

汽车最新的大电流 LED 应用需要 坚固和低噪声 LED 驱动器

凌力尔特公司 Jeff Gruetter

尽管LED用在很多汽车照明应用中已经有几年，如白天行车灯(DRL)、刹车灯、转向指示信号灯和内部照明，但是特定于前灯的应用依然相对较新。目前，仅少量产车具备LED前灯，包括本田雅阁、讴歌RLX和MDX、奥迪A8和R8、雷克萨斯LS600h和RX450h、丰田普锐斯、凯迪拉克的凯雷德以及保

时捷卡宴。更多汽车平台已经采用了DRL，而且其形状常常随不同汽车品牌而不同。一些行业预测数据显示，到2014年，LED DRL/前灯市场将超过40亿美元，而且由于此后该市场继续快速增长，预计到2015年将超过80亿美元。

汽车照明系统设计师面临的最大挑战之一是，怎样最充分地利用最新一代

高亮度(HB)LED的所有优点。HB LED需要一个准确、高效率、能够调光的DC电流源，而且必须包括保护功能。此外，这类LED驱动器IC还必须设计为，能够在各种环境和电气条件下满足这些要求。因此，电源解决方案必须效率非常高、噪声很低、功能强大且可靠性高，同时还要紧凑和经济实惠。可以说，就驱动HB LED而言，要求最苛刻的应用是汽车前向照明应用，即DRL和前灯应用，因为这两种应用处于最严酷的汽车电气环境中，必须提供很大的功率，一般在15~75W之间，而且必须放入空间非常受限的外壳中，满足所有这一切要求的同时，还要保持富有吸引力的成本结构。

设计参数

汽车LED驱动器必须紧凑、高效率，且支持无闪烁PWM调光。这些驱动器不能在AM收音机频段及该频段周围产生很大的传导EMI。不幸的是，大功率开关模式电源本质上不是低EMI的，恒定开关频率在一些频点上产生极大的EMI分量，包括电源的基本工作频率及其谐波。但这些不好的东西总会落

