

全范围电压输入并具有调光功能的高亮度 LED 驱动器

概述

GR8210 为拥有串接式 (Cascode) 结构的高亮度 LED 驱动器，GR8210 内部内建一 NMOSFET 为的是实现串接式 (Cascode) 结构，ST PIN 主要为利用内建的稳压二极管 (Zener) 限制外部 NMOSFET 的导通电压，外部 NMOSFET 的源极连接至 GR8210 DRN PIN，外部 NMOSFET 的漏极连接至直流链电压的正端，CS PIN 的电阻主要为侦测峰值电流，当系统峰值电流达到设置值时，GR8210 内部 NMOSFET 截止，并截止一段固定时间，其固定时间由 RT PIN 对地电阻来设置。

串接式 (Cascode) 结构的优点为集成电路本身不须承受超高电压，故其量产稳定性高，并且通过内部 NMOSFET 的正常运作，其 Vcc 端的电源可由内部 NMOSFET 取得，这样可减少内部线性稳压器所产生的损失。

GR8210 这颗集成电路拥有四种调光功能，其独特的开关状态(Switch)调光与系统过温度保护调光功能，使 GR8210 在 LED 驱动器的设计更为便利。

GR8210 特别修正了在较宽的输入电压范围 (90~264 Vac) 时所造成的定电流误差，加强输入高低电压的恒定电流准确性。GR8210 独特的变频式短路电流保护专利，使得 GR8210 在 LED 驱动上更显优势。

应用

- LED T8 驱动
- LED PAR 灯驱动
- LED T Bar 照明
- 汽车驾驶舱照明

特色

➤ 较宽的输入电压范围

GR8210 采用针对 LED 驱动所开发并拥有专利的串接式 (Cascode) 结构，故拥有可操作于较宽输入电压范围的特性，其最低输入电压为 5V，最高输入电压范围则由外部 NMOSFET 的耐受电压决定。

➤ 串接式结构减少切换损失与电压应力

因串接式 (Cascode) 结构，外部 NMOSFET 会长时间导通，有效减少开关切换带来的能量损耗，并因 GR8210 内部 NMOSFET 连接至外部 NMOSFET，故使 GR8210 拥有良好的防雷击与防静电特性。

➤ 恒定电流高低压补偿

GR8210 特别修正了其它 LED 驱动器，因较宽的输入电压范围 (90~264 Vac) 所造成的恒定电流误差，GR8210 加强高低电压的恒定电流准确性，在输入电压发生改变时，GR8210 能够保证恒定电流误差为 $\pm 3\%$ 。

➤ 开关/PWM/线性/系统过温度调光功能

GR8210 拥有四种 LED 亮度调光功能，第一种调光功能为 GR8210 特有的开关状态调光功能，如图 1 所示，当输入电压经由适当的切换，驱动系统中设定的电流将会阶梯式的下降，其开关调光功能设定电流共有四段依序为：100%、70%、40%、25%，开关状态顺序由高至低、周而复始，且 On / Off 过程的记忆时间可经由 Vcc 储能电容器来设置。第二与三种调光功能为 PWM 与线性调光功能，其使用方式为将 PWM 或连续信号输入之 GR8210 DIM PIN，即可完成调光功能，而 PWM 信号的有效范围为 0~2V，连续信号的有效范围为 0 ~ 0.5V。最后一种调光功能为系统过温度保护功能，因 GR8210 为变频式驱动，故在系统温度保护的应用上，可利用温度的改变适时地降低系统的操作频率，从而降低输出电流的设定，以达到过温度保护之功能，若系统因动作异常而导致系统温度过高，则 GR8210 将停止工作，处于锁定状态 (Latch)，以确保系统安全性。

