

同行专家业内评价意见书编号: 20240858147

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: _____ 刘卓勋

学号: _____ 22160197

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 能源动力

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月31日

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

通过对本专业基础理论知识和专业技术知识的扎实掌握，我致力于在电路设计和控制程序开发方面取得了实践成果。

在基础理论知识掌握上，在永磁同步电机控制方面，我对电机的动态特性、空间矢量调制技术（FOC）和磁场定向控制等基本理论有着深入了解。我能够准确地建立电机数学模型，并运用控制理论进行系统分析和设计。掌握这些理论知识使我能够更好地理解电机行为，从而设计出高效稳定的控制方案。

在三电平逆变器矢量控制算法方面，我熟悉常用的矢量控制策略，包括空间矢量调制(SVM)和直接转矩控制(DTC)等。我能够理解逆变器的工作原理，掌握其调制技术，并能够根据需求进行算法设计和仿真验证。这些理论知识为我在实践中开发高性能逆变器控制程序提供了坚实基础。

专业技术知识掌握情况上。在电路设计方面，我具备丰富的经验和技能。我能够根据系统要求选择合适的功率器件，并设计出高效、稳定的电路结构。我熟悉电路仿真工具，能够通过仿真验证设计方案的可行性，并优化设计以满足性能指标。在控制程序开发方面，我具备扎实的编程技能和算法设计能力。我熟练掌握MATLAB/Simulink等工具，能够快速实现电机控制算法的仿真和验证。我还能够使用C等编程语言开发嵌入式控制系统，将算法实现到实际硬件平台上。

综上所述，我在本专业具备扎实的基础理论知识和专业技术知识。

2. 工程实践的经历

工程研究内容：无位置传感器的永磁同步电机的压缩机控制开发和利用海立实验室资源实验验证三电平创新性的调制方法。首先通过在Simulink中搭建无位置传感器的永磁同步电机驱动整体模型，验证控制的可行性和确定合理的电路参数。其中驱动器开发共包括压缩机驱动器的硬件电路设计以及永磁同步电机的驱动程序开发两大部分。在硬件开发上，结合仿真得到的数据对驱动方案选择和电路元器件选型确定；对于永磁同步电机的驱动程序开发，通过instaSPIN-FOC电机库生成电机控制底层代码，并搭建上层包括转速闭环控制、通讯等程序。最后将程序移植到自己开发的电路中调试。

本人在项目中完成了：1. 在Simulink中搭建无位置传感器的永磁同步电机驱动电路和控制模型。2. 全部电路方案选取和电路设计，其中包括电机驱动的功率变换、信号检测、辅助电源管理、IGBT栅极驱动等全部电路硬件设计。3. 学习TI公司开源的电机库instaSPIN-FOC，并搭建上层闭环控制程序、开发与主控制板的通讯程序以及与空调相关的控制程序。4. 调试三电平逆变器设备，并将创新性调制方法编写成程序写入控制器中，获得实验数据。

问题与改进建议：由于依托于现有的电机库省去了底层电机控制代码的开发，节约了实习的时间成本。但是由于程序的封闭性，该程序仅可在部分DSP中运行。后续计划可从事底层代码开发。其次，由于电路设计专业经验不足，电机驱动的存在信号采集噪声较大的问题，而该问题会进而影响到后续闭环控制的精准性。所以后续可改善该电路设计的布线或器件选型等部分，以克服现有的电路设计缺陷的问题。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例

在海立电器公司，我参与了电机控制器开发以及三电平逆变器实验验证。在项目中，我负责无位置传感器的永磁同步电机的压缩机控制开发和创新调制方法的实验验证。这项研究对现有直膨式变频空调的智能化改造和制冷性能提升、以及温湿度解耦控制等诸多方面具有重要

的意义。通过海立电器公司的实验室资源，我成功调试验证了三电平逆变器的创行性调制方法。这项技术的成功验证了提出算法的有效性，有望应用于未来产品的开发和生产中。

首先我进行任务分解与解决方案制定。在电机控制算法选择上，面对无位置传感器的挑战，我首先考虑了使用磁场定向控制（FOC）算法，在研究了几种不同的FOC实现方案后，我选择了instaSPIN-

FOC库并且可以在没有位置传感器的情况下实现高性能的电机控制。在电路设计上，我将整个项目拆分成诸如电源管理、功率电路、电流电压传感器检测电路等子部分，综合参考了多个公司开源的优秀参考资料，并通过纵向比对，综合考虑性能、兼容性、系统适用性、成本、芯片物料供应稳定性多个指标，在于多位工程师讨论后选择各个子部分，完成电路的设计与制作。

在模型搭建与仿真验证上。在选择了控制算法后，我利用Simulink搭建了电机控制系统的仿真模型，包括电机、逆变器和控制算法等。通过仿真验证，我能够快速评估不同参数和配置对系统性能的影响，以及确定最佳的控制策略，节约开发时间、省去不必要的实验，提升了整体的效率，节约了成本。

