



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101207961 B

(45) 授权公告日 2011.11.16

(21) 申请号 200610171253.0

CN 2634787 Y, 2004.08.18, 全文.

(22) 申请日 2006.12.21

审查员 刘倩

(73) 专利权人 香港理工大学  
地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 郑家伟 蔡伟锋 张自强

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 王玉双

(51) Int. Cl.

H05B 41/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 2199662 Y, 1995.05.31, 全文.

CN 2367049 Y, 2000.03.01, 全文.

CN 87204363 U, 1988.08.17, 全文.

JP 特开 2005-102347 A, 2005.04.14, 全文.

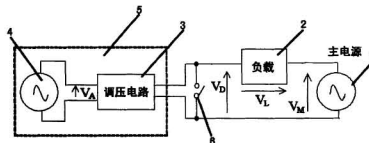
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 8 页

(54) 发明名称

照明灯光的电压调控电路

(57) 摘要

本发明提供一种照明灯光的电压调控电路,适用于由主电源和照明负载串接组成的照明系统中,该单相照明系统包括输出正弦交流电压的主电源和照明负载;照明灯光的电压调控电路串接在主电源和与照明负载形成的回路中,其包括调压电路和辅助电源,调压电路用以产生辅助电压,以调控加载于照明负载上的正弦交流电压的幅值。本发明的照明灯光的电压调控电路功耗较小,且在加载在照明负载的谐波也非常小,使加载在照明负载上的交流电压仍然是正弦曲线,满足照明系统负载的正常电压需求,尤其对于 HID 灯或荧光灯,输入正弦曲线电压减少了闪烁,提高了功率因数,延长了照明灯具的使用寿命。此外,该方法也适用于正弦曲线电压输入的其他照明灯具。



1. 一种照明灯光的电压调控电路,适用于由主电源(1)和照明负载(2)串联组成的照明系统中,其中,所述的主电源(1)输出正弦交流电压;其特征在于,所述的照明灯光的电压调控电路(5)包括:

调压电路(3),串联在主电源(1)和照明负载(2)形成的回路中,用以产生辅助电压,以调控加载于照明负载(2)上的电压值;所述的调压电路(3)包括:变压器(31),其初级与辅助电源(4)相连;开关电路(32),其由第一晶闸管(SCR1)和第二晶闸管(SCR2)并联组成,并与变压器(31)的次级相连,用以产生准备提供在主电源(1)和与其串联的照明负载(2)上的交流辅助电压;以及桥式整流电路(34),其输入端与开关电路(32)的输出端相连,输出端串联在所述的主电源(1)和照明负载(2)形成的回路中;以及

辅助电源(4),与调压电路(3)相连,用以给调压电路(3)提供调控电源;

所述电压调控电路在电压调控状态下加载在照明负载(2)上的交流电压为正弦曲线。

2. 根据权利要求1所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,该电路还包括:旁路开关(6),并接在所述的调压电路(3)上,用以进行调控状态和非调控状态的切换。

3. 根据权利要求2所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,所述的旁路开关(6)为交流接触器。

4. 根据权利要求1所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,所述的调压电路(3)还包括:

低通滤波电路(33),串联在开关电路(32)与桥式整流电路(34)之间,用以平滑所述的开关电路(32)输出的辅助电压波形。

5. 根据权利要求1所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,所述的辅助电源(4)为交流电源。

6. 根据权利要求5所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,所述的交流电源与主电源(1)为同一电源,用以给变压器(31)的初级提供电源,并且在所述的变压器和主电源(1)之间还包括:

整流电路,与主电源(1)相连;

直流-直流变换器,与所述的整流电路相连;

H桥变流器,与所述的直流-直流变换器的输出端相连,产生输入到所述的变压器(31)的交流电压。

7. 根据权利要求1-6任一所述的照明灯光的电压调控电路,其特征在于,所述的照明灯光的电压调控电路(5)分别串联于三相照明系统的每一相照明回路中,形成三相照明灯光的电压调控电路。

## 照明灯光的电压调控电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电压调控技术,具体地说,本发明涉及照明灯光的电压调控电路。

### 背景技术

[0002] 近年来,城市夜景照明已经成为夜间供电的主流,明亮的灯光已经使大多数城市成为不夜城,给人们的生活、工作、生产、娱乐带来了巨大的经济效益和种种便利;与此同时,面临的问题是灯光照明的大量电能损耗,因此,照明工程需采用高效的节能型光源,也就是使用发光效率高的灯泡或灯管,并且采取在现有照明系统上加装节能控制设备的措施,以达到绿色、节能、环保的要求。