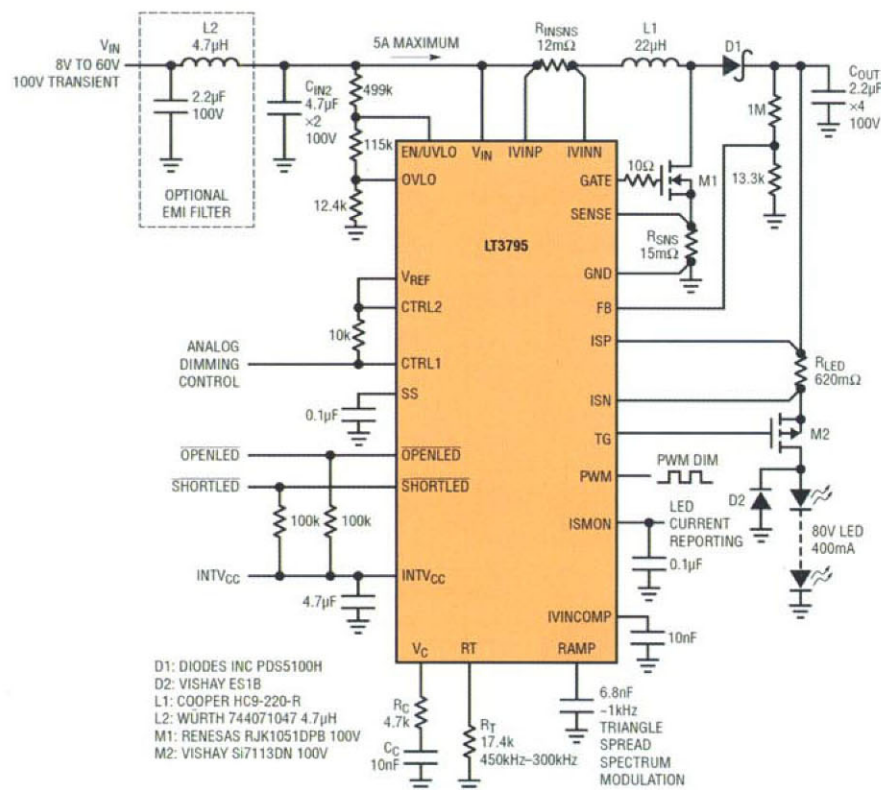


图1 80V、400mA汽车LED驱动器具备内部扩展频谱功能以降低EMI

入AM频段。

最大限度地减小EMI峰值的一种方法是,通过采用扩展频谱切换,允许开关模式电源(SMPS)的工作频率覆盖一系列频率值。希望扩展频谱切换起到的作用是,压低可能出现在SMPS基本工作频率及其谐波上的EMI峰值,将EMI能量扩展到一系列频率范围上。

LED驱动器SPMS有一个额外的要求:频率扩展还要与PWM调光(亮度控制)信号频率同步,以确保不产生LED闪烁。

为了解决这个问题,LT3795自己产生扩展频谱斜坡信号,并运用一项正在申请专利的技术,让该信号与较低频率的PWM调光输入取得频率一致。这样一来,甚至在最高PWM调光比时,也能消除扩展频谱信号与PWM信号相结合以使LED产生可见闪烁的可能性。

大功率汽车LED驱动器

LT3795是一款大功率LED驱动器,采用与LT3756/LT3796系列同样的高性能PWM调光方法,但增加了内部产生扩展频谱斜坡信号的功能,以降低EMI。LT3795是一款单开关控制器IC,输入范围为4.5~110V,输出范围为0~110V,可配置为升压模式、SEPIC、降压-升压模式或降压模式LED驱动器。该器件具备100kHz~1MHz开关频率范围、LED开路保护和短路保护,还可以作为具备电流限制的恒定电压稳压器工作,或者作为恒定电流SLA电池或超级电容器充电器使用。

LT3795自己产生扩展频谱斜坡信号,并运用正在申请专利的技术,使该信号与较低频率PWM调光输入取得频率一致。这样一来,即使在最高PWM调光比时,扩展频谱信号也不可能与PWM信号相结合、使LED产生可见闪烁了。

图1所示是效率高达92%、80V、400mA、300~450kHz汽车LED前灯驱动器,该驱动器具备扩展频谱频率调制和短路保护。DRL应用看起来几乎是相同的,但是最大LED电流要求接近200mA。

内部扩展频谱可减轻EMI问题

与很多大功率LED驱动器不同,LT3795自己产生扩展频谱斜坡信号,以产生比所设定开关频率低30%的开关频率调制。这降低了其传导的EMI峰值,减少了对昂贵和笨重的EMI输入滤波电容器和电感器的需求。

运用内部或单独的扩展频谱时钟产生LED驱动器的开关频率,可能在PWM调光时产生可见闪烁,因为扩展频谱频率变化与PWM周期是不同步的。由于这个原因,在很多高端LED驱动器应用中,实现扩展频谱并非微不足道的任务。如果没有扩展频谱,设计师就必须依靠笨重的EMI滤波器、采用降低开关边沿的栅极电阻(这会降低效率)以及在开关及钳位二极管上安装减震器。

图2比较了在扩展频谱频率调制启用和禁止时,LT3795 LED驱动器在AM频带周围的传导EMI测量值。正常

(无扩展频谱频率调制)工作时,在开关频率及其谐波上产生能量很高的尖峰。在汽车等EMI敏感应用中,这些尖峰可能使设计达不到严格的EMI要求。图2给出了CISPR 25 Class 5汽车传导EMI限制以供参考。图3显示了在较宽频带上扩展频谱的效果。

