



哈爾濱工業大學 (深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

《自动控制实践 A》实验报告

2021 年秋季学期

实验项目: 交流伺服电机特性实验

学生学号: 190320229

学生姓名: 李鸣航

评阅教师: _____

报告成绩: _____

实验与创新实践教育中心印制

一、简述实验原理

1. 交流伺服电机调压调速

电压平衡方程:

$$U_q = R_m \cdot I_q + k_a \cdot \omega \Rightarrow \begin{cases} v_q = i_m \cdot \cos(\theta_0 - \theta_1) \\ v_d = i_m \cdot \sin(\theta_0 - \theta_1) \end{cases}$$

2. 交流伺服电机调频调速

$$\omega_1 = \frac{d\theta}{dt} \Rightarrow \theta = \omega_1 t + \theta_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_q = i_m \cdot \cos(\omega_1 t - \omega_1 t + \theta_0 - \theta_1) \\ v_d = i_m \cdot \sin(\omega_1 t - \omega_1 t + \theta_0 - \theta_1) \end{cases}$$

转速不高时, 改变电子绕组的电流角频率相当于改变转速.

3. 交流伺服电机负载(T-U)特性

$$U_q = i_q \cdot R_m + k_a \cdot \omega$$

$$T = k_t \cdot i_q$$

二、实验内容

1. 调压调速.

- ① 硬件接线, 去掉负载.
- ② 打开 Simulink, 核对端口, 下载并运行代码.
- ③ 开始实验, 选用不同的电压值, 记录电机速度与图像.
- ④ 更改开关方向, 使电机反转. 重复上述操作.

2. 调频调速

- ① 与 1 相同, 不需要更改线路.
- ② 打开 Simulink, 核对端口, 下载并运行代码.
- ③ 开始实验, 选用不同的频率值, 记录电机速度与图像.
- ④ 更改开关方向, 使电机反转, 重复上述操作.

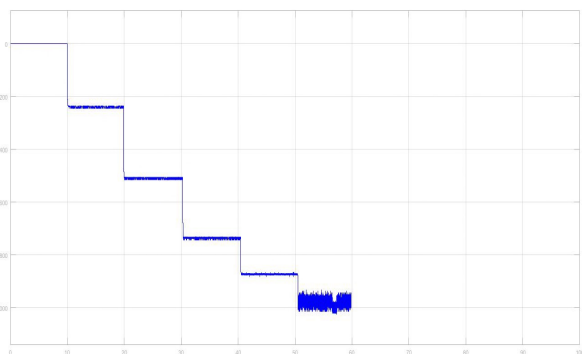
3. 负载特性

- ① 连线相同, 但需把同步带装好.
- ② 打开 Simulink, 核对端口, 先将 USB1 断开, 记录负载圆盘转速. 之后插上 USB1, 下载并运行代码.
- ③ 开始实验, 选用不同的负载, 将开关打在 "2", 开始实验. 记录图像.

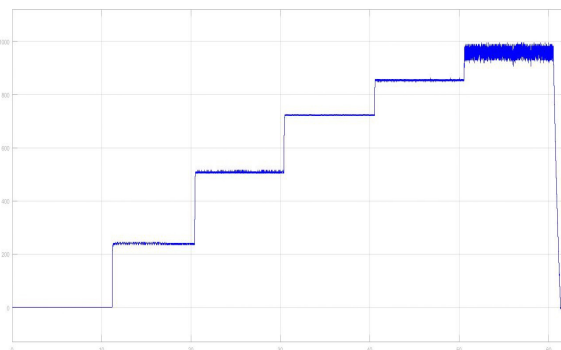
三、实验结果分析 (附图表)

调压调速:

开关为0时:



开关为1时:



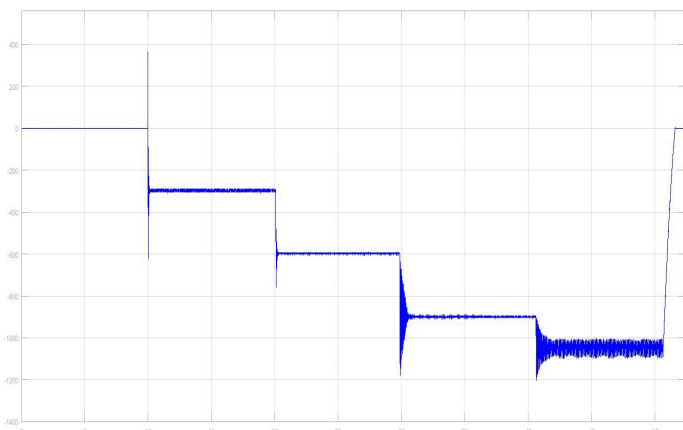
根据电机的电压平衡方程可得:

