

如何在激活手机 LED 指示灯的同时保持待机时间不受影响

作者：Jon Kraft

随着用户对手机功能的要求日益增长，一项新的需求进入手机制造商的考虑中，即手机可以有提供状态的 LED 提示，以便在待机的同时，提醒用户注意有未读消息、即将到来的约会安排或者其它通知。最近发布的几款手机甚至因为没有提供 LED 提示而受到差评。与此同时，用户希望手机的待机时间能够更长。这两个看似简单的问题使手机制造商陷入了意想不到的两难境地：如何在为 LED 提示供电的同时，保持较低的总待机功耗？

LED 指示灯通常由电源管理 IC (PMIC)或其它小型处理器供电。当手机处于唤醒状态时，这没有问题，但该处理器必须持续掌握时序，即使在休眠模式下，也要自动使能和禁用各 LED。为了实现此功能，在为整个 PMIC 上电时会增加数毫安的待机电流。表 1 中的数据和计算示例显示，平均功耗主要由指示灯熄灭期间的静态电流决定。

表 1. 闪烁模式 (7.5 s 熄灭/300 ms 亮起) 下的电流和功耗 (10mA LED 电流和 3.7 V 输入)

电源管理	I _q , 熄灭	I _q , 点亮	I _q , 平均	功耗
标准 PMIC	5 mA	15 mA	5.39 mA	19.9 mW
ADP8866	300 μA	11 mA	710 μA	2.6 mW
无损	0 μA	10 mA	385 μA	1.4 mW

LED 驱动器 ADP8866 采用独特的配置，专门应对这一挑战，它能够轻松地对四个 LED 指示灯执行自主照明程序，各 LED 的熄灭时间可以在 100 ms 到 25.2 s 的范围内进行设置。当自主照明程序执行并且这些 LED 熄灭时，IC 总电流降至 300 μA 以下。此外，由于所有时序都由 ADP8866 控制，因此这些 LED 仍能保持完全同步，即便是在复杂或持续时间较长的闪烁模式下。下面以两个例子来说明。

示例 1：彩色 LED 指示灯

手机需要 7 个 LED 用于背光显示，两个 LED 用于指示。由于成本和机械要求，手机制造商使用红/绿(RG) LED 来有效实现三种状况的待机通知：未读消息、电池电量低和约会安排。对

于每种状况，LED 会发出不同颜色的光：红光、绿光或黄光 (红光+绿光)。

ADP8866 针对这种常见情形提供了理想的解决方案，如图 1 所示。它共有 9 个 LED 通道，其中 7 个用于照亮显示屏，RG LED 的红光和绿光信号由剩下的两个通道控制，产生图 2 所示的闪烁模式。

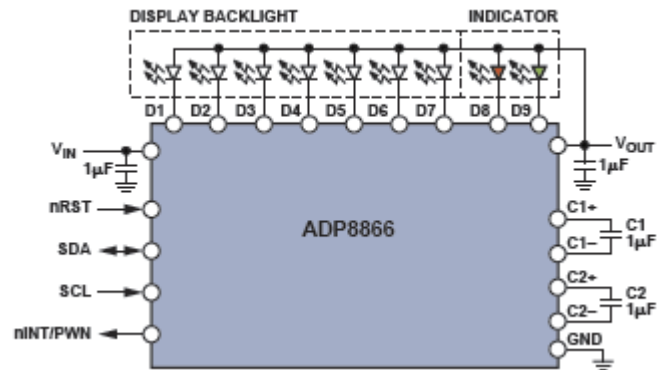


图 1. ADP8866 控制背光照明和 LED 指示灯的设置

ADP8866 的评估板包括一个图形编程实用程序，如图 3 所示；其 I²C 寄存器设置为执行指示灯闪烁功能。

图 3 所示的寄存器设置首先会产生一个 250 ms 的 10 mA 红光 (Sink 8) 脉冲，待其熄灭 500 ms 后再产生一个 250 ms 的 10 mA 红光脉冲。第二个红光脉冲与绿光脉冲混合以生成黄光，因此只消耗一半的电流 (5 mA)，便可提供相同的亮度。绿光 LED (Sink 9) 具有相似的设置，但其第一个脉冲会延迟。当第二个绿光脉冲熄灭时，系统会等待 12 秒，然后再重复。使能这一序列时，所有三种颜色都会相继重复闪烁，如图 2 所示。如果需要红光或绿光指示灯，仅需使能第一个或第三个脉冲。如果只需要产生红光和黄光通知，则红光 LED 应在第一个和第二个脉冲使能，而绿光 LED 只应在第二个脉冲使能。

