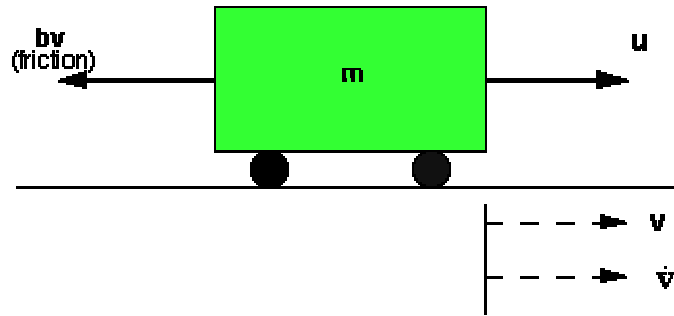


Zadatak 1. Upravljanje brzinom motornog vozila

1.1 Matematički model

Postavka problema i jednačine kretanja

Matematički model kretanja vozila je relativno jednostavan. Ako se zanemari inercija točkova i pod pretpostavkom da je pojednostavljena reprezentacija sile trenja (koja je proporcionalna brzini kretanja) jedina sila koja se suprotstavlja kretanju, onda se problem svodi na jednostavan sistem mase i prigušnice, prikazan na slici.



Primenom Njutnovih zakona dobijaju se jednačine kretanja:

$$m\dot{v} + bv = u$$

$$y = v$$

U prethodnoj jednačini korišćene su sledeće oznake:

m – masa vozila, v – brzina, b – koeficijent viskozno trenja
 u – pokretačka sila motora, y – upravljana promenljiva (brzina)

Dati su sledeći podaci:

$$m = 1000 \text{ kg}$$

$$b = 50 \text{ Nsec/m}$$

$$u = 500 \text{ N}$$

Zahtevi projektovanja sistema upravljanja

U ovom koraku definišu se ciljevi koje treba ostvariti postupkom projektovanja sistema upravljanja. Kada motor proizvodi silu od 500 N, vozilo dostiže maksimalnu brzinu od 10m/s. Vozilo treba da poseduje takvo ubrzanje da postigne datu brzinu za manje od 5 s. S obzirom da je od interesa samo brzina vozila, može se dozvoliti preskok od 10%, a iz istog razloga prihvatljiva je greška ustaljenog stanja do 2%.

U skladu sa navedenim osobinama sistema upravljanja definišu se sledeći zahtevi:

Vreme uspona < 5 s

Preskok $< 10\%$

Greška ustaljenog stanja $< 2\%$

Predstavljanje modela u Matlabu

1. Prenosna funkcija objekta upravljanja

Primenom Laplasove transformacije na jednačine kretanja (1), uz obaveznu pretpostavku o nultim početnim uslovima, dobija se

$$m s V(s) + b V(s) = U(s)$$

$$Y(s) = V(s)$$

Smer: MEHATRONIKA

Predmet: "Sistemi upravljanja u mehatronici"

Zadatak 1 – I deo

S obzirom da je naša promenljiva od interesa brzina (izlaz sistema), $V(s)$ se zamenjuje sa $Y(s)$

$$msY(s) + bY(s) = U(s)$$

Prenosna funkcija objekta upravljanja (odnos kompleksnih likova izlazne i ulazne promenljive pri početnim uslovima i poremećajima jednakim nuli)

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

Model u Matlabu realizovaćemo pisanjem m.-fajla (snimiti pod imenom tfplant1):

```
>>m=1000;  
>>b=50;  
>>u=500;  
>>num=[1];  
>>den=[m b];
```

Pre određivanja odskočnog odziva objekta upravljanja, isti model ćemo predstaviti i u prostoru stanja.

2. Model u prostoru stanja

Model u prostoru stanja posmatranog objekta upravljanja dat je jednom diferencijalnom jednačinom jer se radi o modelu prvog reda koja predstavlja jednačinu sistema i algebarskom jednačinom izlaza:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{v}} &= \left[\begin{array}{c} -b/m \\ 1/m \end{array} \right] \mathbf{v} + \left[\begin{array}{c} 1/m \\ 0 \end{array} \right] \mathbf{u} \\ \mathbf{y} &= \mathbf{1} \mathbf{v} \end{aligned}$$

Model u prostoru stanja realizujemo pisanjem novog m.fajla (ssplant1):

```
>>m = 1000;  
>>b = 50;  
>>u = 500;  
>>A = [-b/m];  
>>B = [1/m];  
>>C = [1];  
>>D = 0;
```

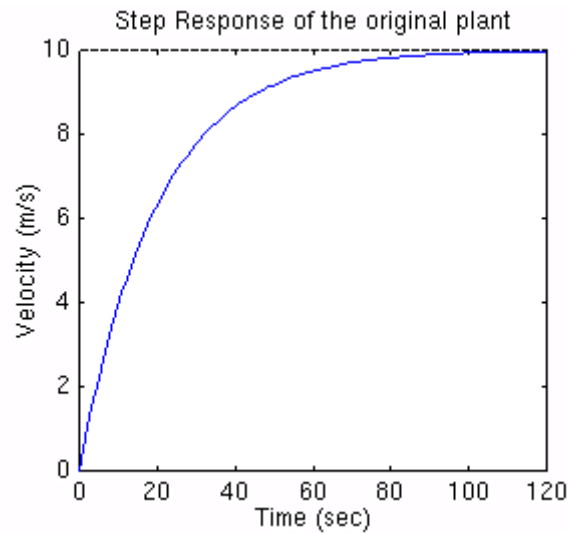
Napomena: U Matlabu je moguće konvertovati model dat prenosnom funkcijom u model u prostoru stanja i obratno.

Odziv otvorenog kola

Odziv otvorenog kola možemo dobiti korišćenjem komande **step** (Control Systems Toolbox). Dodajmo na kraju m.-fajla pod nazivom tfplant1.m sledeću komandu

```
step(u*num,den)
```

Izvršenjem tfplant1.m u komandnom prozoru dobija se grafik:



U slučaju modela u prostoru stanja dodaćemo na kraju ssplant2.m sledeću komandu
`step (A,u*B,C,D)`

Po izvršenju ovog m.-fajla trebalo bi da dobijemo isti grafik.

Na osnovu odskočnog odziva otvorenog kola zaključuje se da vozilu treba preko 100 s da dostigne ustaljeno stanje, tj. brzinu od 10 m/s. Ovim svakako nije zadovoljen zahtev da vreme uspona bude manje od 5 s.

Prenosna funkcija zatvorenog kola

U cilju projektovanja sistema upravljanja brzinom vozila uvodi se povratna sprega i projektuje se upravljački sistem nekim od postupaka koji se daju kasnije. Kao rezultat postupka projektovanja treba zadovoljiti zahteve projektovanja date napred.

