



LED 驱动器常见问题解答

编写	CAC(SL)
时间	2013/10/17
版本	V1.0

声明

Analog Devices 公司拥有本文档及本文档中描述内容的完整知识产权 (IP)。Analog Devices 公司有权在不通知读者的情况下更改本文档中的任何描述。如果读者需要任何技术帮助, 请通过 china.support@analog.com 或免费热线电话 4006-100-006 联系亚洲技术支持中心团队。其他技术支持资料以及相关活动请访问以下技术支持中心网页 http://www.analog.com/zh/content/ADI_CIC_index/fca.html

Analog Devices, Inc.

版本历史

版本	日期	作者	描述
1.0	2013/10/30	CAC(SL)	文档建立

目录

版本历史	I
目录	II
第 1 章 简介	3
1.1 产品简介	3
1.2 参考资料	3
第 2 章 原理简介	4
2.1 原理	4
第 3 章 常见应用问题解答	5
3.1 典型 LED 驱动器的类型有哪些，分别有什么特点?	5
3.2 LED 调光的方法有哪些?	5
3.3 如何获得更大的驱动电流?	7
3.4 如何驱动 RGBs?	8
3.5 是否可以使用通用电源芯片来实现 LED 驱动器?	9
3.6 如何扩展芯片的输入电压?	10
3.7 ADI 是否提供 AC-DC LED 驱动的应用方案?	12

第1章 简介

1.1 产品简介

ADI 公司提供各类 LED 驱动器产品，适合汽车到显示屏及键盘 LED 背光等各种应用。例如 AD8240，设计用于汽车应用，既可用于驱动也可用于监控 LED 配件。AD8240 通过降低与 LED 驱动相关的复杂度来降低系统成本，包括过流保护，并采用 MSOP 封装。ADP8860/70 电荷泵 LED 驱动器设计用于驱动最多七个并联白色 LED，内置控制器可根据环境条件自动调光。ADP8860/70 可独立控制各 LED 电流，允许单个 LED 背光驱动器用于满足多个照明要求，例如同时实现 LCD 背光和键盘背光。这些智能状态机产品通过减少处理器交互来延长电池使用时间，并通过降低软件复杂度来加快上市时间。

1.2 参考资料

参考资料：

降压调节器变身为智能 LED 驱动器：http://www.analog.com/static/imported-files/zh/tech_articles/Convert-a-Buck-Regulator-Into-a-Smart-LED-Driver-MS-2437_cn.pdf

AN-703 驱动高功率 LED：http://www.analog.com/static/imported-files/zh/application_notes/AN-703_cn.pdf

