新能源发电大学生主题创新区

创新项目发布

## 一、主题创新区介绍

“新能源发电大学生主题创新区”为电气工程、电子工程、自动化、机电一体化相关专业本科生提供科创训练场地、实验仪器设备及基本实验材料。将结合国家发展规划开设“新能源发电及电能变换”、“第三代半导体器件应用”及“先进电驱动应用”等相关主题的创新训练专题。采用专职科创指导教师与行业专家联合指导的模式，引导启发大学生培养创新意识，激发创新精神，培养大学生的独立研究能力和创新能力，探索创新型人才培养模式，培养高质量本科人才。本学年结合国家基金课题、大飞机项目、企业合作需求推出系列大创训练项目。欢迎大家积极参与，双向选择。项目详情如下（各位指导教师详细情况列于附表1、附表2）：

## 二、课题介绍

|  |  |
| --- | --- |
| **课题1** | |
| 指导教师： | 卜飞飞 |
| 项目名称： | 直驱永磁伺服电机转矩脉动抑制技术研究 |
| 项目来源： | 国防企业合作项目 |
| 项目简介： | 传统机械传动技术是由电机旋转产生动力，通过变速箱、减速器、丝杠、涡轮蜗杆等机械传动环节将动力放大，传递给执行部分驱动机器运转。直驱是指将电机直接和运动执行部分结合直接驱动（Direct Drive），即电机直接驱动机器运转，没有中间的机械传动环节。直驱技术作为近十年来世界范围内新兴的传动技术，突破了传统机械传动机构在速度，精度和使用寿命上的瓶颈，具有传统传动无法比的优越性。总的来讲，直驱技术可以使设备加工效率和精度提高3-5倍，显著提升设备综合效益。采用直驱技术成为国外数控机床领域技术领先者的象征，也必将成为国内数控机床领域的技术竞争焦点。直驱技术的国内外技术水平差异较大，国际上世纪90年代初开始应用，现在进入普及阶段；国内上世纪90年代中才开始研究，而成功的应用还比较少。  其中，直驱永磁伺服电机运行过程中的转矩脉动是影响伺服系统性能的关键问题之一，如何对电机运行过程中多来源的非线性转矩扰动进行抑制是直驱伺服应用技术研究的热点。本课题针对直驱伺服电机转矩脉动问题开展研究，分析电机运行过程中不同扰动的表现形式，探索直驱永磁伺服驱动系统中的高性能转矩脉动抑制控制策略。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电机学等相关课程，团队中的组成成员有一定软硬件及仿真基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题2** | |
| 指导教师： | 卜飞飞 |
| 项目名称： | 多相逆变器随机空间矢量脉宽调制策略研究 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金课题 |
| 项目简介： | 随着现代电力电子技术和控制理论的发展，对多相电机驱动技术的研究受到越来越多的关注。多相逆变器的调制技术是研究多相电机驱动的基础和核心，对于如何抑制调制技术引起的电磁干扰问题，随机SVPWM技术提供了一种新的解决方案。该技术直接控制驱动信号的干扰源，不需要改变系统的拓扑结构就能够实现在较宽频率范围内的均匀频谱分布，在不增加硬件成本的前提下能够有效抑制电磁干扰，提高系统的电磁兼容性，因而具有很大的应用价值和前景。但目前为止对随机SVPWM技术的研究大多只针对三相系统，对于如何在多相电机驱动系统非正弦供电下选择合适的随机对象，以及如何同时兼顾低频基波分量、谐波分量的正常输出和高频谐波的削弱，都是在研究时需要重点考虑的问题。本研究针对多相逆变器驱动系统提出并实现一种提高系统电磁兼容性的随机SVPWM方法。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电力电子技术等相关课程，团队中的组成成员有一定软硬件及仿真基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题3** | |
| 指导教师： | 卜飞飞 |
| 项目名称： | 多电飞机混合储能系统功率分配策略研究 |
| 项目来源： | 国防企业合作项目 |
| 项目简介： | 多电飞机的主要特征在于以电的形式传递功率，控制附件部分采用电力驱动，形成大功率电源网络。航空多电控制系统中的电气负载多样化，包括传感器和执行机构、微处理器等，对电能的需求各不相同，因此电源系统将更为复杂。储能系统在电源系统中起着调节负载功率变化的作用。当负载发生变化时，储能系统需为负载提供或吸收额外功率，因此，储能系统必须响应速度足够快、容量足够大。在众多储能元件中，蓄电池与超级电容优势互补，故可以将两者结合，并采用一定的控制策略，使得超级电容吸收或释放高频功率，蓄电池吸收或释放低频功率，从而满足不同的负载功率需求。另外，将蓄电池与超级电容结合使用的混合储能系统运用至电源系统中，与发电机一同为负载提供能量，可以实现电能的综合调配和能量的综合管理，从而降低发电机的功率需求。本项目根据系统功能特性和负载特性，以蓄电池和超级电容组成的混合储能系统为基础，设计合理的混合储能系统的功率分配策略，通过对储能元件的充放电控制，实现母线电压的稳定及负载能量综合管理。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电力电子技术等相关课程，团队中的组成成员有一定软硬件及仿真基础  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题4** | |
