

2013 年江苏省高等职业院校技能大赛

电子产品设计及制作赛项竞赛试题

题目:光伏发电跟踪器的设计及制作

一、竞赛任务

按赛题要求,利用所发的技术资料、元器件及器材完成光伏发电跟踪器的设计、装调和技术文件撰写任务;进行 MSP430F5438 的软件设计,完成光伏发电跟踪器的设计及制作。

1. 根据所给资料分析光伏发电跟踪器的工作原理和功能要求;
2. 根据赛题所给的光伏发电跟踪器原理图和印刷电路板约束条件,利用 Protel 或 Altium 软件绘制光伏发电跟踪器的印刷电路板图;
3. 完成赛项提供的印刷电路板焊接任务;
4. 利用赛项提供的机箱完成简单的结构设计,包括开关、电路板、插座的安装及机内走线的规划;
5. 完成光伏发电跟踪器的安装与调试,使其达到规定的技术指标,实现光伏发电模型装置的正常工作;
6. 完成 MSP430F5438 单片机软件的编程设计,使其达到规定的功能要求;
7. 编写技术文件:包括元器件清单、仪器仪表明细表、调试记录单、程序流程图、PCB 加工任务书;

二、竞赛时间

竞赛时间为 8:00~18:00,总计 10 小时,含指导教师和选手交流时间,选手用餐时间。

三、功能要求与技术指标

1. 原理说明

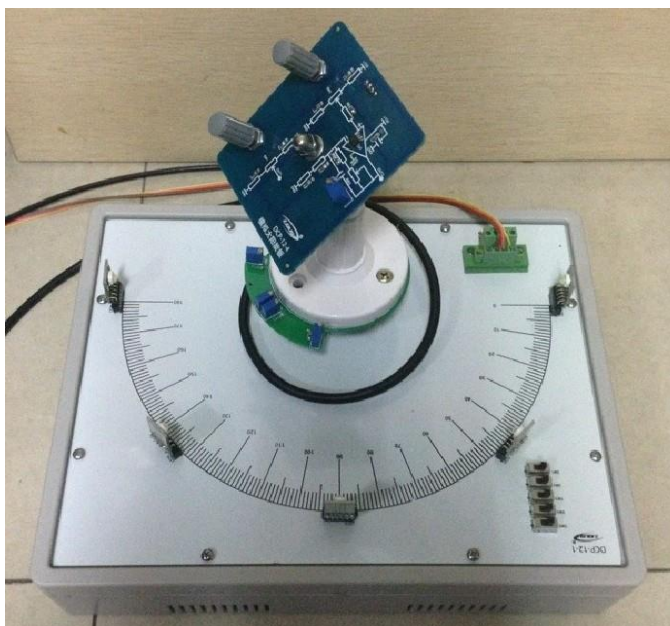
由于太阳位置随时间而变化,使得光伏发电系统的光伏电池光照强度不稳定,不能充分利用太阳能资源。光伏发电跟踪装置可以使光伏电池始终跟踪太阳的运动轨迹,从而提高发电效率达 35%左右,具有很高的实用价值。

自动跟踪光伏发电模型装置如图一所示,装置由模拟光源、直流减速电机、光敏检测电路和模拟太阳能板组成。

模拟光源为 5 个 LED 灯(LED1-LED5),通过装置面板上的 5 个开关 SW1-SW5 控制,通过顺次切换开关来模拟太阳光的移动。模拟光源的电源由接线端子上的+12V 和 GND 两端子提供。

