

基于 Wi-Fi 控制的智能插座

◆王浩 权燕妮 刘皇

(桂林电子科技大学信息科技学院 广西省桂林市 541200)

摘要: 针对当前插座无法实时监控,导致家用电器待机造成电能浪费和安全隐患的问题,设计了基于 ESP8266 芯片的 Wi-Fi 智能插座。该插座经过网络连接到云平台,可以使用手机 APP 实现远程控制,并定时设置智能插座开关。除此之外还设计了电能计量功能和红外遥控功能。

关键词: ESP8266; 电能计量; 红外遥控; 定时

引言

随着智能设备的普及和电子信息科学技术的高速发展,人们在生活中对于电子设备和电子产品的使用有了更高的需求和依赖性,其中插座作为生活中能源控制的一个开关,控制着用电设备的电能传输。若插座不能及时关闭,将导致用电设备的长期待机,进而浪费电能,引发安全隐患。人们的生活节奏逐渐加快,面临的事情日益增多,越来越多的琐事充斥着人们的生活,手机已成为当代人类必不可少的随身携带物,因此,忘记关插座的情况屡见不鲜。许多年轻的上班族、退休的老年人将出门前需要断电等基本做法抛之脑后,往往出门后才想起家中并未断电,很多人因此折返回家中,浪费时间同时造成了电能的浪费,而其中存在的安全隐患我们可想而知。本文针对此想象,设计基于 Wi-Fi 控制的智能插座,正是为解决不能实时监控插座而做出的解决方案,换言之,此方案致力于完成智能开关插座的设计。

随着物联网的快速发展,智能城市建设加快,基于 Wi-Fi 的无线网络开始实现全覆盖的进程, Wi-Fi 技术的发展进一步的促进了智能终端的发展,特别是智能手机在日常中作用越来越大,基本家家户户都有 Wi-Fi 热点,任何人的手机都可以随时随地通过热点上网,紧跟这种趋势,我们设计了基于 Wi-Fi 控制的智能插座,该插座将 Wi-Fi 技术与智能终端连接。通过智能终端发送命令来控制插座,以实现实时监控插座。

1、智能插座系统设计

智能插座的结构包含 Wi-Fi 通讯模块、电能采集模块、红外控制模块、继电器模块。

插座的 CPU 控制模块兼 Wi-Fi 通讯实现使用 ESP8266 Wi-Fi 芯片, ESP8266 芯片是一个完整且自成体系的 Wi-Fi 网络芯片,能够独立运行在实现通讯的同时还可以作为 CPU 使用,也可以作为 slave 搭载于其他 Host 运行,可以连接到云端实现远程控制,搭载红外设备可以红外遥控,体积小,适合插座的制作。

插座的电能采集模块要求数据具备高精度性的特点,其同样是插座的核心部分之一,本文中电能采集模块采用的是 IM1281B 交流电量测量模块,该测量模块的精度可达到国家一级精度,比起家用二级电表更精确。

用户通过 Wi-Fi 通讯模块可以设置定时开关用电器的电源,在设定的时间段内将电源自行断开,同样可以随时随地在远程开启或关闭插座电源。智能插座控制器还可以通过电能采集模块对用电器的电能及功率等相关电能数据进行采集,判断电器用电情况,操纵继电器来控制电源的开关情况。通过记录电器的总用电量,显示当前已消耗电能。方便用户了解各电器的耗电情况。此外插座添加了红外线收发装置,通过无线 Wi-Fi 通讯模块可对家中红外设备用电器的开关进行操控,在一定程度上实现了智能家居多方面控制家电的功能。系统设计框架如图 1 所示。

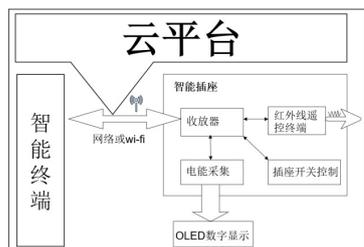


图 1 Wi-Fi 智能插座系统设计框图

2、硬件设计

2.1 Wi-Fi 通讯连接设计

ESP8266 是乐鑫公司生产的低功耗 Wi-Fi 芯片,内置 32 位 CPU,能够独立运行,也可以作为 slave 搭载于其他 Host 运行,可以广泛应用于智能家居、无线传感器等领域。同类 ESP8266 芯片种类有很多,本文采用 ESP8266-12p 芯片,该芯片有效通讯距离 400 m 波特率支持范围: 110~115200*40,采用 TCP 协议保障传输过程的安全可靠,控制模块同样为 ESP8266 Wi-Fi 模块,该芯片可搭载应用,除此之外其也是设备中唯一的应用处理器,能够直接对外接闪存中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能,并减少内存需求。通过使用 DOIT LOT 云平台,来对 Wi-Fi 模块 ESP8266 实现远程的互联网操作,通过获取 'key' 的方式进行连接,开发环境支持 Arduino ide 对 ESPduino 开发环境搭建,连接 Wi-Fi 网络使用 TCP 通讯方式连接数据,既可靠又能保证其安全,在该芯片运用上不仅可以实现与 DOIT LOT 云平台互联,根据其兼容性,还可制作相关的 App,达到与无线模块通讯、连接的目的。

