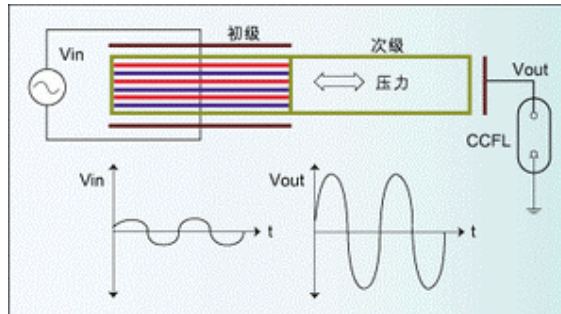


便携设备的高效 CCFL 背景光转换器应用

作者: Bang Sup Lee 王剑

在便携设备的背光源中,通常采用降压转换器后接一个推挽逆变器(Royer 逆变器)的方法,但其效率低,器件数量多。本文讨论了一种基于压电变压器的高效背景光供电解决方案,采用 UCC3977(推挽控制器)和压电变压器 EFTU11RoMX50 和 EFTU18RoMX50 来实现。

最近, PDA、互联网手持设备和笔记本电脑等便携设备的发展速度非常快,这进一步提高了市场对小尺寸冷阴极荧光灯(CCFL)背景光转换器的需求。通常,在这些应用中使用一个降压转换器后接一个推挽逆变器(Royer 逆变器)的方法,但在便携应用中这种方法效率低,并且由于它本质上是一个两级方案,所使用的元件数量也比较多。

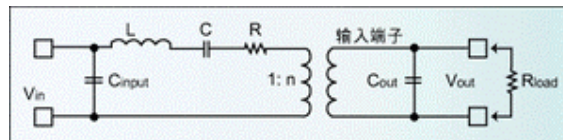


传统上, CCFL 所需要的高运行电压和高激发电压是由高匝数比绕线式磁性变压器来提供。压电变压器(PZT)的最新进展为背景光应用提供了许多潜在的优势,包括效率更高、体积更小、电磁噪声更低、可得到的激发电压更高、不可燃和正弦运行等。

本文讨论了一种基于压电变压器的高效背景光供电解决方案,它采用 UCC3977(推挽控制器)和松下压电变压器 EFTU11RoMX50 和 EFTU18RoMX50。

背景光光源

CCFL 通常作为笔记本电脑和便携电子设备的彩色液晶显示(LCD)的背景光源, CCFL 是目前最高效的显示器背景照明光源。由于运行 CCFL 需要高交流电压,所以需要高压 DC/AC 逆变器。基于 PZT 的逆变器可以提供正弦输出电压,这非常有助于减小 RF 辐射。RF 辐射可能干扰其它电子设备,并可能降低整个系统的运行效率。另外,基于 PZT 的逆变器所产生的正弦激励还可以在 CCFL 中产生最优的电流到光的转换效率。CCFL 的工作电压比其它光源的电压要高很多,通常需要 300 到 800 伏交流电(取决于灯的长度),但整体功耗非常低。

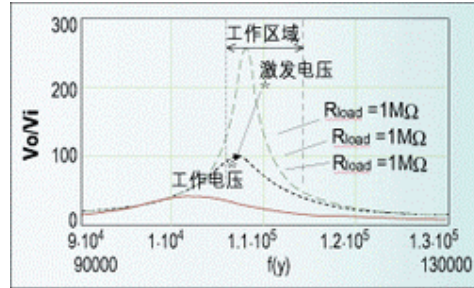


最近出现了一种非常明亮的白光辐射二极管(LED)。在 LCD 显示器、蜂窝电话和 PDA 应用中,它是 CCFL 的一个强劲的竞争对手。但是,当使用白光 LED 作为显示器的背景光时需要注意以下问题:

a. 几乎所有的 LED 制造商都以新烛光(cd)为单位给出光强度。通常这个值都非常高,但它表示的是在最亮方向的数据。视角和 LCD 的亮度通常成反比,由于 LCD 总的光输出覆盖更大的范围,在任何给定的方向,视角越宽则亮度越低。相同光通量输出的一系列 LED