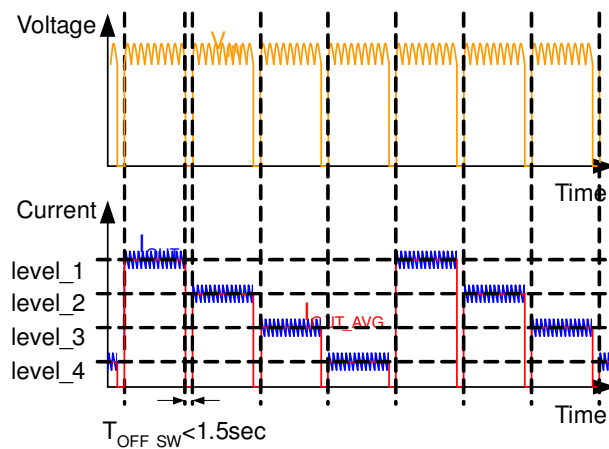


图. 1 GR8210 切换状态调光时序图

➤ 针对短路保护与过电流保护设计的频率调变方式

GR8210 独特的变频式短路电流保护，使得 GR8210 在 LED 驱动上更显优势，如图.2 所示，GR8210 是利用电流回授作为发生过电流或短路电流判断的依据，当过电流或短路电流发生时，因其输出电压将会因为短路的关系下降至接近零电位，此时电感电流因无法适时的传输能量制输出端，故将导致电感器电流无法去磁，如图.2 之电流波形所示，因此当输出电流的谷 (Valley) 值高于 GR8210 所设置峰值电

流时，则 GR8210 系统判断过电流或短路电流发生，因 GR8210 为变频式操作，故当判断过电流或短路电流发生，只需将操作频率降低，即可轻易达成过电流或短路电流保护。