第2章 原理简介

2.1 原理

LED 作为一种发光器件，需要特定的驱动电路去控制其电流，从而控制发光。

按照 LED 的连接方式，常用典型连接有三种：串联 LED 驱动器，并联 LED 驱动器以及串+并 LED 驱动。典型连接示例请见下图：

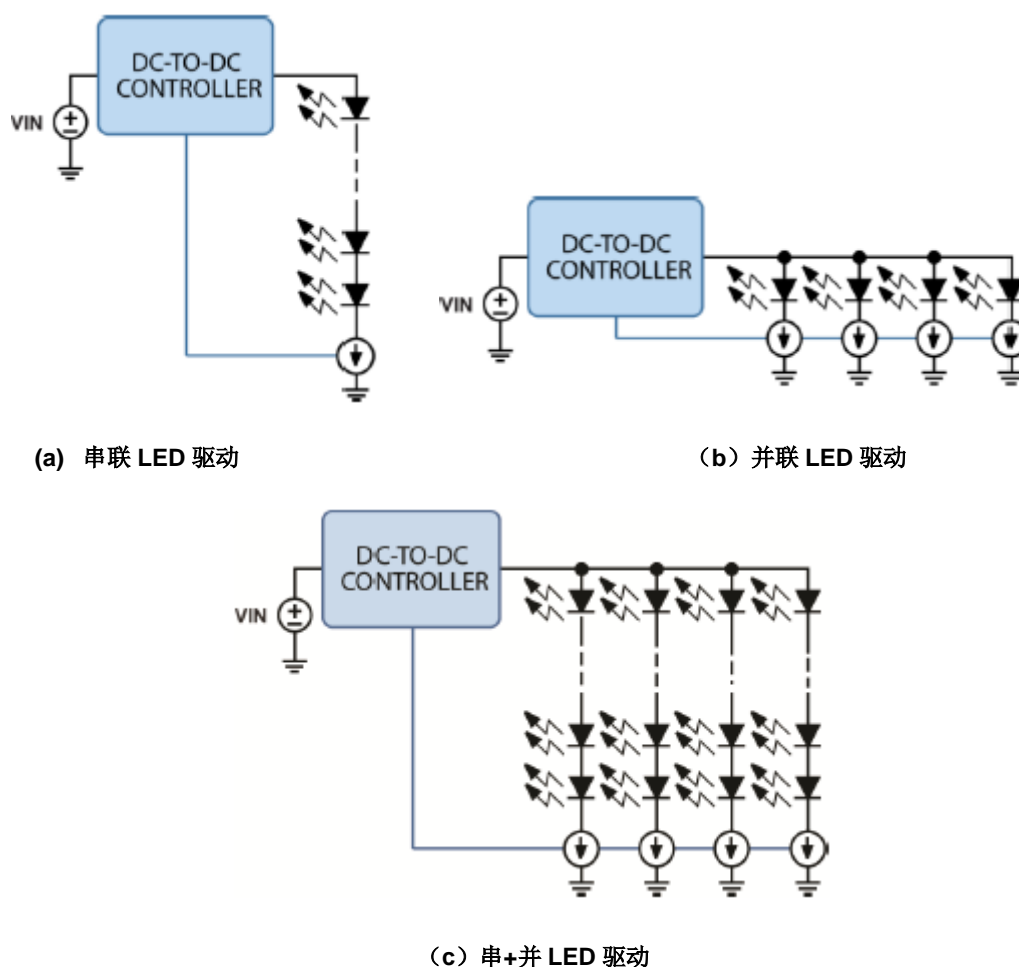


图 2-1 LED 的三种典型应用连接

串联连接可以提供非常好的匹配性，但要求的驱动电压高；并联连接的匹配性通常小于 2%，所需驱动电压小；串+并连接结合了前两者的优势，对于升压型的控制器更容易实现高效率（因为驱动电压相对较小），而且可以灵活地配置成单纯的串联连接或者并联连接。

第3章 常见应用问题解答

下面按顺序对 FAQ 进行详细的叙述。其中标题为问题的叙述，标题以下的正文为问题的详细解答。

3.1 典型 LED 驱动器的类型有哪些，分别有什么特点？

典型 LED 驱动器有两种控制方式：电阻电流控制和吸/源电流控制，如图 3-1 和图 3-2 所示。电阻电流控制是通过控制与 LED 串联的电阻上的电压来达到控制通过 LED 电流的目的。这种控制方式只能用于串联连接的 LED。检测电压通常小于 200mV，因此，精度，offset 以及噪声就尤为重要。作为电流检测的电阻 R_{sense} ，四端电阻可以实现更高的精度，但需要在应用中结合成本折中考虑。

图 3-1 电阻电流控制 LED 驱动器

有源吸/源电流控制 LED 驱动器如下图所示，吸电流工作电压通常在 200mV~1V 之间，在同一驱动电源下，允许同时连接多串 LED，更容易实现模拟调光。

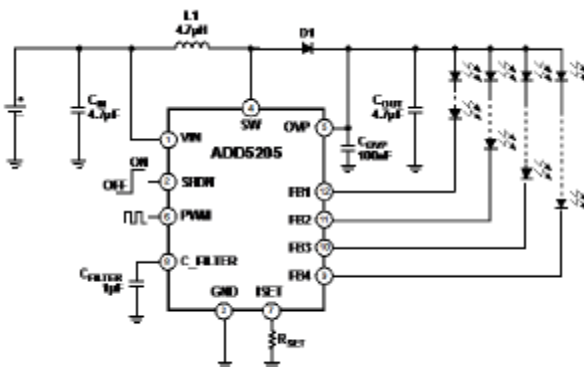


图 3-2 FET 吸/源电流控制 LED 驱动器

3.2 LED 调光的方法有哪些？

有两种方式可以实现 LED 调光：PWM 调光和模拟调光，如下图所示。PWM 调光指的是通过调节流过 LED 电流的占空比实现亮度调节的方式，通常该 PWM 波的频率大于 120Hz；模拟调光指的是通过 LED 的电流是在 0~100%之间线性变化的。

下面讨论一下 PWM 调光和模拟调光各自的特点。

通常人眼能够分辨的光闪烁的最高频率是 120Hz，120Hz 以上的闪烁会被人眼均衡，因此 50%占空比的电流 I ，在人眼看来相当于光强减半。PWM 调光作为最传统的 LED 调光方式，易于实现（只需要控制 LED 电流的导通与关断）；此种方式可以很容易地加到通用 DC-DC 转