直流减速电机位于装置面板的下方,用来调节光伏板(模拟太阳能板)的偏转方向,直

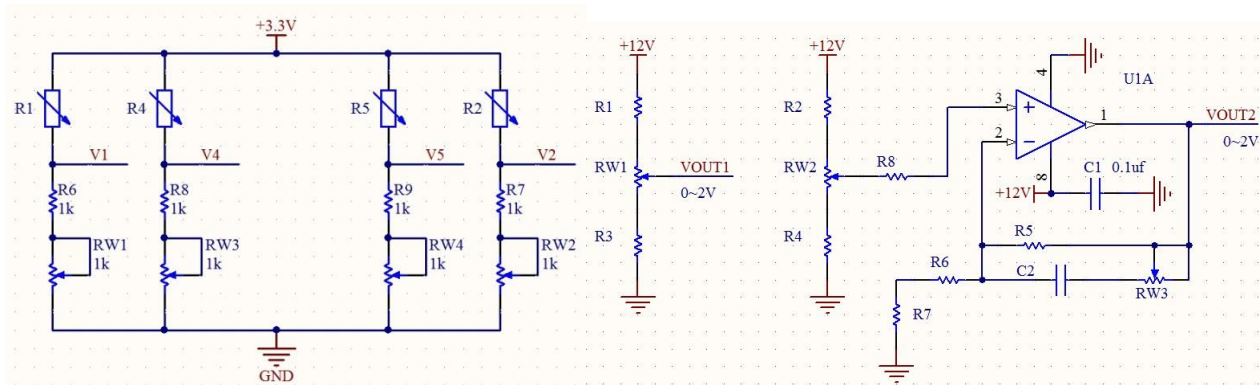
流减速电机的驱动电源由接线端子上的 Motor+和 Motor-两端子接入,电源为正时电机正转,电源为负时电机反转。



图一 自动跟踪光伏发电装置

光敏检测电路位于电机上方的圆形线路上，其原理图如图二所示。

光敏电阻位于线路板的下方，其中 R4、R5 并列朝前，R1 和 R2 各偏转 45° 布置，为了减小背景光照的影响，测光电路采用差分电路的形式，R1、R4 和 R2、R5 各构成一个差分电路。



图二 光敏检测电路原理图

图三 模拟太阳能板原理图

模拟太阳能板安装在白色支架的上方，其原理图如图三所示。电位器 RW1（已给定标称值为 1K Ω 电位器）用于模拟光伏电池的输出电压，要求可调范围 0~2V 左右（对应于实际的光伏电池的电压范围是 0~100V），电位器 RW2（已给定标称值为 470 Ω 电位器）用于模拟光伏电池的输出电流，RW2 的可调电压范围要求 0~0.25V 左右，运放的输出范围要求 0~2V（对应于实际的光伏电池的电流范围是 0~2A），电路中其它元件的参数由参赛队自己设计，元件在设计元器件清单中选取。

2. 功能实现

光伏发电跟踪器要求实现对自动跟踪光伏发电装置的控制。

光伏发电跟踪器由光敏检测电路、ADS1118 串口 A/D 转换电路、单片机（MSP430F5438）电路、液晶显示与键盘电路、DRV8412 全桥 PWM 驱动电路以及模拟太阳能板等几部分组成，通过光敏检测电路的感应可实现对光源的自动跟踪。

要求参赛队完成以下功能：

① 印刷电路板绘制

根据赛题所给的光伏发电跟踪器主板部分的原理图和印刷电路板外形要求，利用 Protel 或 Altium 软件绘制光伏发电跟踪器的主板印刷电路板图，电路板设计须采用双层板。

电路板约束规则要求：最小间距 8mil，最小线宽 10mil，过孔最小孔径 15mil，过孔最小直径 30mil。

原理图中各元器件库文件在所发光盘的（模拟光伏追踪系统封装库.lib）或（模拟光伏追踪系统封装库.PcbLib）文件中。

② 光伏发电跟踪器的装调

光伏发电跟踪器的装调工作要求在如图四所示的同规格机箱中完成。安装套件包括机箱、前面板、后面板、DCP-200-A MSP430F5438 核心板、DCP-204-A 液晶显示和键盘电路板、DCP-208-A ADS1118 串口 A/D 转换电路板、DCP-218-A DRV8412 H 桥 PWM 输出电路板、以及必需的电气附件。

