

长沙理工大学

2015 年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 自动控制原理 考试科目代码: 824

注意: 所有答案(含选择题、判断题、作图题等)一律答在答题纸上; 写在试题纸上或其他地点一律不给分。作图题可以在原试题图上作答, 然后将图撕下来贴在答题纸上相应位置。

一. 填空(第 5、8 小题各 3 分, 其余每小题 1 分, 共 15 分):

1. 自动控制系统是由 () 和 () 组成, 能够自动对被控对象的被控量进行控制的系统。
2. 传递函数表示系统传递、变换输入信号的能力, 与系统本身的结构和参数有关, 而与系统的 () 信号的形式无关。
3. 物理性质不同的系统可以有相同的传递函数, 同一系统中, 取不同的物理量作为系统的输入或输出时, 传递函数 ()。
4. 在自动控制系统中, 对控制系统性能的三点要求是: 稳定性、()、准确性, 其中, () 是系统正常工作的首要条件; 并且, 当系统稳态误差越小时, 系统的稳态精度越 ()。
5. 已知系统的脉冲响应 $c(t) = 0.1(1 - e^{-t/3})$, 则系统的闭环传递函数为 ()。
6. 根轨迹是指 () 系统的某一参数从 0 变化到无穷大时, 闭环系统特征方程的根在 S 平面上变化的运动轨迹。
7. 频域法是一种图解分析方法, 可以根据系统的 () 频率特性去判断闭环系统的性能。
8. 设开环系统的频率特性为 $G(j\omega) = \frac{1}{(1+j\omega)^2}$, 则其频率特性的 Nyquist 曲线与负虚轴交点的频率值 $\omega = ()$ rad/s。

二. 单项选择题(第 3、5、6 小题各 2 分, 其余每小题 1 分, 共 15 分):

1. 一般来说, 如果开环系统增加积分环节, 则其闭环系统的相对稳定性将 ()。
A. 变好 B. 变坏 C. 不变 D. 不定
2. 执行机构一般由传动装置和调节机构组成, 执行机构()被控对象, 使被控制量达到所要求的数值。
A. 直接作用于 B. 经传动装置将输入信号作用于
C. 经调节机构将输入信号作用于 D. A、B、C 都不对

科目代码: 824

3. 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{1}{Ts+1}$, 实验测定当 $t=1s$ 时, 系统的单位阶跃响应的输出为 0.632, 则 $T = (\quad)$ 。
- A. 2s B. 1s C. 0.5s D. 0.1s
4. 某 I 型系统的输入信号为单位阶跃信号, 则该系统的稳态误差为 (\quad) 。
- A. ∞ B. 1 C. 0 D. K
5. 已知系统的特征方程为 $s^4 + s^3 + 3s^2 + 2s + 5 = 0$, 则系统是 (\quad) 。
- A. 稳定的 B. 不稳定的 C. 临界稳定 D. 不能确定
6. 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{16}{s(s+5)}$, 则系统的输出响应曲线为 (\quad) 。
- A. 发散的 B. 衰减的 C. 等幅振荡的 D. 单调上升的
7. 二阶振荡环节 $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$ ($0 \leq \xi < 1$) 中, 三个有定义的频率为: ω_n 为无阻尼自然角频率, ω_d 为阻尼振荡角频率, ω_r 为谐振角频率, 它们之间的大小关系为 (\quad) 。
- A. $\omega_n > \omega_r > \omega_d$ B. $\omega_n > \omega_d > \omega_r$ C. $\omega_n > \omega_d = \omega_r$ D. $\omega_r = \omega_n > \omega_d$
8. 对数频率特性在低频段只有积分环节和开环增益起作用, 积分环节决定低频段阶段的斜率, 开环增益决定低频段的 (\quad) 。
- A. 宽度 B. 幅值 C. 高度 D. 裕度
9. 惯性环节的对数频率特性中, 中频段渐近线与低频段渐近线的交点, 即转折频率为 (\quad) 。
- A. $\omega = \frac{1}{\pi}$ B. $\omega = \pi$ C. $\omega = T$ D. $\omega = \frac{1}{T}$
10. 系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{20}{(s+4)(s+p)}$, 则关于根轨迹的说法不正确的是 (\quad) 。
- A. 系统的等效开环传递函数为 $G(s) = \frac{p(s+4)}{(s^2 + 4s + 20)}$ B. 根轨迹有两条渐近线
- C. 实轴上的根轨迹为 $(-\infty, -4)$ D. 根轨迹与虚轴无交点

11. 系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{K(\tau s + 1)}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$, 当 ω 由 $0 \rightarrow \infty$ 变化时系统 $\angle G(j\omega)$

按 () 变化。

- A. $0^\circ \sim -270^\circ$ B. $-90^\circ \sim -270^\circ$ C. $-90^\circ \sim -180^\circ$ D. $-90^\circ \sim 90^\circ$

