# 2020年全国高等院校工程应用技术教师大赛 EE2-"电力电子与调速技术"赛项(C类) (本科组)

# "工程实践操作"作业书

# (样本)

场次号\_\_\_\_\_\_赛位号\_\_\_\_\_

## 2020年全国高等院校工程应用技术教师大赛

#### EE2一"电力电子与调速技术"赛项(C类)(本科组)

#### 竞赛指定平台: THEAZT-3C型 电力电子与调速系统设计/创新平台(C类)

依据大赛执行方案,决赛分"工程实践操作"和"目标命题实现"两个环节。第一 个环节主要比基本技能操作和工程素质,第二个环节主要比规定目标下的应用创新和解 决问题的能力。

#### 1、"工程实践操作"比赛环节

根据本赛项"工程实践操作"作业书(正本),在限定的赛项平台上,完成作业书 中规定的所有操作步骤和技术要求,时限120分钟。现场裁判从工程能力素养要求的角 度,就工艺、流程、规范、安全等方面,对参赛选手现场操作的结果进行评判,给出百 分制成绩,权重0.40。

本赛项"工程实践操作"环节的比赛内容:

(1)设备上电 —— 按照设备通电流程依次操作,检查系统电源及电源输出状态, 启动平台。

(2)硬件设备选择 —— 根据作业书要求选择硬件设备,并设置硬件参数。

(3)系统调试 —— 根据三相数字PWM整流系统、直流有刷电机双闭环调速系统的原理图或接线图,完成系统的调试。

(4) 记录运行数据 —— 记录两个系统在运行过程中的数据。

#### 2、"目标命题实现"比赛环节

根据本赛项"目标命题实现"任务书(正本),在限定的赛项平台上,完成任务书 中规定的目标任务和技术要求,时限120分钟。评审专家从工程应用和解决问题能力的 角度,就方案设计、方案实现、实施效果和答辩情况等方面,对参赛选手完成目标命题 任务的结果进行评判,给出百分制成绩,权重0.60。

#### 本赛项"目标命题实现"环节的比赛内容:

根据"目标命题实现"任务书(正本)的要求,在指定的赛项平台上实现所设计的 方案,包括也可不仅限于此:

(1) 系统装配 —— 根据设计方案装配系统软硬件,完成系统连接。

(2) 电气接线及程序编写 —— 根据设计方案进行电气接线和程序调试。

(3) 系统调试 —— 根据设计方案进行系统调试。

(4)运行结果 —— 根据设计系统的运行实况,收集数据、整理运行结果。

#### 3、成绩评定

(1)现场裁判依据本赛项"工程实践操作"作业书(正本)规定的操作步骤和技术要求,通过考察参赛选手的现场表现,按照为本赛项制定的评分规则,给出本环节的百分制成绩,权重 0.40。

(2) 评审专家依据本赛项"目标命题实现"任务书(正本)规定的任务和技术要求,通过观看实施成果演示和现场答辩,按照决赛评分规则,各评委独立给出百分制成绩,平均后为本环节的成绩,权重 0.60。

(3) 决赛两个环节的成绩加权和为参赛选手的最终成绩。

### "工程实践操作"作业书(C类)(样本)

#### 一、PWM整流系统调试

1、设备连接

① 参考图1,组成三相PWM整流电路。首先将实验台左侧的【三相调压器】输出 电压调至最小(旋钮逆时针旋转到底),然后连接【三相调压器】输出【U】,【V】,【W】 到实验台左侧后面的【三相滤波器】输入的【1】,【3】,【5】,其中【三相滤波器】如图 2所示。



图1 三相 PWM 整流电路



图 2 三相滤波器

② 【三相滤波器】输出的【2】,【4】,【6】依次连接到【PEI13-1型两电平整流及 采样模块】的交流输入。具体方法为:依次连接【三相滤波器】输出的【2】,【4】,【6】 到网孔板上的【PEI13-1型两电平整流及采样模块】上的整流输入【U\_IN】,【V\_IN】和 【W IN】,其中【PEI13-1型两电平整流及采样模块】见图3。

**注**:由于出厂时【三相滤波器】输出的【2】,【4】,【6】已经依次连接到【PEI13-1 型两电平整流及采样模块】的交流输入,因此用户可以跳过此步。



图 3 PEI13-1 型两电平整流及采样模块

③ 加负载:【PEI13-1型两电平整流及采样模块】直流输出【P】接电阻箱【A1】, 直流输出电阻箱【N】接【C2】,将电阻箱的【A2】接【B1】、【B2】接【C1】,电阻【R1】、 【R2】、【R3】调到最大(逆时针旋转到底),其中【D41型三相可调电阻箱】见图4。



