

基于 PLC 的直流电机控制系统设计

牛晖

(中冶南方工程技术有限公司 湖北武汉 430223)

摘要 本文提出了一种利用可编程逻辑控制器件(PLC)对他励直流电机进行速度控制的方法。该方法使PLC工作在DC/DC斩波模式,通过将固定直流电压转变为可变直流电压提供给电机电枢。Pang-Pang控制是依据参考速度来导通或关断直流电机的电源。这种方法简单、迅速而且有效,能够在0至100%范围内调整电机转速。该系统能够广泛应用于不同的工业应用场合。

关键词 直流电机 可编程逻辑器件 速度控制

中图分类号:TM921.5

文献标识码:A

文章编号:1007-9416(2013)01-0010-02

Design of PLC-based Control System for DC Motor

Niu Hui

(WISDRI Engineering& Research Incorporation Limited, Hubei Wuhan 430223)

Abstract: In this paper, a simplified approach for speed control of a separately excited DC motor using Programmable Logic Controller (PLC) is presented. This approach is based on providing a variable dc voltage to armature circuit of dc motor from a fixed dc supply voltage via a PLC which is used as a dc/dc chopper. Pang-Pang control method is used for switching on or off power to dc motor depending on the reference (command) speed. It is easy, fast and effective by this method of control to vary motor speed from 0 to 100% of rated speed. The proposed system is suitable for different industrial applications.

Key Words: DC motor PLC speed control

1 引言

直流电机的速度控制相对于交流电机来说更加的简单,成本也更低。但是由于有换向器的存在,直流电机不太适用于转速要求较高的场合,而且也有维修成本。固定交流电压通过可控整流器得到可变直流电压输出,而固定直流电压可以通过斩波器得到可变直流

电压输出^[1]。由于以上两者能提供连续可变的直流电压,使得其在工业控制中得到广泛应用。可编程逻辑器件(PLC)是一种工业计算控制单元,它能够在各种处理过程和工况环境下执行离散或连续的控制^[2]。工业过程控制时PLC应用最为广泛的场合。本文利用PLC工作在DC/DC斩波器模式下,提出一种基于PLC的直流电机速度控制系统。该系统避免了功率管的时间导数 dv/dt 或者 di/dt 。该系统能广泛应用于各种环境下。

2 直流电机的经典斩波控制方法

直流斩波器是用来改变电枢电压的一种器件,它连接在固定直流电压源与直流电机之间。斩波器能提供电机的制动反馈能量,并能把能量反馈到电源^[3,4]。他励直流电机的斩波控制电路如图1所示。