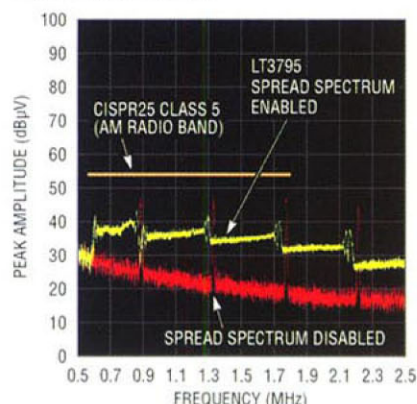


图2 采用LT3795的扩展频谱频率调制

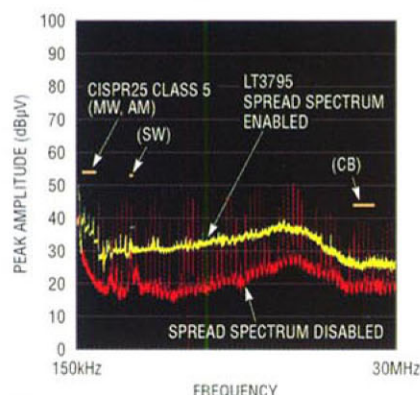


图3 用频谱分析仪扫描的LT3795在150kHz~30MHz范围内的传导EMI峰值

既然在300~580kHz之间没有限制,那么这就是设定基频的绝佳频率范围了。在这个应用中,基频设定在450kHz,并扩展至300kHz。简单地将RAMP引脚接地,就可以禁止扩展频谱频率调制。