| 指导教师： | 陈杰，秦海鸿 |
| 项目名称： | 基于新型GaN器件的MHz图腾柱PFC的控制与优化设计 |
| 项目来源： | 宽禁带器件国家重点实验室资助项目 |
| 项目简介： | 图腾柱PFC变换器以其电路元器件少、导通损耗低、共模干扰小等优点受到广泛的关注。GaN晶体管几乎不存在反向恢复问题，更适用于高频场合，使得基于GaN器件的图腾柱PFC变换器将代替目前基于Si器件的Boost PFC变换器成为下一代PFC变换器的优先选择方案。本项目主要研究图腾柱PFC变换器的ZVS控制和两相交错并联控制策略，能够有效实现全输入电压范围及全负载范围内的软开关，应用GaN器件实现变换器的高开关频率和高功率密度，研究MHz级别高开关频率下的两相交错并联技术以减小输入电流纹波，进一步提高功率密度。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电课程，最好熟悉电力电子技术。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题5** | |
| 指导教师： | 陈杰 |
| 项目名称： | MHz 级联H桥AC-DC变换器控制与优化设计 |
| 项目来源： | 国防企业预先研究项目 |
| 项目简介： | 级联H桥AC-DC变换器通过H桥的级联，可以实现输入侧电平数的增加，不仅可以有效减小输入侧的无源电感，还可以减小开关过程的dv/dt，降低电磁干扰和EMI滤波器。GaN晶体管具有开关速度快、开关损耗小、耐高温能力强等优点，已被广泛应用于高频场合。因此，研究基于GaN器件的超高频级联H桥AC-DC变换器，可以显著提升变换器的功率密度，具有很好的理论研究价值和工程应用价值。本项目主要研究基于载波层叠控制的级联H桥AC-DC变换器。重点对MHz超高频工况下的采样、控制进行优化和实现，对其驱动电路进行简化，并分析MHz工况下的变换器的损耗分布，进一步提升效率和功率密度。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电课程，最好熟悉电力电子技术。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大一学生为主（大三也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题6** | |
| 指导教师： | 陈杰，秦海鸿 |
| 项目名称： | Vienna整流器国产化研究中功率器件和DSP关键技术技术研究 |
| 项目来源： | 国防企业合作项目 |
| 项目简介： | Vienna整流器具有变换效率高、无桥臂直通风险、EMI小等优点，在通讯电源、充电机、舰船和飞机等场合得到了广泛的应用。但是，目前绝大部分产品均使用国外的功率器件和控制芯片，芯片等高科技受制于人，不仅无法保证国家利益，也无法保障国防安全。因此，采用国产化器件，寻求全国产替代，是一件非常必要和紧迫的事情。  本项目拟以国产化SiC器件和国产DSP为核心器件，研究高频开关三相Vienna整流器及其关键控制技术，包括研究国产化SiC器件的高频性能及驱动特性，如何在高频情况下减小开关损耗。此外，进一步研究过零畸变和中点电位不平衡的问题，分析并改善其输入输出特性，以期实现100kHz以上开关频率下的高效率和高功率密度。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电等课程，最好熟悉电力电子技术。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题7** | |
| 指导教师： | 陈文明，秦海鸿 |
| 项目名称： | Cool GaN器件的特性分析与加速电容驱动电路设计 |
| 项目来源： | 宽禁带器件国家重点实验室资助项目 |
| 项目简介： | GaN器件是第三代半导体代表性器件，在5G、电动汽车、智能AI、智能机器人、航空航天等领域具有非常重要的应用前景。为了满足GaN器件应用的需要，其驱动电路同样需要具备使其更优工作的能力。驱动电路作为连接控制电路和功率器件之间的桥梁，决定着功率器件性能的发挥。Cool GaN器件工作时，需要驱动电路能够满足其快速开关要求，同时要考虑到栅源阈值电压、驱动正压、驱动负压、驱动电阻等核心参数之建的匹配关系，需要对这些核心参数进行优化设计。本研究将针对加速电容驱动电路进行细致分析和参数设计，开发出实用型驱动电路板。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大一学生为主（大三也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题8** | |
| 指导教师： | 陈文明，秦海鸿 |
| 项目名称： | 数据中心供电系统中直流变压器的分析与设计 |
| 项目来源： | 企业合作项目 |