换器（非专用 LED 驱动器）上。

PWM 调光的局限性在于：产生电学噪声（开关信号产生），声学噪声以及光学噪声。人类的耳朵可以接收频率在 20KHz 以下的信号，如果 PWM 频率是 200Hz，非常容易产生人耳可听的蜂音。人眼可以均衡闪烁，但相机和光电器件并不会。另外一点，PWM 需要一定的上升时间以及下降时间，100uS 数量级是可能的，这会造成 PWM 控制的不准确，如 10% 的 PWM 占空比，最后可能导致 8% 的亮度调节。应用中，请注意供电环路带宽要大于 PWM 信号的频率。

所谓的模拟调光指的是通过调节 LED 的电流来调节亮度。模拟调光的特点有：无噪声；功率级易于处理（因为 LED 电流是连续的）；能效更高：主要体现在光能（流明/ mA）在低电流时会增加，由于低电流时 LED 的正向压降更低，导致相同亮度时，模拟调光比 PWM 调光所需功耗更低。

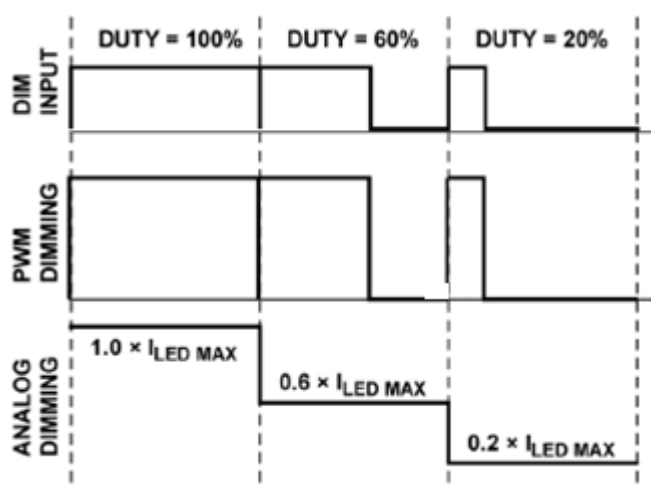


图 3-3 PWM 调光以及模拟调光

下面通过一个简单算式来看一下。同样要实现驱动电流为 250mA，使用模拟调光的功耗是 750mW，相比较于 PWM 调光的 800mW，节省了 6%。

PWM Dimming: $P_{LED} = 0.5 \times 500\text{mA} \times 3.2\text{V} = 800\text{mW}$

Analog Dimming: $P_{LED} = 250\text{mA} \times 3.0\text{V} = 750\text{mW}$ (6% less)

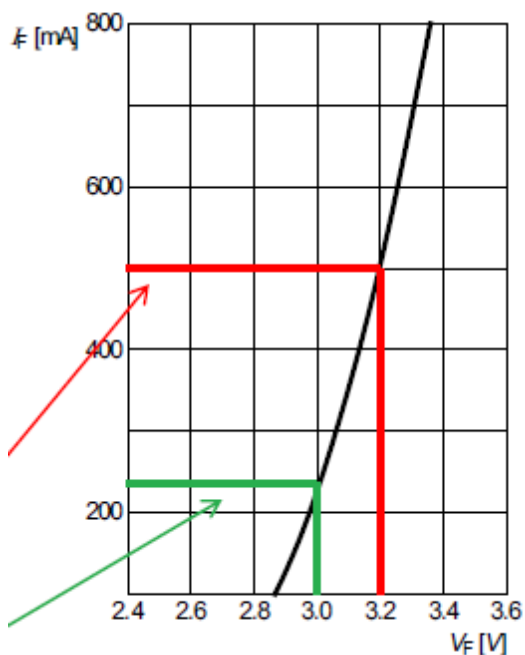


图 3-4 LED 正向压降和电流的关系

模拟调光的缺点有哪些呢？首先，模拟调光需要具有吸电流能力的驱动电路，如果使用外接电阻来实现的话，调节范围非常有限。

3.3 如何获得更大的驱动电流？

所有 ADI 生产的 LED 驱动器都可以将几路并联获得更大的电流驱动能力。例如，ADD5203 提供八路 30mA 的电流，在使用中可以将八路并联实现 240mA 或者两路 120mA 的 LED 驱动器。

另外，对于已选择的多路 LED 驱动器，尽量用尽所有的通道，而不是将某些通道悬空，这样可以获得效率的优化。假设需要驱动两路串联 LED，每路电流 100mA，我们选择 ADD5211，该产品可以同时驱动四路 LED，每路电流在 40mA~200mA 间可调。方案 A：使用两个通道，每个通道设置为 100mA；方案 B，使用四个通道，每两个通道并联驱动其中的一串 LED，那么每个通道驱动电流为 50mA。在这两种方案中，方案 B 的功耗更低。