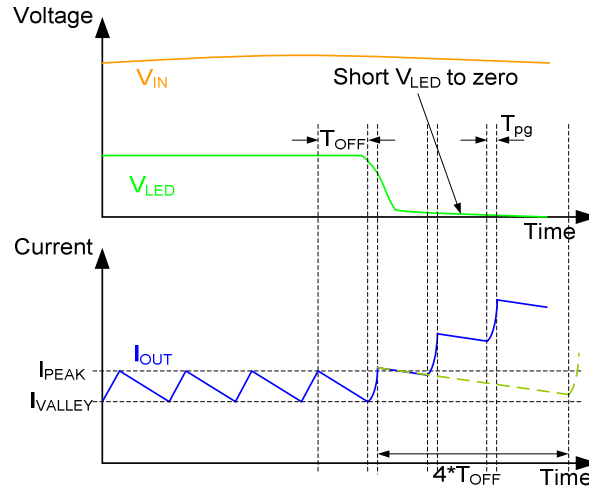
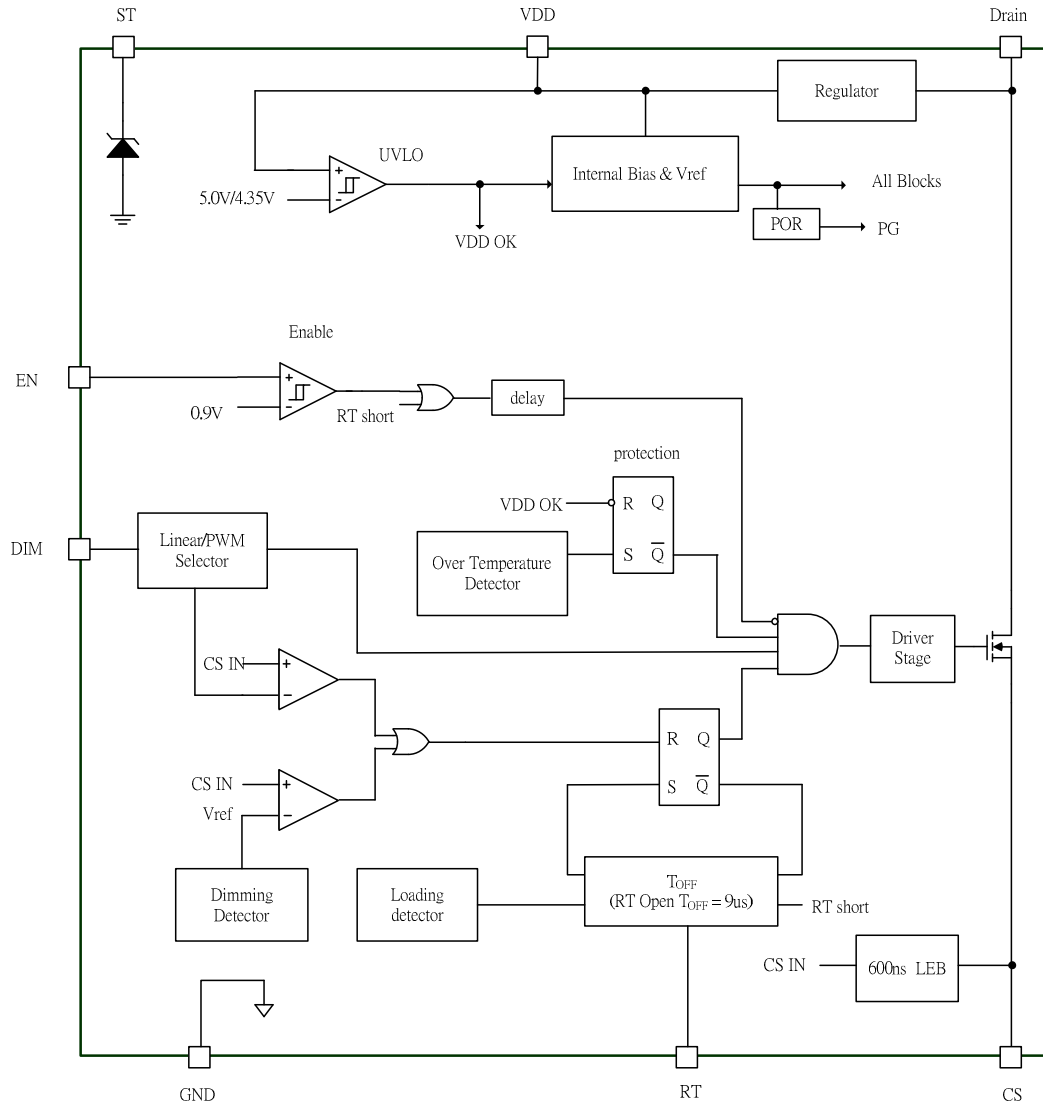
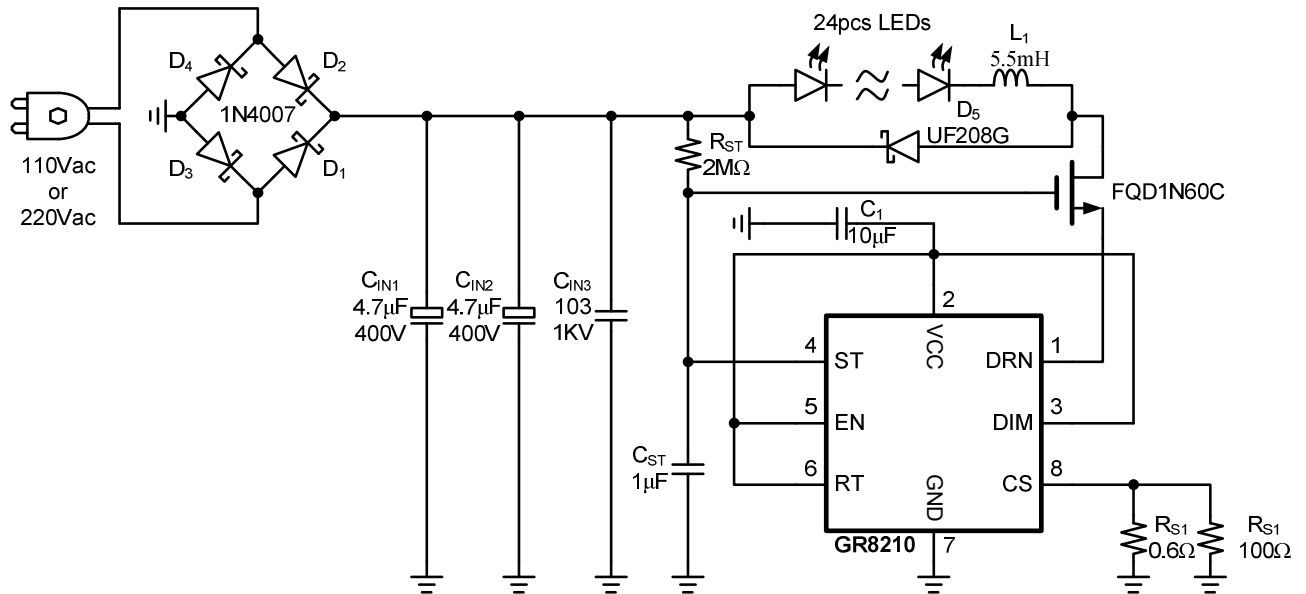


