

用迟滞控制器简化小型太阳能系统

Mitchell Lee

(ADI 公司)

10W至 100W 范围、基于电池的太阳能供电系统常常使用开关稳压器控制电池充电。这种方式的优点是高效率,为峰值功率点跟踪提供了方便,但代价是要使用一个电感器、电路复杂且有噪声。线性控制是一种更简单的办法,可以替代开关稳压器,在约高达 20W 的应用中是可行的。尽管简单、没什么噪声,但是线性充电控制器产生热量,这些热量必须用散热器散出。散热器尺寸大、成本高、组装复杂,有点抵消了人们心目中线性充电控制器相比开关稳压器而言所具备的优点。

迟滞控制器可以按需连接或断开太阳能电池板以限制电池的充电状态,提供了一种出色的解决方案,没有电感器、复杂性、噪声和散热问题。

串联和并联迟滞开关拓扑都可以使用。当电池达到最高充电电压时,串联配置断开与太阳能电池板的连接,然后当电池电压降至较低的门限时,再重新连接太阳能电池板。串联配置的主要难题是驱动高压侧开关,这在采用 N 沟道 MOSFET 时需要一个充电泵,或者在采用 P 沟道 MOSFET 时需要一个高压、高侧栅极驱动电路。

更可取的并联配置如图 1 所示。在这种配置情况下,当电池电压降至低于一定的门限值时,开关(S1)断开,从而允许太阳能电池板电流给电池充电。当电池电压超过第二个更高的门限时,开关接通以将太阳能电池板电流分流到地。当 S1 短路太阳能电池板时,二极管 D1 隔离电池。用一个 N 沟道

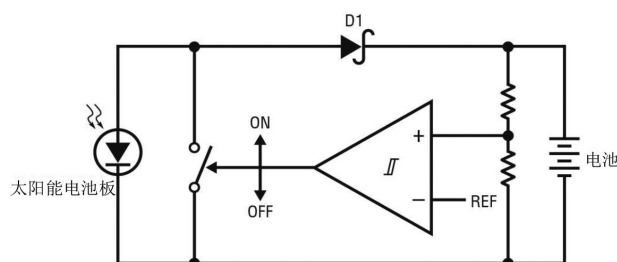


图 1 并联模式迟滞开关在小型太阳能系统中调节电池充电

MOSFET 很容易实现这种开关,由一个以地为基准的比较器之输出直接驱动。

图 2 显示了一个完整的、用于 12 V 铅酸电池的并联充电控制器,该控制器电路用 100 V 微功率电压监视器 LTC2965 作为控制组件。在这个应用中,当控制器未监视 100 V 时,LTC2965 的 3.5 V 至 100 V 工作范围富富有余地涵盖了 12 V 电池通常的电压范围,提供了大量裕度。

LTC2965 包含一个约 78 M Ω 的 10:1 分压器,用来监视 V_{IN} 引脚的电池电压。门限是从一个精确的 2.412 V 基准、用一个单独的外部分压器产生的,并与衰减版的 V_{IN} 比较。这种配置在主分压器中无需精确的高阻值电阻器。

