

Дополнительное задание к пятой лабе

ЛР 5. Синтезируйте систему управления из условия получения в ней стандартной настройки на «астатизм третьего порядка» с использованием эквивалентной непрерывной модели системы, учитывающей динамические свойства цифрового регулятора для случая $T_1 \gg T_0$, $T_2 \gg T_0$, $\varepsilon = 0$. Пришлите расчет регулятора скорости, а также формулы для вычисления коэффициентов цифрового регулятора скорости. Постройте график переходного процесса. Внимание! Не забывайте про учет дискретности системы управления и реализации ЦАП на выходе регулятора по методу Zoh.

Данные:

```
clear all
load('data.mat')
```

Найдем постоянные времени

```
ob.T1 = -(sqrt(-ob.J*(4*ob.Ce^2*ob.L - ob.J*ob.R^2)) - ob.J*ob.R)/(2*ob.Ce^2);
ob.T2 = (sqrt(-ob.J*(4*ob.Ce^2*ob.L - ob.J*ob.R^2)) + ob.J*ob.R)/(2*ob.Ce^2);
disp(ob.T1)
```

0.0026

```
disp(ob.T2)
```

245.9089

```
ob.kdw = 180/pi;
ob.Kob = ob.kdw/ob.Ce
```

```
ob = struct with fields:
  R: 10.6294
  L: 0.0281
  J: 92.5397
  Ce: 2
  Cm: 2
  T1: 0.0026
  T2: 245.9089
  kdw: 57.2958
  Kob: 28.6479
```

а) Синтез регулятора скорости

```
syms Tu T1 Kob T1 T2 s
Wob = Kob/(T1*s+1)/(T2*s+1);
Wol = (4*Tu*s+1)*(16*Tu*s+1)/(128*Tu^3*s^3*(Tu*s+1))
```

Wol =

$$\frac{(4Tu s + 1)(16Tu s + 1)}{128Tu^3 s^3 (Tu s + 1)}$$

```
Wreg = Wol/Wob;
disp(simplify(collect(Wreg,s)))
```

$$\frac{(T_1 s + 1) (T_2 s + 1) (64 Tu^2 s^2 + 20 Tu s + 1)}{128 Kob Tu^3 s^3 (Tu s + 1)}$$

Расчет коэффициентов

```
syms Kpa2 Kda2 Kpa Kia Kiia Kiiia Kder
Kpa2 = 1;
Kda2 = T1;
collect(((T2*s + 1)*(64*Tu^2*s^2 + 20*Tu*s + 1))/(128*Kob*Tu^3*s^3),s)
```

$$\text{ans} = \frac{(64 T_2 Tu^2) s^3 + (64 Tu^2 + 20 T_2 Tu) s^2 + (T_2 + 20 Tu) s + 1}{(128 Kob Tu^3) s^3}$$

```
Kder = 128*Kob*Tu^3;
Kpa = 64*T2*Tu^2/Kder
```

$$Kpa = \frac{T_2}{2 Kob Tu}$$

```
Kia = (64*Tu^2 + 20*T2*Tu)/Kder;
Kiia = (T2 + 20*Tu)/Kder;
Kiiia = 1/Kder;
```

Проверка

```
Wreg_t = ((Kda2*s+Kpa2)/(Tu*s + 1))*(Kpa+Kia/s+Kiia/s^2+Kiiia/s^3)
```

$$\text{Wreg}_t = \frac{(T_1 s + 1) \left(\frac{T_2}{2 Kob Tu} + \frac{1}{128 Kob Tu^3 s^3} + \frac{64 Tu^2 + 20 T_2 Tu}{128 Kob Tu^3 s} + \frac{T_2 + 20 Tu}{128 Kob Tu^3 s^2} \right)}{Tu s + 1}$$

```
disp(simplify(collect(Wreg_t,s)))
```

$$\frac{(T_1 s + 1) (T_2 s + 1) (64 Tu^2 s^2 + 20 Tu s + 1)}{128 Kob Tu^3 s^3 (Tu s + 1)}$$

б) моделирование работы системы настроенной на «астатизм третьего порядка»

```
Tmdl = 0.1;

To = 0.1 *ob.T1;
spl.Tur = 0.5*To;
spl.Tu = spl.Tur
```

```
spl = struct with fields:
Tur: 1.3226e-04
Tu: 1.3226e-04
```

```
% Kder = 128*Kob*Tu^3;
% Kpa = 64*T2*Tu^2/Kder
% Kia = (64*Tu^2 + 20*T2*Tu)/Kder;
% Kiia = (T2 + 20*Tu)/Kder;
% Kiiia = 1/Kder;
```

```
spl.Kder = 128*ob.Kob*spl.Tu^3
```

```
spl = struct with fields:
    Tur: 1.3226e-04
    Tu: 1.3226e-04
    Kder: 8.4830e-09
```

```
spl.Kpa = 64*ob.T2*spl.Tu^2/spl.Kder;
spl.Kia = (64*spl.Tu^2 + 20*ob.T2*spl.Tu)/spl.Kder;
spl.Kiia = (ob.T2+20*spl.Tu)/spl.Kder;
spl.Kiiia = 1/spl.Kder;
```

```
spl.Kpa2 = 1;
spl.Kda2 = ob.T1;
```

```
spl.Kpd = spl.Kpa;
spl.Kid = spl.Kia;
spl.Kiid = spl.Kiia;
spl.Kiiid = spl.Kiiia;
```

```
spl.Kd2dg = 1/(exp(To/ob.T1)-1);
spl.Kp2dg = 1;
```

