

新电子 新测试 提供产品解决方案

电子测试

TEST169.COM

2018
5月

总 390 期

www.test169.com

邮发代号: 82-870

统一刊号: ISSN 1000-8519 | CN 11-3927/TN

基于 MATLAB 的交通智能控制系统
光电探测电路噪声分析与 Pspice 仿真

功率程控发射机的设计

LabVIEW 程控电子负载的实现与虚拟面板设计

基于 OpenCV 和深度学习的助老机器人动作识别系统设计



¥15

ISSN 1000-8519





总第 390 期
2018 年 5 月出版

主管单位 北京市科学技术研究院
主办单位 北京市测试技术研究所
出版单位 《电子测试》编辑部
发行单位 《电子测试》发行部
国际标准刊号 ISSN 1000-8519
国内统一刊号 CN11-3927/TN
邮发代号 82-870
定价 15 元

社长 张东
主编 陈晓霞
执行主编 胡洁

顾问成员
刘利吉 李军 邢卫良
樊建军 林景斌 李福林

编委会主任 刘建强
编委会副主任 张东

编委
王 伟 郭国山 智慧强 姜岩峰
李永奇 李 鑫 潘庆丰
王 伟 王 峰 夏 洋
张 强 张 忠平

市场总监 刘 晖
编辑部 马 旭 郭珊珊 刘 丽
美术编辑 陈永龙
通信地址 北京市100098-002信箱
邮政编码 100098
电话 010-62410551
电子邮箱 es@test169.com
网址 www.test169.com

国内发行 北京报刊发行局
订阅处 全国各地邮局
国外发行 中国图书进出口总公司
出版日期 每月5日、15日
广告经营许可证 京海工商广字0059号
印刷单位 北京润中国印刷有限公司

声明

凡向本编辑部投稿录用后,均视为同意在本编辑部网站及CNKI中国期刊全文数据库等数据库出版,所付稿酬包含网络出版稿酬。

目 录

2018.09

设计与研发

- 基于MATLAB的交通智能控制系统 朱天帅, 凌华顶, 侯振峰 5
光电探测电路噪声分析与Pspice仿真 张子儒, 丁雷, 张冬冬 8
功率程控发射机的设计 王森 11
LabVIEW程控电子负载的实现与虚拟面板设计 刘慧, 郝爱娟 13
基于OpenCV和深度学习的助老机器人动作识别系统设计
..... 潘与维, 柳隽琰, 罗伊杭, 罗欣羽 14
基于Zynq的图像边缘检测系统设计 谭检成, 吴定祥, 李明鑫 17
直升机着陆灯发光强度及散射角测量方法 张栋 21
基于嵌入式的网络化机载测试系统构建 韩春永, 李亚伟, 陈哲 22
一种高分辨率大动态范围门控环形TDC设计
..... 金硕巍, 李晶皎, 苏瑞琴, 李贞妮 25
共享雨伞系统的设计与实现
..... 马佳峰, 王志鹏, 崔文博, 伍春旭, 富钰莹, 王子翀 27
室内环境检测及控制系统设计 王飞 29
集装箱安全保障方案设计与实现 任晓周, 湛建飞, 何茜, 唐立军 32

理论与算法

- 基于国密算法的银行移动营销终端安全系统研究 周宇坤, 胡柏栋 35
电子投影机照度测量结果的不确定度评定
..... 马婷婷, 张鹏, 蔡永洪, 王潇潇, 杨叶花 37
冕牌玻璃物理性能参数测量实验研究 段丁梨 39
基于双BUCK电路的MPPT太阳能控制器设计 杨立宏, 袁夫全 41
直线一级倒立摆小车控制系统分析与校正 周明佳, 苗欣欣, 陈沐儒 43
天线端子传导发射测量不确定度评定 杨正桃 46
地空导弹发射筒焊接系统的校准技术研究
..... 张旺, 黎安兵, 朱永晓, 陈伟 49
基于肖特基式场发射阴极的高分辨X射线显微技术开发进展
..... 刘华荣 53

网络与信息工程

- 一种基于NRSEC3000的加密通信装置设计与实现
..... 叶伟, 刘鸿涛, 刘进进 55
基于Matlab的图像分析系统研究与设计 王大海 57
基于物联网技术的校园综治安全系统研究 车亚进 59
基于语言逻辑的计算机软件开放设计方法 张捷 61
工业生产中计量仪表数据采集的应用与维护 刘文杰 63
数字化应急预案可操作性评价系统设计与开发 王瑞霞 64
支持过滤器的REST模型研究与实现 蒋宗礼, 任俊州 66
VOIP技术在VHF通信系统中的实现机制 胡石根, 谢来阳 68
基于PHP和MySQL的赛事项目信息校企共享平台
..... 陈晗硕, 李建荣, 范自强, 张金涛, 丁越 70

