

基于 Matlab 的通信电源实践课程数字化嵌入应用研究

李凯 李兵

(广东邮电职业技术学院, 广东广州 510630)

摘要: 目前通信电源类实践课程大多数使用的是实物装置, 该方法对于认识实际运行设备是必要的, 但该方法不支持学生操作, 开展自由探索的创新性实验无法实现。基于 Matlab 的通信电源实践教学模式, 从通信电源中三相交流配电系统、高压直流系统、-48V 直流系统、交流不间断电源 UPS 各个模块着手, 搭建与通信电源对应的软件包或者仿真模型, 并将仿真方案与实际设备对比, 避免学生只能进行简单的参观, 提高实际操作能力。

关键词: 虚拟仿真; 实物装置; 通信电源; 混合实践教学

“十四五”时期, 将迎来工业互联网的发展浪潮, 迫切要求培养工业互联网的应用性和技术技能人才, 强化数字技术人才的有效供给, 增强与市场需求的适配性, 为产业数字化、智能化转型提供强大的支撑。产业的数字化、智能化转型, 促进创新链、产业链代际跃升, 正在改变传统的产业生态, 迫切要求职业教育对接产业数字化、智能化转型的发展需要。动力设施的虚拟仿真恰恰可推动职业技术教育教育与产业数字化转型相衔接, 加快职业技术教育数字化改造, 全面提升教师的数字化能力, 培养适应数字化、智能化转型所需的技术人才。

数据中心正在向规模化、绿色化、智能化方向发展。其中, 高可靠和高效率是数据中心当前关注的重点。这种发展趋势, 对于数据中心运维人才提出了更高的要求。而通信电源基础设施体积大价格贵, 所以目前很多院校通信电源课程大多数是理论学习, 只有很少的通信类院校投资建设了 IDC 动力设施实验室, 常规的

动力设施实验室是由中低压供电系统、柴油发电机、高压直流系统、-48V 直流电源、不间断电源 UPS、蓄电池等设备组成, 这些实物对于通信类专业学生对实物的认知和电路接线方式学习是必要的。但是即使部分学校花费大量资金购置实际的动力设施, 不能实际操作, 仍然使该实验课程具有很大的局限性。

一、虚拟仿真和实物装置混合实践教学优势

为解决目前通信电源类课程实物装置实验中存在的问题, 本文将虚拟仿真融入到实验教学中, 这种混合教学模式主要有以下几点优势。

(一) 提高实验教学效率

虚拟仿真软件提升学生课前预习阶段学习效果。任课教师提前将实验指导书、实验目标、各章节具体的实验内容、实验指导 PPT 等相关内容提前发布到学校互联网教学管理平台, 学生可以提前通过互联网教学管理平台下载相关实验资料进行学习, 以便了解具体实验内容, 也可以通过仿真软件先提前搭建电路, 进行仿真练习。

虚拟仿真实验教学提升实践实施的效率。虚拟仿真软件提供简单快速的模型搭建和参数修改过程, 可以大大提高实验效率。例如如图 1, 低压交流电路的整流实验, 在虚拟环境中完成交流电源、电压电流测量元件、整流器件 IGBT 的选择、脉冲时刻的设置、通过改变参数完成对 -48V 开关电源或者高压直流 240V 的输出等模拟流程, 避免出现实物装置中无法操作、无法感知交直流变换的过程, 大大提高实验总体效率和学习效果。

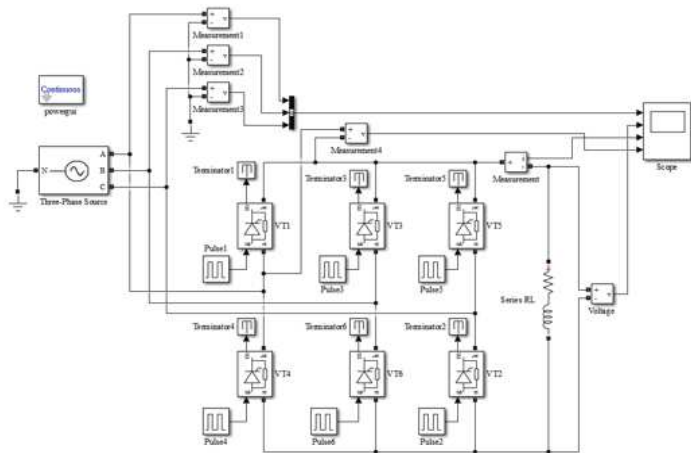


图 1 低压交流电路整流

虚拟仿真实验教学提升实验结果考核判分效率。实验结束后, 学生可以线上提交虚拟仿真实验报告。教师可以根据虚拟仿真结果和实际装置的参数进行对比, 更易判断实验的准确性, 更加客观的对学生的实验成绩进行评定。