| 项目简介： | 随着人类的日常生活越来越依赖于网络和信息，数据中心也向着接入高速化、功能复杂化、规模大型化的方向发展，考虑到数据中心的重要枢纽作用，其运行稳定性与可靠性的要求也越来越高，作为保障，大量的非IT类设备被应用其中。供给数据中心的能源，大部分被这些辅助设备消耗，这就引起了相关人员对数据中心能效问题的关注和探讨。通过了解数据中心的发展过程，比较传统UPS供电、低压48V直流和高压240V直流供电模式的能效水平，分析了其能效问题的由来，对数据中心的用电负荷进行了类别划分，对各类负荷的能源消耗分布情况进行了统计，在比较了现行各种主要的供电模式后，得出了直流变压器系统的优势，确定了以直流变压器供电作为数据中心供电首选模式的思路。在此基础上，对直流变压器供电系统中的关键技术进行了研究，对数据中心直流变压器进行了分析，并对其参数进行了设计，并对直流变压器的模型与控制方法进行了研究。本项目将为数据中心供电系统中直流变压器的理论分析与设计思路提供指引。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电等课程。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题9** | |
| 指导教师： | 陈文明，秦海鸿 |
| 项目名称： | 基于SiC MOSFET的直流固态断路器研究 |
| 项目来源： | 宽禁带器件国家重点实验室资助项目 |
| 项目简介： | SiC器件是第三代半导体代表性器件，在制作高压大功率电力电子子装置领域具有非常重要的应用前景。直流固态断路器是一种基于功率半导体为载体、运用在直流配电系统的断路器，并且这种断路器中没有机械运动部分，靠驱动电路实现器件的开关来进行保护工作。硅器件相比，新型的碳化硅器件具有通态电阻小、开关速度快、热导率高等优势，为直流固态断路器的发展提供了有利条件，逐渐受到国内外研究人员的关注。为了实现断路器低损耗、快关断速度和低尖峰电压，需进行保护电路和驱动电路参数的设计，本研究将针对SiC MOSFET为功率半导体的直流固态断路器进行细致分析和参数设计，开发出实用型的SiC基直流固态断路器。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大一学生为主（大三也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题10** | |
| 指导教师： | 秦海鸿 |
| 项目名称： | SiC MOSFET模块的去饱和驱动保护电路研究设计 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 为了满足SiC器件应用的需要，驱动电路同样需要具备使其更优工作的能力。驱动电路作为连接控制电路和功率器件之间的桥梁，决定着功率器件性能的发挥。SiC MOSFET模块工作时，易发生的故障主要包括短路/过流故障、过压故障、过温故障、栅极欠压故障、误导通故障等。由于模块相对而言，额定电流更大，所以一些问题便更加突出，所以某些故障如过压、过流、误导通等故障对于模块而言问题更加严重。为了对驱动保护电路更好的设计，首先需要分别分析短路/过流故障、过压故障、过温故障、栅极欠压故障、误导通故障等的发生机理，找到影响故障严重程度的一些相关因素，并找到它们对故障的影响方面；然后分别对各种故障的检测和保护方法进行描述和分析，通过对比各类方案的优缺点以及实施难度，从而选择容易实现并且效果不错的方法。本研究将针对性的提出并实现对SiC MOSFET模块这种性能优异但故障更严重的驱动保护方法。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题11** | |
| 指导教师： | 秦海鸿 |
| 项目名称： | 采用磁耦和驱动放大技术的SiC MOSFET单管驱动电路研究 |
| 项目来源： | 宽禁带器件国家重点实验室资助项目 |
| 项目简介： | SiC器件是第三代半导体代表性器件，在制作高压大功率电力电子子装置领域具有非常重要的应用前景。为了满足SiC器件应用的需要，其驱动电路同样需要具备使其更优工作的能力。驱动电路作为连接控制电路和功率器件之间的桥梁，决定着功率器件性能的发挥。SiC MOSFET器件工作时，需要驱动电路能够满足其快速开关要求，同时要考虑到栅源阈值电压、驱动正压、驱动负压、驱动电阻等核心参数之建的匹配关系，需要对这些核心参数进行优化设计。本研究将针对SiC MOSFET单管驱动电路进行细致分析和参数设计，开发出实用型驱动电路板。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大一学生为主（大三也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题12** | |
| 指导教师： | 秦海鸿 |
| 项目名称： | 可调式双电源直流稳压电源的分析与设计 |
| 项目来源： | 企业合作项目 |
