

# homework 4

刘若涵 202001126

$$1. \quad G_0(s) = \frac{K}{s(T_m s + 1)}$$

$$f(t) = K \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right)$$

$$G(z) = \frac{Kz \left( 1 - e^{-\frac{T}{T_m}} \right)}{(z-1)(z - e^{-\frac{T}{T_m}})} = \frac{1.106z}{(z-1)(z-0.779)} \quad \checkmark$$

2. 已知系统对象

$$G(s) = \frac{e^{-2s}}{s(s+1)}$$

被控对象广义脉冲传递函数.

$$G_0(s) = z \left[ \frac{1 - e^{-Ts}}{s} G(s) \right] = z \left[ \frac{(1 - e^{-Ts}) e^{-2s}}{s^2(s+1)} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} z \left[ \frac{1}{s^2(s+1)} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} z \left[ -\frac{1}{s} + \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s+1} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} \left( -\frac{z}{z-1} + \frac{z}{(z-1)^2} + \frac{z}{z-e^{-1}} \right)$$

$$= \frac{e^{-1}z + 1 - ze^{-1}}{z^2(z-1)(z-e^{-1})} = \frac{0.368z + 0.264}{z^2(z-1)(z-0.368)}$$

闭环系统理想脉冲传递函数.

$$\phi(z) = z \left[ \frac{1 - e^{-Ts}}{s} \frac{e^{-2s}}{2s+1} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} z \left[ \frac{1}{s(2s+1)} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} z \left[ \frac{1}{s} - \frac{2}{2s+1} \right]$$

$$= (1 - z^{-1}) z^{-2} \left( \frac{z}{z-1} - \frac{z}{z - e^{-1/2}} \right)$$

$$= \frac{(1 - e^{-1/2}) z^{-2}}{z - e^{-1/2}} = \frac{0.393 z^{-2}}{z - 0.607}$$

$$D(z) = \frac{\phi(z)}{(1 - \phi(z)) G_0(z)}$$

$$= \frac{0.393 (1 - z^{-1}) (1 - 0.368 z^{-1})}{(1 - 0.607 z^{-1} - 0.393 z^{-2}) (0.244 z^{-1} + 0.368)}$$

$$3. \quad u(n) = k_p \left\{ e(n) + \frac{T}{T_i} \sum_{j=0}^n e(j) + \frac{T_d}{T} [e(n) - e(n-1)] \right\}$$

$$u(n-1) = k_p \left\{ e(n-1) + \frac{T}{T_i} \sum_{j=0}^{n-1} e(j) + \frac{T_d}{T} [e(n-1) - e(n-2)] \right\}$$

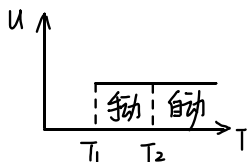
$$\begin{aligned} \Delta u(n) &= k_p \left\{ e(n) - e(n-1) + \frac{T}{T_i} e(n) + \frac{T_d}{T} [e(n) - 2e(n-1) + e(n-2)] \right\} \\ &= k_p \left( 1 + \frac{T}{T_i} + \frac{T_d}{T} \right) e(n) - k_p \left( 1 + \frac{2T_d}{T} \right) e(n-1) + k_p \frac{T_d}{T} e(n-2) \end{aligned}$$

$$\text{故 } q_0 = k_p \left( 1 + \frac{T}{T_i} + \frac{T_d}{T} \right), \quad q_1 = -k_p \left( 1 + \frac{2T_d}{T} \right), \quad q_2 = k_p \frac{T_d}{T}$$

4. (1) 给定值处理、被控量处理、偏差处理、PID计算、控制量处理、自动手动切换

(2) PID 控制方式切换之前，无须由人进行手动输出控制信号与自动输出控制信号之间的对位平衡操作，就可以保证切换时不会对执行机构现有位置产生扰动。

以手动切换到自动过程为例。



$T_1$  到  $T_2$  间无须由人进行手动自动输出的对位操作， $T_2$  时刻切换后无扰动。

5. 标准：0~5V 电压、0~10V 电压、4~20mA 电流等  
通常采用 4~20mA 标准原因

① 与电压信号相比，电流信号的抗干扰能力更强，且电流信号不受导线电阻的影响，测量更准确

② 最大电流为 20mA 是因为安全火花仪只能使用低电压和低电流，20mA 引起的火花能量不足以点燃气体，非常安全

③ 起点设为 4mA 是为了容易判断断线。

思考题：

(1) 控制目标：等离子体电流、位置、形状。

输出：磁场线圈电流

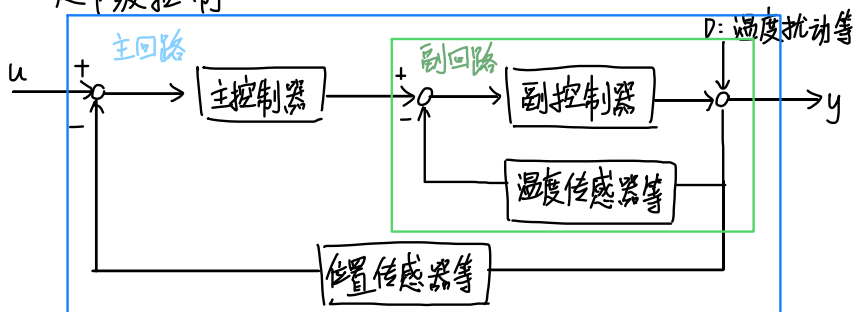
输入：等离子体位置：2维，形状：1维

磁场线圈电流：1维，放电参数：2维

环境参数：多维

测量值：等离子体电流：1维，位置：2维，形状：1维

(2) 是串级控制



副参数：温度等

主参数：位置等

(3) 离线状态下预先计算出控制信号，当要对等离子体进行控制时，能更快调整其状态，提高响应速度及控制精度。  
非前馈控制。

(4) 没有

困难：① 等离子体有时变性，控制复杂

② 等离子体非线性难建模控制

③ 受环境影响大。