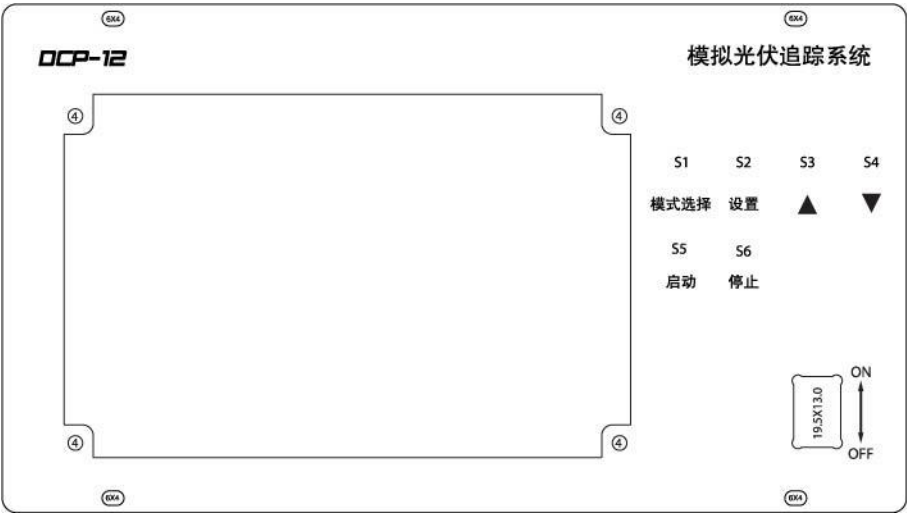


图四 机箱参考图形

其中 DCP-200-A（核心板）、DCP-204-A（液晶和键盘板）、DCP-208-A（A/D 转换板）采用参赛队自带的线路板，DCP-218-A（H 桥驱动电路）为散件，线路板为蓝色，需参赛队自己焊接。

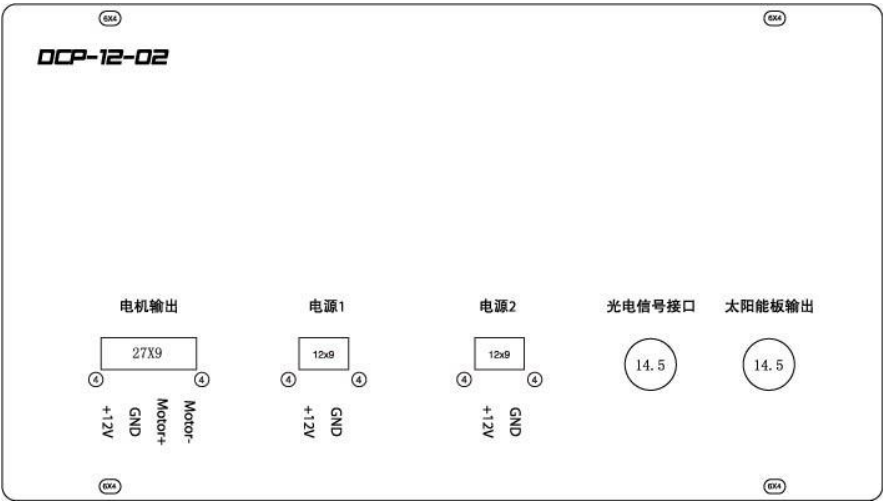
参赛队员需自行完成光伏发电跟踪器机箱内的结构设计和装调工作。模拟太阳能板的电路由参赛队自己设计和装调。

光伏发电跟踪器的前面板需安装训练板 DCP-204-A 液晶显示和键盘电路板和电源开关。前面板的布置如图五所示：



图五 前面板示意图

光伏发电跟踪器的后面板需安装+12V 电源 1 插座（用于核心板、显示键盘板、A/D 转换板、光敏检测电路和模拟太阳能板的供电），+12V 电源 2 插座（用于 H 桥驱动电路的供电），光电信号插座用于连接光敏检测电路，太阳能板输出插座用于连接模拟太阳能板，电机输出插座用于连接模拟光源和直流减速电机。后面板的布置如图六所示：



图六 后面板示意图

③ 光伏发电跟踪器的功能要求

通过光伏发电跟踪器前面板的按键（面板中标号为 S1~S6 的按键对应于 DCP-204-A 模块中的相应按键）设置相关参数，可以实现光伏电池瞬时功率测量，发电量测量，太阳光模拟跟踪功能。

按下模式选择按键，可以切换发电模式和跟踪模式。开机时，默认状态为发电模式，按下模式选择按键，进入跟踪模式；再次按下该按键，进入发电模式。

(1) 发电模式

按下设置按键，可以设置系统的时钟。

时钟设置及显示要求

按照：时间：□□:□□:□□（“□”分别对应于时分秒各位数字）格式在液晶屏第一行显示时间（时间为 24 小时制）。第一次按下设置按键，设置小时，按上升“↑”键或下降“↓”键，从个位开始增加或减少，完成小时设置；再按一次设置按键，设置分，其设置方法与小时类似。本跟踪器不对秒进行设置，秒计时在时钟设置完成后，自动从 0 秒开始计时。