| 项目简介： | 许多电子产品都需要直流电源供电。为了提高电子设备的精度及稳定性，在直流电源中还要加入稳压电路，即直流稳压电源。典型的直流稳压电源主要由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路等几部分组成。电源变压器把50Hz的交流电网电压变成所需电压等级的交流电压；整流电路用来将交流电变换成单向脉动交流电；滤波电路用来滤除整流后单向脉动电流中的交流成分（即纹波电压），使其成为平滑的直流电；稳压电路的作用是当输入交流电网电压波形、负载及温度变化时，维持输出直流电压的稳定。本项目通过对变压器选型设计、稳压电路选型设计、滤波电路选型设计，借助仿真软件对原理进行深入认识后，制作实际稳压电源。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路等课程。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员可以大一学生为主（大二也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题13** | |
| 指导教师： | 王世山，杨飞 |
| 项目名称： | 分数匝平面型变压器机理的探索及实现 |
| 项目来源： | 江苏省自然科学基金，企业合作 |
| 项目简介： | 随着人们对小型化设备的需求不断提升，导致电源转换器的效率和小型化的趋势快速发展，例如计算机、通信服务器和云计算应用。在这些应用设备中，往往涉及到高压转换成低压的情形，并且设备的功率也在不断提高，这就要求了电源转换器必须具备低压大电流的特点。LLC谐振变换器因其软开关特性，非常适合应用在高频环境，体积虽然减小了，但随着频率的增加，相应地也增加了开关损耗和涡流损耗。所以，对其磁性元器件的优化设计显得至关重要。本项目以LLC变换器系统中变压器为研究对象，以降低变压器损耗提升效率为目标，提出一种“分数匝平面变压器”的概念，探索该类变压器的工作机理，并且提出一些可行的设计原则；通过理论与实验的对比，验证该类变压器的可行性。  该项目与石家庄通合电子合作研究，期望开发出新一代平面型变压器。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电磁场等课程。  （2）鼓励高低、跨学院联合组队，队内共同学习、分工协作。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题14** | |
| 指导教师： | 王世山 |
| 项目名称： | 基于多物理场耦合特性的平面型变压器设计及实现 |
| 项目来源： | 江苏省自然科学基金，企业合作 |
| 项目简介： | 随着信息技术产业的发展,消费市场对于隔离式开关电源的需求不断增加。隔离式开关电源广泛应用于诸如台式计算机、平板电视、通信设备、服务器等场合。在这些应用设备中，既需要降低元器件的体积，设备的功率又在不断提高，这就要求了电源转换器必须具备高功率密度的特性。平面变压器凭借其优秀的高频特性，在减小体积的同时可以保证较大的工作容量，但随着频率的增加，相应地也增加了损耗和温升。所以，对其磁性元器件的优化设计显得至关重要。本项目以变换器系统中的变压器为研究对象，为降低系统的体积和重量，选择平面变压器为系统的隔离型元件，以降低该类变压器损耗提升效率为目标，从电磁场与热流场两方面探索平面变压器的工作机理，并且提出一些可行的设计原则；通过理论与实验的对比，验证损耗与温升抑制方法的可行性。  该项目与石家庄通合电子合作研究，期望开发出新一代平面型变压器。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电磁场等课程。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题15** | |
| 指导教师： | 王世山，朱青，白宇坤 |
| 项目名称： | 平面型电感器结构优化设计及应用 |
| 项目来源： | 江苏省自然科学基金，企业合作 |
| 项目简介： | 传统绕线式电感器在体积封装和功率损耗方面都不具有高频集成化的应用优势，阻碍了开关电源高频化、集成化、高功率密度和高效率的发展；平面型电感器具有体积重量小、损耗低、漏感小、散热和电磁兼容性能好的优势，能够实现高频开关电源的高效率和高功率密度。但是，随着开关频率的提高，平面型电感器中的损耗也会随着增加，而且因为PCB绕组的铜厚度的限制，当电流较大时，绕组层中的电流密度也比较大。因此，对平面电感器优化设计具有很好的工程价值。本项目以开关电源中的平面电感为研究对象，对其结构进行优化设计，以减小损耗和绕组层电流密度提高变换器的效率为目标，通过仿真和实验验证优化结构的可行性，为航空变换器的集成化小型化奠定一定的基础。  项目与北京泰派斯特公司合作开发。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电、电磁场等课程。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题16** | |
| 指导教师： | 王宇 |