RAMP引脚端的6.8nF电容器将扩展频谱频率调制信号设定为1kHz三角

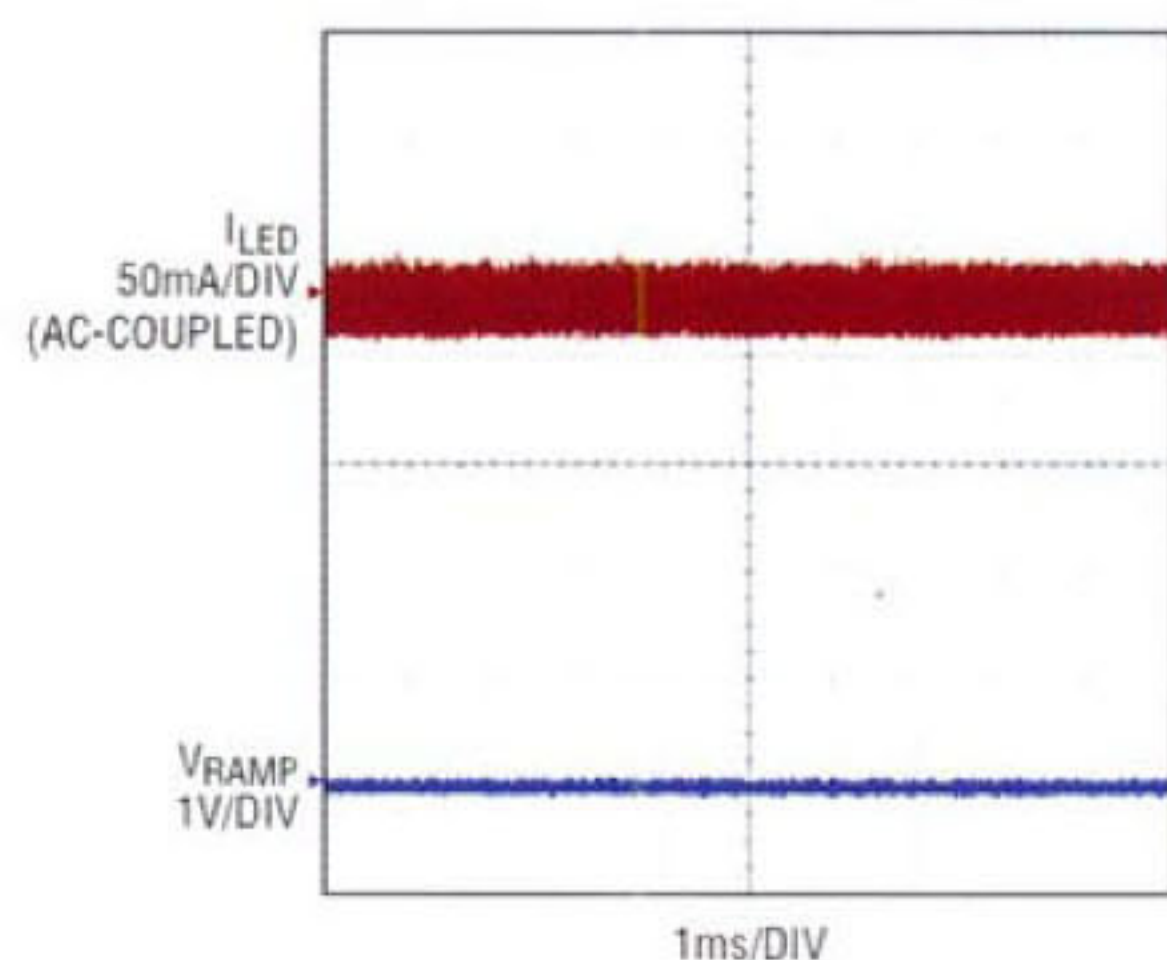


图4 在LT3795内部实现的扩展频谱频率调制

