

超前校正装置的一般设计过程如下所示。

1. 根据对稳态误差的要求确定开环增益 K 。

2. 按已确定的 K ，绘制未校正系统的伯德图，并计算相角裕度 γ_0

3. 确定需要补偿的相位超前角 $\varphi_m = \gamma - \gamma_0 + (5 - 10^\circ)$

4. 计算 $a = \frac{1 + \sin \varphi_m}{1 - \sin \varphi_m}$

5. 将未校正系统幅频曲线上幅值为 $-20 \log \sqrt{a} = -10 \log a$ 处的频率作为校正后的穿越频

率 ω_c ，并令 $\omega_c = \omega_m = \frac{1}{T\sqrt{a}}$ ，确定 T 值，即得出校正网络的传递函数。

6. 必要时，调整增益以维持对稳态误差的要求。

7. 验算，检查校正后系统的各项指标是否符合要求。

若给出校正后系统的截止频率 ω_c ，那么步骤 3 和步骤 4 可改为：取 $\omega_c = \omega_m$ ，那么校正前

系统 $-L(\omega_c) = L_c(\omega_m) = 10 \log a$ 、确定出 a 值；然后由 $\omega_m = \frac{1}{T\sqrt{a}}$ 确定 T 值。

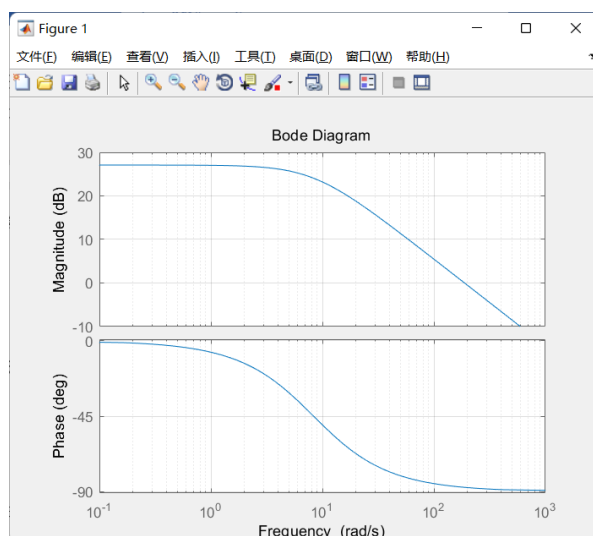
8. 根据 $G_c(s) = \frac{1+aTs}{1+Ts}$ ，得到校正装置的传递函数 $G_c(s)$ 。

直流电机速度控制的超前校正装置设计：

1. 电机输入电压到输出速度的传递函数

$$P(s) = \frac{22.6}{0.12s + 1}$$

开环无补偿系统的伯德图



2, 确定比例增益 K_c 。所需系统带宽 $\omega_m \geq 75 \text{ rad/s}$, 要使开环截止频率比所需系统带宽低大约两倍, 取 $\omega_c = 37 \text{ rad/s}$, $|G_K(j\omega)| = \frac{22.6}{37\sqrt{(0.12*37)^2+1}} \times K_c = 1$, 解得 $K_c = 7.45$;

3, 叠加增益后系统的相位裕度 $\gamma_0 = 180 - 90^\circ - \arctan(0.12 * 37) = 12.7^\circ$

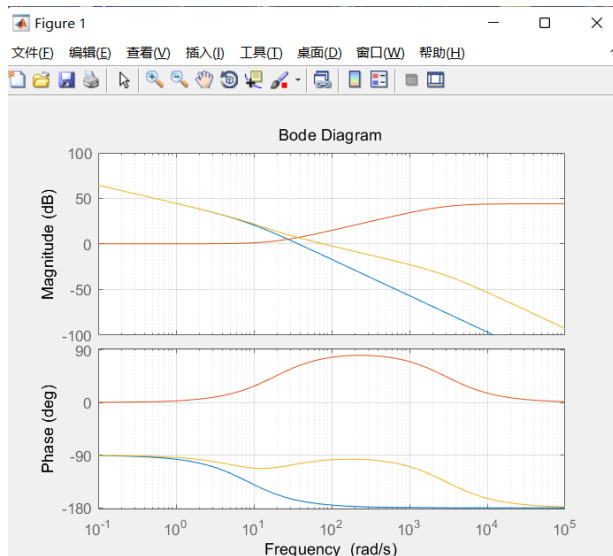
4, 补偿前系统在 $\omega_c = 75 \text{ rad/s}$ 时的幅度 $20\log|G_K(j\omega)| = -12.0 \text{ dB}$ 。