相关参数设置时，对应的数值位应处于闪烁状态，设置完成后，相应数值正常显示。未按任何按键 5 秒后，时钟将自动退出设置状态开始正常计时。

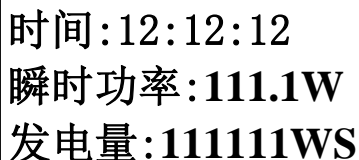
发电模式启动运行和停止

完成参数设置后，按下启动按键，系统进入发电模式运行，开始检测光伏电池电压及电流（采样信号接入 MSP430F5438 的内部 AD 引脚）并计算瞬时功率和累计功率。

在显示屏第二行按照：瞬时功率：□□□.□W 格式显示瞬时功率，每秒钟更新一次。
瞬时功率计算公式：瞬时功率=光伏电池电压×电流（此处的光伏电池电压和电流是实际值，而不是 AD 采样值。），单位 W，保留一位小数。显示时要求能够高位消隐。

在显示屏第三行按照：发电量：□□□□□□WS 格式显示发电量，每秒钟更新一次。
发电量计算公式：发电量=瞬时功率×发电时间（发电时间从启动键按下后计时），单位 WS（瓦秒），只显示整数部分。显示时要求能够高位消隐。（特别申明：发电时间采用 S 作为单位，发电量用 WS 作为单位主要为了便于竞赛测试，不具备实际意义。）

系统处于发电模式运行过程中，手动调节模拟电压和电流电位器，瞬时功率和发电量应该能够同步变化。按下停止键，除了时钟正常运行外，瞬时功率和发电量保持停止键按下前的数值不变。发电模式下液晶显示屏显示信息如图七所示：

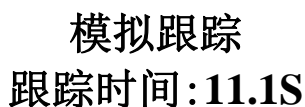


时间:12:12:12
瞬时功率:111.1W
发电量:111111WS

图七 发电模式显示信息示意图

(2) 跟踪模式

在发电模式下，按下停止键后，接着按下模式选择按键，系统进入跟踪模式。显示屏第二行显示：模拟跟踪，第三行显示跟踪时间，显示格式：跟踪时间：□□.□S，要求显示的信息位于第二行和第三行，居中显示。顺次拨动光伏发电装置中模拟太阳光位置的按键，电机开始跟踪时从 0.0S 开始计时，系统自动寻找光源。执行机构运行到正确位置后，电机停留在该位置，跟踪时间停止计时。跟踪模式显示信息示意图如图八所示。



模拟跟踪
跟踪时间:11.1S

图八 跟踪模式显示信息示意图

3. 功能的分步实现

本赛题包含印刷电路板设计、模拟太阳能板电路参数设计、光伏发电跟踪器装调、技术文件编写和光伏发电跟踪器软件编写几方面内容，参赛队在设计及制作时可分步完成各项内容。

在 MSP430F5438 软件设计时，可以采用训练板先行搭建光伏发电跟踪器系统，实现赛题规定的功能要求，功能要求也应分别实现设定和控制功能。

在参赛队自己焊接的 DCP-218-A H 桥 PWM 输出电路不能正常工作时，可以采用参赛队自带的成品的训练板代替，但会影响参赛队的得分。

四、技术文件要求

要求技术文件的对象是参赛队装调的光伏发电跟踪器。

技术文件包括元器件清单、仪器仪表明细表、调试记录单、程序流程图（只要提交跟踪模式的程序流程图）、PCB 加工任务书。

五、上交方式

技术文件和 PCB 设计文档均需提交电子文档（技术文件需转换为 PDF 格式提交），采用光盘刻录后上交。

六、评分标准

一级指标	比例	二级指标	比例
PCB 设计赛项	25%	按赛题约束条件绘制线路板图	25%
焊接调试赛项 与安全生产	25%	装配焊接质量	10%
		箱内安装、布线工艺	10%
		工作环境及设备摆放符合企业生产“5S”原则，操作符合安全规范。	5%
竞赛作品功能实现	40%	软件编程与功能实现	35%
		模拟太阳能板电路参数设计	5%
技术文件	10%	调试记录单、程序流程图等	10%
总计	100%		