图. 2 过电流或短路电流保护时序图

系统方块图



应用电路图



应用信息

➤ 电感器设计

1. 电感器设置，首先确认系统电气规格，本文以驱动 24 颗 LED：V_{LED} 约 70V，命令电流为 200 mA 的系统为例：

设置输出电流涟波(峰对峰值)，如式(1)所示，其 K 为设置输出电流涟波与输出电流的百分比，建议数据为：40%~100%，如需高准确的定电流命令，K 请选用 40% 以下，但其电感值将增加为其相对必需所付出的代价。

$$I_{ripple} = I_{OUT} \times K \quad (1)$$

本文设置 K=80%，得输出电流纹波为：

$$I_{ripple} = 0.2 \times 0.8 = 0.16$$

2. 电感器的设计，如式(2)所示，其 V_{LED} 为输出 LED 的导通电压，V_{D1} 为输出二极管的导通电压，T_{OFF} 为系统内部所设定 NMOSFET 截止时间，建议数据为：V_{D1} 请大约设定在 0.7~1V、T_{OFF} 初步设定为 20 uS

$$L = \left(\frac{V_{LED} + V_{D1}}{I_{ripple}} \right) \times T_{OFF} \quad (2)$$

本文设定 $V_{D1} = 0.7$ 、 $T_{OFF} = 20\mu s$ ，得电感量为：

$$L = \left(\frac{70.7}{0.2} \right) \times 20\mu = 7.07mH$$

➤ 系统设置

1. DRM PIN 为内部 NMOSFET 的漏极，此 PIN 将流过输出电流，故以功率路径做布局与布线。
2. VCC PIN 为内部线性稳压电路的输出端，适当选用其外置电容器，可以调整开关状态复位(Reset)的时间，建议选用 10 uF/10V 的电容器。
3. DIM PIN 为设置 PWM 与线性调光的信号输入端，其输入电压范围为：PWM 调光 0~2V，线性调光 0~0.5V。如不需使用 PWM 与线性调光功能，请将此 PIN 连接至 VCC PIN 将此功能屏蔽(Disable)。
4. ST PIN 的功能为维持一 15V 的电压，此电压将持续驱动并导通外部 NMOSFET，其外置对直流链电压正端的电阻用意为，利用直流链电压分压做驱动并导通外部 NMOSFET 的功能，其建议值为 $2M\Omega$ ，而其外挂电容器为抑制内部 NMOSFET 导通时，瞬间产生的电压变化量，其建议值为 1 uF/ 25 V。
5. EN PIN 为设置 Brown in/out 的功能，其内建的标准电位为 0.9V，设计如式(3)、式(4) 以及图.3 所示。

$$R_{BRN2} = \frac{0.9}{I_{BRN}} \quad (3)$$

$$R_{BRN1} = \frac{V_{IN_BRN} \times R_{BRN2}}{0.9} - R_{BRN2} \quad (4)$$

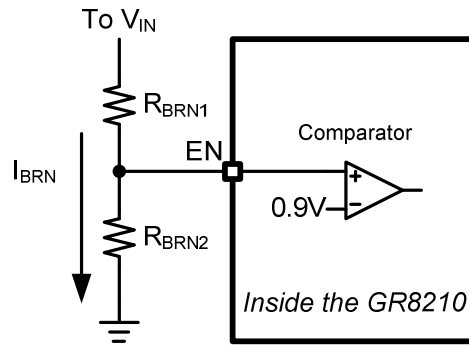


图. 3 Brown in/out 设置电路图

6. RT PIN 的功能为设定系统截止时间，其对应的公式如式(5)所示，GR8210 的 T_{OFF} 的最低与最高的限制范围为 5 ~41 μs 。

$$T_{OFF} = I_{RT} \times R_T \quad (5)$$

GR8210 内部所设定的 $I_{RT} = 83.33 \text{ pA}$

若设定 $T_{OFF} = 20 \mu\text{s}$ 则 $R_T = \frac{20 \times 10^{-6}}{83.33 \times 10^{-12}} = 240 \times 10^3$

7. GND PIN 内部电路的参考低电位，此 PIN 为回授信号的参考电位，故请以信号路径做布局与布线。
8. CS PIN 为电流回授端，其外置的电阻器将设置出电流额定值，其对应的公式如式(6)与式(7)所示，此 PIN 将流过输出电流，故以功率路径做布局与布线。