基于双 BUCK 电路的 MPPT 太阳能控制器设计

杨立宏, 袁夫全

(中山火炬职业技术学院, 广东中山, 528436)

摘要: 本文介绍了采用双 BUCK 电路的太阳能光伏发电控制器设计。两路 BUCK 电路并联, 通过交错输出给蓄电池充电, 降低了输出纹波、提高了系统可靠性, 降低了温升。采用改进的恒定电压法和变步长扰动算法相结合的 MPPT 控制策略, 调节 PWM 占空比输出使光伏阵列实时获得最大功率输出, 实验表明该控制器提高了太阳能转换效率。

关键词: 双 BUCK; 恒定电压算法; 变步长扰动算法

Design of MPPT solar controller based on dual BUCK circuit

Yang Lihong, Yuan Fuquan

(Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan Guangdong, 528436)

Abstract: This paper introduces the design of solar photovoltaic power generation controller with dual BUCK circuit. Dual BUCK circuits are connected in parallel, charging the battery through interleaving output, which reduces output ripple, improves system reliability and reduces temperature rise. The MPPT control strategy which combines the improved constant voltage method and variable step length disturbance algorithm is used to adjust the PWM duty ratio output to get the maximum power output of the photovoltaic array in real time. The experiment shows that the controller improves the efficiency of solar energy conversion.

Keywords: dual BUCK; constant voltage algorithm; variable step size perturbation algorithm

引言

随着煤炭、石油等不可再生资源日益减少以及人们对清洁能源要求不断提高, 需要不断寻求清洁的可再生资源。太阳能是清洁的可再生能源, 因此太阳能发电技术得到广泛应用, 但太阳能电池转换效率低, 光伏电池的输出功率与输出电压之间呈非线性。为了保证太阳能电池输出更多能量, 就要使太阳能电池始终工作在最大功率点, 同时为了降低 DC/DC 转换电路的温升, 提高电路的可靠性, 本文采用双 BUCK 电路来提升电路的安全性和可靠性。

双 BUCK 电路设计

太阳能充电控制电路常用的有 BUCK、BOOST、BUCK-BOOST、

半桥和全桥等拓扑结构, BUCK、BOSST 和 BUCK-BUST 这几种拓扑结构的电路结构简单、控制特性好、转换效率高被广泛应用在太阳能充电控制中。在家用太阳能发电系统中, 太阳能电池板采用串并联的方式, 输出电压比较高, 因此多使用 BUCK 拓扑结构设计控制器。BUCK 电路中使用了快速恢复二极管作为续流二极管, 流过的电流较大, 二极管自身导通电压为 0.7 伏, 这样在二极管上回产生较大的损耗, 导致二极管发热, 在大功率输出情况下会缩短器件的使用寿命, 降低了电路的可靠性。

为降低 BUCK 电路在充电过程中的损耗及温升, 本文设计了双 BUCK 结构的控制电路, DC/DC 变换主电路原理图如图 1 所示。

图中电路采用两路 BUCK 并联的方式, Q1、D1 和 L1 组成一路 BUCK 电路, Q2、D2 和 L2 组成另一路 BUCK 电路。微控制器交替输出两路 PWM 控制双 BUCK 电路交替工作, 降低了输出纹波, 也避免了单一电路连续工作器件发热累积导致电路损坏。另外两路 BUCK 并联的电路方式即使其中一路 BUCK 电路损坏, 另外一路仍能够正常工作, 提高了电路的可靠性。

2 MPPT 算法

项目中太阳能电池板输出电压为 18V, 蓄电池额定电压为 12V。当太阳能电池在理想工作条件下如果直接接入蓄电池充电, 假设蓄电池初始电压为 11V, 由于蓄电池电压较低, 太阳能电池板的输出电压将被钳位在蓄电池电压。太阳能电池板输出功率与输出电压的 P-V 关系曲线如图 2 所示, 从曲线图