该芯片使用方便且构造简单,成本低廉,适用于 Wi-Fi 智能插座的设计。相对于传统的单片机 Wi-Fi 板开发,省去了买 Wi-Fi 模块和扩展板的费用。该芯片强大的片上处理和存储能力,实现了最低前期的物联网开发和运行中最少地占用系统资源。可以同时兼顾体积和灵活性。

2.2 电源设计

LNK304 设计的 AC-DC 非隔离电源, L 与 N 分别是交流火线与零线,以零线作为地线。此电路无需外加变压器,稳压 5V,可以提供 150mA 左右的电流,启动和操作电源直接从引脚 D 加入,在降压 (Buck) 和回扫 (Flyback) 变换器等拓扑中,不需要偏置电源电路。适用 85~265V 的全球交流供电线路。能够保证在 AC85V~265V 的交流范围内,实现稳定的电压输出,纹波也很小,在 50mV 左右。

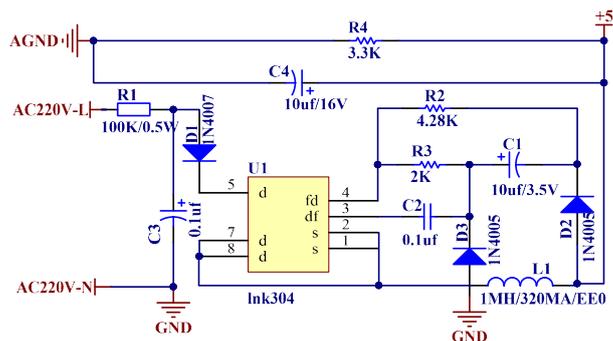


图 2 AC-DC 非隔离电源

2.3 插座计量电路

如图所示通过使用 IM1821B 模块,属于单行交流电能计量模块,模块准确度可达到国家 1 级标准;通常情况下可以测量 45~65Hz 的交流电压、电流功率等电气数据,使用串口通信 MODBUS 通讯规定条约进行数据的采集。

2.4 显示模块

显示模块使用 0.96 寸 OLED 作为显示屏,工作电压为 5V,可以满足数据的显示和体积的大小要求, MCU 将需要显示的数据发送到 OLED 即可完成显示,操作简单、价格低廉。

2.5 继电器模块

单片机是一个弱点元件,驱动电流在毫安级以下,需要用继电器作为功率驱动元件,如图所示。

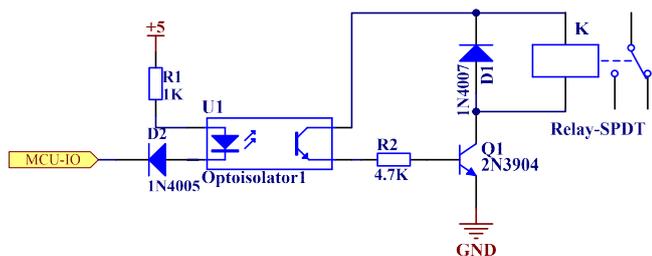


图3 继电器模块电路

开关 K 处于插座接线端子的最前端, 保证负载电压或电流出现异常时及时切断电源, 保证电器的安全。

2.6 红外收发模块

红外遥控是利用近红外光进行数据传输的一种控制方式。近红外光波长 0.76um~1.5um, 红外遥控收发器件波长一般为 0.8um~0.94um, 具有传输效率高, 成本低且电路实现简单, 抗干扰强等优良特点, 在家用电器上被广泛使用。在 ESP8266 的外围 I_o 电路上只需要添加上一对红外对管, 收到控制指令后, 将在红外线编码库中向外发送与之相应的红外线编码, 即可控制红外遥控设备。

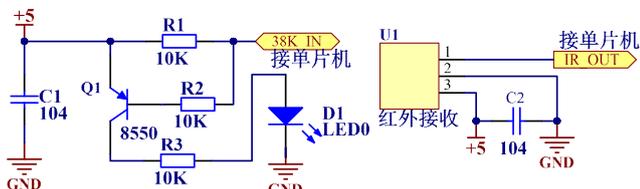


图4 红外发射电路

3、软件设计

系统硬件设计完成后需要进行软件环境的开发和应用程序的设计。在实现主板与云端正常连接通讯后, 需保障模块之间的良好通信和继电器电路的正常控制, 同时为插座添加掉电保存的功能, 防止用户定时开关过程中插座定时控制功能掉电失效。图 4 为系统流程图。