[0003] 高亮度气体放电灯(High Intensity Discharged Lamp 简称 HID)是一种高亮度气体放电灯,其作为一种新型节能型电光源,因其发光效率高、显色性好、寿命长等优良电光源性能,被广泛应用于城市街道、大型超市、体育场馆和工业设施等照明。通常每个高压气体放电灯,如高压钠灯、金属卤化物灯(金卤灯)、高压汞灯等都必须带有镇流器,使用的镇流器绝大多数是磁性镇流器或电子镇流器。

[0004] HID灯启动时往往需要在工频电压下实现,当其启动后开始正常工作时,灯管内的气体类介质也随之被启动直至正常发光,此时若降低一定比例的输入功率向其供电,不但不会对照度产生太大影响,而且还能有效延长灯具使用寿命。根据大量实验统计结果表明,电源电压每降低10%,常规灯具如荧光灯照度约降低7%,而人眼对光线的感觉与照度成对数关系,即当光线照度减小10%时,理论上人的视觉感觉亮度只减小1%,因此适当减少灯具输入功率所产生的照度微弱变化,不会影响正常使用,但灯具寿命却可以延长70%。

[0005] 因此,当需要照明系统在节能或过压保护的状态下运行时,目前较常采用调节输入电压的方式来达到灯具照度调控的目的,这种调节方式的优点在于,小幅下调电压,就能使负载的功率大幅下降,其节能效果十分明显。该技术较有代表性的为固定多档降压和晶闸管斩波降压技术。上述两种技术均是针对负载的主电源的电压进行直接处理。

[0006] 晶闸管斩波降压输出技术是利用了晶闸管斩波原理,通过控制晶闸管的导通角,将电网输入(主电源)的正弦波电压斩掉一部分,从而降低了输出电压的平均值,可以达到调控电压和节约电能的目的。但该调压方式存在如下缺陷:

[0007] 1) 晶闸管斩波输出的电压无法输出正弦波;

[0008] 2) 出现大量谐波,形成对电网系统谐波污染,危害极大。在国外发达国家,已有明文规定对电气设备谐波含量的限制,在国内,北京、上海、广州等大城市,已对谐波含量超标的设备限制并入电网使用;

[0009] 3) 为了消除谐波污染的缺陷,如果给这些大功率晶闸管斩波型节电设备加装滤波设备,成本太高,是非常不经济的。

[0010] 固定多档降压输出的优点是克服了晶闸管斩波型产品产生谐波的缺陷,实现了电压的正弦波输出,结构和功能都很简单,当然可靠性也比较高;但固定多档降压器的核心部件是一个多抽头的变压器,变压比是固定的,一般变压器的次级均具有3到5个降压抽头

(例如:分 5V、10V、15V、20V 等可降压的档位),一旦接线端固定,其所降低的电压值就是固定值;这种不连续的调压方式存在如下缺陷:

[0011] 1) 当电网电压波动时,调控装置的输出电压也会上下波动,这样照明的的工作电压处在不稳定波动状态,无法对光源进行精确调控;

[0012] 2) 该调压方式都是用交流接触器来进行档位的切换,交流接触器在档位切换动作时,机械地吸合和断开,这时会有短暂的 10~20 毫秒的断电,我们称之为“闪断”,这样的断电会导致 HID 灯(如高压钠灯、金卤灯、高压汞灯等)的熄灭。这种灯的特性决定了其在熄灭以后,必须等到灯管冷却,蒸气压下降后才能再点亮,一般需要 5~10 分钟左右。

## 发明内容

[0013] 针对上述两种调压技术的不足之处,本发明的目的在于提供一种能够克服上述缺陷的照明灯光的电压调控电路,用以产生一个主电源电压反相或不同相位的辅助的电压,使该辅助的电压与主电源一起加载到负载上。

[0014] 基于上述目的,本发明提供一种照明灯光的电压调控电路,适用于由主电源和照明负载串接组成的照明系统中,其中,所述的主电源输出正弦交流电压;所述的照明灯光的电压调控电路包括:调压电路,串接在主电源和与照明负载形成的回路中,用以产生辅助电压,以调控加载于照明负载上的电压值;辅助电源,与调压电路相连,用以给调压电路提供调控电源。

