

非常见问题解答-第162期 采用无线电源实现无电池应用

作者: Mark Vitunic

问题:

我的应用没有电池。是否可以采用无线供电?



答案:

当然可以, 可使用最初设计用于能量收集的简单的集成式纳安功耗解决方案。

无线功率传输(WPT)系统由气隙分隔的两部分组成: 发射(Tx)电路(包括发射线圈)和接收(Rx)电路(包括接收线圈)(见图1)。与典型的变压器系统非常相似, 发射线圈中产生的交流电通过磁场感应在接收线圈中生成交流电。然而, 与典型的变压器系统不同的是, 原边(发射端)和副边(接收端)之间的耦合程度通常很低。这是由于存在非磁性材料(空气)间隙。

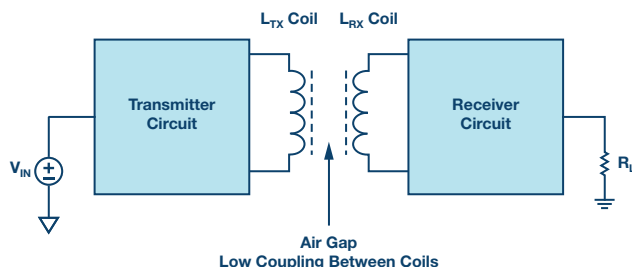


图1. 无线功率传输系统。

目前大多数无线功率传输应用都采用无线电池充电器配置。可充电电池位于接收端, 只要有发射端, 就可对其进行无线充电。充电完成后, 将电池与充电器分离, 可充电电池即可为终端应用供电。后端负载既可直接连接到电池, 也可通过PowerPath™理想二极管间接连接到电池, 或连接到充电器IC中集成的电池供电稳压器的输出端。在所有三种情况下(见图2), 终端应用既可在充电器上运行, 也可脱离充电器运行。

但是, 如果特定应用根本没有电池, 取而代之的是, 当无线电源可用时, 只需提供一个稳压的电压轨, 那又会如何呢? 在远程传感器、计量、汽车诊断和医疗诊断领域, 此类应用的例子极为常见。例如, 如果远程传感器无需持续供电, 那么它就不需要电池, 而使用电池需要定期更换(若是原电池)或充电(若是可充电电池)。如果该远程传感器仅需要用户在其附近时给出读数, 则可按需进行无线供电。