$$U_q = R_m \cdot I_q + K_e \cdot \omega$$

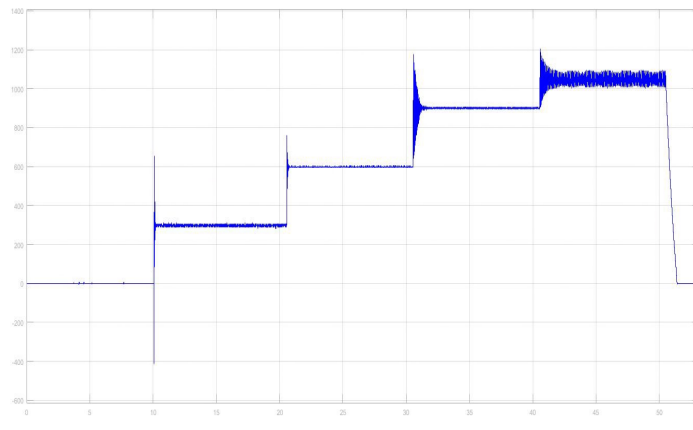
故 U_q 增大时, 在 I_q 不变的情况下 (转矩不变), ω 增大。
更严格的说法应该加上负载不变的情况下。

调频调速:

开关为0时:



开关为1时:



原理: 当电机转速比较低时, 由
$$\begin{cases} v_q = v_m \cos(\omega t - \omega_r t + \theta_0 - \theta_1) \\ v_d = v_m \sin(\omega t - \omega_r t + \theta_0 - \theta_1) \end{cases}$$
 得。

矢量控制中一般强制让 $v_d = 0$

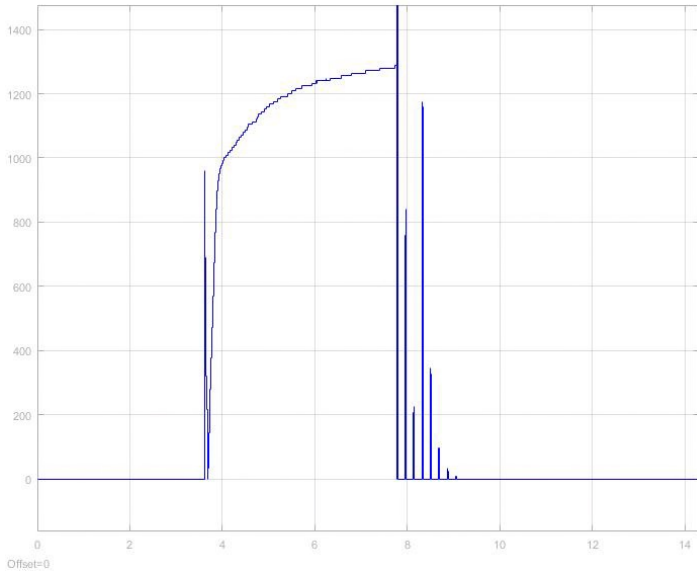
故需要保持 $\omega = \omega_r$, $\theta_0 = \theta_1$, 即转子角速度等于定子电流的角频率。
此时定子磁场和转子磁场相互作用, 使得转子以相同的角频率旋转。

区别: 直流电机一般通过改变电枢电压的方式调速,

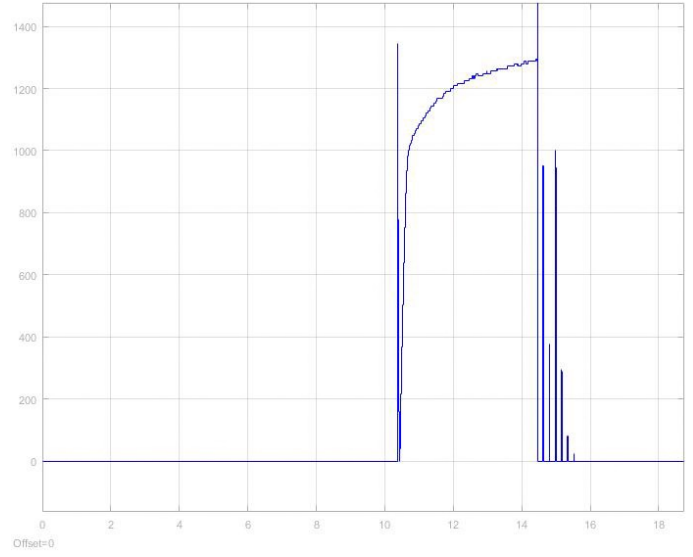
交流伺服电机通过更改施加到控制绕组上交流电压或相位来调速。

负载特性:

