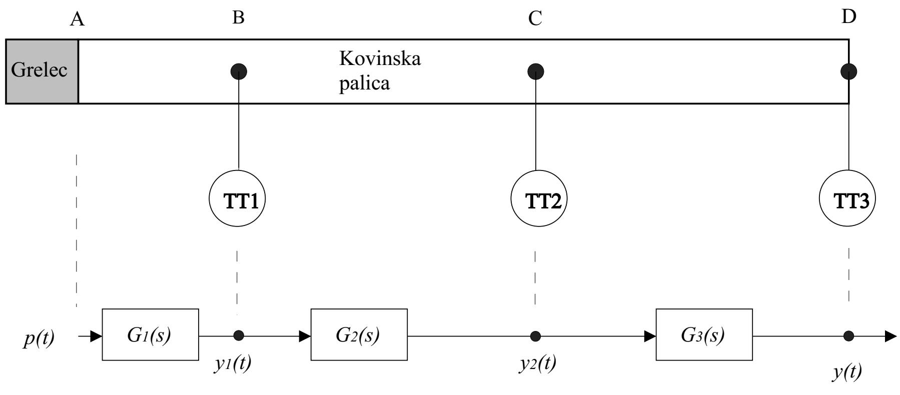
1. vaja: Uporaba osnovnih funkcij programskega okolja Matlab

Uvod

Osnovni namen je spoznavanje osnovnih funkcij paketa Matlab in simulacija sistemov s splošnonamenskim programskim jezikom.

Opis sistema

Proučujemo ogrevanje kovinske palice v štirih točkah. Postopek modeliranja pokaže, da je možno v nekem ožjem področju (okoli 0^oC) uporabiti linearni model, ki ga prikazuje slika. V tem področju velja, da je časovna konstanta ogrevanja približno enaka časovni konstanti ohlajanja. Lahko si predstavljamo, da eksperimente dejansko delamo okoli temperature 0^oC ali pa, da smo pri modeliranju izvedli linearizacijo okoli neke delovne točke in izvajamo eksperimente okoli te delovne točke.



Slika 1.1: *Shematični prikaz temperaturnega procesa.*

$$G_1(s) = \frac{Y_1(s)}{P(s)} = \frac{10}{10s+1} \quad G_2(s) = \frac{Y_2(s)}{Y_1(s)} = \frac{0.5}{20s+1} \quad G_3(s) = \frac{Y(s)}{Y_2(s)} = \frac{0.5}{20s+1}$$

Kjer je $p(t)$ moč v $[kW]$ in so $y(t), y_1(t)$ in $y_2(t)$ temperature v $[^oC]$.

Časovne konstante so v sekundah. Predpostavimo, da je v začetku temperatura palice enaka temperaturi okolice 0^oC. Nato pa v točki A izvedemo vzbujanje s toplotnim virom konstantne vrednosti $p(t) = 1kW$.

Naloge

1. Simulirajte temperaturni proces s pomočjo programskega paketa Matlab. Uporabite Eulerjevo integracijsko metodo. V programu (M-skripta) naj bo razviden del za izračun odvodov, del za izračun izhodov (shranjevanje zahtevanih rezultatov) in del za integracijo. Vhodni signal je stopničasta sprememba grelca $p(t) = 1kW$. Čas simulacije naj bo tak, da bo prehodni pojav izzvenel, računski korak T_S pa mora biti zadosti majhen. Narišite potek vseh temperatur $y_1(t), y_2(t)$ in $y(t)$. Shranite rezultate simulacije v ascii datoteko (1. kolona čas, 2., 3., in 4. kolona pa $y_1(t), y_2(t)$ in $y(t)$).

$\frac{dy_1}{dt} =$
$\frac{dy_2}{dt} =$
$\frac{dy_3}{dt} =$

2. Z uporabo Matlaba pretvorite prenosno funkcijo $Y(s)/P(s)$ iz faktorizirane oblike v prenosno funkcijo v polinomski obliki.

$\frac{Y(s)}{P(s)} =$

3. Z uporabo Matlaba pretvorite prenosno funkcijo $Y(s)/P(s)$ v polinomski obliki v prostor stanj.

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} \quad & \quad & \quad \\ \quad & \quad & \quad \\ \quad & \quad & \quad \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} \quad & \quad & \quad \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} \quad \end{bmatrix} u$$

4. Preverite rezultate simulacije, ki ste jih dobili pod točko 1, z rezultati, ki jih dobite s pomočjo simulacijskih funkcij **step, lsim** (podan sistem s prenosno funkcijo) in **lsim** (podan sistem v prostoru stanj). Rezultate simulacije z Eulerjevo metodo preberite iz datoteke, ki ste jo generirali pod točko 1. Kakšna je največja napaka in v katerem trenutku nastopi?

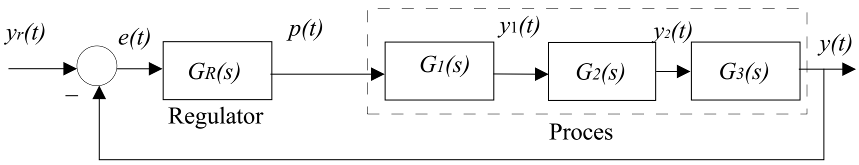
$T_S =$	$e_{MAX} =$	$t_{e_{MAX}} =$

5. Analizirajte vpliv računskega koraka na natančnost simulacije pri uporabi Eulerjeve integracijske metode. V katerem območju računskega koraka je Eulerjeva metoda numerično stabilna? Kakšen mora biti računski korak, da trenutna napaka ni večja od 0.1^oC?

območje stabilnosti: $\leq T_S \leq$	$T_{S_{e_{MAX}=0.1^\circ C}} =$

6. Preuredite program tako, da bo bolj modularen. Glavni program definira parametre modela, krmilne parametre simulacije in začetna stanja. Nato kliče funkcijo INTEG, ki izvede simulacijsko zanko. Funkcija INTEG kliče funkcijo za izračun odvodov DERIV in za izpis rezultatov med simulacijo OUTPUT. Za bolj modularen in širše uporaben program zberite vsa stanja, vse odvode, vse parametre modela in vse krmilne parametre simulacije v vektorje.

7. Opisani odprtozančni sistem sklenemo z enotino povratno zanko, tako da merimo temperaturo y, jo primerjamo z referenčnim signalom y_r, rezultirajoči pogrešek predstavlja vhod v regulator, le-ta pa določa moč grelca $p(t)$. Avtomatizirajte postopek za določitev kritičnega ojačenja in kritične periode z uporabo funkcije **roots**. Izračunajte nastavitve parametrov P in PID regulatorja po Ziegler-Nicholsu.



Slika 1.2: *Bločna shema regulacijskega sistema.*

$K_{KRIT} =$	$T_{KRIT} =$

	k_P	k_I	k_D
P		/	/
PID			

8. Z dopolnitvijo enega od prej narejenih programov (M-skript) simulirajte zaprtozančni sistem z ON/OFF ($0/1kW$) regulatorjem brez histereze in s P regulatorjem s prej izračunanim ojačenjem.

   Regulator naj sledi temperaturni referenci $y_r(t) = 1^oC$.