[0015] 优选地,该照明灯光的电压调控电路还包括:旁路开关,并接在所述的调压电路上,用以进行调控状态和非调控状态的切换。

[0016] 优选地,所述的旁路开关为交流接触器。

[0017] 优选地,所述的调压电路包括:变压器,其初级与辅助电源相连;开关电路,其由第一晶闸管(SCR1)和第二晶闸管(SCR2)并接组成,并与变压器的次级相连,用以产生准备提供在主电源和与其串接的照明负载上的交流辅助电压;桥式整流电路,其输入端与开关电路的输出端相连,输出端串接在所述的主电源和照明负载形成的回路中。

[0018] 优选地,所述的调压电路还包括:低通滤波电路,串接在开关电路与桥式整流电路之间,用以平滑所述的开关电路输出的辅助电压波形。

[0019] 优选地,所述的辅助电源为交流电源或直流电压源。

[0020] 优选地,所述的交流电源与主电源为同一电源,用以给变压器的初级提供电源,并且在所述的变压器和主电源之间还包括:整流电路,与主电源相连;直流-直流变换器,与所述的整流电路相连;H 桥逆变器,与所述的直流-直流变换器的输出端相连,产生输入到所述的变压器的交流电压。

[0021] 优选地,所述的照明灯光的电压调控电路分别串接于三相照明系统的每一相照明回路中,形成了三相照明灯光的电压调控电路。

[0022] 从上述技术方案可以看出,本发明在不对负载的主电源的电压进行直接处理的情况下,连续调控加载到照明负载上的输入电压,从而达到精确调控照明负载照度的目的。该照明灯光的电压调控电路能使照明负载照度的小幅下降的同时,大幅降低照明负载的功耗,并且该正弦波所含的谐波分量满足电磁兼容性(Electro Magnetic Compatibility 简称 EMC)方面有关谐波分量的标准。也就是说,该照明灯光的电压调控电路针对气体放电灯

(汞灯、钠灯、金属卤化物灯等光源)的发光原理和电特性,建立全新的经济运行电压模式,该方法能使照明负载(例如HID灯)运行在调控的状态下,使加载在照明负载上的电压能够从当前使用的电压值调控到该照明负载所需照度对应的电压值,从而减少了总功耗,并且调控了照明负载的照度。该照明灯光的电压调控电路功耗较小,且在加载在照明负载的谐波也非常小,使加载在照明负载上的交流电压仍然是正弦曲线,满足照明系统负载的正常电压需求,尤其对于HID灯或荧光灯,输入正弦曲线电压减少了闪烁,提高了功率因数,延长了照明灯具的使用寿命。此外,该方法也可适用于正弦曲线电压输入的其它照明灯具。

### 附图说明

- [0023] 图1为本发明的基于电压控制模式的照明灯光调控系统的基本原理图;
- [0024] 图2为本发明的照明灯光调控电路在调光方式下的负载电压变化率与灯光照度关系的示意图;
- [0025] 图3为本发明实施例的单相照明灯光调控电路的示意图;
- [0026] 图4a为本发明实施例在未调光状态下(电流接触器导通时)照明负载的电流和电压波形图;
- [0027] 图4b为本发明实施例在调光状态下(电流接触器断开时)照明负载的电流和电压波形图;
- [0028] 图4c为本发明实施例在调光状态下(电流接触器断开时)加载于旁路开关上的调控电压 $V_D$ 的波形图;
- [0029] 图5a显示图3中加载于滤波电容器电压 $V_C$ 的波形图;
- [0030] 图5b显示图3中由晶闸管输出的电压 $V_T$ 的波形图;
- [0031] 图5c显示图3中滤波电感电流 $I_{L1}$ 的波形图;
- [0032] 图6a显示图3中晶闸管SCR1的开关信号G1与 $V_T$ 的关系曲线;
- [0033] 图6b显示图3中晶闸管SCR2的开关信号G2与 $V_T$ 的关系曲线;
- [0034] 图7a显示当照明负载电压变为200V时 $V_T$ 和 $V_{G2}$ 的关系曲线;
- [0035] 图7b显示当照明负载电压变为200V时 $V_D$ 和 $V_{G2}$ 的关系曲线;
- [0036] 图8为本发明实施例包括三相照明灯光调控电路的三相照明灯光调控系统示意图;
- [0037] 图9显示辅助电源为变压器时的示意图;
- [0038] 图10显示了功率电子变流电路的示意图。