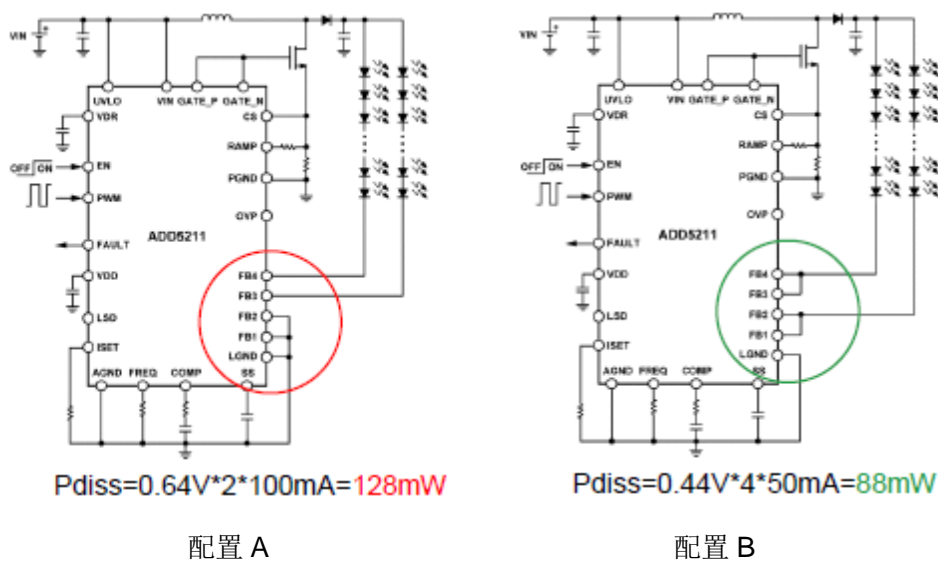


图 3-5 使用 ADD5211 驱动两路 100mA 的 LED 串

因此，在实际应用中，使用多通道并联的方式来实现大电流 LED 驱动不失为一种灵活，低成本，高效率的方案。

3.4 如何驱动 RGBs?

由于每种 R-G-B-W（白光）LED 的正向压降和电流曲线都不同（如图 3-6 所示），每串 LED 所产生的电压会有显著不同，尤其是在电流较大，LED 数据较多的情形下，这样会产生较大的损耗。因此，在应用中，我们推荐使用图 3-7 中的方案 B，即使有单独的 LED 驱动芯片来驱动 R-G-B-W LED。当然，对于低电流和驱动很少数量的 LED 的场合，方案 A 也是可以的。

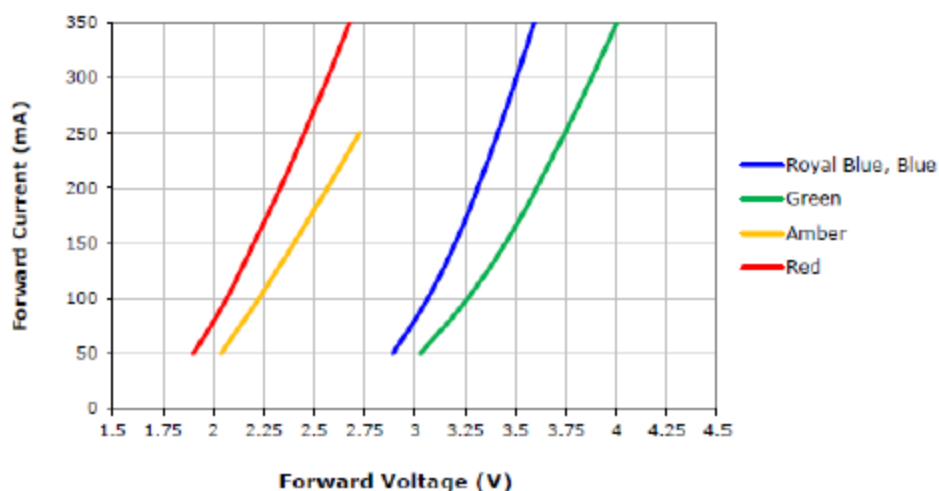
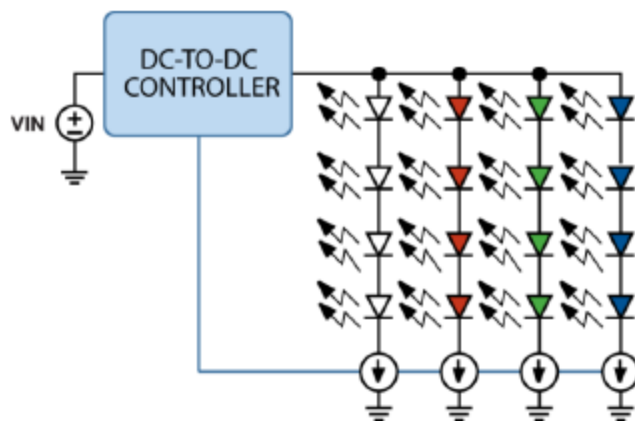
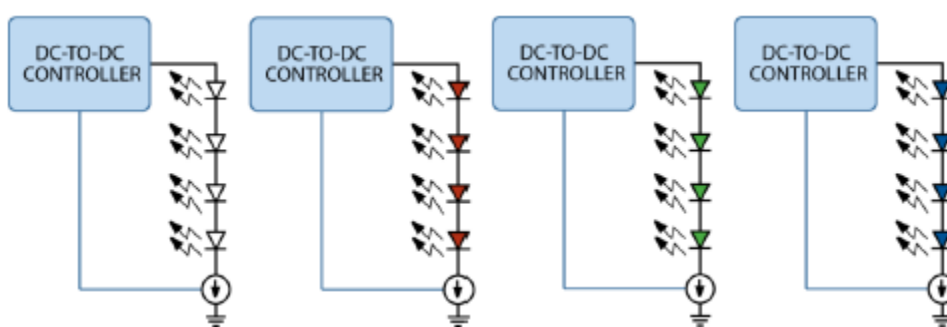


