

一种经改进的 LED 串离线驱动器

对于 **LED 驱动** 来说，恒流法要优于恒压法。在本文提出的电路中，常用于 **LED** 的 **恒压稳压器** 被换成一个恒流源。另外，一个起动限流器用于抑制大的浪涌电流，而电压斩波器则可以用于宽达 $96\text{VRMS} \sim 260\text{VRMS}$ 的交流输入电压范围。

图 1 和图 2 中的电路都有着相同的无电感斩波器，以及有争议的功率效率问题。为提高功率效率，应遵循以下两个原则：斩波器电阻的热耗应尽量小；斩波器应在适当的阈值电压 V_{TH} 时做切换。另外， V_{TH} 应尽量接近于 LED 串的工作电压。这种方法尽可能地减少了恒流稳压器 (CCR) 的功耗，同时能维持一个恒定的 LED 电流。

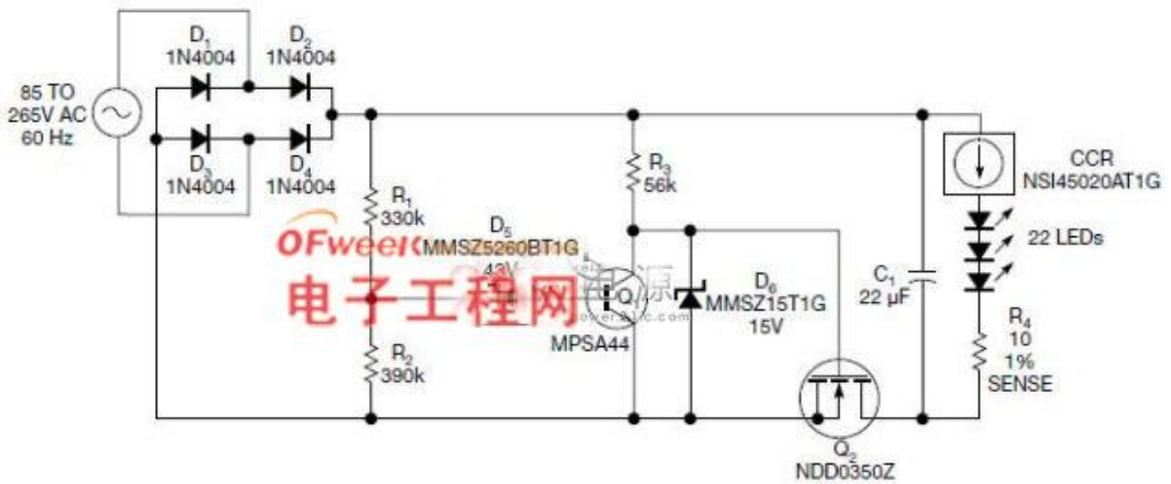


图1: 电路以恒流驱动一串LED，可用于全世界的各种交流电压。与LED串联的电阻便于通过其上压降测量出LED电流。

图 3 电路是遵循以上原则的一个实例，功率效率约为 85%。稳压器 IC1 和 R5 构成一个 20mA 的 CCR。LED 串中包含足够数量的 LED，在 20mA 时需要 120 V。R6 上的电压提供了一种间接测量 LED 电流的方法。