| 项目名称： | 高功率密度航空起动发电机多物理场优化设计技术研究 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 起动/发电系统是实现全电飞机的关键技术，而系统中的核心是起动/发电机，故对飞机中起动/发电机的设计研究十分重要。从实际应用上考虑，基于航空领域上严格的载重要求和发电功率要求，需要设计出高功率密度且高效率的航空起动/发电机。航空电机所处于的工作环境具有一定特殊性，需对电机的结构设计和材料选取进行研究，不仅满足起动和发电双功能，还要具备高可靠性。如何在保证电机输出能力、可靠性的前提下，优化电机的质量，实现轻量化设计，缩小电机的体积，节省系统所占用的空间是航空电机需要研究的关键问题。  作为航空发电机的重要部件，起动发电机内多物理场的研究涉及到多方面的理论问题，如电磁场理论、传热学、力学、流体力学空气动力学和数值计算方法等，使得求解这些场的问题变得十分复杂和困难，此类产品的设计过程具有设计变量和约束数目多、领域间耦合关系复杂、设计过程繁琐且难以实现设计结果的优化和缺乏有效的方案验证手段等特点和难点。本项目针对起动发电机设计过程复杂、工作过程中存在的多领域耦合现象进行深入分析，力求实现电机设计过程的综合优化。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电机、模电及工程力学课程，团队成员有一定的绘图软件及仿真软件使用基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题17** | |
| 指导教师： | 王宇 |
| 项目名称： | 磁通切换电机的转矩冲量平衡控制策略研究 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 对于精度要求高的电机控制系统平台，电机的动态性能显得十分重要。在传统的控制策略中，国内外提出了诸多先进的控制策略，在优化电机的稳态性能外，还针对电机的动态性能，采用了非线性的调节方式来提高其动态响应速度。以永磁同步电机为例，常用的控制策略有矢量控制和直接转矩控制策略，由于控制环均采用PI环调节，电机转速会受到PI参数的影响，不能达到最快的动态响应。本项目就优化电机的动态性能进行研究，针对传统的线性PI参数调节方式，采用非线性控制思想，对磁通切换电机的转矩冲量平衡控制策略进行研究。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电机、自动控制及电力电子课程，团队成员有一定的仿真软件及数字控制器使用基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题18** | |
| 指导教师： | 王宇 |
| 项目名称： | 双CAN总线的车载直流发电机数字控制器设计 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 车载直流发电机工作转速范围宽，输出电压变化范围大，为了使输出电压稳定在技术规定的范围内，必须使用调压器对电压进行调节，主要是通过调节励磁电流来实现输出电压的稳定。很多车载电源系统仍使用的是模拟式调压器，它具有模拟电路固有的一些缺点，数字式控制器与模拟式控制器相比较，其优点是有目共睹的：首先由于其强大的计算处理能力可以实现较为复杂的控制算法；其参数调整较容易，可以设计对多种状态均适用的电路硬件，其控制参数只需通过软件修改；其具有通讯能力，能够及时地将控制信息和状态信息反馈，并且可以实现数据的共享和记录，所以数字式发电机控制器的研究是大势所趋。本项目将设计一种双CAN总线的车载直流发电机数字控制器。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电和电机等课程。团队成员有一定的数字控制器开发经验。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与）。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题19** | |
| 指导教师： | 魏佳丹 |
| 项目名称： | 三级式同步电机起动发电系统的嵌入式仿真分析 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 嵌入式系统是在航空航天、工业控制等领域广泛应用的一种以计算机技术为基础的系统，也是多技术集成的系统。开展嵌入式系统的仿真分析，及早发现嵌入式系统及其集成到上层系统的问题，可以缩短项目研制周期，减少成本，也可以显著扩展系统整体的仿真验证范围。基于通用处理器模型的系统仿真在电路级、系统级仿真中，可以实现电路模型、系统模型与物理对象的结构相似和功能相似，仿真结果具有较高的置信度。在此基础上，本项目将基于通用处理器对三级式同步电机的起动发电过程进行仿真研究，分析各项参数对电机运行的影响，并且对控制方式进行研究和优化，深入探究电机的数字控制。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、电机学、模电、数电等课程，能够使用C语言进行程序编写。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题20** | |
| 指导教师： | 魏佳丹 |
| 项目名称： | 基于电励磁双凸极电机的车载集成充电系统研究 |