图 3-6 RGB LED 的电流电压曲线



方案 A



方案 B

图 3-7 RGB LED 驱动的方案

3.5 是否可以使用通用电源芯片来实现 LED 驱动器？

答案是：可以。ADI 公司的大电流降压型稳压器，如 ADP2384/2386 等可以用来驱动大电流 LED，毕竟大于 1A 的 LED 驱动器市场上不是很多。另外，ADP161x 系列升压型稳压器内部集成低端 MOSFET，省去了外管的成本以及面积。但还需要考虑的问题是：LED 开路，短路以及调光的问题。下面来通过几个例子介绍一下如何将通用电源芯片设计为 LED 驱动器。

最简单的方法是使用 R_{sense} 电阻来检测 LED 电流并和 V_{fb} 进行比较控制 LED 上的电流，如图 3-8 所示。但对于大电流 LED 驱动的应用，如 ADP2384， $I_{led}=4A$ ， $V_{fb}=0.6V$ ，意味着 sense 电阻上的功耗是 2.4W，显然太高了。那么如果降低外接 sense 电阻的功耗呢？通常，我们可以使用 SS（软启动）/TRK（电压跟踪）引脚来降低误差放大器的输入电压，如图所示。用户也可以自己构建比较低的参考输入电压。

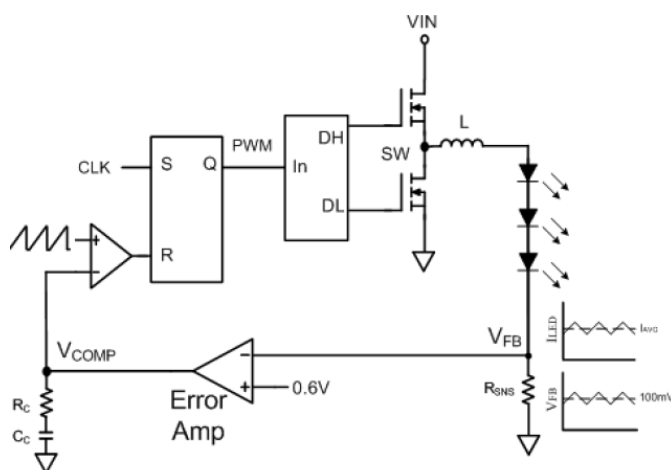


图 3-8 使用普通降压稳压器作为 LED 驱动器

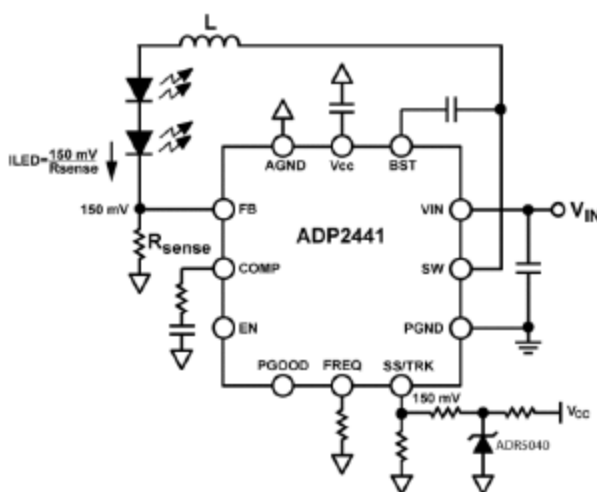


图 3-9 使用 SS/TRK 引脚来降低误差放大器输入电压

接下来的问题是，使用通用型 DC-DC 转换器作为 LED 驱动时，如何实现调光呢？在前面的问题中，我们提到过 LED 调光的两种方式：PWM 和模拟调光。关于如何实现 PWM 以及模拟调光的方法详情，请您参考 MS-2437，文中有详细描述。

3.6 如何扩展芯片的输入电压？

在使用时，要特别关注芯片的最小输入电压，如果工作电压低于芯片手册中规定的最小电压，芯片很难正常工作。但是对于最大输入电压，我们是可以通过某些方式来扩展的，如 ADI 的任何一款异步升压器件都可以通过外接 zener 管的方式来增加最大输入电压，其中也包括 ADD520x。具体实现方式如图 3-10 所示。但也要受限于 SW 节点的最大电压以及吸电流电压。但对于 ADP2384/86 这类型的降压型稳压器作为 LED 驱动器时，输入电压无法扩展；LED 电荷泵类型的 LED 驱动器，器件本身输入电压范围在 2.5~5.5V 之间，但 LED 的供电电压可以很高。