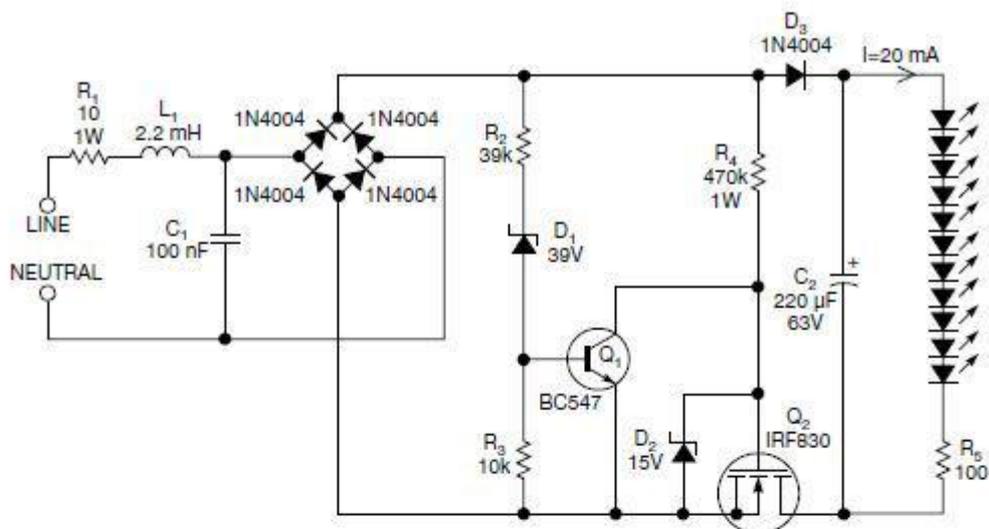


图2: 斩波工作类似于图1中的电路。但以较大的LED串联电阻代替了恒流源, 提供限流功能。

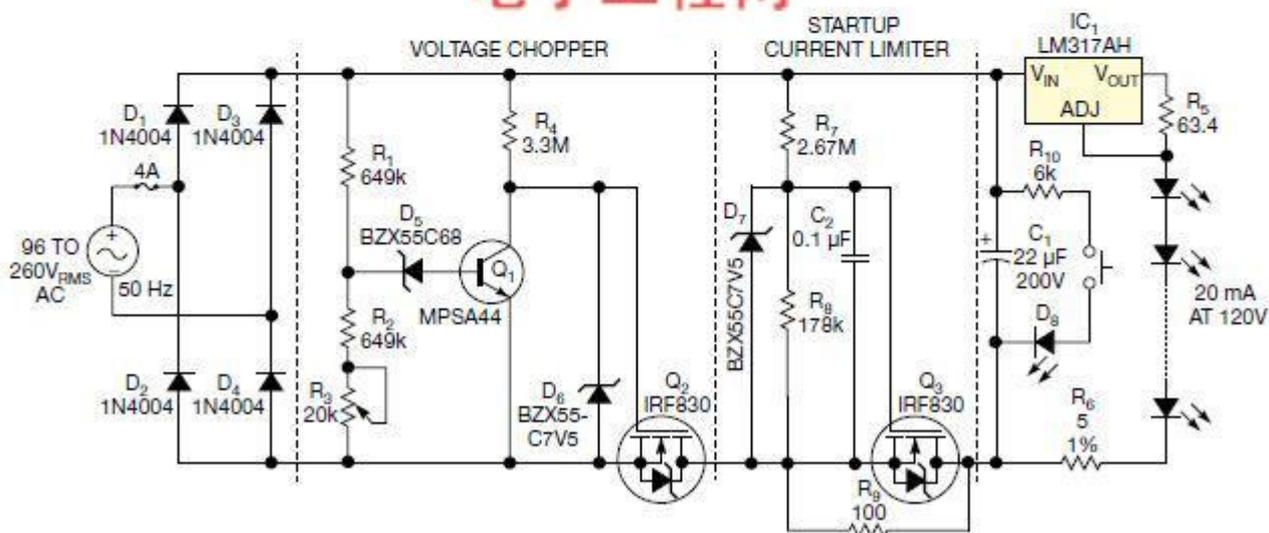


图3: 本电路通过严格控制开关的阈值, 只提供刚刚足够的LED电压, 从而提高了效率。

V_{TH} 是全波整流器桥的输出电压, 经 R_1 到 R_3 的分压, 超过 D_5 的 68V 偏压, 使 Q_1 导通, Q_2 关断。 Q_2 导通时, C_1 快速充电到 V_{TH} , 然后通过 LED 串缓慢放电, 直到交流线的下一个半周期。

