

低功率是物联网的关键

凌力尔特公司 Tony Armstrong

支持物联网(IoT)的无线传感器在激增,这增大了对面向较低功率无线设备而定制的、小型、紧凑和高效率电源转换器的需求。最近IoT市场中新出现的细分市场之一是可穿戴电子产品市场,从能量收集的角度来看,这个细分市场尤其令人感兴趣。当然,可穿戴技术不仅面向人类,还有很多应用是面向动物的。最近出现的例子包括超声斑块治疗和电子马鞍优化以及针对其他动物的颈圈,这类颈圈以各种方式完成跟踪、识别和诊断等任务。不过,不管用于什么样的最终应用,这类产品大多数都需要一块电池作为主电源,即使电池会用环境能源(如果有环境能源可用)加以补充。

不过,对面向人类的应用而言,似乎不久就会有可用不同形式的环境能源发电的可穿戴面料,这类面料也许只需要一个小型主电池作为备份电源。这种免费能源包括体温产生能量、室内照明甚至黄昏日光产生的光伏电源、以及日常身体移动产生的动能。称呼这类面料制品的一个合适的词也许是“电力套装”!在这一研发领域处于前沿的一家公司正在实施欧盟资助的项目 Dephotex,这家公司已经有办法制

造(重量)足够轻、弹性足够好的可穿戴光伏材料。这种材料会将光能转换成电能,而电能又可用来给用户穿戴的各种电子设备供电,或者用来给主电池充电,甚至既供电又充电。

类似地,在功率范围的低端,对能量收集系统有毫微功率转换需求,例如、IoT设备(想想谷歌眼镜)中常见的能量收集系统,在这类系统中,必须使用能够处理非常低功率、非常小电流的电源转换IC。功率和电流可能分别为数十微瓦和数十纳安。

最新和现成有售的能量收集(EH)技术,例如、振动能量收集产品以及室内或可穿戴光伏电池,在典型工作条件下产生毫瓦量级的功率。尽管这个量级的功率看似有限,但是能量收集组件在若干年内持续工作可能意味着,无论从所提供的能量还是从单位能量的成本上来看,能量收集产品与长寿命主电池都大致相若。此外,采用能量收集技术的系统一般能够在电量耗尽后再充电,而仅由主电池供电的系统却做不到这一点。不过,大多数系统都会用环境能源作为主电源,用主电池作为环境能源的补充,如果环境能源消失或中断,就可以接入主电池。

解决方案

当然,能量收集电源所提供的能量取决于该电源能工作多长时间。因此,能量收集电源的主要比较指标是功率密度,而不是能量密度。能量收集电源的可用功率一般很低、可变及不可预测,所以常常使用连接收集器和辅助电源的混合型结构。辅助电源可能是一块可再充电电池或者一个存储电容器(甚至可能是超级电容器)。收集器由于能量供应无限及功率不足而成为系统的能量源。辅助电力储存库或者电池或者是电容器,产生较大的输出功率,但存储较少的能量,在需要时供电,否则定期从能量收集器接收电荷。因此,在没有环境能源可供收集的时候,辅助电力储存器必须用来给下游电子系统供电。

LTC3331是一款完整的EH调节解决方案,提供高达50mA的连续输出电流,以在可收集能源可用时延长电池寿命。用收集的能量向负载提供稳定功率时,该器件不需要电池提供电源电流,在无负载情况下用电池供电时,该器件仅需要950nA工作电流。LTC3331集成了一个高压能量收集电源和一个同步降压-升压型DC/DC转换器,该转换器由可再充电主电池供电,为IoT设备、