可以通过外部 SW 节点处叠加一个高压 MOSFET 来提高开关电压。如下图 3-11 所示。

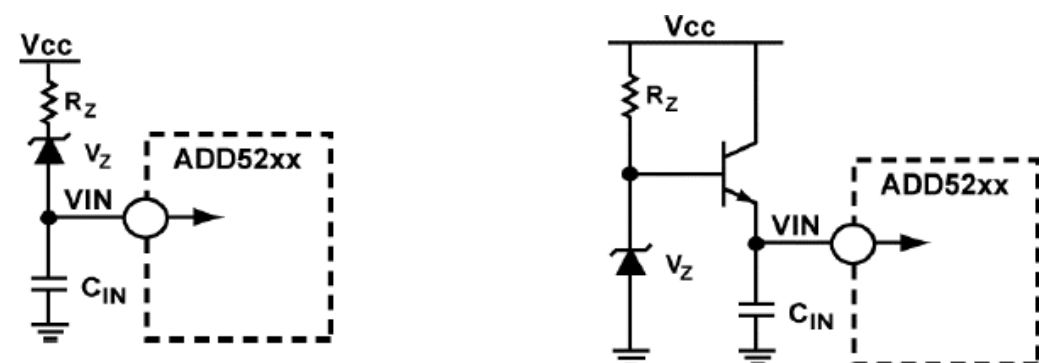


图 3-10 使用外部 zener 管来增加输入电压

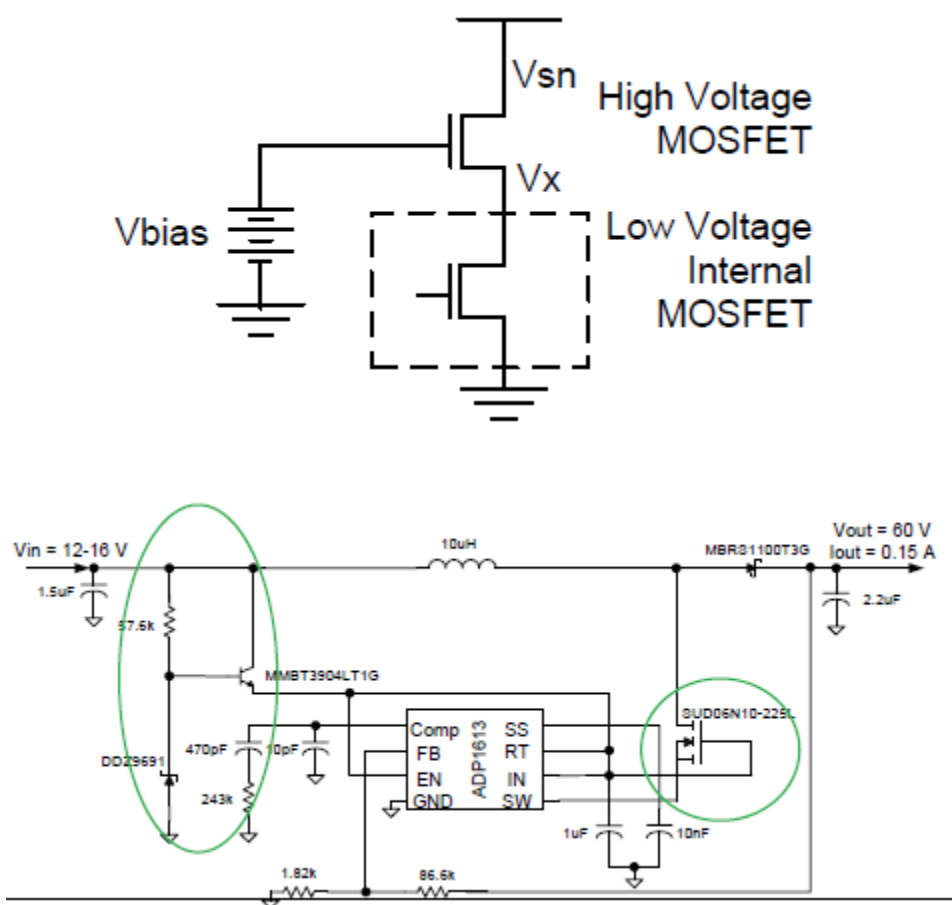


图 3-11 使用外部串联 MOSFET 提高开关电压

下面通过一个具体实例来看一下如何扩展芯片输入电压范围。应用要求： $V_{in}=15V\sim 30V$ ，但瞬态电压可能到 70V，使用 ADD5211，图 3-12 是具体的电路实现：

这里有四个设计考虑：输入电压限制（如前所述，使用 Zener 管实现）；使用 UVLO 功能保证系统在 15V 以上工作；二极管 D2 防止 LC 震荡，当器件还没有连接到电路但 V_{in} 已经施加到 LC，可能引起 LC 震荡并损坏 Q1；使用 OVP 防止过压。