在硬件设计与实验验证以及电路设计上。在硬件设计完成后，我进行了实验验证，通过与仿真结果的对比，确认了硬件电路的正确性和可靠性。在电路开发方面，我在需求分析与规格定义阶段理性分析，确保明确电路所需的功能、性能和约束条件，为后续设计和开发工作奠定了坚实基础。我具备使用各种电路设计工具（如Altium

Designer、Cadence等）进行电路设计的能力，在设计过程中根据需求选择合适的电路拓扑结构、器件和参数，并进行模拟仿真以验证电路的性能和稳定性。我熟练掌握PCB设计软件，能够进行复杂电路板的布局和布线，注重信号完整性、电磁兼容性和散热效果，遵循最佳实践确保设计的可靠性和稳定性。我有丰富的原型制作和调试经验，能够快速搭建电路原型并进行功能验证和性能调试，善于运用示波器、逻辑分析仪等工具解决问题。在电路开发过程中，我注重性能优化和成本控制，选择性能良好、成本合理的器件和材料，实现最佳的性价比。我擅长与多个团队成员合作，包括硬件工程师、软件工程师等，共同解决项目中的电路设计和开发问题，注重团队沟通和协作，确保项目按计划顺利进行。

在实时控制程序开发上。硬件验证成功后我开始开发实时控制程序，将instaSPIN-FOC算法移植到目标平台上。这一步需要综合考虑实时性、稳定性和功耗等方面的要求，通过与硬件团队的紧密合作，最终实现了高性能的电机控制程序。

在优化与性能提升上，我尽管初步实现了电机控制系统，但我意识到还有许多优化空间。我利用实验数据和性能分析工具，不断优化控制算法和参数配置，以提高系统的效率和响应速度。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
An analogous carrier-based implementation of virtual space vector modulation with low common-mode voltage and neutral-point voltage oscillation elimination for three-level NPC inverter	一级期刊	2023年08月01日	IET Power Electronics	1/2	SCI期刊收录

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年（要求1年及以上） 考核成绩： 92 分（要求80分及以上）
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：刘卓勋</p>	

浙江工业大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160197	姓名: 刘卓勋	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 能源动力	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分		已获得: 26.0学分		入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602203			毕业证书号: 103351202402600429								
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年秋季学期	新能源发电与变流技术		2.0	96	专业学位课	2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	90	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	动力与电气工程工业应用综述		2.0	90	专业学位课	2021-2022学年春季学期	科技创新案例探讨与实战		2.0	88	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	数值计算方法		2.0	89	专业选修课	2021-2022学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	87	公共学位课
2021-2022学年冬季学期	综合能源系统集成优化		2.0	84	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	微电网技术工程实践		4.0	88	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	智慧能源系统工程		2.0	87	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	69	公共学位课
2021-2022学年冬季学期	科技创新表达		2.0	86	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	81	公共学位课
2021-2022学年秋季冬季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	87	公共学位课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

限定显示范围

- 加入本馆馆藏之外的更多结果
- 在线全文
- 学术资料 (包括同行评审内容)
- 纸本馆藏目录
- 同行评审
- 开放获取内容

内容类型 \wedge

- 期刊文章 8
- 会议录 7
- 简讯 1

出版时间

- 1 Year
- 3 Years
- 5 Years
- 10 Years

学科 \wedge

16 results Sorted by 相关性

- An analogous carrier-based implementation of virtual space vector modulation with low common-mode voltage and neutral-point voltage oscillation elimination for three-level NPC inverter**

著者 Liu, Zhuoxun; Xu, Xiangguo

IET power electronics, 11/2023, 卷 16, 期 14

...level neutral-point-clamped (NPC) inverter. NPV oscillation can be inhibited by constructing virtual vectors and adding adjustment factors to eliminate stochastic disturbances that cause unbalanced NPV...

期刊文章 [在线全文](#)
- A Carrier-Based Implementation of Virtual Space Vector Modulation for Neutral-Point-Clamped Three-Level Inverter**

著者 Wang, Jinping; Gao, Yan; Jiang, Weidong

IET power electronics, 11/2023, 卷 16, 期 14

ORIGINAL RESEARCH

An analogous carrier-based implementation of virtual space vector modulation with low common-mode voltage and neutral-point voltage oscillation elimination for three-level NPC inverter

 Zhuoxun Liu¹ | Xiangguo Xu^{2,3} 
¹Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou, China

²College of Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China

³Center for Balance Architecture, Zhejiang University, Hangzhou, China

Correspondence

 Xiangguo Xu, College of Energy Engineering, Zhejiang University, 38 Zhejiang Road, Hangzhou, China.
Email: zjxgxu@zju.edu.cn

Funding information

National Natural Science Foundation of China, Grant/Award Number: 51976181; Basic Research Funds for the Central Government Innovative Team of Zhejiang University, Grant/Award Number: 2022FZZX01-09