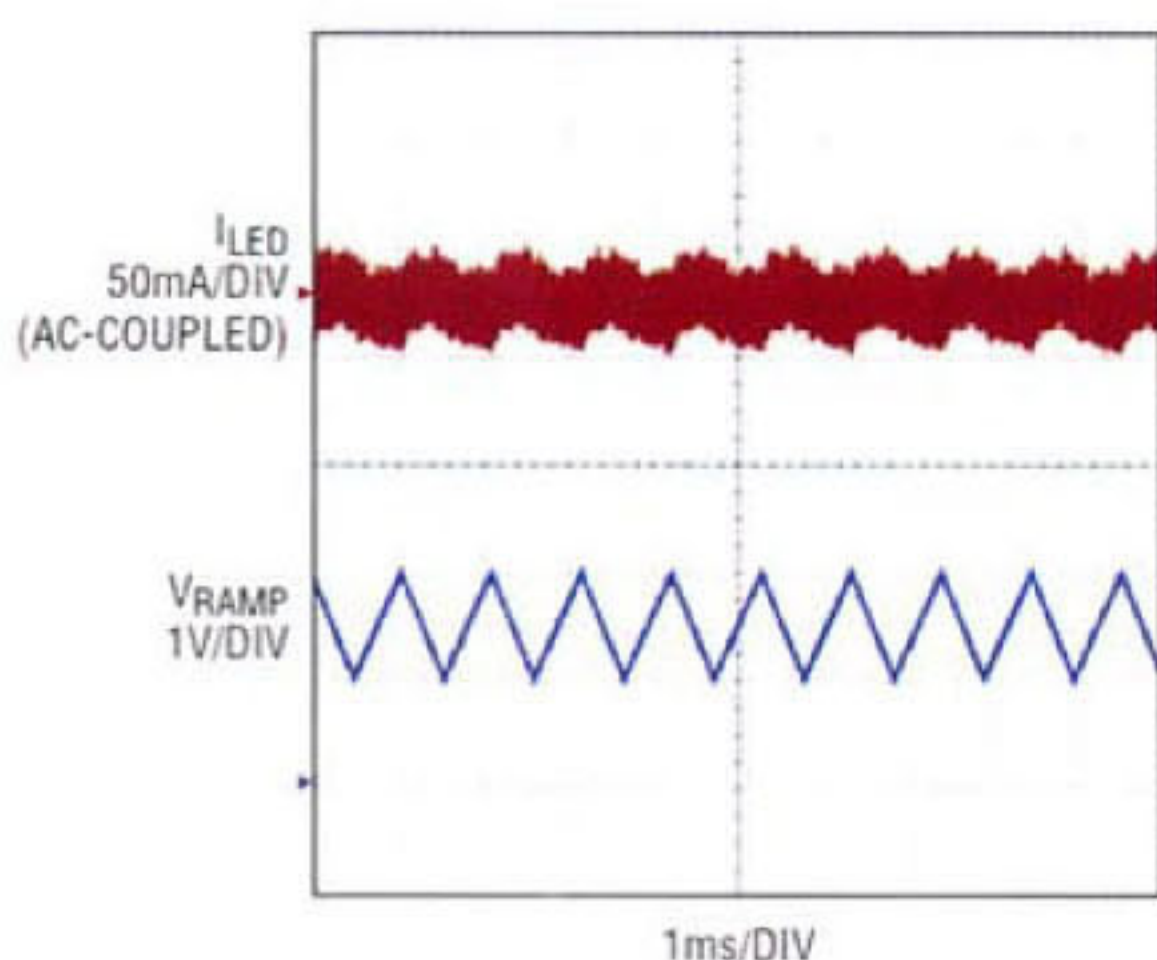
波，也就是说，LT3795的工作频率在300~450kHz每毫秒频率范围内来回变化一次。增加1kHz三角波扩展频谱信号对LED纹波电流的影响可以忽略不计，如图4所示。