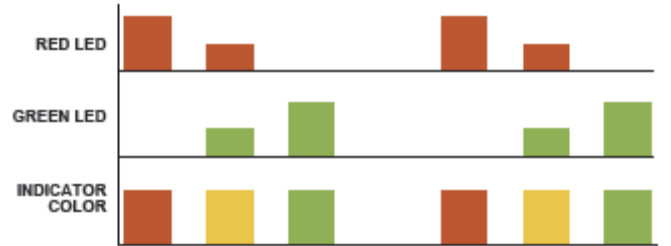


图 2. 红光和绿光闪烁脉冲序列及其所产生的颜色

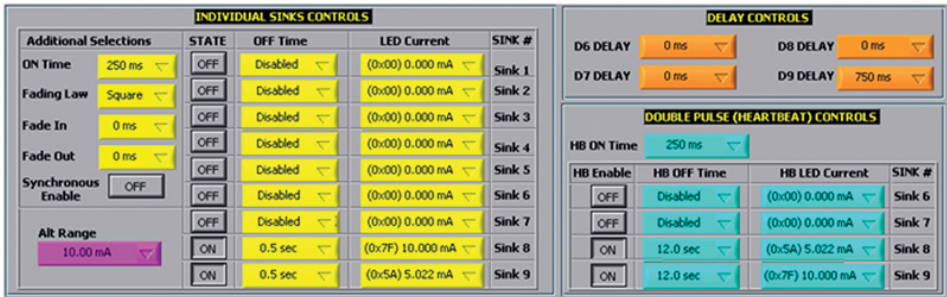


图 3. ADP8866 用于 LED 指示灯编程的图形用户界面

当红光和绿光重叠时，其电流降低，因此所有三种颜色指示灯的亮度相同。此外，也可以改变红光和绿光电流，以便产生RG光谱中的其它颜色。脉冲的宽度、关闭时间和幅度是完全可定制的，因此各种各样的灯效都有可能。

示例 2：高可见度动态指示灯显示

便携式电子设备要求通知指示灯具有动态特性和高可见度,能够在其它背景干扰下醒目地显现出来。对此，ADP8866 同样是理想的解决方案,它最多能用 4 个 LED 通道 (Sink 6 至 Sink 9) 来驱动复杂的照明序列。其余 5 个 LED 通道可以用于背光或键盘照明。本例中，Sink 6 至 Sink 9 设置为点亮 4 个 LED，先从右至左，再从左至右，经过 10 秒延迟后再重复。该模式如图 4 所示。

渐亮时间、渐暗时间和渐变设置（平方或立方）同时针对第一个 HB（心跳）脉冲而设置。DELAY 参数可在 0 秒至 1.270 秒范围内以 10 ms 的增量进行调整。本例中，DELAY 设置为渐亮时间的一半，但可以使用其它延迟设置以获得不同的效果。第一个脉冲与 HB 脉冲之间的关闭时间由第一个脉冲的 OFF Time（关闭时间）变量控制。为保持对称，这些时间均设置为延迟时间的倍数。HB OFF Time 设置该序列重复之前的延迟时间。本例中，等待时间为 10 秒，因此 Sink 6 HB OFF Time 为 10 秒。其它三个 HB OFF Time 等于 10 秒加上 DELAY 时间的倍数。该序列对应的寄存器状态如图 5 所示。

也可以使用同样的编程方法来产生趣味灯光闪烁、手机铃声通知和其它模式。自动渐亮和渐暗特性能够增强指示灯的视觉魅力,但额外的渐变时间会导致平均功耗略有增加。任何情况下，当所有 LED 都熄灭时，ADP8866 会自动返回休眠状态，需要时会及时唤醒，以启动下一个 LED 序列。