Abstract

Balancing control of neutral-point voltage (NPV) and reducing common-mode voltage (CMV) are crucial for a three-level neutral-point-clamped (NPC) inverter. NPV oscillation can be inhibited by constructing virtual vectors and adding adjustment factors to eliminate stochastic disturbances that cause unbalanced NPV. However, the adjustment factors significantly increase computational complexity and introduce a dynamic sector split instead of the traditional static one. Moreover, constructing virtual vectors prompts a considerable rise in CMV. Therefore, this paper proposes a virtual space vector modulation strategy for the NPC inverter that eliminates NPV oscillation and reduces CMV. The study applies the idea of carrier-based modulation (CBM), which reduces calculation time caused by the novel strategy of adding adjustment factors. A method to determine the maximum adjustment voltage is designed to evaluate NPV regulation ability, which is analysed. The novel method and the basic VSVM are theoretically compared, and it is proved that the novel method has better NPV regulation capability than the basic VSVM under high modulation ratio and high power factors, such as in motors systems.

1 | INTRODUCTION

Three-level neutral-point-clamped (NPC) converters are popular in medium- and high-voltage high-power converters because they require low voltage withstand levels for power transistors, have high equivalent switching frequency, and produce minimal output waveform harmonics [1–4]. However, the topological characteristics of the converter create an issue of unbalanced upper and lower capacitor voltages on the DC side. This unbalanced neutral-point voltage (NPV) leads to problems such as low-frequency harmonics in the output voltage, which can jeopardize the safety of power devices. As a result, regulating the NPV is an active area of research in the study of three-level NPC converters. The unbalanced NPV can be classified into two categories [5, 6]: NPV periodic oscillation, which is characterized by a periodic up and down fluctuation of the NPV within one AC cycle (T_{AC}). The average value of which remains the same within one TAC, and its oscillation frequency is mainly at triple working frequency. NPV oscillation can cause the output voltage to include low-frequency oscillation components. The second type

of NPV is NPV offset, which is the fluctuation whose average value differs from the reference value $U_{dc}/2$. Its formation may be related to the different parameters of the device, the asymmetry of the load, the accumulation of error of the system, and other factors. Eliminating NPV oscillation can be achieved by improving the hardware structure of the circuit or changing the modulation strategy. Improved modulation algorithms can prevent NPV oscillation at the source by starting from the control method without requiring additional hardware devices or control systems. However, conventional modulation strategies such as carrier-based pulse width modulation (CBPWM) and space vector pulse width modulation (SVPWM) have NPV oscillations [7, 8]. Researchers [9, 10] have studied NPV control methods based on CBPWM to eliminate NPV oscillation. Numerous papers have shown that the NPV oscillation can be eradicated by synthesizing virtual space vectors for SVPWM [11–14].

It is difficult to prevent offset since the factors causing it are uncertain. The CBPWM method based on zero-sequence component injection and the SVPWM method based on adjusting the dwelling time of redundant small vectors [15] are commonly

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

© 2023 The Authors. *IET Power Electronics* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of The Institution of Engineering and Technology.

经检索《Web of Science》和《Journal Citation Reports (JCR)》数据库,《Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)》收录论文及其期刊影响因子、分区情况如下。(检索时间:2023年8月14日)

第1条,共1条

标题:An analogous carrier-based implementation of virtual space vector modulation with low common-mode voltage and neutral-point voltage oscillation elimination for three-level NPC inverter

作者:Liu, ZX(Liu, Zhuoxun);Xu, XG(Xu, Xiangguo);

来源出版物:IET POWER ELECTRONICS 提前访问日期:AUG 2023 DOI:10.1049/pel2.12559 出版年:2023 AUG 1 2023

入藏号:WOS:001038087100001

文献类型:Article; Early Access

地址:

[Liu, Zhuoxun] Zhejiang Univ, Polytech Inst, Hangzhou, Peoples R China.

[Xu, Xiangguo] Zhejiang Univ, Coll Energy Engn, Hangzhou, Peoples R China.

[Xu, Xiangguo] Zhejiang Univ, Ctr Balance Architecture, Hangzhou, Peoples R China.

[Xu, Xiangguo] Zhejiang Univ, Coll Energy Engn, 38 Zhejiang Rd, Hangzhou, Peoples R China.

通讯作者地址:

Xu, XG (corresponding author), Zhejiang Univ, Coll Energy Engn, 38 Zhejiang Rd, Hangzhou, Peoples R China.

电子邮件地址:zjuxgxu@zju.edu.cn

IDS号:N6KW2

ISSN:1755-4535

eISSN:1755-4543

期刊《IET POWER ELECTRON》2022年的影响因子为2.0,五年影响因子为2.3。

期刊《IET POWER ELECTRON》2022年的JCR分区情况为:

Edition	JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
SCI	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	187/275	Q3

注:

1. 期刊影响因子及分区情况最新数据以JCR数据库最新数据为准。
2. 以上检索结果来自CALIS查收查引系统。
3. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。