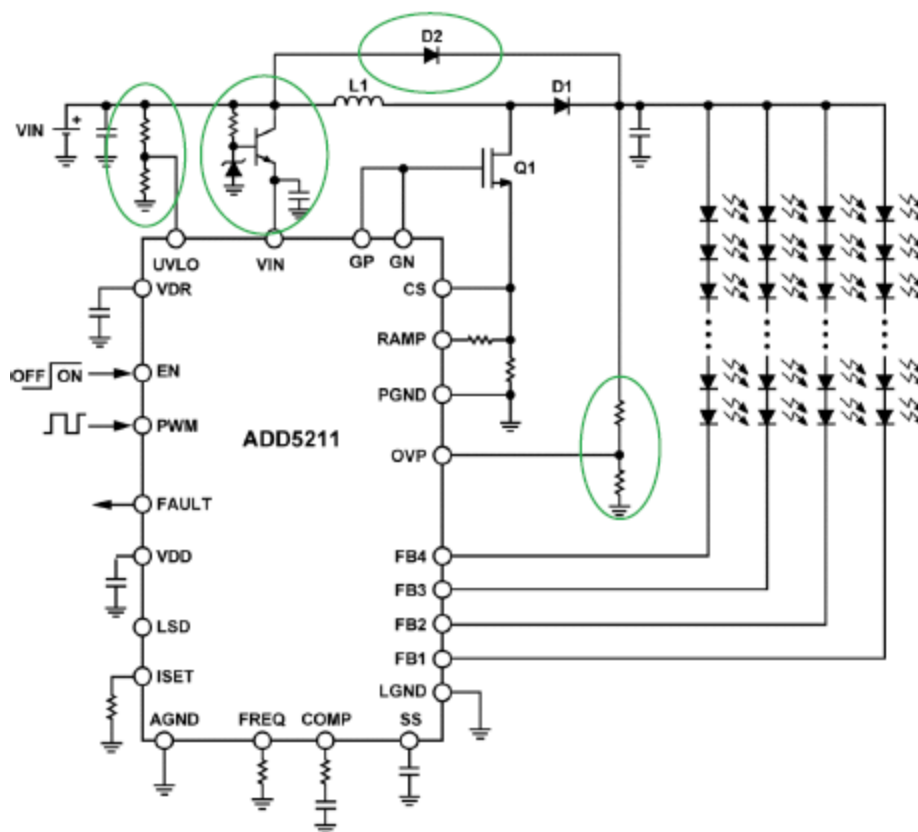


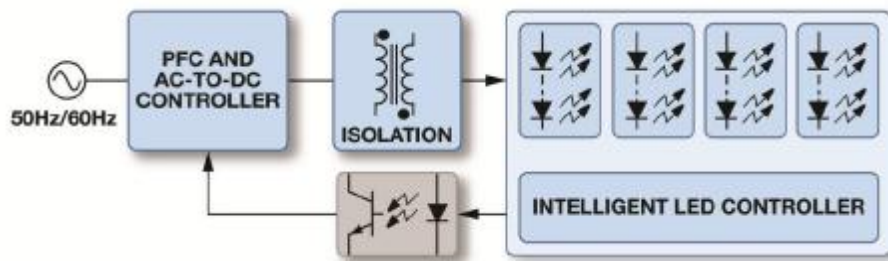
图 3-12 使用 ADD5211 扩展输入电压的应用示例

3.7 ADI 是否提供 AC-DC LED 驱动的应用方案？

ADP8140 是一款极具竞争力的 AC-DC LED 驱动副边控制器。对于 AC-DC LED 驱动的方案，很难实现多串驱动，例如，对于四串 LED 驱动的话，需要使用四个单独的 AC-DC 模块来驱动，成本非常高。如果使用 ADP8140，可以同时驱动四串 LED，成本和复杂性大大降低。



方案 A



