

Модальное управление

Зададим систему линейных уравнений ДПТ

```
J = 0.01;    % Момент инерции ротора kg.m^2
b = 0.1;     % Коэффициент затухания мех. системы Nms
K = .01;     % ЭДС константа Nm/A
R = 1.0;     % Сопротивление Ohms
L = 0.5;     % Индуктивность Henrys
A = [-b/J K/J; -K/L -R/L];
B = [0; 1/L];
C = [1 1];
D = 0;
W = ss(A,B,C,D);
```

Оценим критерий устойчивости

```
pole(W) % найдем полюса системы
```

```
ans = 2×1
     -9.9975
     -2.0025
```

Все полюса отрицательны, значит система устойчива

Оценим управляемость системы

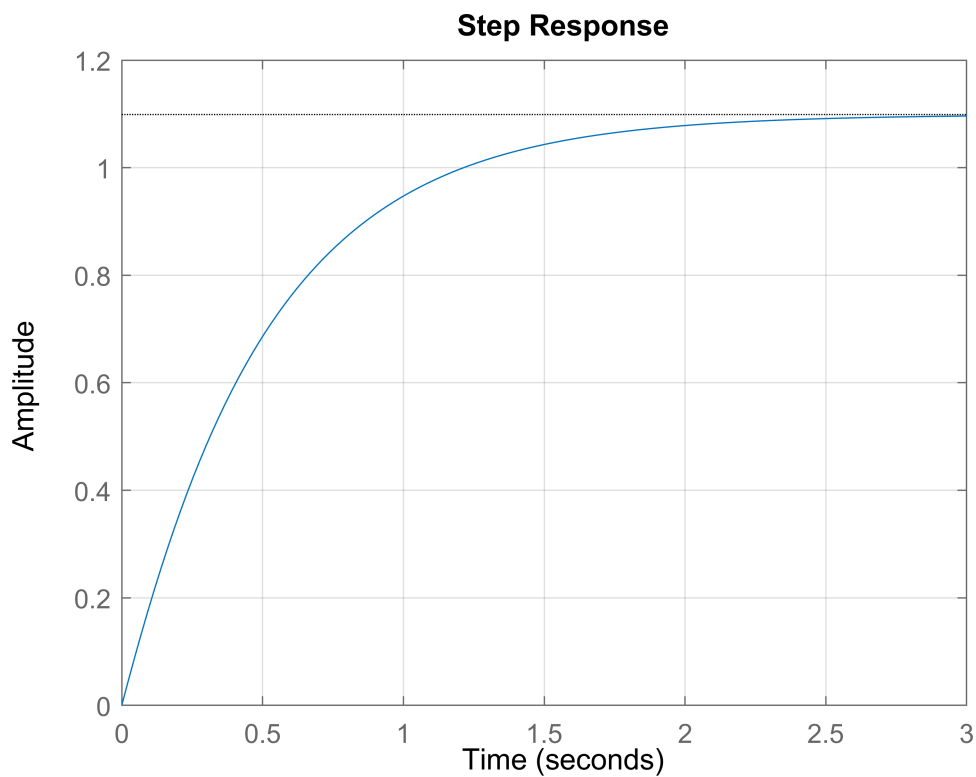
```
rank(ctrb(A,B)) % если ранг равен порядку системы то она полностью управляема
```

```
ans = 2
```

Система полностью управляема

Найдем реакцию системы на ступенчатый сигнал

```
step(W)
grid on
```



Подставим полюса в замкнутую систему

```
p = 4.45*[-1 -1.1]; % заданные полюса
K = place(A,B,p) % матрица K
```

```
K = 1×2
    14.1564    -1.3275
```