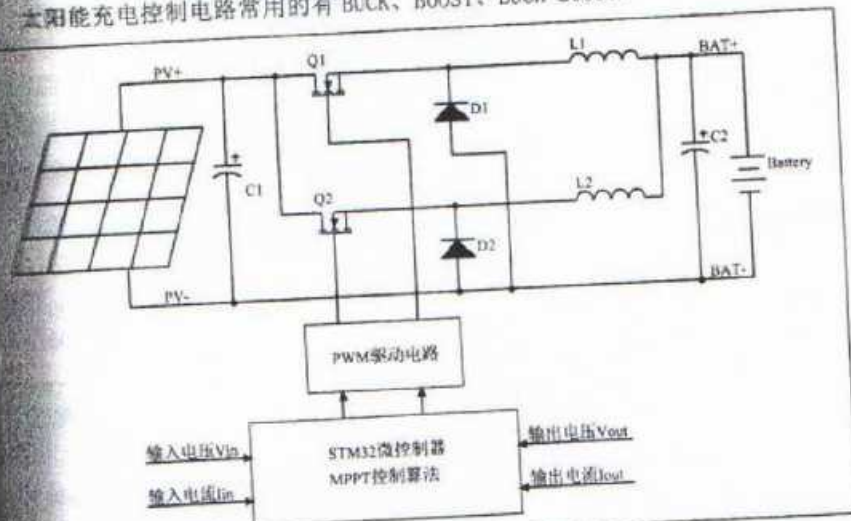


图1 双 BUCK 主电路

可以看出太阳能电池板输出电压在 15~18V 范围内才能够获得较大的输出功率。由于蓄电池负载的钳位,太阳能电池板并没有输出最大功率。因此采用 BUCK 电路来匹配太阳能电池和蓄电池之间的阻抗,使太阳能电池板的输出功率逼近最大输出功率,这就要采用 MPPT 算法进行控制。

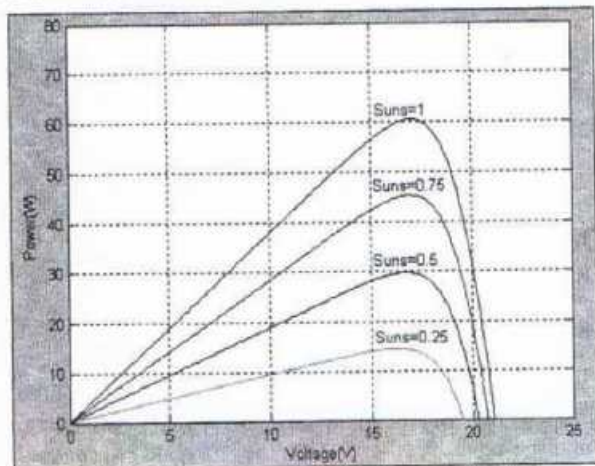


图2 太阳能电池板输出功率与输出电压关系曲线

MPPT 算法能够让太阳能电池板输出的最大功率通过 BUCK 电路变换后,使蓄电池获得最大的充电功率所对应的电压和电流。采用 MPPT 控制算法可使充电效率提高 20% 以上。目前常用的 MPPT 算法有恒定电压法、电导增量法、扰动观测法以及改进的算法。对于恒定电压法,从图 2 的 P-V 关系曲线图可以看出电池板输出最大功率点的电压值大概位于 0.7~0.9 倍的电池板开路电压处,恒定电压法就是将控制器输出电压控制在电池板开路电压的 0.7~0.9 倍,但实际上最大功率点电压与开路电压比值非定值,受光照和温度影响存在一定偏差,所以恒定电压法不能保证电池板实时工作在最大功率点。电导增量法是通过功率对电压导数的取值确定是增加电压还是减小电压,当该导数大于零时增加电压,小于零时减小电压,导数等于零或非常接近零时电压保持不变。扰动观测法是先让太阳能电池板工作在某一电压下,记下此时太阳能电池的功率 P_1 ,然后在这个电压上加上正向电压扰动量,记下此时的输出功率 P_2 ,如果 $P_2 > P_1$,说明正向扰动可以增加输出功率,需要继续向正的方向增加扰动量,如果 $P_2 < P_1$,说明正向扰动将会降低输出功率,需要改变扰动方向,以负向的扰动量改变输出功率。扰动算法原理简单、响应速度快,是目前最常用的一种 MPPT 算法,但扰动步长会影响功率跟踪的快慢和精度,如果选取固定步长小,系统对外界环境变化的响应速度较慢,如果选取固定步长过大虽然提高了响应速度但会在最大功率点附近来回振荡。

恒定电压法、电导增量法和扰动观测法都存在一定的缺点,本文结合三种算法的优缺点,采用恒定电压和变步长扰动算法克服传统算法存在的不足。该算法的基本原理为:在太阳能发电系统启动后,采用恒定电压法迅速让系统输出调整到最大功率点附近,然后采用扰动算法进行观测逼近,传统的扰动算法步长为固定值,步长过大或者过小都存在不足,从图 2 可以看出在远离最大工作点时功率对电压的导数的绝对值 $\left| \frac{dP}{dU} \right|$ 逐渐变大,接近工

