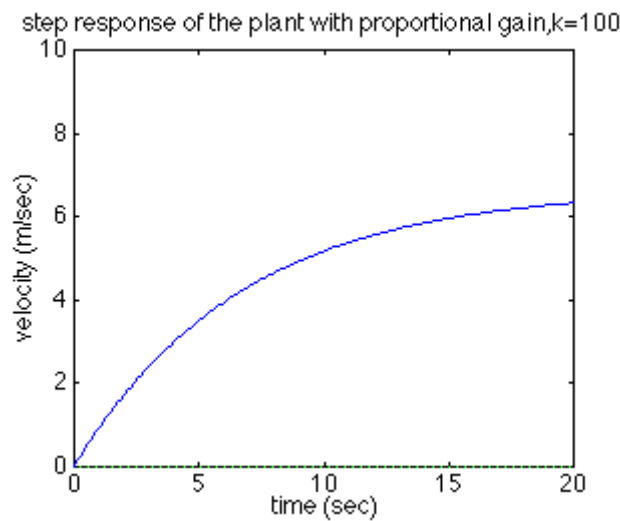
$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{k_p}{ms + (b + k_p)}$$

Uvođenjem P kontrolera smanjuje se vreme uspona, a to je upravo prvi cilj koji treba zadovoljiti (pogledati Osnove PID kontrolera i Modeliranje motornog vozila).

Neka je za sada $K_p=100$. Odskočni odziv sistema upravljanja (napisati m-fajl i snimiti ga pod imenom "vozilo P"):

```
kp=100;
m=1000;
b=50;
u=10;
num=[kp];
den=[m b+kp];
t=0:0.1:20;
step(u*num,den,t)
axis([0 20 0 10])
```

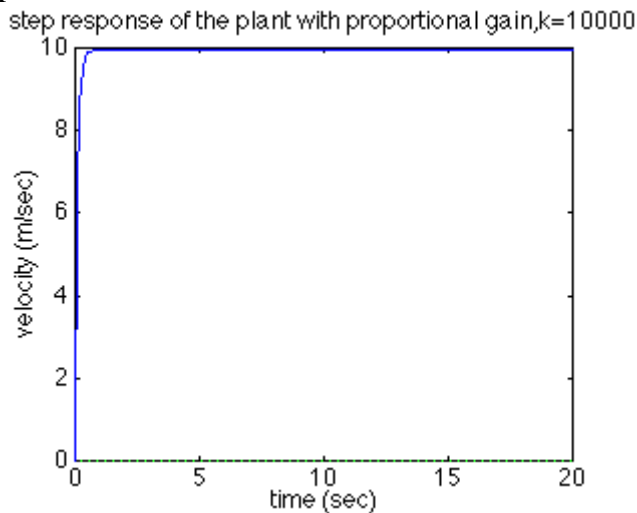
Izvršenjem m-fajla (ispisivanjem njegovog imena u komandnom prozoru Matlaba bez navođenja ekstenzije) dobija se odskočni odziv prikazan na slici:



Korišćenjem Matlab komande `feedback` dobija se odziv zatvorenog kola direktno iz prenosne funkcije otvorenog kola:

```
kp=100;  
m=1000;  
b=50;  
u=10;  
num=[1];  
den=[m b];  
sys=tf(num,den);  
syscl=feedback(kp*sys, 1)  
t = 0:0.1:20;  
step (u*syscl,t)  
axis([0 20 0 10])
```

Na osnovu odskočnog odziva se zaključuje da greška ustaljenog stanja i vreme uspona ne zadovoljavaju zadate zahteve projektovanja. Da bi poboljšali odziv povećaćemo vrednost pojačanja K_p . Promenom vrednosti K_p na 1000 u postojećem m-fajlu i njegovim izvršenjem dobija se sledeći grafik



Greška ustaljenog stanja je skoro jednaka nuli i vreme uspona je smanjeno na manje od 0.5s. Međutim, odzive je nerealan jer sistem upravljanja brzinom motornog vozila u opštem slučaju ne može da promeni brzinu vozila od 0 do 10 m/s za manje od 0.5s. Rešenje ovog problema je izabrati K_p tako da se dobije realno vreme uspona i dodati integralno dejstvo da bi se eliminisala greška stacionarnog stanja.