### 具体实施方式

- [0039] 下面结合附图对本发明的基于电压控制模式的灯光调控电路进行详细说明。
- [0040] 请参阅图1,图1为本发明实施例的基于电压控制模式的照明灯光的电压调控系统的原理图。如图所示,该系统包括主电源1和照明负载2,在本实施例中,主电源1的电压 $V_M$ ,通常为220伏的交流电压,照明负载2可以为高压钠灯、低压钠灯、金属卤化物灯、荧光灯等所有气体放电灯和照明灯具,照明负载2两端的电压是 $V_L$ 。
- [0041] 在主电源1和与照明负载2形成的回路中,串接有照明灯光的电压调控电路5,该照明灯光的电压调控电路5用以产生辅助电压,该辅助电压与主电源1相同均为正弦交流

电压,只是在幅度和相位上不同(例如反相),用以调控加载于照明负载 2 上的电压值。该照明灯光的电压调控电路 5 包括调压电路 3 和辅助电源 4;调压电路 3 串接在主电源 1 和与照明负载 2 形成的回路中;辅助电源 4 与调压电路 3 相连,给调压电路 3 提供电源。

[0042] 在本实施例中,在照明灯光的电压调控电路 5 上还并接旁路开关 6,用以进行调控状态和非调控状态的切换。也就是说,在没有调光状态下,该旁路开关 6(例如为交流接触器)闭合,照明灯光的电压调控电路 5 被旁路,主电源 1 和照明负载 2 串联形成回路,照明负载 2 的电压  $V_L$  就是电压  $V_M$ 。在进行调光的状态下,该旁路开关 6 断开,主电源 1、照明负载 2 和照明灯光的电压调控电路 5 串联形成回路,主电源 1 和照明灯光的电压调控电路 5 输出的电压共同加载在照明负载 2,即照明灯光的电压调控电路 5 产生的电压  $V_D$ ,降低了加载在照明负载上的有效电压,从而实现了照明负载 2 的灯光调控。

[0043] 基于电压控制模式的照明系统灯光的调控所使用的减压正弦辅助电源,其调控的大小主要与电压的幅度有关,而与调压电路所产生的电压  $V_D$  的相角  $\theta$  特征也有一定的相关性。有关这一点,可以从下列的方程式计算得出。

[0044] 从图 1 中可知,加载在照明负载上的电压  $V_M$  为:

$$[0045] \quad V_M = V_L + V_D \quad (1)$$

[0046] 假设  $V_M$  是一个正弦波,并且它的方程式为:

$$[0047] \quad V_M = V_1 \sin(\omega t) \quad (2)$$

[0048] 调压电路产生的电压为  $V_D$ :

$$[0049] \quad V_D = V_2 \sin(\omega t + \theta) \quad (3)$$

[0050] 因此,电压  $V_L$  为:

$$[0051] \quad V_L = V_M - V_D = V_1 \sin(\omega t) - V_2 \sin(\omega t + \theta) \quad (4)$$

$$[0052] \quad \text{结果: } V_L = V_{12} \sin(\omega t + \phi - \frac{\pi}{2}) \quad (5)$$

[0053] 其中:

$$[0054] \quad V_{12} = \sqrt{(V_1 - V_2 \cos \theta)^2 + (V_2 \sin \theta)^2} \quad (6)$$

$$[0055] \quad \phi = \cos^{-1} \frac{V_2 \sin \theta}{V_{12}} \quad (7)$$

[0056] 其中,  $\theta = 0$ ,  $\phi = \pi/2$  并且  $V_L$  减少到:

$$[0057] \quad V_L = (V_1 - V_2) \sin(\omega t) \quad (8)$$

[0058] 从上述计算方程式(6)中可以看出,  $V_{12}$  只得出了照明负载的减压幅度,即调控的结果直接决定了照明负载 2 上的有效电压的幅度,也改变了载于照明负载上的电压相角。