通常按不同的截面和光强度出售。在 20 度视角光强度可能达到 6.4cd，在 70 度视角可能有 0.48cd，而在 160 度视角光强度可能几乎为零。由于照明一致性对舒适感和视觉性能非常重要，所以，为在显示器上提供一致的照明，需要多个 LCD 以串联或并联方式连接起来。

b. 这些白色 LED 的寿命比较短。在运行大约 1000 小时之后，它们将变黄并在一定程度上变暗，这对彩色显示器来说是不能接受的。当然，在超过 LED 额定电流条件下运行还将加速这个过程。



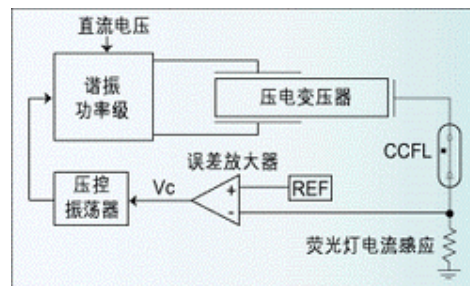
c. 由于 LED 基本上属于电流驱动器件，如果这些 LED 不能良好地分享电流，可能会引起显示器局部的光线不均衡。在这种情况下，可以对每个 LED 都加上均衡电阻，但这将降低整个系统的效率。

d. 还有一个主要的缺点是成本高，其批量售价每支 2.3 美元起，比相同亮度的单只 CCFL 贵。

当使用这些作为光源时，需要考虑的是你要用它做什么。如果你关心的只是灯的点亮度，那么应考虑峰值光强度；如果你需要光的扩散效果，选择合适的输出截面则非常重要；在需要对较大的显示面积提供照明或液晶显示器的背景照明，以及需要灯具具有长使用寿命时，小型 CCFL 是优选方案。

用于背景光转换器的变压器

磁性变压器和压电变压器的发展使我们可以构造出高效、小体积转换器。变压器的选择取决于多种因素，其中包括成本、体积和效率。例如，同 PZT 变压器相比，在一个给定的功率水平，磁性变压器可能更厚、更重且效率更低，但它具有成本低，而且可以在更宽的负载条件下工作的优点。PZT 变压器具有固有的正弦运行特性、高激发电压、不可燃和无电磁噪声的优点。磁性变压器和压电变压器的比较见表 1 所示。



陶瓷压电变压器是在 1956 年由 C.A. Rosen 最先提出。与依赖于电磁能量转换的磁性变压器不同，压电变压器把电动势转换成机械能。电能到机械能的转换称为逆压电效应，而机械能到电能的转换称为正压电效应。

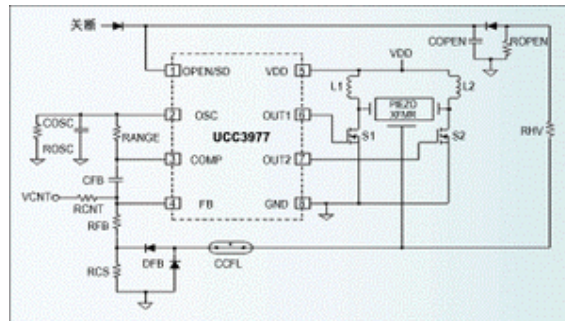
PZT 变压器的材料和工艺决定了它们的工作特性，而每一个制造商都有它们独特的材料和结构层的“配方”，制造 PZT 的常用材料是锆酸铅和钛酸铅。单层 PZT 成本较低并易于制造但电压增益比较小(典型值为 5~10)，并可能需要一个升压磁性变压器才能使灯具运行。多层 PZT 的设计制造难度更大，但具有更高的电压增益(20~70)。

