

基于 MCS196 下微机励磁调节器

陈永亭, 刘文武, 黎雄

(清华大学电机系, 北京 100084)

摘要: 励磁系统是同步发电机的的重要组成部分。文章介绍了一种新型由单片机 MCS 196 所构成的微机励磁调节器, 详细阐述了它的工作原理、调节器特点及软硬件系统设计。

关键词: 同步发电机; 励磁系统; 微机励磁调节器

中图分类号: TM761⁺.11

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)04-0041-03

本微机励磁调节器是以 MCS196 CPU 为主机的 STD 结构式励磁调节器。测量信号处理、调节规律计算及送出触发脉冲都由微机完成, 实现了全部数字化。基本调节规律为 PID + PSS, 可以经通讯口送出调节器量测到的发电机运行状况如 U 、 I 、 P 、 Q 、 F 等, 也可从通讯口接受附加控制。

1 励磁系统

同步发电机励磁控制系统总框图如图 1 所示。

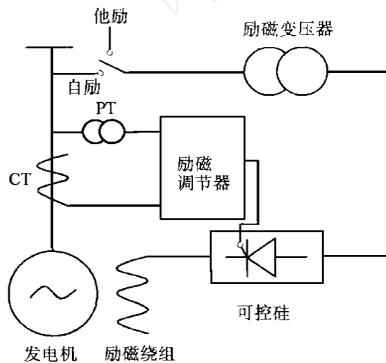


图 1 励磁控制系统总框图

本微机励磁调节器基于自并励可控硅直接励磁系统设计, 他也可作为他磁方式工作。

(1) 励磁主电路

主电路设有励磁变压器、三相全控整流桥、阻容保护回路以及灭励磁开关、灭磁电阻等, 其电路如图 2 所示。

阻容保护分为两组, 一组接成 π 形, 用于吸收来自交流测的浪涌过电压; 另一组则与可控硅并联, 用于吸收直流侧的过电压; 以保护可控硅不受损害。

收稿日期: 1999-08-31

作者简介: 陈永亭(1960-), 男, 本科, 主要从事电力系统及自动化研究。

灭磁回路由接触器 DK_1 、 DK_2 、 R_m 组成, 手动灭磁时先接通 DK_2 , 再断开 DK_1 , 以防止转子开路时出现瞬时过电压。

(2) 励磁调节电路

励磁反馈控制是通过以下过程实现的: 首先励磁调节器检测发电机机端 PT 的信号, 从而获得发电机的机端电压 u_t 。然后将 u_t 与参考(给定)电压 u_r 相比较得电压差 ($u_r - u_t$), 该电压差 ($u_r - u_t$) 经综合放大环节后得到控制电压 u_c 。若是最简单的比例调节, 那么控制电压 u_c 与电压差 ($u_r - u_t$) 有以下关系式(不考虑调差)

$$u_c = K(u_r - u_t)$$

上式中 K 为放大倍数。控制电压 u_c 经过移相触发环节后得到可控硅可触发角 α , 从而控制发电机的励磁电压 u_f , 使发电机处于稳定运行状态。在微机励磁中, 信号的检测、综合放大、移相触发都是通过软件算法实现。另外为了充分利用微机的资源和监测发电机运行状况, 把发电机机端 I_a 、 I_c 相电流引入励磁调节器中, 以实现电量的测量。

u_c 与 u_f 有以下关系:

$$u_f = \arccos\left(u_c \times \frac{u_f}{1.35 u_e}\right)$$

因为三相全控整流桥有以下关系:

$$u_f = 1.35 u_e \cos \alpha$$

所以 $u_f = u_c \times u_{f0}$

其中 u_{f0} 为发电机空载励磁电压, u_e 为可控硅阳极电压。

励磁调节电路工作如下:

如果由于扰动使发电机机端电压 u_t 上升, 那么电压差 ($u_r - u_t$) 将减少, 经综合放大环节后得到控制电压 u_c 也将减少, 使得 α 增大, 经可控硅整流后使得发电机励磁电压 u_f 减少, 也使得发电机机端电压

$$U = \sqrt{\frac{1}{16} \sum_{k=0}^{15} u_k^2}; \quad I = \sqrt{\frac{1}{16} \sum_{k=0}^{15} i_k^2}$$

$$P = \frac{1}{16} \sum_{k=0}^{15} (u_k * i_k); \quad Q = \frac{1}{16} \sum_{k=0}^{15} (u_k * i_{k+4})$$