方案 B

图 3-13 AC-DC LED 驱动的方案比较

如果 LED 的匹配性很好，可以使用一个电源轨来驱动多串 LED，如图 3-14 所示：

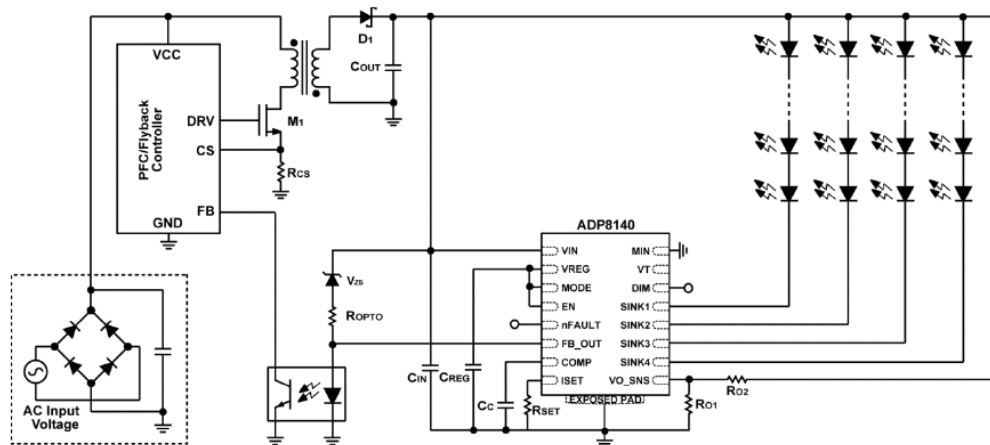


图 3-14 ADP8140 应用于 AC-DC LED 驱动示例 1

如果 LED 的匹配性不好（失配在 V 的数量级），则可以使用降压型稳压器来优化每串 LED 的供电电压，如图 3-15 所示：

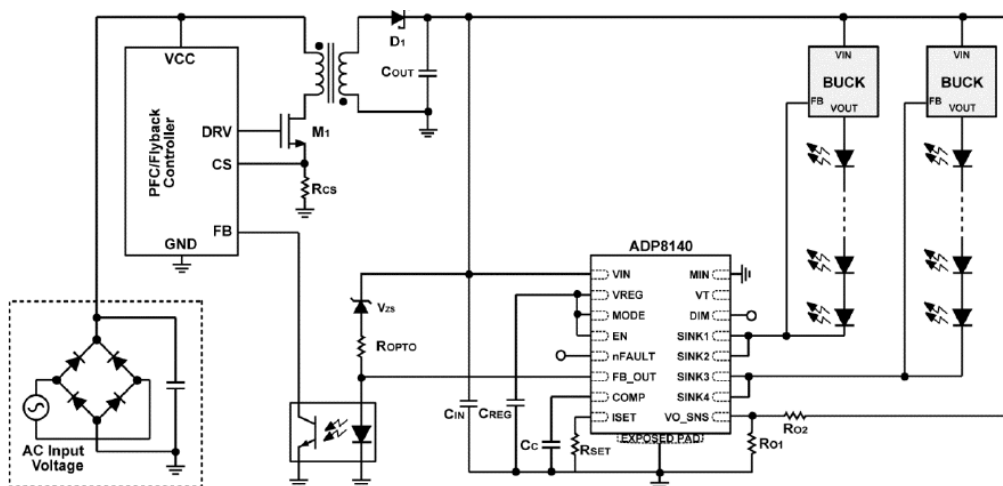


图 3-15 ADP8140 应用于 AC-DC LED 驱动示例 2