Проверим полюса замкнутой системы

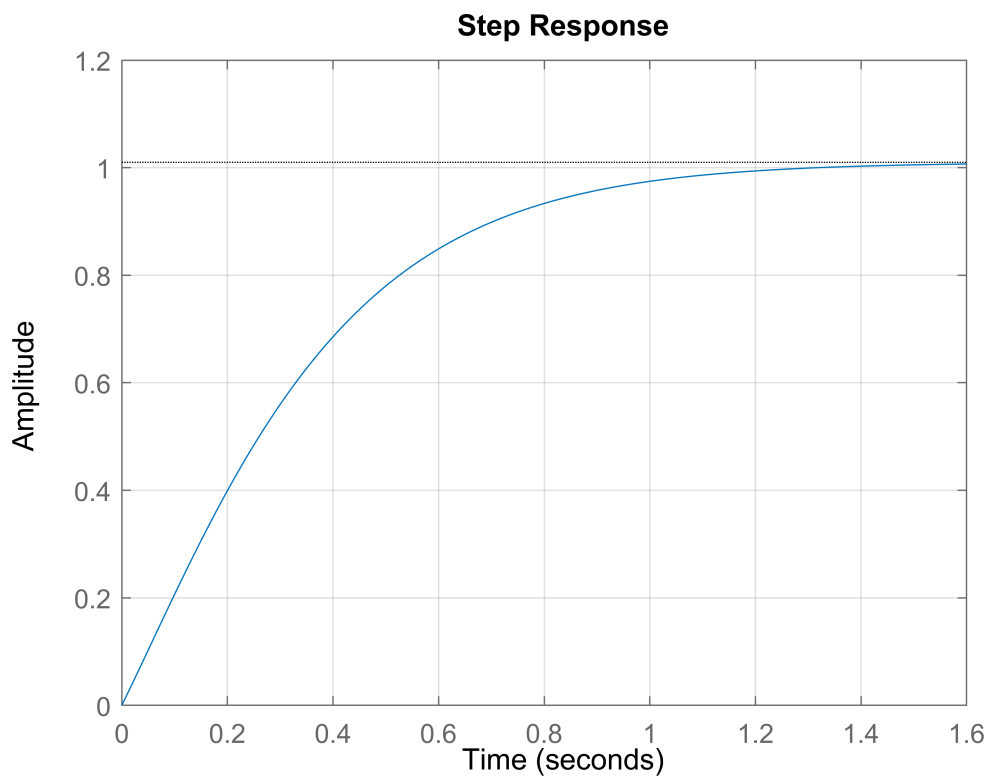
```
AClosed = A - B*K;
BClosed = B;
CClosed = C;
DClosed = D;
Wclosed = ss(AClosed,BClosed,CClosed,DClosed);
pole(Wclosed)
```

```
ans = 2×1
   -4.8950
   -4.4500
```

Полюса совпадают с заданными

Найдем реакцию замкнутой системы на ступенчатый сигнал

```
step(Wclosed)
grid on
```



Найдем матрицу K по алгоритму

Запишем матрицу замкнутой системы

```
L = length(B);
k = sym('k',[1,L]);
F = A - B*k % найдем матрицу F
```

$$F = \begin{pmatrix} -10 & 1 \\ -2k_1 - \frac{1}{50} & -2k_2 - 2 \end{pmatrix}$$

Найдем характеристический полином

```
syms lamda
polyF = det(lamda*eye(L)-F) % характеристический полином
```

$$\text{polyF} = 2k_1 + 20k_2 + 12\text{lamda} + 2k_2\text{lamda} + \text{lamda}^2 + \frac{1001}{50}$$

```
CoeffF = fliplr(coeffs(polyF,lamda)) % коэффициенты полинома
```

$$\text{CoeffF} = \begin{pmatrix} 1 & 2k_2 + 12 & 2k_1 + 20k_2 + \frac{1001}{50} \end{pmatrix}$$

```
CoefF(1) = [];
```

Назначим желаемый характеристический полином

```
polyL = (lamda-p(1))*(lamda-p(2)) % желаемый полином
```

```
polyL =
```

$$\left(\lambda + \frac{89}{20}\right) \left(\lambda + \frac{979}{200}\right)$$

```
CoefL = fliplr(coeffs(polyL,lamda)) % коэффициенты полинома
```

```
CoefL =
```

$$\left(1 \quad \frac{1869}{200} \quad \frac{87131}{4000}\right)$$

```
CoefL(1) = [];
```

Найдем элементы матрицы K

```
K = solve(CoefF == CoefL);
```

```
K = double([K.k1 K.k2]) % матрица K
```

```
K = 1×2
```

```
14.1564 -1.3275
```