

西北工业大学

2008 年博士研究生第二次招生考试试题

试题名称: 线性系统理论

共 2 页 第 1 页

说明: 所有试题一律写在答题纸上

1. (15 分) 已知系统

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \end{bmatrix} x - \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0 \ 0 \ 0] x$$

求降维状态观测器, 将观测器极点配置在 $\lambda_1 = -3, \lambda_{2,3} = -3 \pm 2i$;2. (15 分) 某单输入线性定常系统的状态方程是 $\dot{x} = Ax + bu$, 已知:(a) 当 $x(0) = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}$ 时, 系统的零输入响应为 $x(t) = e^{-t}x(0)$;(b) 当 $x(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \end{pmatrix}$ 时, 系统的零输入响应为 $x(t) = e^{-2t}x(0)$;(c) 系统的零状态单位阶跃响应为 $x(t) = \begin{pmatrix} 1 - e^{-t} \\ -1 + e^{-t} \end{pmatrix}$;(1) (10 分) 确定 A 和 b 。(2) (5 分) 以 $T = \ln 2$ 为采样周期, 求其离散化模型。3. (10 分) 给定完全能控的线性定常系统: $\dot{x} = Ax + Bu$, 其中 $u = -B^T W^{-1}(T)x$, 而 $W(T) = \int_0^T e^{-At} B B^T e^{-A^T t} dt$, ($T > 0$)。证明所构成的闭环系统是渐近稳定的。

4. (10 分) 求下列系统的能控性和能观测性标准分解, 并求出它的输入输出模型。

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad y = [1 \ -1 \ 1]$$

5. (10 分) 试用单位秩状态反馈将下列受控对象状态方程的闭环极点配置在 $-3 \pm 4i$ 。

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} u \quad (\text{提示: 循环化统一取 } k_1 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix})$$

西北工业大学
2008 年博士研究生第二次招生考试试题

试题名称: 线性系统理论

共 2 页 第 2 页

6. (15 分) 已知单输入单输出系统的传递函数为:

$$G(s) = \frac{s^2 + 3s + 2}{s^3 + 2s^2 + 3s + 4}$$

(1) (3 分) 给出该传递函数的一个能控标准 I 型实现;

(2) (12 分) 上述能控标准型系统引入状态反馈 $u = -kx + v$ 后, 闭环系统是否一定能控; 若是, 请给出证明; 若否, 请给出尽可能简单的反例; 闭环系统是否一定能观测; 若是, 请给出证明; 若否, 请给出尽可能简单的三阶系统的反例。

7. (15 分) 已知单输入—单输出系统 $\dot{x} = Ax + bu + d_0 \cdot 1(t)$ $y = cx$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 11 & 0 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad d_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix}, \quad c = (1 \ 0 \ 0 \ 0)$$

d_0 为常值干扰幅度。试设计状态反馈使试设计状态反馈使输出 $y(t)$ 在稳态时理想地跟踪常值输入 $y_m \cdot 1(t)$, 且使闭环极点配置在 $-2, -2, -1, -1 \pm j$ 。

8. (10 分) 对于一个 m 输入 m 输出的被控对象, 其闭环控制系统的结构如图所示。其中 $Q(s)$ 对角占优, $F(s) = \text{diag}(f_1, f_2, \dots, f_m)$, f_i 为实常数, 已知系统的闭环传递函数矩阵为 $\phi(s) = Q(I + FQ)^{-1}$, 试针对该系统简要推导并叙述逆乃魁斯特判据。