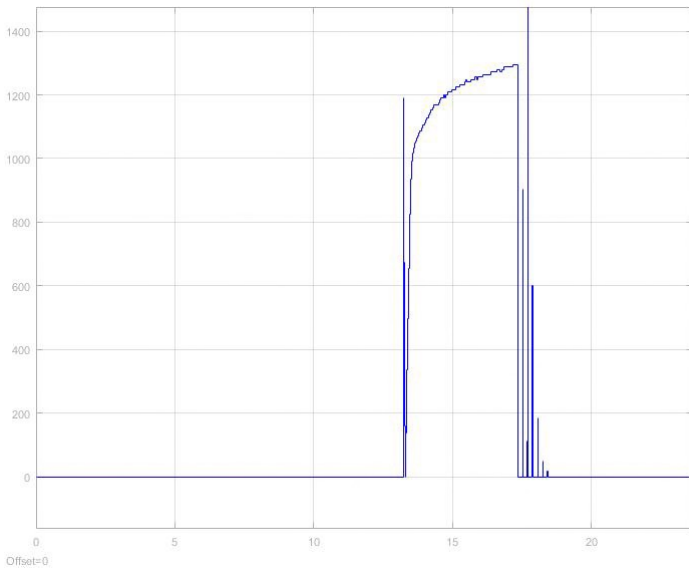
200g:



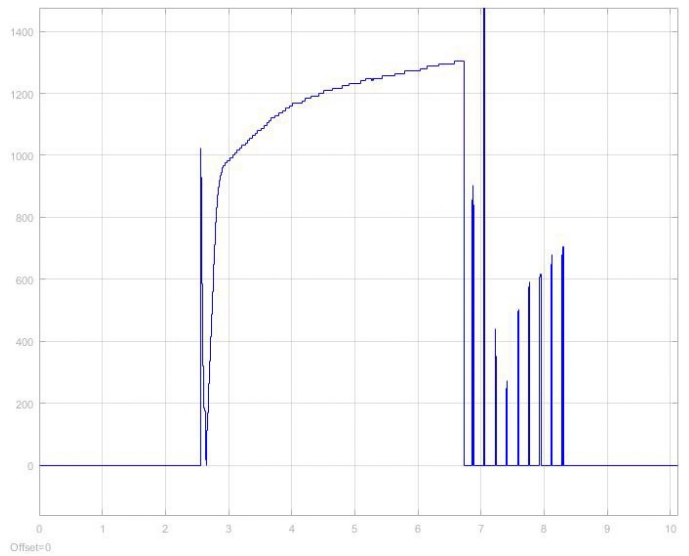
600g:



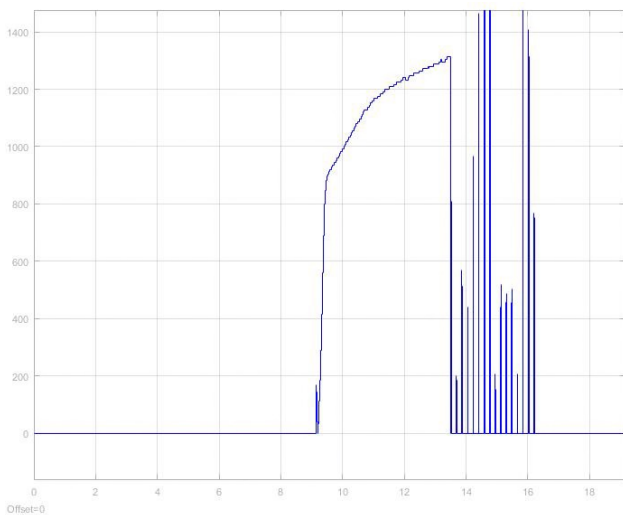
1000g:



3000g:



4000g:



随着负载逐渐变大,电机保持匀加速状态可达到的最大速度减小.

由调压调速中的电压平衡方程可知,电压一定时, I_q 变大, v 减小.