电机电流是否连续取决于占空比和电枢电感。

图2所示为电机电流连续和不连续时的波形。其中有三种可能

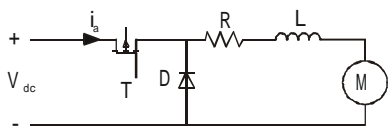


图1 直流电机经典斩波电路

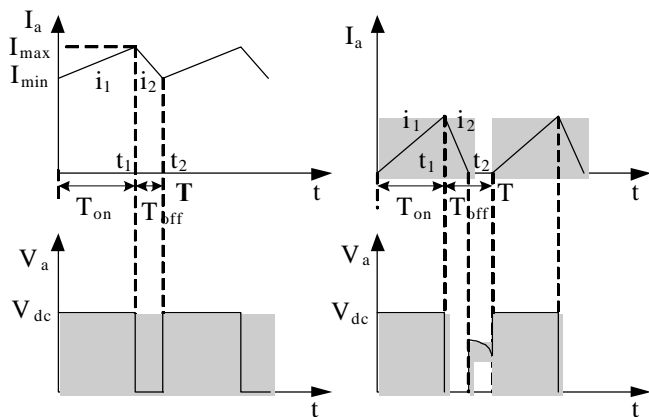


图2 稳态时电机的连续和不连续电流状态

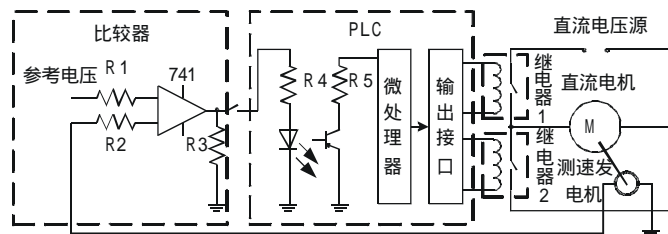


图3 基于PLC的直流电机控制系统框图

作者简介 牛晖(1975.07-),男,本科,工程师,工业电气自动化。

的工作模式,下面将逐一介绍。

模式一 功率管T导通,在 $0 < t < t_1$ 时电源给电机供电, $i_a = i_1$, 此时电压方程为

$$V_{dc} = R_a i_1 + L_a \frac{di_1}{dt} + K \omega \quad (1)$$

转矩方程为

$$T_d = K i_1 = J \frac{d\omega}{dt} + B \omega + T_L \quad (2)$$

模式二 功率管T关断,在 $t_1 < t < t_2$ 时二极管续流, $i_a = i_2$, 系统方程有

$$0 = R_a i_2 + L_a \frac{di_2}{dt} + K \omega \quad (3)$$

$$T_d = K i_2 = J \frac{d\omega}{dt} + B \omega + T_L \quad (4)$$

模式三 $t_2 < t < T$ 电机处于惯性滑行阶段

$$I_a = 0 \quad (5)$$

$$0 = J \frac{d\omega}{dt} + B \omega + T_L \quad (6)$$

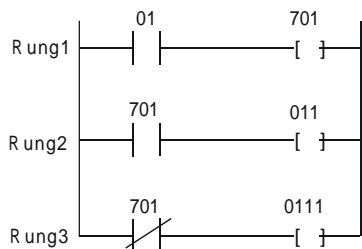


图4 程序梯形图

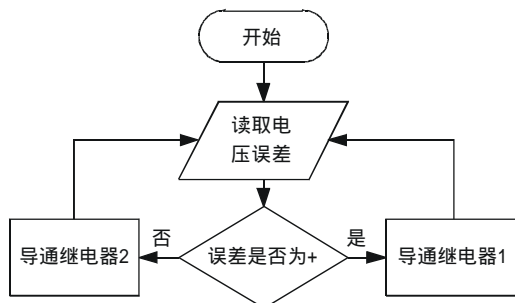


图5 程序流程图

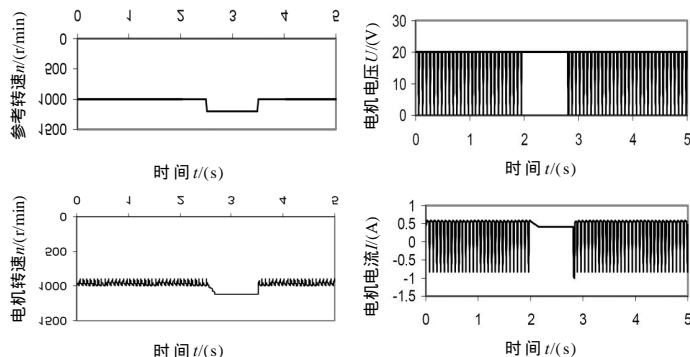


图6 电机控制仿真结果

3 控制系统设计

基于PLC的直流电机控制系统框图如图3所示。

系统中的控制对象为他励直流电机, 他的电枢电路由PLC工作的DC/DC斩波器控制。有两个继电器接到PLC的输出接口。第一个继电器是串联到电机的电枢电路当中, 另一个则是并联到电机的电枢电路中。这样组合的两个继电器工作起来就如同DC/DC斩波器。由测速发电机测得的电压反馈信号输入到由运算放大器组成的比较器中。比较器的另一个输入则为跟指定转速相应的参考电压。比较器的输出为 $\pm 0.9V_{cc}$, 这代表了参考电压与反馈电压之间误差的极性。PLC的输入接口的输入电压范围为 $8 \sim 30V$ 。因此 Pang-Pang 控制适合用于该系统中。如果PLC的输入电压为 $+0.9V_{cc}$ 则导通第一个继电器而关断第二个继电器, 这样电机工作在电动工作状态; 若如果PLC的输入电压为 $-0.9V_{cc}$ 则关断第一个继电器而导通第二个继电器, 这样电机进入续流阶段。电机的平均电压是随工作周期的改变而改变的, 而工作周期也是根据指定转速对应的参考电压而调整的。PLC输入端的开关是为了应对紧急情况而设置的。本文中提出的控制系统的优点在于能获得很宽的调速范围(0 到 100%) 结构简单以及不需要很大的存储空间来放置控制程序。程序如图4和图5所示。

4 实验结果

在参考速度正极性变化(即速度从1000变化到1200rpm)时, 对电机的速度、电压进行仿真。结果如图6所示。

由图可见, 电机能够很好的跟踪参考速度, 并且电机电流连续变化。这表明本文设计的控制系统精确、有效。

5 结语

本文设计了一种简单、有效而且精确的基于PLC的他励直流电机的速度控制系统。利用PLC替代传统的三极管、MOSFET和IGBT等开关管, 从而使得系统跟家简单, 也避免了 dv/dt 和 di/dt 等变量。该控制系统有较宽的调速范围, 能在0至100%之内调节电机转速。并且使用了Pang-Pang控制, 这种控制方法迅速、有效, 但是在稳态时会造成电机转速有轻微抖动。实验表明, 该系统能精确跟踪参考速度, 而且系统结构简单。

参考文献

- [1] Mohamed Harunur-Rashid, "Power Electronics Circuits, Devices, and Applications", Prentice Hall International, 1990.
- [2] Tomas Sysala and Peter Dostal, "Adaptive Control Algorithm Implemented Into Programmable Logic Controller", 9th International Research/Expert Conference TMT2005, Antalya, Turkey, 26-30 September 2005.
- [3] P.C.Sen, "Thyristor DC drives", Krieger Pub. Co. (07/01/1991).
- [4] Petru Livinti and Gheorghe Livint, "The Synthesis of Automatic Controllers For Electrical Drive Systems With D.C. Motors", 9th International Research/Expert Conference TMT2005, Antalya, Turkey, 26-30 September 2005.