| 项目来源： | 江苏省自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 在化石能源渐趋枯竭、环境问题日益严峻的大环境下，电动汽车适应了节能与环保的要求迅猛发展，蓄电池充电技术是制约电动汽车发展的关键性因素。集成的驱动和充电拓扑结构将电动汽车电机驱动系统重构成蓄电池充电系统，优化电路拓扑和控制策略来提高电动汽车充电电流质量，最终达到降低电动汽车的体积重量和成本的目的，使电动汽车相比燃油汽车的内部空间小、体积重量大、成本高的劣势得到改善。电励磁双凸极电机（DSEM）是一种结构简单、运行可靠、宽转速范围的电机，它适用于大功率和高速运行，是电动汽车驱动电机的可靠选择。本研究将结合电励磁双凸极电机的驱动拓扑分析探究车载集成充电拓扑的实现方法，并对充电控制策略进行设计和优化。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、电机学、电力电子以及自动控制原理等课程。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题21** | |
| 指导教师： | 魏佳丹 |
| 项目名称： | 旋转高频信号注入永磁同步电机无位置启动控制技术 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金面上项目 |
| 项目简介： | 随着时代的前进，技术在不断进步，现代永磁同步电机系统的在体积、质量、成本与可靠性等方面追求新的高度和目标，其行业逐渐呈现向高效节能、高性能、轻型化、机电一体化、专用电机等方向发展的趋势。相应地，永磁同步电机控制技术也取得了许多新的突破。本项目使用一种表贴式的永磁同步电机，基于SIC MOSFET搭建三相功率电路，使用FPGA与DSP等数字逻辑控制器搭建集成化控制系统。针对性研究基于旋转高频信号注入方法实现无位置传感器启动控制技术。本项目涉及但不仅限于包括PCB电路板的设计，Verilog语言，DSP编程以及上位机通信，以及交流电机调速控制策略等方面知识。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）电路、模电、数电和电机学等课程，团队中的组成成员有一定PCB硬件设计基础软件编程能力。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题22** | |
| 指导教师： | 张方华 |
| 项目名称： | 开关电源中变压器的绕组电势分布分析与优化设计 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 随着开关电源工作频率的提高，电磁干扰（EMI）现象日趋严重，变压器作为共模（CM）噪声传输的路径，对变压器结构及其寄生参数的分析对于电磁噪声的抑制有着重要意义。开关电源中变压器的应用使得原/副边电路得到了有效的隔离。但是变压器自身绕组与绕组之间的寄生电容却为共模噪声的传导提供了路径。传统的变压器两电容模型、三电容模型在低频率区段能够做到模型的准确可靠，但是高频区域，由于绕组电势分布不均匀、磁芯磁导率非线性等影响，该模型很难准确反映实际情况。有必要进一步精细化变压器模型。理想模型中，一个绕组的电势由高电位端向低电位端线性降低，每两匝线圈之间电压相等，寄生电容模型分析简单。但实际上绕组的电势分布很难保证线性分布，且原因复杂。因此，为了更好的指导精细化模型建立，有必要对绕组的电势分布进行分析与测量。在本研究中，通过对变压器绕组排布的设计，到寄生参数的提取、测试，充分学习变压器模型的构造方法与原理，认识到高频率范围内理想模型的不足以及模型的精细化过程，学习变压器、PCB设计，并通过对比多种方案的可行性与优缺点，设计出变压器绕组电势分布的提取、验证方法。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题23** | |
| 指导教师： | 张方华 |
| 项目名称： | PCB寄生电容对同步整流Buck电路的损耗影响 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 同步整流Buck是一种结构简单的非隔离降压型拓扑。为了满足高功率密度的需求，电压等级和工作频率在不断提高，并且多层PCB以及平面磁性器件技术也得到了广泛的应用。多层PCB结构具有较多的层数，且层间距离较小，会产生很大的PCB寄生电容，该电容在高频同步整流Buck中导致的额外损耗已经不容忽视。该部分损耗不仅降低了电源的整体效率，对散热条件提出了更高的要求，并且因为寄生电容造成的电流尖峰甚至会对器件的可靠性产生影响。因此，为了更好的对DC-DC电源进行优化设计，首先需要对同步整流Buck的理论损耗进行精确分析和计算，通过实验验证理论损耗和实际损耗的差异；然后通过有限元软件和阻抗分析仪准确提取PCB线路和平面电感的寄生电容，研究寄生电容对同步整流Buck损耗影响的机理，从而对线路以及平面电感进行布局优化，并通过寄生参数提取和实验来验证优化结果的有效性。本研究将针对性的研究PCB寄生电容对同步整流Buck损耗的影响，为多层PCB的布局和平面电感的设计提供重要的参考价值。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大三学生为主（大一也可参与） |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题24** | |
| 指导教师： | 张方华 |
| 项目名称： | 基于GaN器件的多电平逆变器设计及仿真 |
| 项目来源： | 国家自然科学基金资助项目 |