图 1 为一个用于 CCFL 供电的典型长模式 PZT。该压电变压器包含一些用于能量转换的长方形压电陶瓷层，还带有一对初级电极(用于输入)和一对次级电极(用于输出)。输入到初级电极的电信号以压电方式转换成机械震动，这些机械震动传送到陶瓷层的次级，在那里机械震动以压电方式转换成一个大电平输出。整个转换过程只消耗很少的能量。

要预测 PZT 在系统中的性能，有必要建立它的电路模型。图 1 所示的电路模型通常用于描述长模式 PZT 在基本谐振频率附近的性能。许多 PZT 制造商都基于在各种频率和输出负载下的测量结果提供该模型的元件值，具体元件值取决于 PZT 的构造。初级电极的多层结构和材料电介质常数形成了一个大的主级输入电容(C_{input})。由于次级的单层结构和主级电极和次级电极之间的距离，输出电容要小很多。

图 3 显示了松下 1.8W PZT(元件型号为 EFTU11R8MX50)增益($V_{output/in}$)相对于输出负载和频率的特性关系曲线。这个 PZT 对图 2 等效电路的等效元件值分别为： $C_{input}=61.6nF$ ， $C_{output}=11.4pF$ ， $n=35$ ，串联 RLC=(0.66

Ω ，0.934mH，2.79nF)。如图 3 所示，在无负载条件下陶瓷变压器提供高 Q 值和增益，并产生高激发电势。一旦荧光灯激发之后，变压器则带有了负载。负载引起变压器增益下降和谐振频率移动。为实现在一个单向控制电路下激发并运行荧光灯，压电变压器通常工作在谐振峰的右侧。



变频控制系统

图 4 给出了一个基于 PZT 的背景光转换器的简化功能图。PZT 由一个幅度正比于输入电压的谐振功率级驱动，它提供驱动荧光灯所需要的电压增益。围绕着误差放大器形成了一个控制环，误差放大器把平均荧光灯电流同参考信号(REF)相比较，以便于对荧光灯的光强度进行调节。控制电压 V_c 驱动用来确定谐振功率级的运行频率的压控振荡器(VCO)。

VCO 的频率范围必须包含 PZT 的激发和运行频率。降低这个可编程的频率范围可以改善反馈回路的控制响应。例如，图 5 中的 PZT 所使用的频率范围为 100kHz。为保证控制回路一直在 PZT 谐振峰的右侧工作，PZT 的增益必须保证在最小的输入电压下仍具有足够高的荧光灯电压。

电源拓扑

一个以谐振推挽拓扑控制压电变压器的电路如图 5 所示。这个拓扑使用了两个标准电感(L1 和 L2)，通过 UCC3977 控制器和 MOSFET S1 和 S2，这两个电感在 50%的占空比产生 180 度的相移。这个推挽电路优点是可以提供从直流输入电压到压电变压器初级的电压增益，并通过这两个电感和 PZT 初级电容之间的 LC 关系实现谐振。

与磁性变压器电路不同，基于 PZT 的电路使用频率而不是占空比来控制荧光灯电流。UCC3977 包含一个在 COMP 和 OSC 引脚之间形成的可编程的 VCO，该 VCO 用来设定该系统的工作频率范围(它必须包含 PZT 的激发和工作频率)，荧光灯电流可以在 FB 引脚进行

测量并由 PZT 的增益/频率的特性进行控制(参见图 3)。为保证控制回路一直工作在谐振峰的右侧, PZT 的增益必须在最小输入电压下提供足够高的荧光灯电压。

MOSFET S1 和 S2 以 50% 的占空比被驱动产生相移。电感 L1 和 L2 同 PZT 初级电容谐振, 在 S1 的漏极和 S2 的漏极形成了半正弦波形。在 PZT 的初级两端所得到的电压波形接近正弦。由于陶瓷变压器的高 Q 值, 荧光灯电压是正弦的, 在这个应用中大约为 300V。