(二) 提升教学效果

虚拟仿真软件具备理想条件下的仿真环境, 可以大大提升实验实践教学效果。例如如图 2, 用 Matlab 搭建中性点经消弧线圈接地或者直接接地两种电路实验, 基于虚拟仿真的实验可以模拟不同电路出现单相短路引起的参数变化。而且电路短路故障在实际装置中非常危险, 甚至烧坏设备, 而虚拟仿真完全可以满足不同接线方式下短路故障实验, 因而可以有效降低设备损坏率, 加深

学生对不同中性点接地方式单相短路时, 引起的系统电压变化知识理解。

(三) 降低实验室建设和维护成本

虚拟仿真软件中元件库和仪表库中的选择完全可以覆盖实物装置实验教学中各种传统的电路器件和测量仪表, 易于实现电力电源的仿真设计和功能分析。基于虚拟仿真技术的实践教学模式均可利用 PC 机安装仿真软件完成, 所以, 学校可以大大减少通信电源实验室的建设经费投入。同时学生可以利用虚拟仿真软件进行电路搭建, 熟悉设备运行方式和原理; 在仿真过程中模拟一些电力故障, 可以减少实际接线时出现故障烧坏仪器, 减少实验室运行维护成本; 同时通过仿真, 能够发现一些接线错误问题, 提

高实验的学习效率，增加学生学习的积极性。

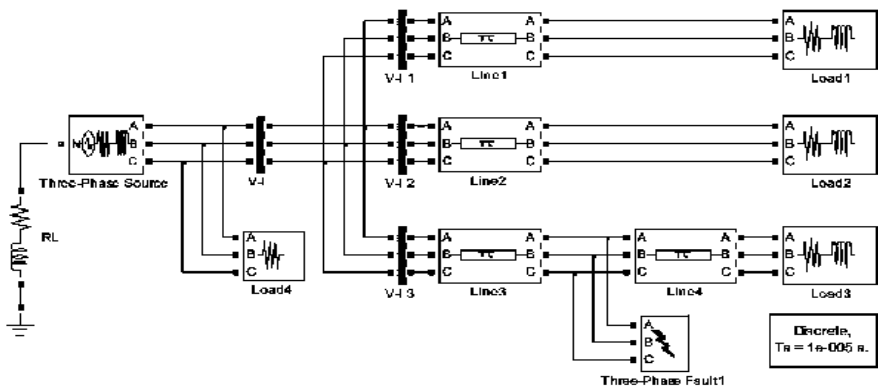


图 2 中性点经消弧线圈仿真

（四）培养学生自主创新能力

学生可以根据互联网平台相关课件学习相关实践理论知识，利用仿真软件搭建模型，让学生从抽象的理论知识转到具体的认知，从而使学生的对理论知识的学习更加形象和深入。当学生对理论知识有了深入学习以后，自身就会对电路有新的设计方式 and 创新思路，将这些想法运用到技能大赛或者毕业设计过程中，无须考虑实物装置元件的参数固化以及学校实验设备的使用权限，均可通过自有虚拟仿真软件进行参数修改和验证调试，极大地提高学生的自主创新能力。

