

labview 在舰船同步电动机励磁控制系统的应用

吴 犖

(重庆电子工程职业学院, 重庆 401331)

摘 要: 在船舶工业领域内, 传统的船舶均采用柴油主机和化石燃料作为动力来源, 对海洋生态环境造成一定程度的破坏。近年来, 以电动机为推进动力的新能源船舶引起了业内研究人员的重视, 尤其以同步电动机作为推进动力的船舶获得了较快发展。本文重点研究了船舶的同步电动机, 并基于 Labview 设计了同步电动机的励磁控制系统, 具体包括同步电动机的励磁调节模块、Labview 主要控制模块、数据采集模块等, 有重要的实际应用价值。

关键词: Labview; 同步电动机; 励磁控制系统; 数据采集

中图分类号: U665.26 文献标识码: A

文章编号: 1672-7649(2018)8A-0067-03 doi: 10.3404/j.issn.1672-7649.2018.8A.023

Application of Labview in the excitation control system of synchronous motor ship

WU Jian

(Chongqing College of Electronic Engineering, Chongqing 401331, China)

Abstract: In the field of shipbuilding industry, the traditional ship adopts diesel engine and fossil fuels as power sources, caused a certain degree of damage to the marine ecological environment. In recent years, with the motor for the propulsion of new energy ship attracted the researchers' attention, especially to the synchronous motor as propulsion power gained rapid development. This paper focuses on the research of the synchronous motor of the ship, and based on the design of the LabVIEW synchronous motor excitation control system, including the adjustment of synchronous motor module, LabVIEW main control module, data acquisition module and so on, and has important practical application value.

Key words: Labview; synchronous motor; excitation control system; data acquisition

0 引 言

传统舰船通常采用柴油主机和燃气轮机作为船舶的动力来源, 尽管这种动力来源的经济性较好, 但化石燃料的利用率很低, 不仅会造成资源的浪费, 化石燃料燃烧产生的废气、漏油等, 还会对海洋生态环境造成很大的污染。为了解决传统船舶动力系统带来的问题, 研究人员积极开发新能源船舶, 随着电气技术与电子器件的发展, 电力推进船舶的技术成为了主流类型。永磁同步电机(PMSM)具有功率密度高、效率高、维护性好等优点, 被广泛应用于电力推进船舶的动力系统中^[1]。

Labview 是一种基于虚拟仪器和可视化编程语言的程序开发平台, 具有信号采集、控制和仿真等多种功能, 目前在工业控制领域有较为广泛的应用。本文的

研究对象是舰船的同步电动机, 利用 Labview 开发平台设计了一种新型的同步电动机励磁控制系统, 并详细分析了控制程序的编辑过程和仿真试验^[2]。

1 Labview 开发环境的研究与发展现状

Labview 是美国国家仪器公司开发的一款大型程序开发软件, 结合国家仪器公司的硬件、信号采集卡等, Labview 平台可以实现多种控制功能。

图 1 为 Labview 开发平台的原理图。

如图 1 所示, Labview 开发平台主要由测控对象、Labview 接口单元、图像采集装置、并行接口、虚拟仪器、工作站等组成。Labview 开发平台的软件系统具有重要的作用, 系统框架分为 VISA 库、仪器驱动程序和应用软件 3 个主要部分^[3]。

收稿日期: 2018-06-04

作者简介: 吴犖(1967-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为伺服与运动控制技术。All rights reserved. http://www.cnki.net

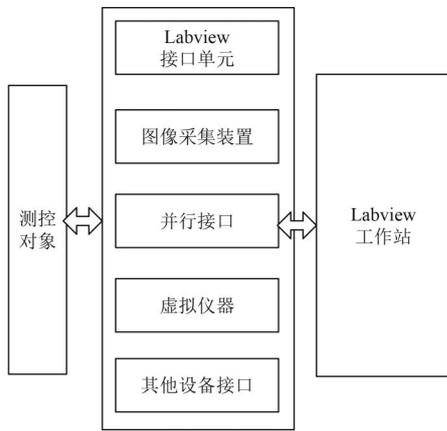


图 1 labview 开发平台的原理图

Fig. 1 The principle diagram of LabVIEW development platform

1) VISA 库

Labview 的 VISA 库主要是指 I/O 函数库和 I/O 规范，VISA 库主要起到连接功能，是硬件设备与计算机之间的连接层，实现计算机控制指令的传输。开发人员可以根据自己的需要调用 VISA 库中的函数，缩短程序的开发周期。

2) 仪器驱动程序

仪器驱动程序是 Labview 软件系统的关键组成部分，由于不同的硬件设备需要不同的仪器驱动程序进行驱动，因此，仪器驱动程序必须由厂商以源代码的方式为用户提供^[4]。

3) 应用软件

应用软件是直接面对用户的部分，底层是仪器驱动程序。Labview 开发平台为用户提供了非常友好的工作界面和辅助应用程序。此外，应用软件还包括了常用的数字信号处理软件，包括功率谱分析软件、时域信号时域分析软件、FFT 等。

2 Labview 在舰船同步电动机励磁控制系统的应用

2.1 舰船同步电动机的数学模型

本文基于 Labview 开发平台设计了舰船同步电动机励磁的控制系统，首先建立舰船同步电动机的数学模型。

舰船同步电动机的各相有功功率计算公式如下：

$$P_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n U_0(i) I_0(i),$$

式中： $U_0(i)$ 为同步电动机的相电压； $I_0(i)$ 为电动机的相电流。

同步电动机的各相无功功率按下式计算：

$$P_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n U_0(i) I_0 \left(i + \frac{N}{2} \right).$$