PI kontroler

Prenosna funkcija zatvorenog kola posmatranog objekta upravljanja sa PI kontrolerom je

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_p s + K_i}{ms^2 + (b + K_p)s + K_i}$$

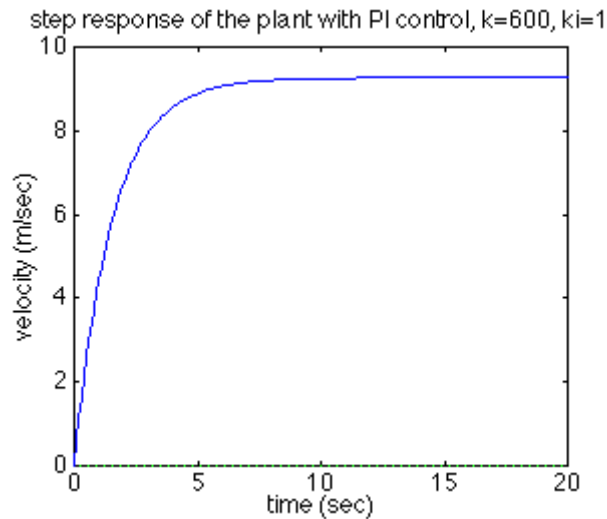
Za sada, neka je $K_p=600$ i $K_i=1$. U postojeći m-fajl unesite sledeće izmene

```
kp = 600;
ki = 1;
m=1000;
b=50;
u=10;
num=[kp ki];
den=[m b+kp ki];
t=0:0.1:20;
step(u*num,den,t)
axis([0 20 0 10])
```

Korišćenjem naredbi series i feedback napisati sledeći m-fajl

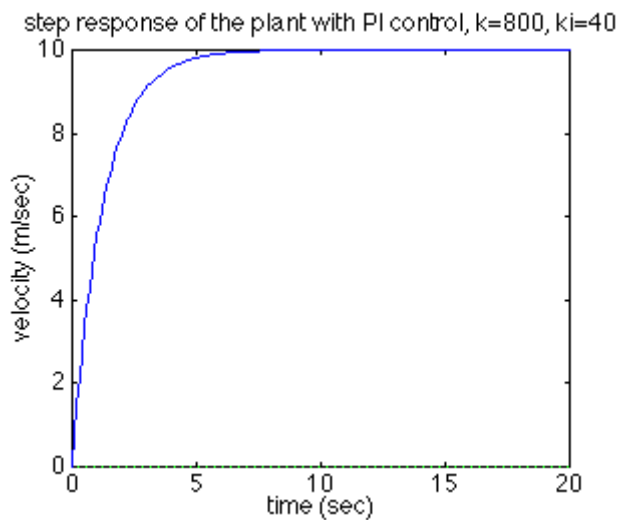
```
kp=600;
ki=1;
m=1000;
b=50;
u=10;
num=[1];
den=[m b];
sys=tf(num,den);
num1=[kp ki];
den1=[1 0];
sys1=tf(num1,den1);
sysol=series(sys,sys1);
syscl=feedback(sysol,1)
t=0:0.1:20;
step(u*syscl,t)
axis([0 20 0 10])
```

U oba slučaja treba da se dobije isti odziv sistema upravljanja



Sada treba podesiti K_p i K_I u cilju dobijanja željenog odziva. Kada se podešava pojačanje integralnog dejstva K_I , preporuka je da se počne sa malim vrednostima je veliko K_I može da destabilizuje sistem.

Sa vrednostima pojačanja $K_p=800$ i $K_I=40$, odskočni odziv je prikazan na sledećoj slici:



Zaključuje se da odskočni odziv zadovoljava sve zahteve projektovanja.

PID kontroler

Za posmatrani objekat upravljanja zadovoljeni su postavljeni zahtevi projektovanja sistema upravljanja bez korišćenja diferencijalnog dejstva. Međutim, primenićemo i postupak projektovanja PID kontrolera. Prenosna funkcija zatvorenog kola sa PID kontrolerom je

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_I s^2 + K_p s + K_r}{(m + K_D) s^2 + (b + K_p) s + K_r}$$

Napišite sledeći m-fajl

```
kp=1;
ki=1;
kd=1;
m=1000;
b=50;
u=10;
```

```
num=[kd kp ki];  
den=[m+kd b+kp ki];  
t=0:0.1:20;  
step(u*num,den,t)  
axis([0 20 0 10])
```

U sledećem koraku podesite pojačanja K_p , K_d i K_I sa ciljem dobijanja željenog odziva. U datom postupku projektovanja PID kontrolera, izbor odgovarajućih pojačanja ostvaruje se kroz postupak probe i greške. Najbolji način za ovo podešavanje je menjati jedno pojačanje pri konstantnim vrednostima preostala dva i posmatrati uticaj promene na izlaz sistema.