$$I_{PK} = \frac{0.25}{R_S} \quad (6)$$

$$R_S = \frac{0.5}{(2 + K) \times I_{OUT}} \quad (7)$$

以本文所设定 $K=80\%$ 、 $I_{OUT} = 0.35$ ，可计算得电流回授电阻为：0.51 Ω

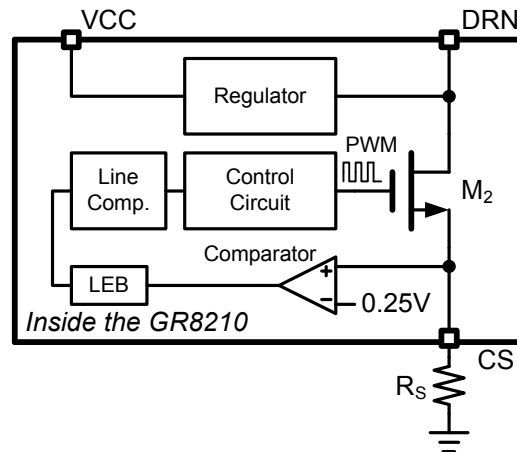


图. 4 电流回授方块图

PCB Layout 建议

1. 流经大电流路径的元件，要紧邻使大电流路径回路短，如 U1、RS、CIN、D5、L1 以及 M1。
2. GR8210 PIN1 DRN 与 PIN8 CS 为内部 NMOSFET 的汲极与源极，将流经大电流，故必须以大电流路径去规划布线。
3. 电流回授电阻 RS 不需再经过低通滤波器做滤波，GR8210 内部已内建 LEB，以抑制导通杂讯。

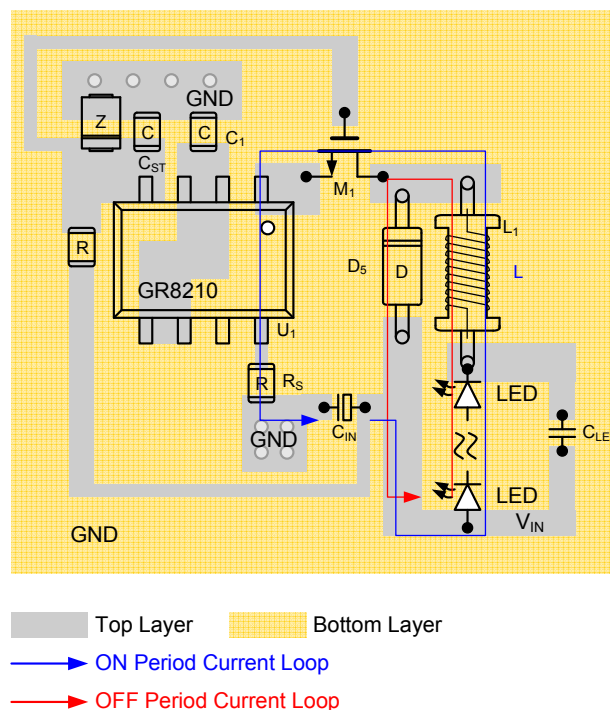


图. 5 大电流路径示意图

主要元件选用

1. 以设计输出电压 V_{LED} 为 42V，输出电流命令 I_{OUT} 为 350mA 的电感器为例。

电感器设计与选用

步骤一：设置输出电流涟波(峰对峰值)，建议值为：输出电流的 40%~100%

若欲使系统操作于非连续电流导通方式 (DCM)，请将输出电流涟波设置超过 200%，此例输出电流涟波设置为输出电流的 80%。

$$I_{ripple} = 0.35 \times 0.8 = 0.28 \text{ A}$$

步骤二：设置截止时间 T_{OFF}

GR8210 的 T_{OFF} 限制范围为 5 μ s~42 μ s，若系统欲操作高频请选用 5 μ s~20 μ s，若欲操作低频请选用 20 μ s~40 μ s。

本文设置为 10 μ s

步骤三：计算电感器

$$L = \left(\frac{V_{OUT} + V_{LED}}{I_{ripple}} \right) \times T_{OFF} = \left(\frac{43}{0.28} \right) \times 10 = 1.535 \text{ mH}$$

建议选用大于 1.5mH。

步骤四：材质选择

2. 若为 PAR 灯或筒灯应用，使用 DR Core 绕制可减少成本，若 T8 应用建议使用 EFD-12，以因应体积的限制条件。
3. 输出二极管的选用

输出二极管在应用上，除基本耐受电压与耐受电流的规范，逆向恢复时间(Reverse recovery time; TRR)也必须考虑，为了避免 Turn on spike 造成 IC 保护功能动作，建议输出二极管的选用 Ultra fast 或 Super fast 等级的二极管。