12. 某串联校正装置的传递函数为 $G_c(s) = \frac{s+1}{(0.1s+1)}$, 则它是一种 () 校正。

- A. 滞后校正 B. 超前校正 C. 滞后—超前校正 D. 比例校正

三. (本题 15 分) 控制系统结构图如图 1 所示, 求闭环系统的传递函数 $\phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$

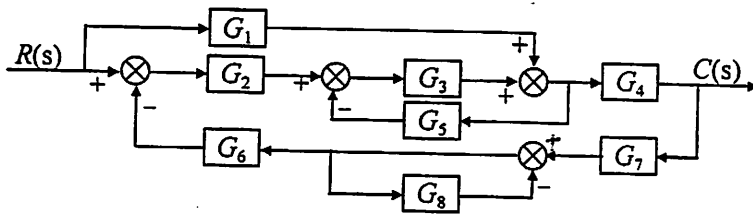


图 1

四. (本题 10 分) 某单位负反馈控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\xi\omega_n)}$,

系统的误差为 $e(t) = 1.4e^{-1.07t} - 0.4e^{-3.7t}$, 试求:

1. 系统的稳态误差 $e_{ss}(\infty)$; 2. 阻尼比 ξ 、无阻尼振荡频率 ω_n 。

五. (本题 20 分) 已知控制系统如图 2 所示

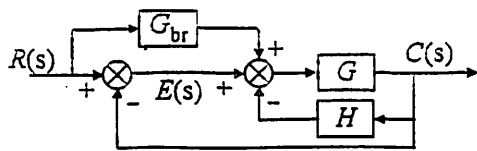
1. 在 $G_{br}(s) = 0$ 时, 闭环系统响应阶跃输入时的超调量 $\sigma_p = 4.6\%$ 、峰值时间 $t_p = 0.88$ 秒, 试确定系统的 k 值和 τ 值 (10 分);

2. 欲使闭环系统响应速度输入的稳态误差为零, 请确定输入补偿环节的传递函数 $G_{br}(s)$ 。(10 分)

六. (本题 15 分)

已知单位负反馈闭环控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+1)}{s^3 + as^2 + 2s + 1}$

若系统以 $\omega = 2 \text{ rad/s}$ 振荡, 试确定相应的 K 和 a 值。



$$G(s) = \frac{k}{s(s+5)}; \quad H(s) = \tau s$$

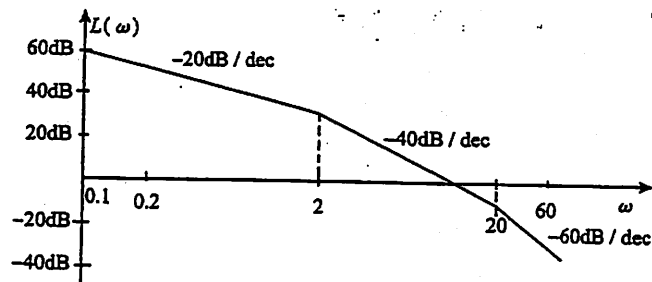
图 2

七. (本题 35 分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{2(Ts+1)}{s(s-2)}$,

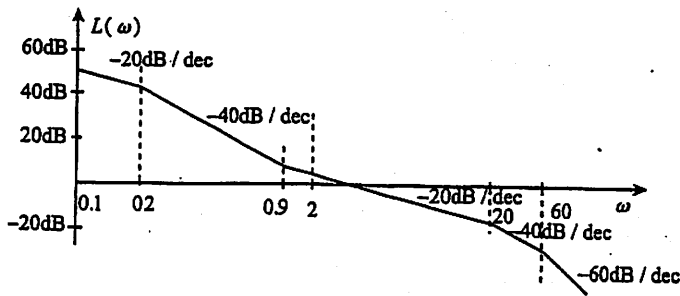
1. 绘制 $0 < T < +\infty$ 时的根轨迹图; (10 分)
2. 求闭环输出响应无超调时的 T 值范围; (5 分)
3. 求系统不稳定时的 T 值范围; (5 分)
4. 当 $T=3$ 时, 试绘制系统的 Nyquist 图, 并利用 Nyquist 图判断系统的稳定性, 请说明理由. (15 分)

八. (本题 25 分) 已知最小相位系统校正前和串联校正后的对数幅频特性如图 3 所示, 试求: 1. 校正前、后的传递函数; (14 分)

2. 求校正后系统的截止频率; (5 分) 3. 写出串联校正装置的传递函数; 并说明是何种校正装置 (超前、滞后、超前-滞后)? (6 分)



(a) $G_k(s)$ 的开环对数幅频特性



(b) $G_k(s) \cdot G_c(s)$ 的开环对数幅频特性

图 3