同步电动机的功率因素如下式：

$$\eta = \frac{P_0}{s},$$

式中， $s = \frac{\sqrt{P_0 + P_1}}{2}$ 。

电动机的电压与电流有效值如下式：

$$\begin{cases} U = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_0(i)^2}, \\ I = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_0(i)^2}. \end{cases}$$

舰船同步电动机的功率检测原理为三相三线测量法，电路图如图 2 所示。

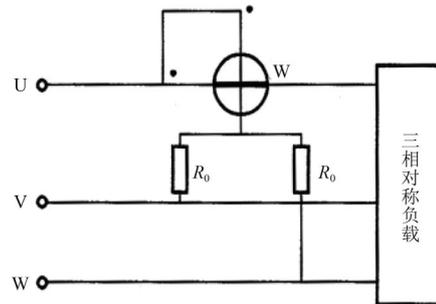


图 2 电动机的三相三线测量法电路图

Fig. 2 Motor three-phase three wire measurement circuit

2.2 电动机励磁控制系统的信号滤波技术研究

为了提高舰船同步电动机励磁控制系统的精度，本文针对电动机励磁信号的采集与预处理环节进行研究，主要采用了 Labview 平台的数字滤波器对信号进行滤波处理^[5]。

LabVIEW 平台的数字滤波器响应阶数定为 $N=70$ 阶，数字滤波器的频率特性如下：

$$h(jw) = \begin{cases} e^{-jw}, & w < w_e, \\ 0, & w_e < w < \pi. \end{cases}$$

电动机的励磁信号响应为：

$$h(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{jw}) e^{jwn} dw = \frac{\sin(w_e(n-30))}{\pi(n-30)},$$

式中： n 为同步电动机的平均转速； w 为转动角速度。

利用窗口函数截取一定频率的励磁信号，窗口函

$$W(n) = \frac{1}{2} \times \left(1 - \cos \frac{2\pi n}{N-1} \right), \quad 0 \leq n \leq N-1。$$

带有窗口函数的信号滤波器特性如下式：

$$H(n) = \frac{\sin[w_e(n-30)] \times \left(1 - \cos \frac{2\pi n}{N-1} \right)}{2\pi(n-30)}。$$

2.3 Labview 软件程序设计及电动机励磁控制系统的性能试验

基于 Labview 平台的舰船同步电动机励磁控制系统主要由励磁信号采集模块、信号传输模块、运算模块和控制模块等组成^[6]。本文在 Labview 平台完成了各个模块的编程，图 3 为励磁控制系统的信号传输模块程序图。

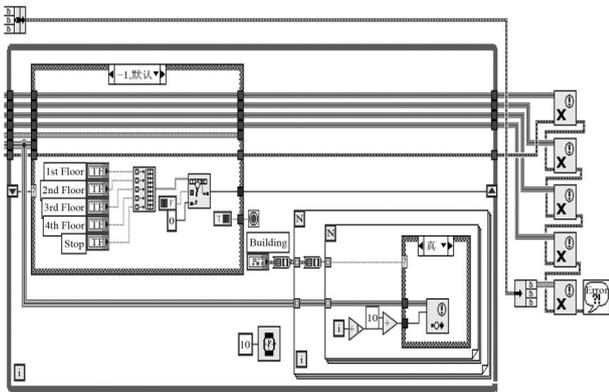


图 3 励磁控制系统的信号传输模块程序图

Fig. 3 Program diagram of signal transmission module in excitation control system

为了验证基于 Labview 平台的舰船同步电动机励磁控制系统性能，本文以 22 kW 永磁同步电机为样本，对电动机的励磁控制进行了仿真试验，电动机启动过程的转矩误差特性曲线如图 4 所示。

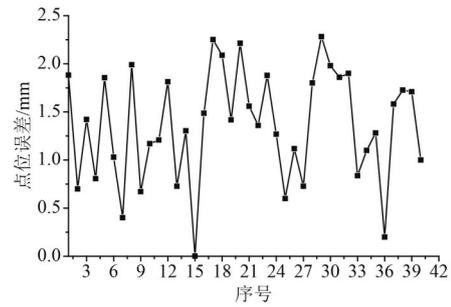


图 4 电动机启动过程的转矩误差特性曲线图

Fig. 4 Torque error characteristic curve of motor starting process

3 结 语

船舶同步电动机是电力推进船舶的核心部件，为了提高舰船同步电动机的运行性能，本研究基于 Labview 平台设计和开发了一种舰船同步电机的励磁控制系统，介绍了该控制系统 Labview 软件程序，并进行了控制系统的仿真特性试验。

参考文献：

- [1] 张丽民, 戴勇, 王云洪. 同步电动机励磁冗余控制系统的设计[J]. 船电技术, 2006, 26(6): 13-15.
- [2] 赵文亮, 朱周. 船舶小型同步发电机数字励磁调节器的设计与研究[J]. 世界海运, 2004, 27(5): 41-43.
- [3] 杨东升, 杜承东. 船舶同步发电机励磁控制器的研究[J]. 造船技术, 2013(3): 53-56.
- [4] 张南, 李奉香. 船舶电站同步发电机模糊 PID 励磁控制的研究[J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2008, 7(4): 17-20.
- [5] 李志新, 张国友. 基于同步发电机不控整流的消磁脉冲电源励磁控制系统研究[J]. 船电技术, 2013, 33(8): 33-35.
- [6] 张敬南, 丛望. 船舶电力推进六相同步电动机控制研究[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2010, 31(9): 1209-1216.