作点时该值逐渐变小,因此可依据功率值的变化率 $\left| \frac{dP}{dU} \right|$ 来自动调整扰动的步长,为了减少系统的复杂性,以 DC/DC 变换器的占空比为扰动对象。扰动对象为占空比时,如果增加变换器的占空比时,光伏阵列输出功率增加,则占空比继续增加,反之占空比减小;如果减小变换器的占空比时,光伏阵列输出功率增加,则占空比继续减小,反之占空比增加。这里将步长 ΔD 设为与 $\left| \frac{dP}{dU} \right|$ 成正比的值,可以定义为 $\Delta D = k \cdot \left| \frac{dP}{dU} \right|$,其中 k 为比例系数, k 的值可取正,也可以取负,正负代表了步长变化方向。由于计算机微处理器只能处理数字量,因此将 $\left| \frac{dP}{dU} \right|$ 数字化为 $\frac{dP}{dU} = \frac{P_k - P_{k-1}}{U_k - U_{k-1}}$,其中 P_k 为本次计算的功率值, P_{k-1} 为上次计算的功率值, U_k 为本次采集的输出电压值, U_{k-1} 为上次采集的输出电压值,从而得到占空比变化量

$$\Delta D = k \cdot \left| \frac{P_k - P_{k-1}}{U_k - U_{k-1}} \right| \quad (1)$$

通过式(1)及图 2 可以看出当工作点距离最大功率点较远时,步长 ΔD 的值也较大,保证了快速调整;当工作点靠近最大功率点时,步长 ΔD 的值逐步减小,为进一步降低工作点在最大功率点附近的振荡,设定 M 为扰动的阈值,当 $-M \leq \Delta P \leq M$ 时,认为找到了最大功率点,其中 $\Delta P = P_k - P_{k-1}$ 。MPPT 算法流程图如图 3 所示。

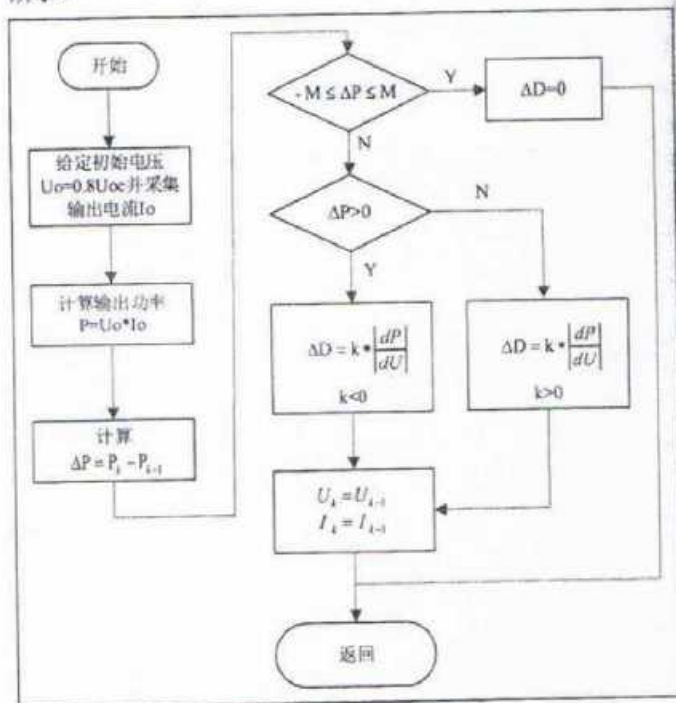


图3 MPPT 算法流程图

3 实验结果

为了验证 MPPT 算法的有效性,将太阳能控制器分别以不带 MPPT 算法和带 MPPT 算法对蓄电池进行充电测试,光伏电池参数为 $U_{in}=18V$, $I_m=2.78A$, $U_{oc}=21.6V$,最大功率为 50W。选取晴朗有

(下转第 40 页)

理论与算法

2 测量系统组成

测量系统如图3。其中光源选择辐射强度大的氙灯,其频谱范围较广,图中所示的单色仪会将氙灯的光调制为单色光,波长分别为486.1nm、587.6nm、656.3nm。准直后的谱线入射到冕牌玻璃上,如图可知谱线会平行于光轴V型棱镜。光线经折射,由CCD数据采集系统接收,数据处理系统对接收信号进行处理,最后能够计算出冕牌玻璃的折射率。图4是测量系统的实物图。