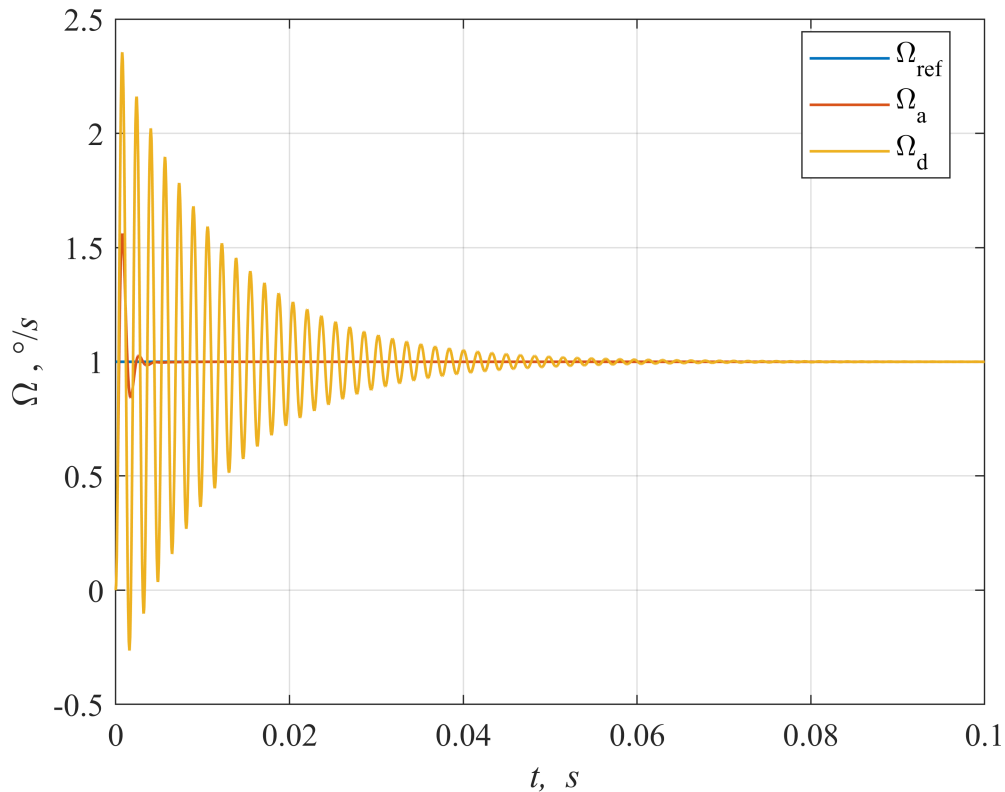
```
warning off
b = sim('lab5_6_1','ReturnWorkspaceOutputs', 'on') ;
warning on
```

```
t = b.w(:,1);
wref = b.w(:,2);
wa = b.w(:,3);
wd = b.w(:,4);
```

```
h = figure;
set(h,'DefaultAxesFontSize',12,'DefaultAxesFontName', 'Times New Roman');
```

```
plot(t,wref,'Linewidth', 1)
hold on
grid on
plot(t,wa,'Linewidth', 1)
plot(t,wd,'Linewidth', 1)
xlabel('\it t,\rm \it s')
ylabel('\Omega \rm, \circ/\its')
```

```
legend('\Omega_{ref}', '\Omega_a', '\Omega_d','Location','best')
```



t переходного прцоесса tp1 5% зона -первое пересечение

```
t0=t(1);
y=wd;
y0=wd(1);
yss= wd(end);

D5=0.05*abs(yss-y0);
ind = abs(y-yss) < D5;
tn=t(ind);
ttr5= tn(1)-t0;
fprintf('Время перехода для 5%% зоны: %.1f*Tu', ttr5/sp1.Tu)
```

Время перехода для 5% зоны: 2.4*Tu

t переходного прцоесса tp2 5% зона - последнее значение за пределами 5% зоны

```
D5=0.05*abs(yss-y0);
ind = abs(y-yss) >= D5;
tn=t(ind);
ttr5= tn(end)-t0;
fprintf('Время перехода для 5%% зоны: %.1f*Tu', ttr5/sp1.Tu)
```

Время перехода для 5% зоны: 303.2*Tu

```
dy = abs(max(y)-yss)/abs(yss-y0)
```

```
dy = 1.3554
```

```
fprintf('Перерегулирование: %.1f%%\n',dy*100)
```

```
Перерегулирование: 135.5%
```