

2023-2024 学年春夏学期 自动控制理论（甲）期末考试试卷

一、（15 分）某一系统的单位阶跃响应 $h(t) = 1 - 2e^{-t} + e^{-2t}, t \geq 0$

(1) 求系统的传递函数 $G(s)$ 及其频率特性（包括幅值和相位的变化范围）。

(2) 利用 Nyquist 判据判断以 $G(s)$ 为开环传递函数的闭环系统的稳定性。

二、（15 分）请选择合适的 K_1, K_2 使下面的系统恰好无超调，且无超调情况下的调节时间为 $0.8s$ 。恰好无超调的系统的调节时间可以通过下式计算

$$T_s = \frac{1}{\omega_n}(6.5\zeta - 1.7)$$

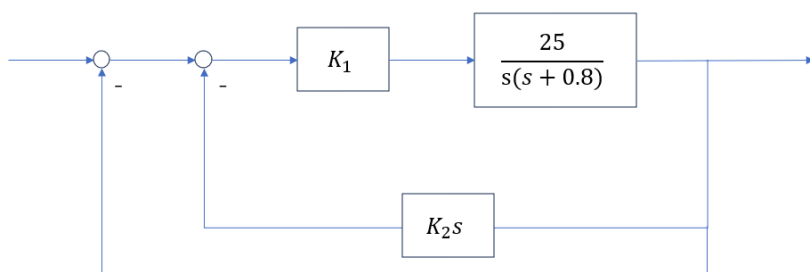


Figure 1: 第二题图

三、（15 分）已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{10(1-s)}{(0.5s+1)(\tau s+1)}$$

请画出 τ 变化时系统的根轨迹，并求系统稳定时的 τ 的范围。

四、（15 分）某一系统的状态空间模型为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -20-K \\ 1 & 0 & 0 & -4 \\ 0 & 1 & 0 & -18 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \\ 4 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

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

利用劳斯判据求使系统产生等幅振荡的 K , 并求出等幅振荡的频率。

五、(15 分) 某一系统的方块图如下：

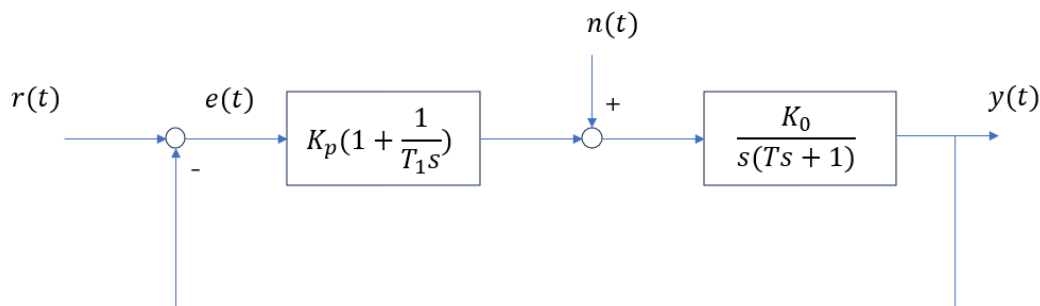


Figure 2: 第五题图

- (1) 当 $r(t) = t, n(t) = 0$ 时，求系统的稳态误差 e_{ss} 。
- (2) 当 $r(t) = 0, n(t) = t$ 时，求系统的稳态误差 e_{ss} 。
- (3) 当 $r(t) = t, n(t) = t$ 时，求系统的稳态误差 e_{ss} 。

六、(15 分) 某一四阶系统的闭环传递函数如下

$$G(s) = \frac{6s^2 + 12s + 224}{5s^4 + 126s^3 + 1372s^2 + 2704s + 4480}$$

- (1) 判断系统是否具有 $\sigma = 1$ 及以上的稳定裕度。
- (2) 求出与 $G(s)$ 阶跃响应相似的二阶系统 $G_1(s)$ 。
- (3) 估计系统的超调量和调节时间。

七、(10 分) 某一单位负反馈的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{\sqrt{20}}{s(s+1)}$$

求其相位裕度。

若加入纯滞后环节，系统变为

$$G(s) = \frac{\sqrt{20}}{s(s+1)} e^{-\tau s}$$

求使系统稳定的 τ 的范围。