图 4 三相可调电阻箱

④ 参考图5,将网孔板上【PEI02型人机接口模块】整流侧、逆变侧的【小钮子开关】打到"停止",并将【直流电压调节电位器】逆时针旋转到最小。

⑤ 用平行串口线连接【PEI01型主控制器模块】的【RS232 (整流侧)】到电脑串口。



图 5 PEI02 型人机接口模块

#### 2、上电步骤

① 参考图6, 依次打开实验台控制面板上的【漏电保护器】、【电源总开关】, 此时 【停止】指示灯亮。



图6 平台电气控制面板 (左半部分)

② 参考图7,打开网孔板上的【控制电源开关】,网孔板各模块得电。

<b>按</b> 割由循开关。		
江向七城八人	Tenter Provide	XX
	II EI	IFI

图7 控制电源开关

③ 按下【启动】按钮,【启动】指示灯亮,三相隔离变压器得电。

#### 3、PWM整流系统实验

① 双击三相数字PWM整流器监控软件,选择对应的计算机通信端口后,点击〖确

定〗选项,此时上位机与下位机连接成功。在上位机监控软件界面中,选择默认的电压调节器的P、I参数和电流调节器的P、I参数,单击〖发送〗按钮。此时出现图8界面:

20	启动 ● 复位 ●       数据采集器1     3放1       不采集     「       数据采集器2     1       数据采集器2     1       第放2     7       不采集     「
10	<ul> <li>电压增加</li> <li>企 FID调节</li> </ul>
	电压减小
量 程 选 择 1 ms/div 5ms/div ■ 10ms/div 20ms/div 50ms/div 0.5s/div 曲线显示 波形保存 波形打印 退出	直流给定电压 350 v

图8 三相数字PWM整流器监控软件系统初始界面

② 调节控制屏左侧【三相调压器】使线电压平稳上升到220V,此时直流侧输出【P】 与【N】两端的电压约为310V左右。

③ 将网孔板上【PEI02型人机接口模块】整流侧的【小钮子开关】打到"启动"。

④ 点击〖启动〗按钮,利用〖电压增加〗、〖电压减小〗、〖▶〗、〖▲〗控制按钮,设 定直流给定电压为400V。

⑤ 分别点击〖数据采集器1〗选择"U相电压",〖数据采集器2〗选择"Iu(u相电流)",记录此时的波形。

**注**:利用三相数字PWM整流器软件的〖曲线暂停〗、〖波形保存〗按钮,将上述两种波形保存到F:\THEAZT-3C\PWM整流\电压、电流波形文件夹下,命名为电压、电流 波形。

⑥ 记录突加负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】顺时针旋转到底),突减负载 (快速将D41电阻箱上的电阻【R2】逆时针旋转到底)时Iu(U相电流),Iv(V相电流) 的波形。

**注**:利用三相数字PWM整流器软件的〖曲线暂停〗、〖波形保存〗按钮,将上述两种波形保存到F:\THEAZT-3C\PWM整流\电流波形文件夹下,依次命名为突加负载,突减负载。

⑦ 分别点击 〖数据采集器1〗选择"Udc\_ref(直流给定电压)", 〖数据采集器2〗选择"Udc\_fdb(直流反馈电压)"。

⑧ 记录突加负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】顺时针旋转到底)、突减负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】逆时针旋转到底)时Udc\_ref(直流给定电压),Udc\_fdb(直流反馈电压)的波形。

**注**:利用三相数字PWM整流器软件的〖曲线暂停〗、〖波形保存〗按钮,将上述两种波形保存到F:\THEAZT-3C\PWM整流\直流电压波形文件夹下,依次命名为突加负载, 突减负载。

⑨ 完成后,通过三相数字PWM整流器监控软件设定电压给定值为最小,点击上位

机〖停止〗按钮,

⑩ 调节控制屏左侧【三相调压器】使输出最小(旋钮逆时针旋转到底)。

#### 4、电源断电

按下实验台控制面板上的【停止】按钮,"停止"指示灯亮,三相隔离变压器断电; 关闭网孔板上的【控制电源开关】,网孔板上各模块断电;依次关闭实验台控制面板上 的【电源总开关】、【漏电保护器】,取下实验导线并整理好。