二、虚拟仿真和实际装置混合实践教学过程总体设计

为了促进虚拟仿真与实物装置实验混合实践教学实施，在具体实施过程中，主要采用混合实践教学的实施方法、以小组为单位的总体考核、调整平时成绩占比等步骤。

（一）混合实践教学的实施方法

虚拟仿真与实物实验混合教学模式在实际教学中需要选择一种仿真软件进行虚拟仿真和实验装置进行实际接线，笔者教研团队采用 Matlab 仿真软件开展虚拟仿真教学，选择通信电源实际装置作为参考。Matlab 软件中内置丰富的电源、电感、电容、IGBT 等开关器件、各种测量元件等，学生拖拽元件即可搭建仿真电路。基于该仿真软件，在各章节的混合实验教学中，学生根据老师布置的任务，先搭建仿真模型，学习能力强的学生在搭建好仿真模型后，可以在班级进行 PPT 汇报展示。班级大部分同学完成仿真模型搭建后，已经深入理解相关理论知识和接线方式，接下来再根据实际设备进行参数设置。

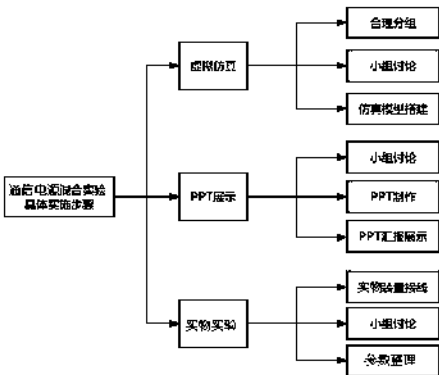


图 3 虚拟仿真与实物装置混合实验实施步骤流程图

（二）以小组为单位的总体考核

在实验实践过程中，增加虚拟仿真的教学手段，并不一定满

足所有的学生，尤其时职业院校学生的理论理解和掌握能力，部分学生不能很好地完成虚拟仿真模型搭建。因此，本教研室在通信电源实践教学中，采用以小组为单位的学习过程性考核，具体操作步骤如下。第一，在与授课班级若干同学充分沟通的前提下，充分了解全班学生的学习情况，以 4-5 人一组的对全班学生进行分组，每组选出 1-2 名学习能力强的同学，同时提前约定以小组为单位对实践教学平时成绩进行评定，这样学习能力强的同学可以督促和带动整组成员的学习。第二，学生的平时和实验实践成绩涵盖课程签到、上课积极性、仿真模型搭建、实际装置的参数收集、虚拟仿真汇报、实验报告完成情况等。同时适当调整平时成绩占比，不积极听课和很少参与到老师课堂教学中，期末考试临时努力复习，是大部分职业院校学生学习和考试的惯用手段，该现象和不合理的平时成绩占总成绩比例有很大关系，因此应设置更高的平时成绩占比，尤其是带有实践操作的课程，学生课堂参与度和实际操作情况对总成绩影响更大，可将平时成绩和实操成绩占比提高到 50% 左右，将期中期末卷面成绩降到 50% 左右。第三，不同小组之间设置相应的竞争机制，以小组实践课程整体表现评定小组得分，该得分作为本组成员基础分，再考虑每位同学的仿真情况和整体表现，在基础分值上下调整适当比例得出最终分值。

三、结语

虚拟仿真与实物装置实验结合不仅没有实物实验的局限性，而且可以灵活修改系统参数，巩固学生理论知识，着力培养能力，实现对教学实践目标的有力支撑。同时学生通过虚拟仿真模型搭建，更加熟悉实际设备运行的方式，减少操作失误。该实践教学方法支持《电工基础》《高低压配电技术》《电力电子技术》《通信电源》等课程的虚拟仿真实验与创新教学。基于该方法，将虚拟仿真总结的经验，应用到实际设备运行中，减少操作失误，提高维护效率。

参考文献：

[1] 赵健. Matlab 虚拟仿真技术在高职电力电子技术课程教学中的应用 [J]. 教学实践探索, 2021 (04): 167-168.
[2] 周晓丹. 虚拟仿真中心的层次化工程实践教学生态环境构建 [J]. 实验室科学, 2020 (04): 139-143.
[3] 杨婷, 杨厂. 基于 Matlab 的电力电子虚拟仿真实验平台研究 [J]. 实验技术与管理, 2018 (07): 152-154.
[4] 梁嘉威. 基于两级结构的高效率通信电源设计 [D]. 汕头大学, 2022.
[5] 赵梓羽. 基于交错并联 PFC 及全桥 LLC 谐振变换器的通信电源设计 [D]. 上海应用技术大学, 2021.