ADP8866 集背光 LED 电荷泵驱动器与自动闪烁功能于一体，支持对 9 个 LED 驱动器进行独立编程，最大功耗为 25 mA。电流水平、渐变时间和闪烁速率可以一次编程并自主执行，背光 LED 可以设置独立的渐亮和渐暗时间。采用 2.5 V 至 5.5 V 电源供电时，双电容电荷泵最多可提供 240 mA 的电流。设计中还集成软启动、短路保护、过压保护及过温保护功能，因而稳定可靠。样片采用 20 引脚 4-mm × 4-mm LFCSP (QFN)封装，另可提供评估板、图形编程程序和技术文档。

参考文献

(Information on all ADI components can be found at www.analog.com.)

作者简介



Jon Kraft [jon.kraft@analog.com]于 2007 年加入 ADI 公司，在美国科罗拉多州朗蒙特的电源管理设计中心担任应用工程师。他拥有罗斯豪曼理工学院电子工程学士学位和亚利桑那州立大学电子工程硕士学位；已获三项专利。

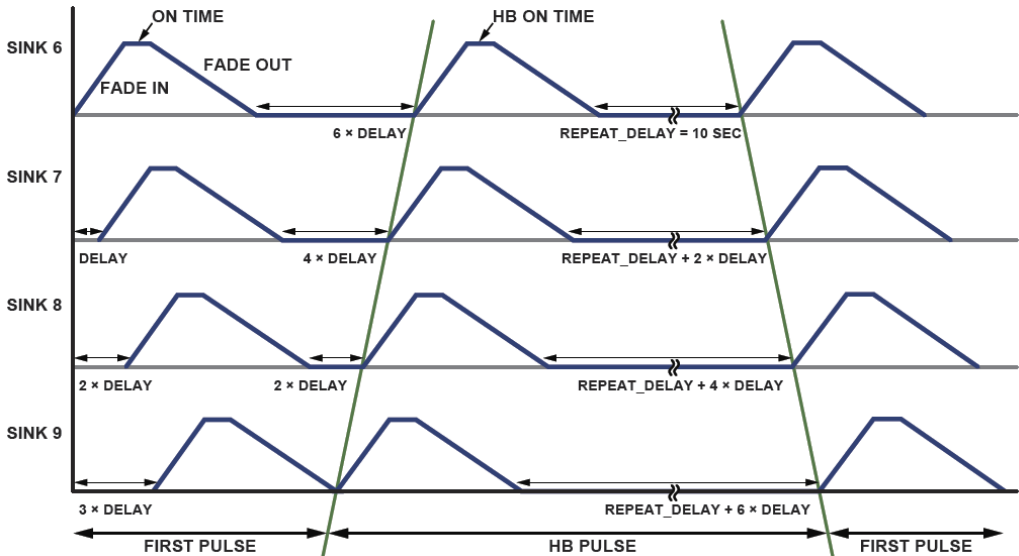


图 4. 四通道动态指示灯显示

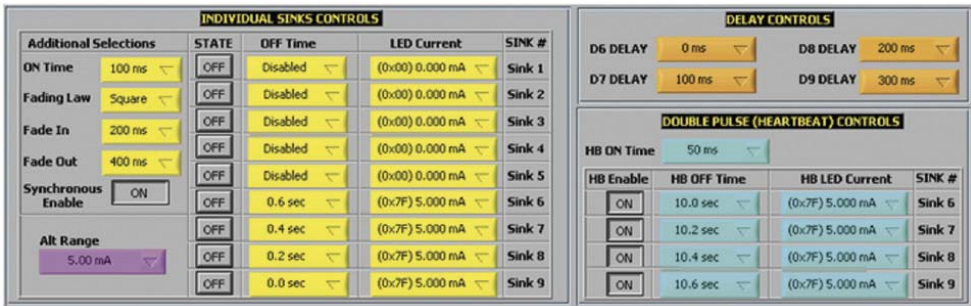


图 5. ADP8866 用于动态指示灯编程的图形用户界面