在 C_1 放电结束时, V_{TH} 不得低于维持 LED 工作所需要的 120V 电压, 也不能超过最低交流电平 V_{RMS} 的 1.414 倍。当 LED 需要 120V 电压时, 还要加上 IC_1 所需要的 3V 输入-输出压差, 再加上 R_5 的 1.25V 电压, 于是最低 C_1 电压将是 124.25V。为简化起见, 本图取整到 125V。

如图 4 所示，在一个 10 ms 的 50 Hz 半周期内，C 1 放电时间远远长于充电时间。在此期间，C 1 两端的峰峰值大约为 $20 \text{ mA} \times 10 \text{ ms} / 22 \mu\text{F} = 9.09 \text{ V}$ 。于是， $U_{C1-MAX} = 125 \text{ V} + 9.09 \text{ V} = 134.09 \text{ V}$ 。简单起见该值取整为 135 V。这个值就是 V_{TH} ，任何大于该值的电压都会使 Q 1 导通，而由 Q2 斩断。

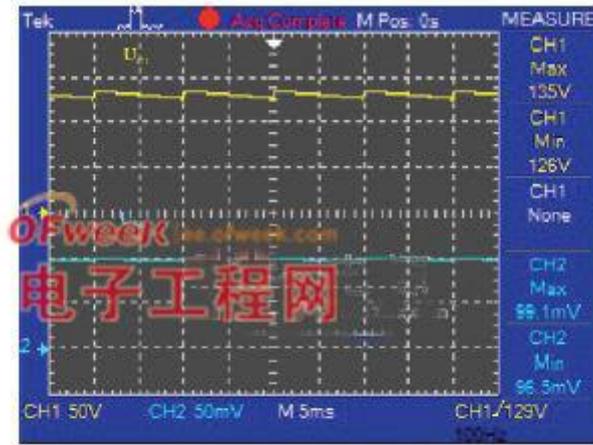


图4: 黄线和蓝线分别代表电路在 V_{RMS} 为 220V 时 (50Hz ac) C_1 和 R_6 上的电压。当交流输入 V_{RMS} 从 96V 改变为 260V 时，两个线保持在相同位置。

当 Q 1 导通时，图 3 中 R 4 在 260VRMS 输入时的功耗小于 20mW，而 R 1- R 2- R 3- D 5 分压器功耗小于 100mW。与 LED 的 2.4W 功耗相比，这个结果几乎可忽略不计。这些电阻值较大，因此功耗也低。R3 用于精确调节 V_{TH} ，以配合 LED 串上的实际压降。

电路中有一个起动限流器，用于限制通过 C1 和 Q2 的浪涌电流，浪涌电流的出现是在刚达到 V_{TH} 前的周期，正好加上了交流电时。限流电阻会降低每个周期的效率，而 R9 只将上电浪涌限制在 1.35A，直至 C2 充电到足以导通 Q3 时为止。

当交流输入增加时，斩波器的功耗略有上升，而功率效率则稍有下降，如表 1 所示。

表 1: 改进后电路的功率效率					
V_{RMS} ac(50Hz)	96V	140V	180V	220V	260V
功率效率 (%)	90	87	86	85	82

这个改进的电路可以工作在 96 V ~ 260 Vac (50 Hz)。对较大的 LED 电流，建议提高 C1 的容量，降低电阻 R5 阻值。如果 LED 工作电压不同，则应重新计算一些参数，计算方法同上。LED 工作电压越低，交流输入电压也可以越低。本设计实例亦可适用于 60Hz 交流电。

作者注：

1. 采用大电流通孔电阻，或几只串联的表面安装电阻，要能承受的电压至少为 400V。考虑短路时的安全问题，建议使用一根熔丝。

2. 新手实验的安全警告：本电路中有可致死电压，测试与使用期间要特别小心。可能的话，用一个隔离变压器，使电路的交流输入悬浮于大地，不要对示波器机壳悬浮。示波器地没有隔离，因此不能与电路相连接。

3. 在加有交流电压时不要按下按键。为保证维护时的安全，按键使 C1 通过 R10 到 D8 完全放电。