之所以选择1kHz的调制频率，是因为这个频率在LT3795带宽范围内足够低，但是对于大幅衰减AM频带的传导EMI峰值而言，又足够高。进一步降低调制频率，会减弱AM频带的峰值衰减，这对于分类可能有最重要的影响。选择更高的扩展频谱调制频率，似乎不影响EMI峰值衰减。只要高于100Hz，人眼就察觉不到。

无闪烁PWM调光

运用未与PWM信号同步的扩展频谱信号可以降低EMI，但是开关频率和PWM信号之间的差频可能使LED产生可见闪烁。当使用PWM调光时，LT3795内部产生的扩展频谱斜坡信号使自己与PWM周期同步。这提供了可重复、无闪烁的PWM调光，即使在1000:1的高调光比时也是如此。

图5比较了两种扩展频谱频率调制LED，如图1所示，或者按照LED串的电



压与输入电压范围之间关系的要求，以降

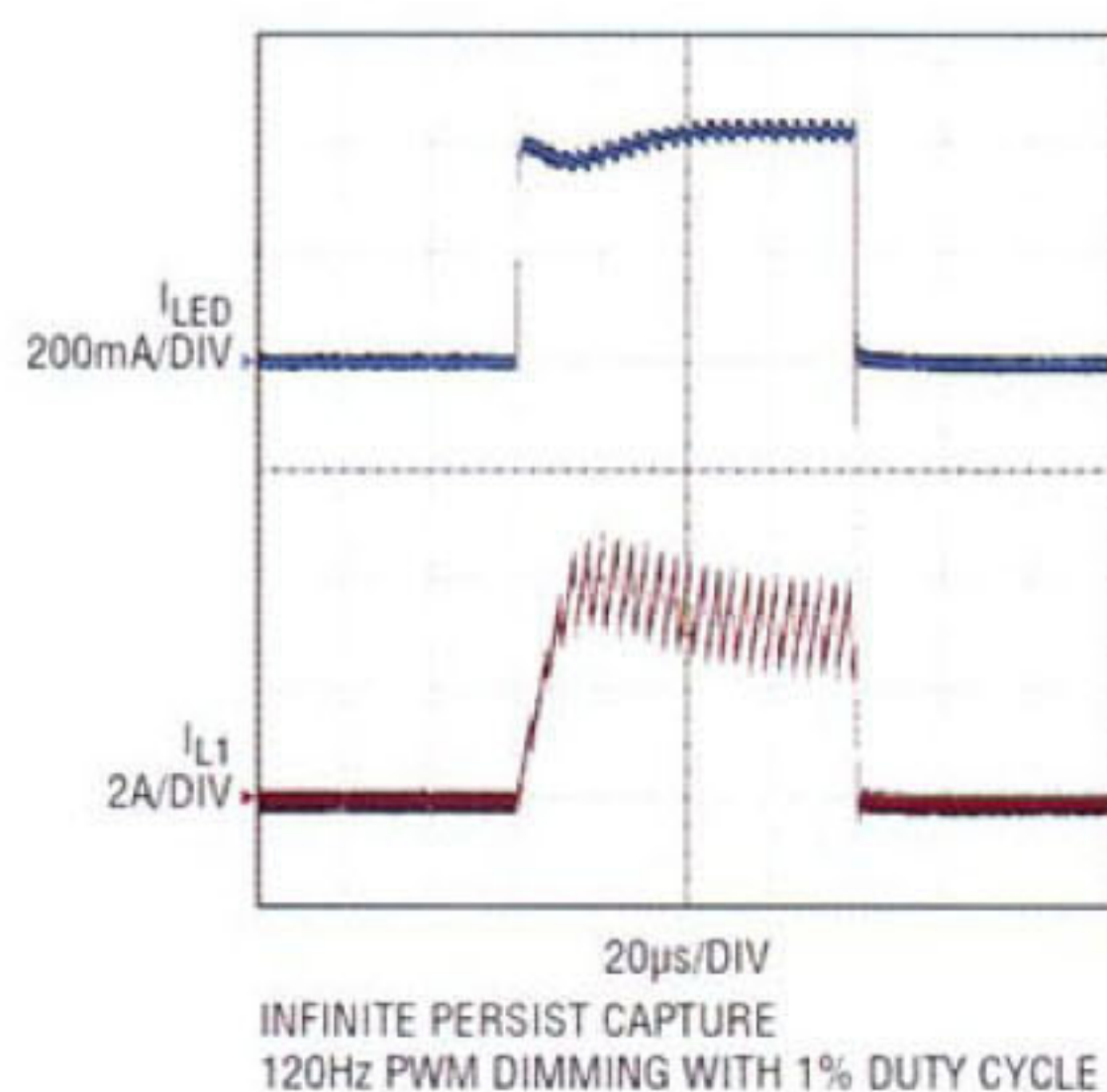


图5 比较两种扩展频谱LED驱动器解决方案及其对PWM调光的影响

LT3795甚至可以配置为具备扩展频谱频率调制的恒定升压型或SEPIC稳压器。

结论