| 项目简介： | 第三代半导体GaN器件相较于Si器件具有更低的导通电阻和更快的开关速度，但是其耐压等级限制了其在高压领域的应用。而多电平的拓扑结构可以用低耐压的器件实现高电压大功率输出。相较于两电平逆变器，多电平逆变器在输出电压THD、开关管电压应力、等效开关频率、dv/dt、滤波器体积和重量等方面具有明显的优势。目前常见的多电平逆变器拓扑主要分为：二极管钳位型、飞跨电容型和级联型三种。其中级联型采用独立直流电源，所需器件最少，易于控制，系统可靠性高，而二极管钳位型、飞跨电容型拓扑随着电平数增加所需钳位电容或二极管也大大增加，且控制上也更加复杂。因此本研究将针对GaN器件设计级联型的多电平逆变器参数和结构，并通过仿真验证其控制策略，以拓宽GaN器件的电压应用范围，实现更高的功率密度。 |
| 学生要求： | （1）已修（或自学）模电、数电课程及电力电子，团队中的组成成员有一定PCB设计基础。  （2）鼓励高年级学生和低年级学生联合组队，队内共同学习、分工协作。  （3）团队成员以大二、大一学生为主（大三也可参与）。 |

## 三、报名组队事宜

1. 遴选时间：根据报名情况，主题创新区将组织遴选评审工作；
2. 遴选原则：组员综合能力、初步研究设想；
3. 组员数量：每组**不超过5人**；
4. 组员比例：每组**至少1人**为自动化学院本科学生，其余组员可为其他学院本科生同学，**鼓励专业交叉**；
5. 重要提示：每组限选第一、第二志愿选题各一项，多组选择相同题目将进行PK择优；
6. 新能源发电大学生创新区相关场地仪器设备使用等事宜协调联系人：秦海鸿（13951772239）

**7. 在主题创新区进行科创课题初步训练后，将组织选拔评审，申报2021年度大学生创新训练项目，立项后给予经费资助。**

**（**南京航空航天大学大学生创新创业管理系统网址：met.nuaa.edu.cn/cxxl）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 教师队伍情况 | | | |
| 姓名 | 职称 | 照片 | 科研与教学概况 |
| 卜飞飞 | 副教授 | IMG_256 | 主持国家自然科学基金项目、中国博士后科学基金面上项目、中国博士后科学基金特别资助项目各1项，主持多项科研院所及企业合作项目；发表40余篇技术论文，其中SCI收录论文10多篇；申请发明专利30多项，其中已授权近20项；获国防科学技术进步三等奖、中国航空学会科学技术二等奖、中国机械工业科学技术二等奖各1项；入选江苏省“双创计划”（双创博士）；担任IEEE Trans. Industrial Electronics、IEEE Trans. Power Electronics、《中国电机工程学报》、《电工技术学报》等本专业重要期刊审稿专家，担任国家自然科学基金项目通讯评审专家以及ICEMS 2016国际会议分会主席；指导学生多次获国家级及省级科创项目，指导学生获江苏省优秀本科毕设论文二等奖。研究方向包括：新能源发电，航空电源、伺服驱动等。 |
| 陈杰 | 副教授 | 陈杰--证件照 | 主持国家自然科学基金2项、江苏省自然科学基金1项，江苏省产学研前瞻性联合研究项目1项，中国博士后科学基金2项，教育部博士点基金1项，主持多项校企联合研究项目。参与国家重点基础研究发展计划（973）项目和国家搞技术研究发展计划（863）1项。发表50余篇技术论文，授权专利10项。 2016-2018任自动化学院电气工程系教学主任，2019年-至今，担任电气工程系党支部书记。获校级教学成果奖一等奖1次，获得南京航空航天大学教学优秀二等奖2次。担任中国电源学会编辑工作委员会秘书长；IEEE Member，IEEE Industrial Society Member； IEEE Trans. Industrial Electronics、IEEE Trans. Power Electronics、IET Power Electronics，中国电机工程学报审稿专家。 |
| 陈文明 | 实验师 | MXHY | 担任电气工程系实验教学副主任。电气工程及自动化国家级实验教学示范中心工程指导实验师，负责电力系统、电力电子与电力传动本科生及研究生实验指导和相关竞赛支撑工作。参与南京航空航天大学“实验室品质提升工程建设项目”及多项企业合作研制项目。在新能源发电主题创新区担任工程实验指导教师和企业导师联系人。 |
| 秦海鸿 | 副教授 | 证件照-1610 | 美国马里兰大学高级访问学者，英国诺丁汉大学国家公派访问学者，江苏省“创新创业岗”特聘专家。长期从事航空航天、军事装备用电源系统及电机驱动系统，以及第三代半导体器件应用研究与开发工作。近年来参与及承担国家自然科学基金重点项目、教育部博士点基金、宽禁带电力电子器件国家重点实验室开放基金、台达科教基金重点项目、航空单位及相关企业合作项目等多项课题研究任务。发表学术论文80余篇，授权发明专利12项，出版专著《多电飞机的电气系统》、《碳化硅电力电子器件原理与应用》、《氮化镓电力电子器件原理与应用》、《混合励磁电机的结构与原理》。  2012-2015任自动化学院电气工程系教学主任。目前担任南京航空航天大学“新能源发电大学生示范主题创新区”负责人、全国大学生电子竞赛指导教师，“宽禁带器件应用研究室“负责人，获得江苏省微课竞赛二等奖1次、国防科学技术奖三等奖1次、南京航空航天大学“十二五本科教学建设先锋”荣誉称号、南京航空航天大学校级教学成果奖一等奖2次、南京航空航天大学教学优秀二等奖2次；担任江苏省电子学会电源专业委员会秘书长，南京开关厂有限公司技术顾问，广东中科如铁技术有限公司技术顾问以及IEEE Transactions on Power Electronics、《中国电机工程学报》、《南京航空航天大学学报》、《电源学报》等期刊的审稿专家。 |