#### 二、直流有刷电机双闭环调速系统调试

#### 1、设备连接

① 将实验台左侧的【三相调压器】输出电压调至最小(旋钮逆时针旋转到底)。参考图9,依次连接【三相调压器】输出【U】、【V】和【W】到网孔板上的【PEI13-2型两电平逆变及采样模块】JP1上的交流输入【U\_AC】、【V\_AC】和【W\_AC】。



图9 PEI13-2型两电平逆变及采样模块

② 参考图10,连接电机导轨上的速度编码器信号到控制屏右侧后面的信号转接盒 上的【编码器信号】输入接口。



图10 信号转接盒

③ 分别将DJ15型直流并励电动机和DJ13-1型直流他励发电机固定到电机导轨上。

④ 分别连接DJ15型直流并励电动机接线座上的电枢线圈的红色接线柱、黑色接线 柱到信号转接盒上的【Uo】、【Vo】。

⑤ 参考图11,分别连接控制屏上励磁电压输出的【+】(红色)、【-】(黑色)到DJ15

型直流并励电动机并励线圈的红色接线柱、黑色接线柱。



图11 励磁电源和直流他励发电机

⑥ 分别连接控制屏上励磁电压输出的【+】(红色)、【-】(黑色)到DJ13-1型直流 他励发电机并励线圈的红色接线柱、黑色接线柱。

⑦ 参考图12,将DJ13-1型直流他励发电机的电枢红接线柱接电阻箱【A1】,电枢黑接线柱接电阻箱【C2】。

⑧ 将电阻箱的【A2】接【B1】、【B2】接【C1】, 电阻【R1】、【R2】、【R3】调到最 大(逆时针旋转到底)。



图12 三相可调电阻箱

⑨ 参考图13,连接【DSP仿真器】一端到右侧核心板上的【JTAG口(逆变侧)】,然后用USB线连接【DSP仿真器】另一端到PC机上。



#### 图13 PEI01型主控制器模块

⑩【PEI01型主控制器模块】上的右侧【DSP核心板】上的【JP6插针】的短路帽插在"H"一端,即选择"仿真"模式;参考图5将网孔板上【PEI02型人机接口模块】整流侧、逆变侧的【小钮子开关】打到"停止";用平行串口线连接【PEI01型主控制器模块】上的【RS232(逆变侧)】到电脑串口。

2、上电步骤

参考图6,依次打开实验台控制面板上的【漏电保护器】、【电源总开关】,此时【停止】指示灯亮;参考图7,打开网孔板上的【控制电源开关】,网孔板各模块得电;按下 【启动】按钮,【启动】指示灯亮,三相隔离变压器得电;打开实验台控制面板上的【励 磁电源开关】。

3、CCStudio v6.2软件与导入工程

① 双击打开桌面上的Code Composer Studio 6.2.0软件,出现如图14的调试界面。

In console Problems 22 Q Advice Search Q Advice C C C C C C C C C C C C C C C C C C C	CCS Edit - Code Composer Studio	arista Mindau, Hala	- C X
Project Explorer 22			Quick Access 😨 🔀 CCS Edit 🏷 CCS Debug
Console Problems 20 Q Advice 2 Search Advice Q items Description Console Console	Project Explorer 🛛 📄 📚 🗢 🗖		
Console Reproblems & Advice Search & Advice Console Reproblems & Advice Advice Console Reproblems & Console Reprob			
Console Problems X O Advice Search Advice Console Description			
Console Problems S Advice Search Advice C Console Advice C C C C C C C C C C C C C C C C C C C			
Console Problems 2 O Advice Search Advice C C			
O items Description		📮 Console 🖹 Problems 🔀 💡 Advice 🛷 Search 🎱 Advice	~ - 8
		0 items Description	
kros Licopro			- Free Licence

#### 图14 调试界面

② 点击菜单栏上的"Project",选择"Import CCS projects..."。

③ 如图15所示,点击"Browse",选择"THEAZT-3C\_CCS6.2\dc\_2812\DC\_2812-test6" 文件夹导入工程。

💱 Import CCS Eclipse Proj	ects		×	
Select CCS Projects to Import		Tr	1	
Select a directory to searc	h for existing CCS Eclipse projects.		_	
Select search-directory:	T_3C_CCS6.2\dc_2812\DC_2812 - test6	Brows	e	
○ Select archive file:		Brows	e	
Discovered projects:				
DC_2812 - test6	[C:\THEAZT-3C\CCS_6.2_program\THE	A Select	All	
		Deselec	t All	
		Refre	sh	
Automatically import ref     Copy projects into work Open the <u>Resource Explore</u>	erenced projects found in same search space er to browse available example projects	-directory		
?	Finish	Cance	əl	

