



DEPARTMENT OF AUTOMATION

电力拖动与运动控制仿真实验

他励直流电动机双闭环调速系统设计

班 级 : 自 3 2
姓 名 : 陈 昊 楠
学 号 : 2013011449

2017 年 5 月 10 日

中文摘要

Thesis Subtitle

Author Name

Abstract

该问题是一个积分型性能指标,末态有约束的最优控制问题。初始条件 $p(0) = 0, v(0) = v^0$ (给定值), 末态约束 $p(t^m) = L, v(t^m) = v^m$ (给定值), 状态方程 $\dot{p} = v, \dot{v} = u$, 控制函数的约束条件为 $|u| \leq u_{\max}$, 求最优控制函数, 使性能指标

$$J = \int_{t^0}^{t^m} u^2(t) dt \quad (0.1)$$

达到极小。

该问题的哈密顿函数为

$$H = \frac{1}{2}u^2 + \lambda^p v + \lambda^v u_i \quad (0.2)$$

确定时间常数。

- (a) 电流环等效时间常数。由于电流环按典型 i 型系统设计, 且参数选择为 $K_{\text{op},i}T_{\Sigma i} = 0.5$, 因此电流环等效时间常数为 $2T_{\Sigma i} = 2 \times 0.00367 = 0.00734\text{ s}$ 。
- (b) 转速环小时间常数 $T_{\Sigma n}$ 。已知转速滤波时间常数为 $T_{\text{on}} = 0.01\text{ s}$, 因此转速环小时间常数为,

$$T_{\Sigma n} = 2T_{\Sigma i} + T_{\text{on}} = 0.00734 + 0.01 = 0.01734\text{ s} \quad (0.3)$$

确定转速调节器结构和参数。

- (a) 结构选择, 由于设计要求无静差, 因此转速调节器必须含有积分环节。又考虑到动态要求, 转速调节器应该采用 PI 调节器, 按典型 II 型系统设计。转速调节器的传递函数为,

$$W_{\text{ASR}}(s) = \frac{K_n(\tau_n s + 1)}{\tau_n s} \quad (0.4)$$

- (b) 参数计算, 依据给定的可变参数, 取中频宽 $h = 9$, 按照 γ_{\max} 准则确定参数关系, ASR 的超前时间常数为,

$$\tau_n = hT_{\Sigma n} = 9 \times 0.01734 = 0.15606\text{ s}, \quad (0.5)$$

转速环开环放大系数为,

$$K_{\text{op},n} = \frac{1}{h\sqrt{h}T_{\Sigma n}^2} = \frac{1}{9 \times \sqrt{9} \times 0.01734^2} = 123.1794\text{ s}^{-2} \quad (0.6)$$

转速调节器的比例放大系数为

$$K_n = \frac{\beta C_e T_m}{\sqrt{h} \alpha R T_{\Sigma n}} = \frac{0.05 \times 0.132 \times 0.18}{\sqrt{9} \times 0.007 \times 0.5 \times 0.01734} = 6.525 \quad (0.7)$$

校验近似条件和性能指标。

1. 电流环传递函数等效条件 $\omega_{cn} \leq \frac{1}{5T_{\Sigma i}}$ 。由 $K = \omega_1 \omega_c$ ，按 γ_{\max} 准则，可以求得转速环截止频率 ω_{cn} 为

$$\omega_{cn} = \frac{K_{op,n}}{\omega_1} = K_{op,n} \tau_n = 123.2 \times 0.15606 = 19.227 \text{ s}^{-1} \quad (0.8)$$

而， $1/5T_{\Sigma i} = 54.5 \text{ s}^{-1} > \omega_{cn}$ ，满足等效条件。

2. 转速环小时间常数近似处理条件 $\omega_{cn} \leq \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{2T_{\Sigma i} T_{on}}} = 38.9 \text{ s}^{-1}$ ，满足近似处理条件。

模型初始化 在 Simulink 中导入模型，按照计算得到的调节器参数对模型进行初始化。模型如图0-1。电流调节器 ACR 与转速控制器分别如图0-2与0-3。

图 0-1: 仿真模型图

图 0-2: 电流调节器仿真模型，传递函数 $W_{ACR} = \frac{1.0220(0.03s+1)}{0.03s}$

图 0-3: 转速调节器仿真模型，传递函数 $W_{ASR} = \frac{6.525(0.156s+1)}{0.156s}$

工作区其他参数设置如图0-4。

图 0-4: 模型初始参数设置