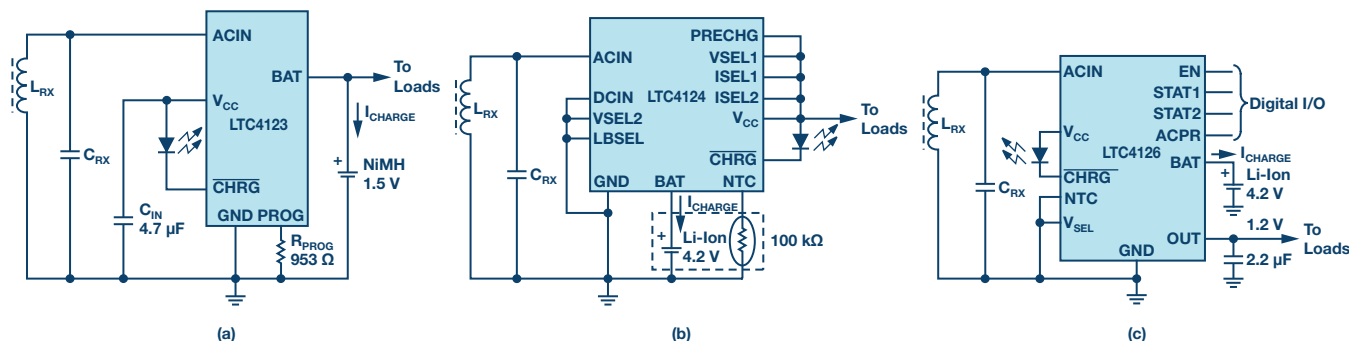


图2. 无线Rx电池充电器, 后端负载连接到a)电池、b)PowerPath理想二极管和c)稳压器输出端。

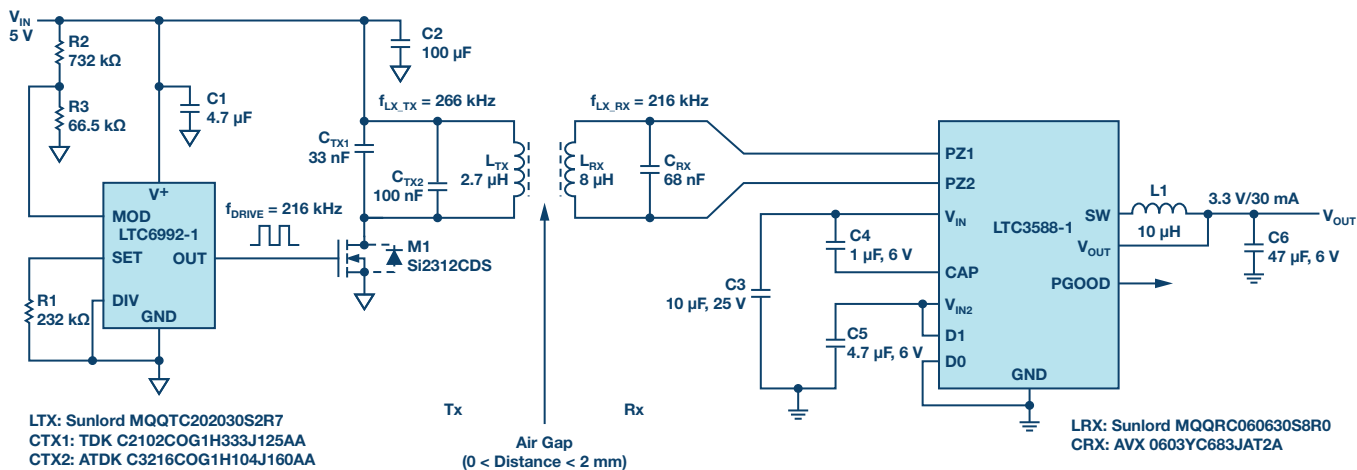


图3. WPT采用LTC3588-1提供稳定的3.3 V电压轨。

我们来看LTC3588-1纳安功耗能量收集电源解决方案。虽然LTC3588-1最初为传感器（如压电、太阳能等）供电的能量收集(EH)应用而设计，但它也可用于无线电源应用。图3显示了采用LTC3588-1的完整发射端和接收端WPT解决方案。在发射端，使用基于LTC6992 TimerBlox®硅振荡器的简单开环无线发射器。在此设计中，将驱动频率设置为216 kHz，低于LC谐振电路的谐振频率266 kHz。 f_{LX_TX} 与 f_{DRIVE} 的精确比值最好是凭经验来确定，旨在最大程度地减小由零电压开关(ZVS)引起的M1开关损耗。关于发射端线圈选择和工作频率的设计考虑，与其他WPT解决方案没有什么不同，也就是说，在接收端采用LTC3588-1并无任何独特之处。

在接收端，将LC谐振电路的谐振频率设置为与216 kHz的驱动频率相等。鉴于许多EH应用需要进行交流到直流的整流（就像WPT一样），因此LTC3588-1已经内置了这项功能，允许LC谐振电路直接连接到LTC3588-1的PZ1和PZ2引脚。该整流为宽带整流：直流到>10 MHz。与LTC4123/LTC4124/LTC4126的 V_{CC} 引脚类似，将LTC3588-1的 V_{IN} 引脚调节至适合为后端输出供电的电平。对LTC3588-1而言，是迟滞降压型DC-DC稳压器的输出而不是电池充电器的输出。可通过引脚选择四种输出电压：1.8 V、2.5 V、3.3 V和3.6 V可选，连续输出电流高达100 mA。只要平均输出电流不超过100 mA，就可以选择大小合适的输出电容来提供较高的短期突发电流。当然，要完全实现100 mA输出电流能力，还取决于是否具有适当大小的发射端、线圈对以及是否充分耦合。

如果负载需求低于支持的可用无线输入功率，则 V_{IN} 电压会增加。虽然LTC3588-1集成了一个输入保护分流器，可在 V_{IN} 电压上升至20 V时，提供高达25 mA的拉电流，但这个功能并非必需的。随着 V_{IN} 电压上升，接收线圈上的峰值交流电压也会上升，

这相当于可提供给LTC3588-1的交流流量下降，而不只是在接收谐振电路中循环。如果在 V_{IN} 上升至20 V之前就达到了接收线圈的开路电压(V_{OC})，则后端电路受到保护，接收端IC中不会产生热量造成能耗。

测试结果：针对图3所示气隙为2 mm的应用，测得在3.3 V下可提供的最大输出电流为30 mA，而无负载时测得的 V_{IN} 电压为9.1 V。当气隙接近为零时，可提供的最大输出电流增加至大约90 mA，而无负载时的 V_{IN} 电压仅增加至16.2 V，远低于输入保护分流电压（见图4）。

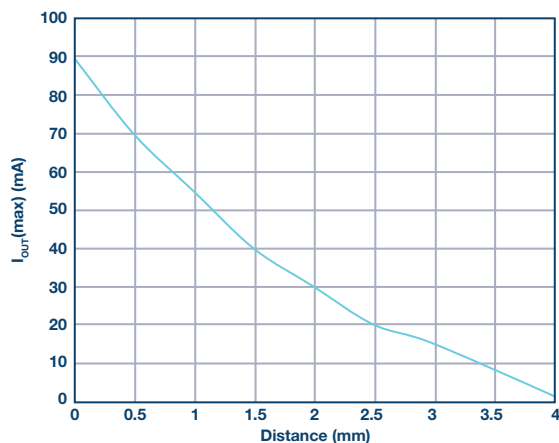


图4. 在3.3 V下各种距离可提供的最大输出电流。

针对采用无线电源的无电池应用，LTC3588-1提供了一种简单的集成解决方案，可提供低电流稳压电压轨，还带有完整的输入保护功能。

Mark Vitunic [mark.vitunic@analog.com]是ADI公司Power by Linear™部门的设计经理。他于2017年正式加入ADI公司（随ADI收购凌力尔特公司加入），之前他已在凌力尔特公司工作了19年。Mark负责管理美国马萨诸塞州北切姆斯福德和德国慕尼黑的众多项目开发工作，专注于无线功率传输、超低功耗IC、能量收集、主动电池平衡和多通道DC-DC稳压器开发。Mark拥有卡内基梅隆大学电气工程学士学位和加州大学伯克利分校电气工程硕士学位。



Mark Vitunic