图15 导入工程 "DC\_2812-test6"

#### 4、下载DSP程序

点击工具栏上的"<sup>S</sup>"进行编译。编译无误后,点击工具栏上的"<sup>\*\*</sup>"下载程序, 进入debug界面。点击工具栏上的"<sup>■</sup>"开始运行程序。最后点击"<sup>■</sup>"断开软件与 仿真器的连接。

5、双闭调速系统实验

① 双击直流有刷电机调速监控软件,选择对应的计算机通信端口后,点击〖确定〗 选项,此时上位机与下位机连接成功。在上位机监控软件界面中,选择默认的速度调节 器的P、I参数和电流调节器的P、I参数,单击〖发送〗按钮。此时出现图16界面。

5000 2500	<u>単利</u> 停止 気位
	数据采集器
-500 -1000 -1550	电机加速
	世初城速
量程选择 100 uz/div ■500 uz/div 1 mz/div 5 mz/div 10 mz/div 50 ms/div 曲线暂停 网络显示 波形保存 波形打印 退出	A空比 0%
浙江天煌科技实业有限公司 COM1, 无校验, 8, 1 2016-6-5	

图16 直流有刷电机调速监控软件

② 调节控制屏左侧【三相调压器】使线电压平稳上升到220V。

③ 将网孔板上【PEI02型人机接口模块】逆变侧的【小钮子开关】打到"启动"。

④ 点击〖启动〗按钮,利用〖电机加速〗、〖电机减速〗、〖▶〗、〖◀〗控制按钮,设

定闭环给定速度为1200rpm。

⑤ 分别点击〖数据采集器1〗选择"电枢电流",〖数据采集器2〗选择"不采集"。

⑥ 记录突加负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】顺时针旋转到底)、突减负载 (快速将D41电阻箱上的电阻【R2】逆时针旋转到底)时的电枢电流波形。

**注**:利用直流有刷电机调速监控软件的〖曲线暂停〗、〖波形保存〗按钮,将上述两种波形保存到F:\THEAZT-3C\双闭环调速系统\电流波形文件夹下,依次命名为突加负载,突减负载。

⑦ 分别点击 〖数据采集器1〗选择"给定速度", 〖数据采集器2〗选择"反馈速度"。

⑧ 记录突加负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】顺时针旋转到底)、突减负载(快速将D41电阻箱上的电阻【R2】逆时针旋转到底)时的转速给定与转速反馈波形。

**注**:利用"DSP控制变频调速监控软件"的〖曲线暂停〗、〖波形保存〗按钮,将上述两种波形保存到F:\THEAZT-3C\双闭环调速系统\速度波形文件夹下,依次命名为突加负载,突减负载。

⑨ 实验结束后,调节控制屏左侧【三相调压器】使输出最小(旋钮逆时针旋转到 底);上位机点击"电机停止"按钮,DSP停止发出PWM脉冲。

6、电源断电

按下实验台控制面板上的【停止】按钮,"停止"指示灯亮,三相隔离变压器断电; 关闭实验台控制面板上的【励磁电源开关】;关闭网孔板上的【控制电源开关】,网孔板 上各模块断电;依次关闭实验台控制面板上的【电源总开关】、【漏电保护器】。

#### 三、现场裁判验收确认

参赛选手完成"工程实践操作"后,填写《EE2-"电力电子与调速技术"赛项操作结果记录表》,报请现场裁判验收确认。

### EE2-"电力电子与调速技术" 赛项操作结果记录表 (C类)

**场次:** <u>第 场</u>,**赛位号: 操作时间:** 2020年\_\_\_\_月\_\_\_日, <u>:</u>到 <u>:</u>

#### PWM 整流系统调试记录

序号	测试项目	测试结果 (保存波形文件)	选手确认 (签赛位号)	裁判签字 确认	备注
1	U相电压电流波形				
2	突加负载时电流波 形				
3	突减负载时电流波 形				
4	突加负载时直流电 压波形		•		
5	突减负载时转直流 电压波形				

#### 双闭环调速系统调试记录

序号	测试项目	测试结果 (保存波形文件)	选手确认 (签赛位号)	裁判签字 确认	备注
1	突加负载时电流波 形				
2	突减负载时电流波 形				
3	突加负载时转速波 形				
4	突减负载时转速波 形				