HB LED应用不断加速采用，尤其

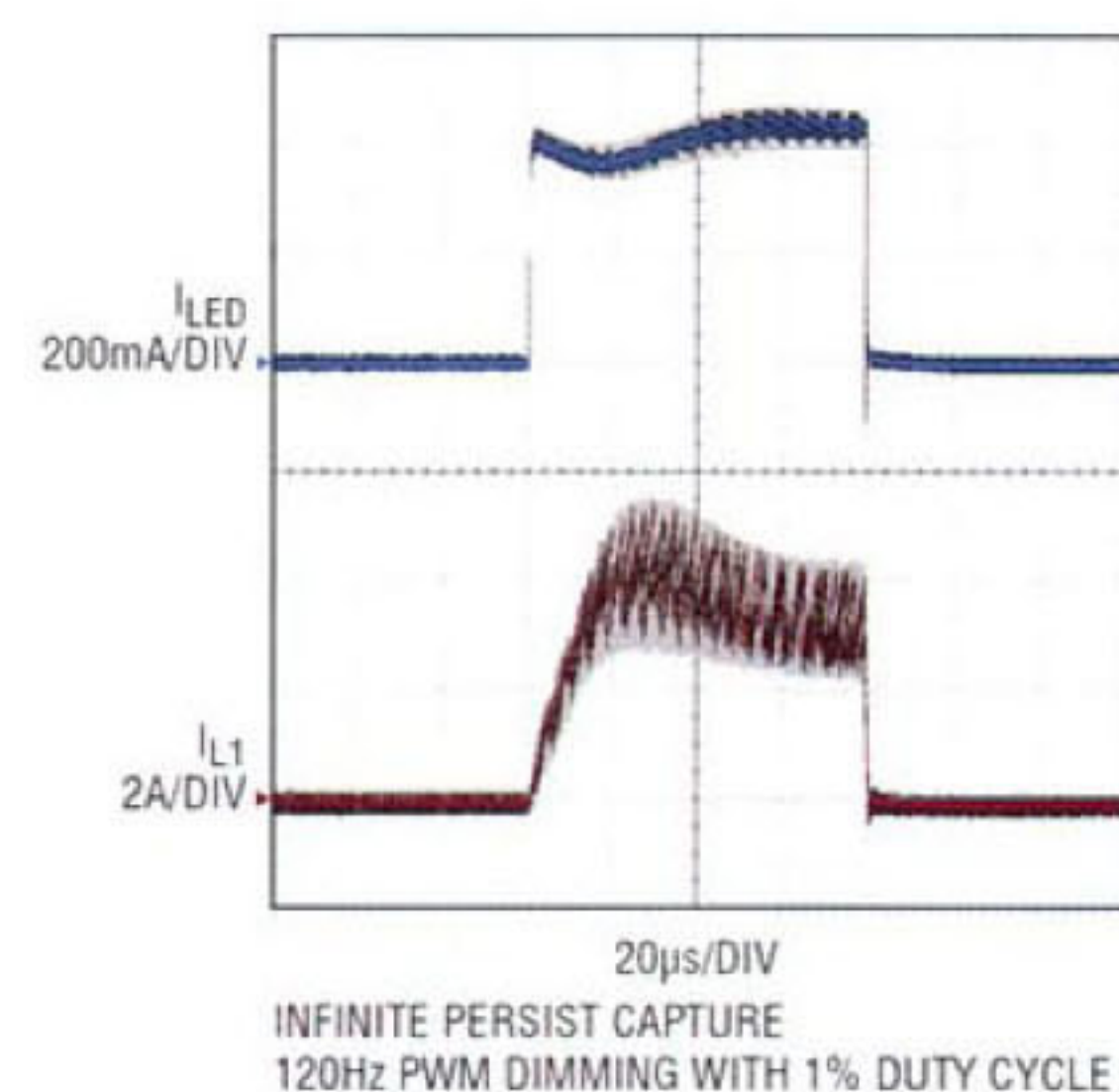
请注意，扩展频谱驱动器IC，即使未采用正在申请专利的LT3795扩展频谱频率调制技术，也可以降低EMI，产生干净的扩展频谱EMI结果，但是闪烁可能仍然存在。必须观察LED或LED电流波形，以了解闪烁是否存在。在采用LT3795的情况下，传导EMI的频谱分析仪扫描图和LED电流的示波器波形都很好。

能承受短路的升压模式

图1所示LT3795升压模式LED驱动器具备防短路功能。当LED+终端短路至地时，高压侧PMOS断接不仅用于PWM调光，而且用于短路保护。当输出电流过大、LED+电压过低时，独特的内部电路进行监视、关断该断接PMOS并报告出现了LED短路故障。类似地，如果LED串被去掉或开路，那么该IC就限制其最高输出电压，并报告出现了LED开路故障。

多拓扑解决方案

LT3795可用来在升压型设置中驱动



是对更高性能和成本效益永不满足的需求，正在推动HB LED在汽车及其前灯中的应用。要满足这些需求，必须使用坚固的最新HB LED驱动器IC。