

## 第 5 章习题

1-4、见《自适应控制》讲义中的习题（习题 5.1-5.4）。

### 习题

【5.1】设有三阶系统，参考模型方程为

$$(a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1) y_m(t) = k r(t)$$

并联可调增益系统方程为

$$(a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1) y_p(t) = k_c k_v r(t)$$

式中， $k_v$  是受环境影响的参数。试用局部参数优化法设计可调增益  $k_c$  的自适应规律，并确定使系统稳定所需的参数条件。

【5.2】设控制对象的状态方程为

$$\dot{x}_p = A_p(t)x_p + b_p(t)u$$

式中

$$A_p = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -7 \end{bmatrix}, b_p = \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix}$$

参考模型的状态方程为

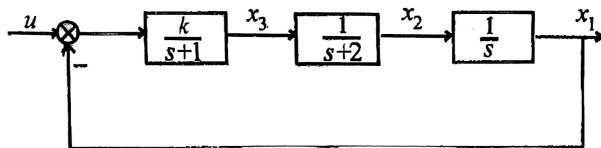
$$\dot{x}_m = A_m x_m + b_m r$$

式中

$$A_m = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -10 & -5 \end{bmatrix}, b_m = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

试用李雅普诺夫稳定性理论设计自适应规律。

【5.3】已知系统结构图如图所示，应用李雅普诺夫直接法确定系统渐近稳定的  $k$  值范围。



【5.4】设线性定常离散系统状态方程为

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ a & 0 & 0 \end{bmatrix} x(k)$$

试确定使系统渐近稳定的  $a$  值范围。

5、\*请对习题 5.2，编程绘制根据李雅普诺夫稳定性理论所设计控制器的控制曲线。

6、试用 Lyapunov 稳定性理论分析下列系统的稳定性：

$$(1) \quad \begin{cases} \dot{x}_1 = 5x_2 - 3x_1(x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 = -x_1 - x_2(x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

$$(2) \quad \begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + x_2 \\ \dot{x}_2 = -x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

7、已知系统结构图如下所示，试用 Lyapunov 第二法确定系统渐近稳定的  $k$  值范围。