5, 要使补偿后系统截止频率 $\omega_c = 75 \text{ rad/s}$, 超前装置在相角最大处的幅度 $10\log a = 12 \text{ dB}$
 $a = 15.8$,

6, 由 $\omega_m = \frac{1}{T\sqrt{a}}$, 确定 $T = 0.0034$ 。

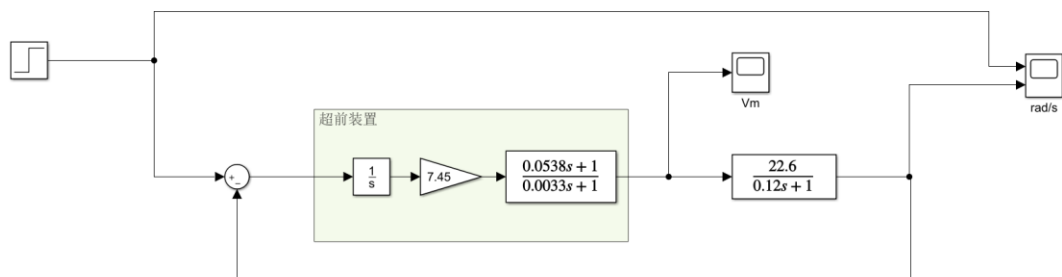
7, 得到超前补偿装置的传递函数 $G_c(s) = \frac{1+0.0538s}{1+0.00034s}$ 。

8, 校正后的开环传递函数 $G(s) = \frac{168(1+0.0538s)}{s(1+0.00033s)(0.12s+1)}$, 截止频率 $\omega_c = 77.2 \text{ rad/s}$, 相角裕度 $\gamma_0 = 83.1^\circ$ 。

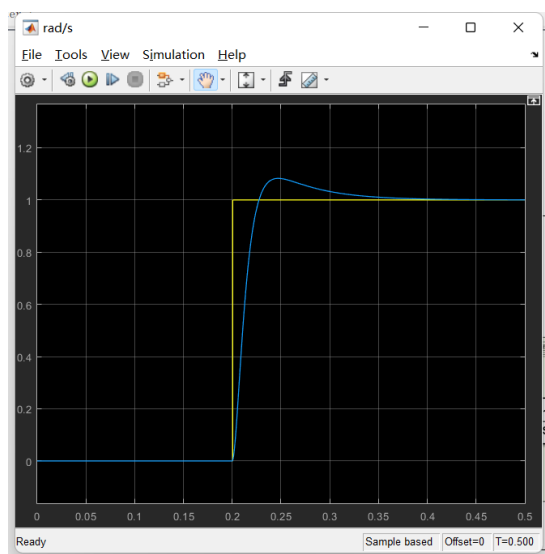


直流电机超前校正装置速度控制的 Simulink 仿真及分析

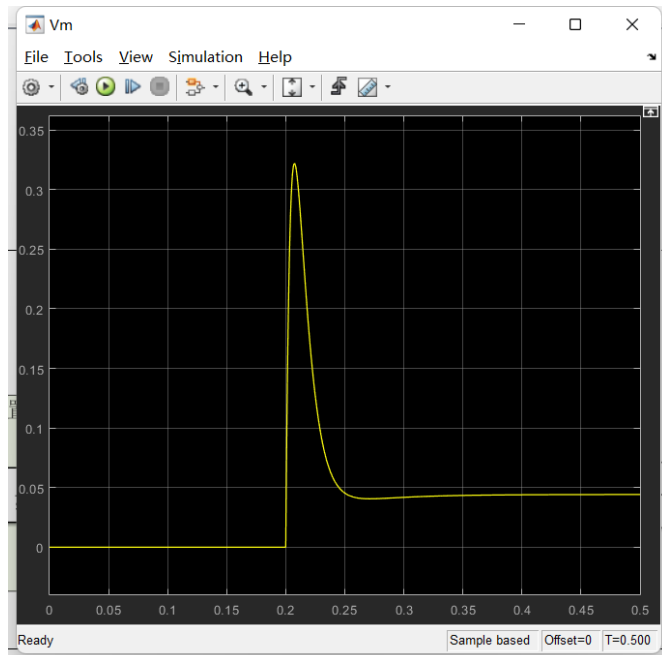
校正后的系统系统等效图：



在阶跃电压输入下的电机速度曲线：



电机控制电压曲线：



由电机速度输出曲线可知峰值时间 $t_p=0.039s$ ，小于 $0.5s$ ，满足设计要求。

稳态误差 $ess=0$ ，满足设计要求。

超调百分比 $PO=6.7\%$ ，满足设计要求