迟滞是通过在高低门限之间来回切换比较器的负输入产生的,高低门限由 INH 和 INL 引脚设定。这些跳变点决定了电池充电开始和终止时的电压。

其他重要特点包括:LTC2965 的低功率运行 (40 μ A 总电源电流,包括 Q1 的栅极驱动)、准确度为 0.5% 的内置基准、以及具独立门限调节的迟

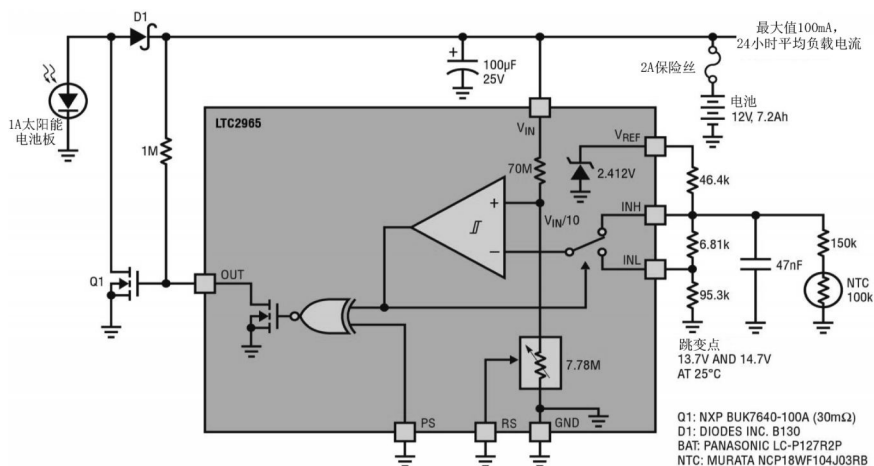


图2 并联模式迟滞稳压器。跳变点在 0℃至 50℃范围内是温度补偿的

滞运行。

运行过程如下。最初,电池电压低于 13.7 V,比较器输出为低,Q1 断开,从而允许所有可用太阳能电池板电流经过 D1 流向电池和负载。随着电池充电,其电压上升,一旦达到较高的充电限制 14.7 V,Q1 就接通,从而将太阳能电池板短路到地。D1 隔离电池和并联通路。随着 Q1 接通,电池电压下降,下降速率取决于充电状态和负载电流幅度。当电池电压达到较低的浮置限制 13.7 V 时,Q1 断开,太阳能电池板电流再次加到电池和负载上。

这种充电方法有一些循环充电和涓流充电属性。开始充电后一直持续,直到电池电压达到 14.7 V 为止,然后电路开始脉冲充电以完成充电过程。

需针对某种特定应用正确地确定电池和太阳能电池板的尺寸,这一点很重要。一般说来,选择最大或“峰值”电池板电流等于 24 小时平均负载电流的 10 倍,以及电池的安培-小时 (Ah) 容量等于这个平均电流的 100 倍。一块包含 36 节电池的太阳能电池板之峰值电流通过把该电池板“市场销售”所宣称的功率 (W) 除以 15 来估算。一块 15 W 太阳能电池板在有利情形下预期能够产生 ~1 A 的最大输出电流,但是应通过考虑之中的太阳能电池板的实际测量对此加以验证。

这些关系是在美国加利福尼亚州米尔皮塔斯得出的,可仅靠电池供电提供 4 天运行时间,电池板朝向冬季最大日射率方向。在图 2 情况下,电路可连

续提供 100 mA 负载 (每天 2.4 Ah),从而需要使用 1 A 电池板和 10 Ah 电池。图 2 中规定的稍小一点之电池小于一般尺寸,在没有任何太阳能输入的情况下,提供大约 3 天运行时间。

充电门限由一个 NTC 热敏电阻器在 0℃至 500℃范围内进行温度补偿。如果在受控环境中运行,就不需要温度补偿,热敏电阻器和 150 kΩ 电阻器就可以用一个固定的 249 kΩ 电阻器取代。如果有读者希望消除 1% 电阻器引入的误差,那么图 3 显示了一种简单的电路,可在 ±250 mV 范围内调节充电门限。

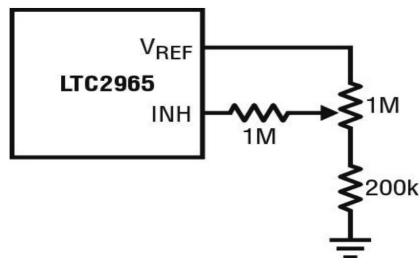


图3 ±250mV 微调电路。加到图 2 中的 V_{REF} 和 INH 引脚上

虽然太阳能电池板的朝向控制是以每年收集总能量最多为准,但是必须优化一个独立系统以在最低季节性日射率情况下保持运行,并为意外天气情况留出余量。人们关注的主要问题是太阳能电池板的朝向,这本身就是一门科学。计算一个在理论上理想和固定的取向相对简单,但众多非理想效应 (包括大气散射、雾、云、阴影、地平线角度和其他因素在内) 会导致其不精确。