可穿戴产品以及无线传感器节点(WSN)等能量收集应用提供一个不间断输出。

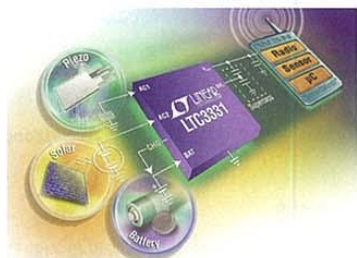


图1 LTC3331能转换多种能源,并可使用一个可再充电主电池

LTC3331的能量收集电源由全波桥式整流器组成,适合AC或DC输入以及高效率同步降压型转换器,从压电(AC)、太阳能(DC)或磁性组件(AC)能源收集能量。10mA分路器用收集的能量实现简便的电池充电,同时低电池电量断接功能保护电池免于深度放电。可再充电电池给同步降压-升压型转换器供电,该转换器在1.8~5.5V的输入范围内工作,在收集的能量不可用时用来调节输出而无论输入高于、低于或等于输出。在应对微功率电源时,LTC3331电池充电器拥有非常重要、不容忽视的电源管理功能。LTC3331纳入了对电池充电器的逻辑控制功能,以便仅在能量收集电源有多余能量时才给电池充电。如果没有这种逻辑控制功能,能量收集电源就会在启动时卡在某个非最佳工作点上,不能完成启动,无法给目标应用供电。当收集的能源不再可用时,LTC3331自动转换到电池。这带来了一个额外的好处,如果适合的能量收集电源至少在一半时间内可用,就允许电池

供电的WSN将工作寿命从10年延长至超过20年,如果能量收集能源更加普遍存在,那么寿命甚至能够延长至更长时间。该器件还集成了一个超级电容器平衡器,因此允许增大输出存储量。

既然可穿戴设备收集的能量非常低(在纳安至毫安量级),那么当务之急是,任何DC/DC转换都要消耗尽可能少的功率,以确保极佳能量传输。为了实现这么严格的目标,DC/DC转换器本身必须消耗纳安量级的电流。正是出于这个原因,LTC3335诞生了。这是一款毫微功率降压-升压型DC/DC转换器,集成了库仑计数器,面向WSN中的IoT产品、可穿戴设备、以及通用能量收集应用(见图2)。

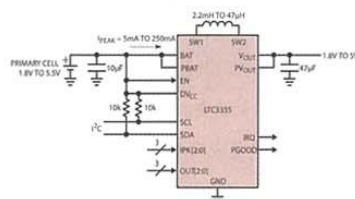


图2 LTC3335毫微功率降压-升压型转换器的典型应用原理图

LTC3335是一款高效率、低静态电流(680nA)转换器。其集成的库仑计数器监视长寿命电池供电应用的电池累计放电量。这个计数器在内部寄存器中存储电池的累计放电量数字,该寄存器可通过I²C接口访问。降压-升压型转换器的输入可在低至1.8V时工作,提供8个引脚可选输出电压,输出电流高达50mA。为了适合多种类型和尺寸的电池,峰值输入电流的选择范围可以从低至5mA到高达250mA,满标度库仑计

数器的可编程范围为32 768:1。

无论何时,只要降压-升压型转换器向负载提供电流,该器件集成的精确库仑计数器就记录从电池传送出的累计电荷量。当未处于休眠模式时,降压-升压型转换器面向所有电池和输出电压情况作为H桥工作(见图3)。

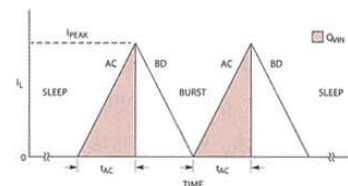


图3 LTC3335以H桥模式工作时的定时图

开关A和C在每个突发周期开始时接通。电感器电流斜坡上升至 I_{peak} ,然后开关A和C断开。接着,开关B和D接通,直到电感器电流斜坡下降至零为止。这个周期一直重复,直至 V_{out} 达到休眠门限为止。如果 I_{peak} 和开关AC(ON)时间(t_{AC})都是已知的,那么BAT放电库仑量(图3中的阴影区域)可以通过对AC(ON)周期计数并乘以每个AC(ON)期间的电荷量来计算,每个AC(ON)期间的电荷量由以下公式给出:

$$q_{AC(ON)} = (I_{peak} * t_{AC}) / 2$$

当降压-升压型转换器工作时,LTC3335测量相对于满标度ON时间(t_{FS} ,约为11.74 μ s)的实际AC(ON)时间,满标度ON时间是内部调节的,以补偿电源、温度和工艺变化导致的、实际选定的 I_{peak} 值的误差。这样就可针对电池在每个AC(ON)周期传送出的电荷量产生非常准确的“测量值”。 EPC