为实现零电压切换, 漏极电压必须在下一个切换周期以前回零, 这要求 LC 谐振频率要大于切换频率。满足这个条件的最大电感可以从下式得到:

$$\text{公式 1} \quad L < \frac{1}{4 \times \pi^2 \times C_p \times f^2}$$

其中 C_p 是 PZT 的主级电容。

采用推挽拓扑结构、额定功率分别为 1W 和 1.8W 的多层 PZT 驱动一个 300 伏荧光灯, 在电流为 3mA 时, 在较低的输入电压范围内效率超过 87%。在高输入电压范围, 由于 PZT 增益降低而导致效率下降。

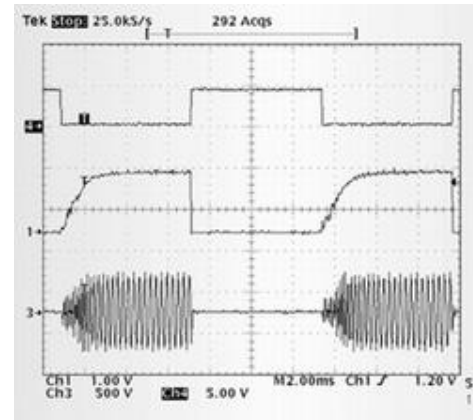
以线性方式降低荧光灯的电流来调光将导致效率下降。由于系统在低于最优增益的条件下运行, 压电变压器电路的光负载效率降低。使用脉冲调光技术可以改善效率, 这种方法以高于肉眼能察觉的频率 (>100Hz) 通过调制占空比的通断来控制荧光灯的平均电流, 从而使荧光灯一直在全电流下工作。

特性	电磁变压器	压电变压器
效率	83%	93%
厚度	2.8~3.5mm	1.9mm(1W), 2.4mm(1.8W)
EMI	高	低
故障模式	短路或燃烧	开路或破损-不燃烧

图 6 显示了基于压电变压器电路的脉冲调光波形。一个外部驱动信号(曲线 4)用来给定工作周期和脉冲串的频率, 在本例中, 在 50% 的工作周期脉冲串的频率为 100Hz。曲线 1 是反馈网络的 COMP 引脚的信号, 用来设定工作频率。荧光灯电压如曲线 3 所示。这些图片是使用数字示波器得到, 所以存在混迭现象。荧光灯的激发电压几乎检测不到, 因为灯已经是热的并从前面的脉冲串周期运行过来。

本文小结:

本文给出了压电变压器用于背景光转换器时作为升压变压器使用的特性, 讨论了可以满足 CCFL 荧光灯高压需求的压电变压器的工作原理, 给出了一个使用 UCC3977 的基于 PZT 的高效背景光供电方案。由于基于 PZT 的背景光转换器的谐振功率电路可以提供正弦电压,



从而提高了光电效率，荧光灯的亮度可以采用线性或脉冲调光技术进行控制。整体效率(可以达到 86%以上)的提高延长了电池供电系统的运行时间。

参考文献:

1. Texas Instruments UCC3977 Datasheet (SLUS499A)
2. Texas Instruments UCC3976/7 Dual Evaluation Module User's Guide (SLUU108)
3. Eddy Wells, " Comparing Magnetic and Piezoelectric Transformer Approaches in CCFL Applications", TI Analog Application Journal, pp12 - 17, First Quarter, 2002
4. Panasonic application note, "Piezoelectric Transformers (Step-up Trasnformers)", LCR Device Company Ceramic Business Unit, Matsushita Electronic Componetns Co., Ltd., February, 2002.

本文内容来自互联网，著作权归原作者所有。由电子零件城 (<http://www.epcity.com/>) 整理并制作成 PDF 文件，仅供个人学习之用，不得用于任何商业目的，否则后果自负。如果您认为本 PDF 文件侵犯了您的任何权利，请来信 epcity@epcity.com 通知，本站立即删除。

搜集整理：电子零件城-笨笨兔 (QQ: 154502842) 2004-04-10