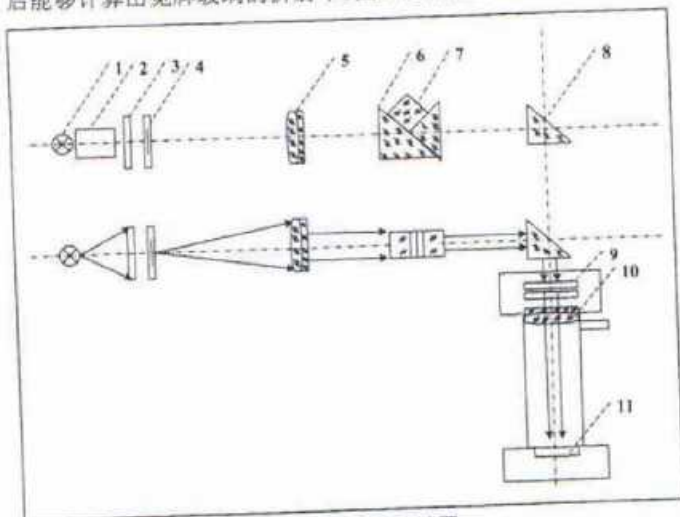


图3 测量系统光路图

- 1-光源; 2-单色仪; 3-毛玻璃; 4-单线分划板; 5-平行光管物镜;
6-V型棱镜座; 7-被测试样; 8-直角棱镜; 9-偏振片组;
10-CCD成像物镜; 11-CCD

测量系统实物如图4所示。

3 测量结果

现对冕牌玻璃中的K6、K9进行测量,每种谱线下测量10次,

(上接第42页)

少云天气的早晨8点钟到傍晚18点时间段,这样保证太阳光经历了由弱到强再到弱的完整过程,并且有云的情况下更能够直观的观察两种控制方法下的区别。经过测试后得到不同时间点的输出功率曲线,如图4所示。

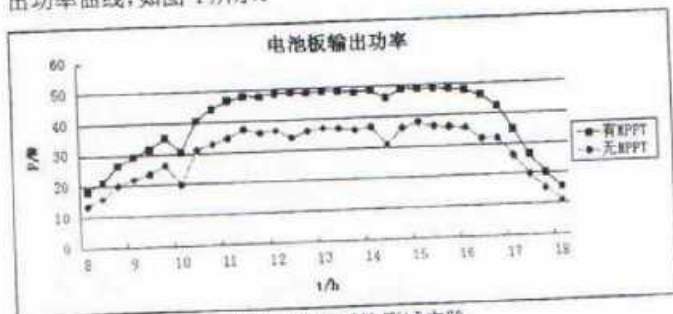


图4 MPPT对比测试实验

从图中可以看出,加入MPPT算法后,太阳能电池输出功率明显提高,输出功率也比较平滑,说明该MPPT算法能够有效提高太阳能电池的转换效率。

4 结束语

本文设计的太阳能充电控制器双BUCK电路交替工作,提高

取平均值。折射率测量时首先把被测冕牌玻璃样块放在V型槽,在玻璃样块放与V型槽的中间充满接触液,选用折射率与被测玻璃接近的接触液,目的是降低玻璃表面清洁度和空气对测量结果的不利影响,减少测量误差。



图4 测量系统实物图

表1 折射率测量结果

冕牌玻璃	光谱	被测样块真值	10次测量平均值	测量偏差
K6	d	1.511120	1.511139	0.000019
	F	1.515963	1.515983	0.000020
	C	1.517929	1.517952	0.000023
K9	d	1.516300	1.516319	0.000019
	F	1.517333	1.517333	0.000019
	C	1.522173	1.522202	0.000029

参考文献

- [1] 顾铮先等.玻璃表面层对薄膜光学参数测量的影响[J].光子学报,1999(05).
- [2] 杨定超.测量透明平板和液体折射率的简单方法[J].物理学报,1986(09).
- [3] 郭宝会.激光测量玻璃片参数的研究[J].山东工业技术,2017(23).

参考文献

- [1] 曹卫华,李明杨,陈鑫.独立光伏发电系统高效充电控制器设计[J].浙江大学学报(工学版),2010,44(7):1260-1265.
- [2] 许洁,刘星桥.基于恒电压跟踪法和自适应占空比扰动法的最大功率点跟踪研究[J].电测与仪表,2016,53(9):7-11.
- [3] 荣德生,刘凤.改进型扰动观察法在光伏MPPT中的研究[J].电力系统及其自动化学报,2017,29(3):104-109.
- [4] 吴雷,杜衡,徐鹏.一种用于光伏MPPT的分阶段变步长导增量法[J].电源技术,2016,40(3):617-620.
- [5] 赵冉.太阳能光伏发电系统最大功率点跟踪技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2012.