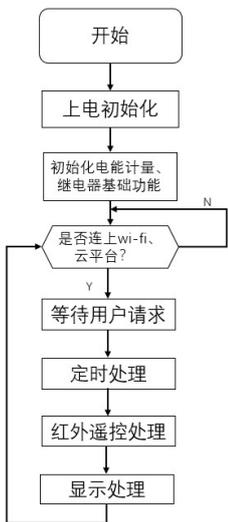


图5 完整系统流程图

因在设计中通讯模块和控制处理模块是同一块芯片, 并且还可以独立运行。在程序烧录完成, 先对 ESP8266 进行初始化, 第一步确定无线网络通讯协议的正常化, 由于每一项数据的上传和显示要求精确可靠性, 第二步云端连接后, 用芯片获取网络当前时间在使用中断定时器下, 用户通过设定时间可以实现对插座用电器的控制, 第三步将对继电器红外收发管等外部电路完成状态初始化。

上电初始化之后, 开始功率、电流、电压脉冲的周期测量, 如果测量完成之后, 进行功率、电流、电压计算, 如果是正在校准, 需要将校准数据保存到 EEPROM。手机终端的按键处理主要

包括开或关插座电源, 定时设置插座通断的时间。

4、测量数据

在实现了硬件和软件的设计之后, 经过多次测量和调试, 将智能插座和普通插座同时在相同电器下进行了 15 天的实际投入使用, 两插座的数据均由 WFLC-E 便携式电量记录分析仪勘测电气数据, 智能插座的电能使用显示和电表勘测值误差 ± 5, 表格 1 是实验比较数据展示 (数据按整数处理)。

家电	使用智能插座前耗电能	使用智能插座后耗电能
电视	2000kW · h	1500kW · h
饮水机	4000kW · h	3200kW · h
空调	5000kW · h	4000kW · h
电热水器	5000kW · h	3500kW · h
电脑	3000kW · h	2200kW · h

5、结语

本设计主要使用到了 Wi-Fi 通信模块和电量测量模块。两大模块最为重要的是数据的采集和远程控制的功能实现。本产品的的设计是智能插座, 设计需要小巧玲珑、方便快捷, 对于模块的体积复杂程度和成本的高低有着极高的要求, 经过大量的查阅和实践便可以得到最佳的使用模块和设计方案。设计完成还需要对采集到的数据精度进行误差修正和程序上的优化, 这些工作需要大量的时间和耐心进行钻研, 唯有不断尝试和持之以恒才可以设计出最好的方案。在将设计方案转化为实物模型后, 经过多次的测试、检验、证明了该设计方案可行性和合理化, 并具有科学性、创新性、实用性等特点。初期做出的产品已经具有了本设计的特征要求, 在后期优化时按照设计技术的指标要求, 进一步进行了系统的细节优化, 比如继电器的通断速度、负载能力、功耗等。智能插座的使用给人们的生活带来了极大便利, 它在普通插座上添加了智能化功能, 延长了家用电器的使用寿命、丰富了插座的功能性。有物联功能的智能插座更是一个智能化发展的趋势, 并迎合了现代科技发展的环保节能需求, 且智能插座的使用可以有效的降低室内火灾发生的概率, 极大地提高了日常生活用电的安全系数。

参考文献:

[1] 黄建灯. 《C 语言程序设计》教学改革探讨[J]. 电子世界, 2012(23):172-173.
 [2] 基于 ESP8266 的智慧物联开发宝典:
 [3] 张凯, 单庆晓, 翁飞兵. 新型数字节能功率分配型智能插座的设计实现[J]. 电子设计应用, 2009(7):90-93.
 [4] 卜晓晓. 基于 Android 和 Wi-Fi 的智能家居系统的设计与实现[D]. 镇江: 江苏大学, 2016.
 [5] PowerIntegrationsCom.LNK302/LNK304-306 Link SwitchR-TN Family Off-Line Switcher IC.2005(3).
 [6] 郭庭熙. 基于单片机的电能计量插座设计[D]. 华北电力大学电气与电子工程学院, 2016.
 [7] 屈东东, 刘素梅, 吴金杰, 李阳, 王传忠. 群养奶牛体温实时监测系统设计与实现[D]. 农业部农业物联网技术集成与应用重点实验室; 安徽农业大学工学院, 2016.
 [8] 刘奥川, 詹琳. 智能插座的设计[D]. 安徽理工大学计算机科学与工程学院, 2016.

