

1. (1) 闭环特征方程为 $D(s) = s^5 + s^4 + 5s^3 + 5s^2 + 4s + 4 = 0$

(2) 劳斯表: $s^5 \quad 1 \quad 5 \quad 4$

$s^4 \quad 1 \quad 5 \quad 4$ (辅助方程 $F(s) = s^4 + 5s^2 + 4 = 0$ 求解)

$s^3 \quad 0(4) \quad 0(10) \quad (dF(s)/ds = 4s^3 + 10s = 0$ 求解)

$s^2 \quad \frac{5}{2} \quad 4$

$s^1 \quad \frac{18}{5}$

$s^0 \quad 4$

未构造辅助多项式，未计算出关于原点对称的根

第一列元素全部大于0，该系统临界稳定

(1) $K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{20(s+2)}{s(s^2+4s+3)} = \infty$

$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s)H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{20(s+2)}{s^2+4s+3} = \frac{40}{3}$

$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{20s(s+2)}{s^2+4s+3} = 0$

(2) 系统特征方程为 $D(s) = s^3 + 4s^2 + 23s + 40 = 0$

$n=3$, 各项系数为正, $a_1 a_2 - a_0 a_3 = 4 \times 23 - 40 > 0$

由赫尔维茨判据可知系统稳定。

$e_s(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1+G(s)H(s)}$

$r(t) = 50 + 3t, R(s) = \frac{50}{s} + \frac{3}{s^2} = \frac{50s+3}{s^2}$

$e_{ss}(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{50s+3}{s} \cdot \frac{(s^2+4s+3)s}{s(s^2+4s+3)+20(s+2)}$

$= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{(50s+3)(s^2+4s+3)}{s^3+4s^2+23s+40} = \frac{9}{40}$

100