2) 控制规律计算

比例—积分—微化(PID)控制是依据古典控制理论的频域法进行设计的,该设计方法成熟可靠,并有大量应用经验。对于改善发电机的电压静态、动态性能 PID 控制规律完全可以满足要求。PID 传递函数如下:

$$G(S) = K_p \frac{1 + T_1 s}{1 + T_2 s} \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$$

其中 K_p 是比例放大倍数,决定控制系统的响应速度和静态偏差。

T_1 是微分时间常数, T_2 是惯性滤波时间常数, T_1 与 T_2 构成不完全微分算法,其算法主要改善控制系统的动态性能,如减少超调量,减少振荡次数等。

T_i 是积分时间常数,积分作用主要是消除静态误差。

PID 模块的输入为电压偏差信号 V_e ,若考虑调差率的话 V_e 由下式算得:

$$V_e = V_r - (V_t + K_c Q_e)$$

式中 V_r 参考电压, V_t 发电机机端电压, K 调差率, Q_e 无功功率。

为了抑制电力系统低频振荡,采用了单参量辅助控制 PSS,其传递函数:

$$\frac{k_m T_s}{1 + T_s} \frac{(1 + T_3 s)^2}{(1 + T_4 s)^2} u_c$$

u_c 为辅助控制环节输出, u_c 是转速偏差,上式中 $T_3 > T_4$

4 脉冲形式

利用 Intel 公司的 MCS196 系列微处理器中高速

输入单元(HSI)和高速输出单元(HSO)来处理脉冲测量以及脉冲的产生。

本装置利用一个 HSI 用于测量同步信号的周期 T ,用 6 个 HSO 口分别产生 +A、-C、+B、-A、+C、-B 六相脉冲。

同步信号经滤波整形形成方波后送入 HSI 后,当上升沿到来后,高速输入口 HSI 产生中断,两次中断计算出同步信号周期 $T = T_2 - T_1$,如图 5 此周期应对应 360° 的脉冲,假设此时要发出控制角为 (利用查表法求),则应该相对于过零点时刻 (T_1 或 T_2) 延时 T 后发出 +A 脉冲,再延迟 60° (相对应的时间为 T_{60}) 后发 -C,再延迟 T_{60} 后发出 +B,……依此类推,计算机只需设定每个脉冲产生的时刻即可。设定时间一到 HSO 部件自动产生所需脉冲。这种脉冲产生方式非常简单自然不占用 CPU 时间,不需外加任何附件且硬件、软件均很简单,产生脉冲可靠。

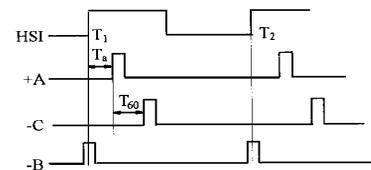


图 5 脉冲产生的时序

$$T = \frac{60}{360} (T_2 - T_1) \quad T_{60} = \frac{60}{360} (T_2 - T_1)$$

参考文献:

- [1] 戴克键. 同步电机励磁及其控制. 水利电子出版社, 1988, 6.
- [2] 李基成. 现代同步发电机整流器励磁系统. 水利电力出版社, 1987, 12.
- [3] 陈奥初等. 单片机应用系统设计与实现. 北京航空航天大学出版社, 1991, 10.
- [4] 刘复华. 8098 单片机及其应用系统设计. 清华大学出版社, 1992, 10.

Excitation regulator based on microprocessor of MCS196

CHEN Yong-ting, LIU Wen-wu, LI Xiong
(Tsinghua University, Beijing 10084, China)

Abstract: Excitation system is an important part of a synchronous generator. This thesis presents a new type of microprocessor based excitation regulator using single chip processor MCS196 construction, and describes the principles, designing and performance of the hardware and software system and characteristics of the regulator.

Key words: synchronous generator; excitation system; excitation regulator based on microprocessor