| 王世山 | 副教授 | SCDP | 主持国家自然科学基金、航空基金，台达重点基金各1项，主持平面EMI滤波器、高速永磁电机等多项企业合作研制工作。发表80余篇技术论文，授权专利16项。已指导16组大学生科创训练队伍，获本科生科创优秀指导教师称号。担任IEEE Transaction on Power Electronics、中国电机工程学报、中国电工技术学报等期刊的审稿专家。 |
| 王宇 | 副教授 | LAG2 | 担任电气工程系党支部副书记，主持国家自然基金、江苏省自然基金、航空基金、中国博士后基金特别资助、中国博士后基金面上项目、江苏省博士后基金等纵向基金以及横向课题多项。发表40余篇技术论文，授权专利5项；IEEE Member， IEEE Industrial Socitey Member，EEE Senior menber（IEEE高级会员），IEEE IAS member（IEEE工业应用协会会员），IEEE IES member（IEEE工业电子协会会员），IEEE PES member（IEEE电力和能源协会会员），IEEE PELS member（IEEE电力电子协会会员），担任IEEE Transaction on Industrial Electronics，IEEE Transaction on Power Electronics等期刊审稿专家。 |
| 魏佳丹 | 副教授 | IMG_256 | 担任自动化学院科研副院长助理，主持国家自然科学基金、总装预研项目、总装备部探索研究项目、江苏省产学研联合创新资金—前瞻性联合研究项目、江苏省科技支撑计划、工信部民机预研项目及多项企业合作项目。作为骨干成员参与国家重大基础研究（973）项目、国家自然科学基金重点项目等重点项目。发表40余篇学术论文，授权国家发明专利27项，IEEE Member，担任IEEE Transaction on Industrial Electronics，IEEE Transaction on Power Electronics，中国电机工程学报等期刊审稿专家，IECON2017、Intermag2018、ESARS2018等国际会议分会场主席，参与编著《航空航天器供电系统》（江苏省重点教材），获得国防科学技术三等奖1项，南京航空航天大学科学技术奖1项，中国船舶重工集团科学技术奖2项，2017年南京航空航天大学优秀团学指导老师，指导本科生获得2016年全国“英飞凌全国无人机大赛”总冠军。 |
| 张方华 | 教授 | IMG_256 | 主持国家高技术研究计划（863）、国家自然科学基金、江苏省自然科学基金项目等项目，主持多项航空静止变流器、直流变换器、特种电源、光伏并网逆变器的研制工作。作为骨干成员参与国家重大基础研究（973）项目1项。发表100余篇技术论文，授权专利20项；2011年和2006年在航空电能变换领域获国防科学技术进步奖二等奖各1项，2004年获国防科学技术进步奖三等奖1项。2008年获“中达访问学者”称号，2011年获“中达青年学者”称号。中国电源学会照明电源专业委员会委员、中国电源学会信息电源专业委员会委员。担任IEEE TPE、TIE、JESTPE、IET Power Electronics、中国电机工程学报、电工技术学报等期刊的审稿专家。2017年，指导本科生和研究生组成的团队获得“GaN Systems”杯第三届高校电力电子应用设计大赛特等奖。 |

**附表1 ：新能源发电大学生主题创新区校内指导教师名单**（8名）（姓氏为序）

附表2:新能源发电大学生主题创新区校内指导教师联系方式及办公地点（姓氏为序）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指导教师 | 办公室  （自动化学院楼群区域） | 邮箱 | 手机 |
| 卜飞飞 | 3-204 | pufeifei@nuaa.edu.cn | 15850575485 |
| 陈杰 | 3-412 | chen\_jie@nuaa.edu.cn | 13813862956 |
| 陈文明 | 1-124 | wmnuaa@nuaa.edu.cn | 13913396121 |
| 秦海鸿 | 3-420 | qinhaihong@nuaa.edu.cn | 13951772239 |
| 王世山 | 3-312 | wangshishan@nuaa.edu.cn | 13770755953 |
| 王宇 | 3-212 | wanghaohao@nuaa.edu.cn | 15105166171 |
| 魏佳丹 | 3-406 | weijiadan@nuaa.edu.cn | 13913861813 |
| 张方华 | 3-420 | zhangfh@nuaa.edu.cn | 13951877121 |