[0059] 请参阅图 2,图 2 为本发明实施例在使用调光方式下的电压变化率曲线示意图;从图 2 中可以看出,横坐标为调压电路的电压  $V_D$ ,纵坐标为加载于照明负载 2 上的电压  $V_L$ 。假设,主电源 1 为 220V、调压电路的使用 0-60V 电压相角为 0-40 度,那么,从上到下包括的 5 条曲线分别为调压电路相角为 40、30、20、10 以及 0 度时,电压  $V_L$  和  $V_D$  的变化率曲线。如图所示,当调控电压的幅度为 60V、相角为 40 度的电压时,  $V_L$  为 180V,当调控电压的幅度为 60V、相角为 0 度的电压时,  $V_L$  为 160V;由此可见,如果调压电路所使用的电压幅度为 60V 时,可以达到最大调控电压范围为 220V 到 160V。在实际的调控过程中,是不需要大量减少照明负载 2 上的电压的。因此,当照明负载 2 如荧光灯或 HID 灯的电压没有大幅度减少时,只要缩

减电压值的 10-20%，就会有非常好的调控效果。

[0060] 请参阅图 3，图 3 为本发明实施例的单相照明灯光调控具体电路的示意图。与图 1 中所示相似，该单相照明系统包括主电源 1 和照明负载 2，在主电源 1 和与照明负载 2 形成的回路中，串接有照明灯光的电压调控电路 5。照明灯光的电压调控电路 5 中的调压电路 3 由用以变压和隔离的变压器 31、开关电路 32、低通滤波电路 33 以及桥式整流电路 34 组成。变压器 31 的初级与辅助电源 4 相连，变压器 31 的次级与开关电路 32 相连；该变压器 31 为开关电路 32 提供如  $V_A = 24V$  的低压。开关电路 32 由第一晶闸管 SCR1 和第二晶闸管 SCR2 组成，用以产生准备提供在主电源 1 和与其串接的照明负载 2 上的辅助电压；第一晶闸管 SCR1 和第二晶闸管 SCR2 分别由控制信号 G1 和控制信号 G2 控制输出；第一晶闸管 SCR1 和第二晶闸管 SCR2 产生的电压并接于 Ct1\_center\_tap 点，使  $C_1L_1$  两个晶闸管输出的电压值相加。开关电路 32 输出的辅助电压波形经过低通滤波电路 33 平滑处理后，输入由二极管组 D1、D2、D3 和 D4 组成的桥式整流电路 34；由于桥式整流电路 34 的输出端串接在主电源 1 和照明负载 2 形成的回路中，因此，桥式整流电路 34 输出的正弦交流辅助电压与主电源 1 的电压一起加载于照明负载 2 上，就能实现照明系统灯光的调控。

[0061] 请参阅图 4a，图 4a 为本发明实施例在未调光状态下（电流接触器导通时）照明负载的电流和电压波形图。位于图下方的曲线代表照明负载电压是 210Vrms (200V/div)，位于图上方的曲线代表照明负载电流  $I_L = 3.5Arms$  (5A/div)。这时，照明系统的表功率  $\approx 735VA$ ，有效功率是 434W，功率因数是 0.59，该功率因数为荧光灯的典型数值。

[0062] 请参阅图 4b，图 4b 为本发明实施例在调光状态下（电流接触器断开时）照明负载的电流和电压波形图。当位于图下方的曲线代表的电压降到到 188Vrms (200V/div) 时，位于图上方的曲线代表的电流就减到 2.12Arms (5A/div)。可以看出，作为照明系统，功率的降低与电压的降低不成线性比例变化，并且是高度地非线性。也就是说，小幅降低电压能使功率明显缩减。此时的有效功率变成了 211W。

[0063] 请参阅图 4c，图 4c 为本发明实施例在调光状态下（电流接触器断开时）加载于旁路开关上的调控电压  $V_b$  的波形图。假设，调控电压的幅值为 42 伏，那么，位于图上方的曲线代表照明负载电流  $I_L$  (5A/div)，位于图下方的曲线代表照明调控电压  $V_b$  (40V/div)。从图中看出，调控电压  $V_b$  的谐波分量是高的，但是该谐波电压幅值与主电源 1 电压幅值的比率还较小，因此，加载于负载 2 上的正弦电压幅值的谐波分量较低。

[0064] 请参阅图 5，图 5a 下方的曲线显示图 3 中加载于滤波电容器两端的电压  $V_C$  的波形图；图 5b 显示图 3 中来自晶闸管产生的电压  $V_T$  的波形图；该电压  $V_T$  也是  $L_1C_1$  低通滤波电路的输入电压。位于图上方的曲线代表照明负载电流  $I_L$ 。从图中可以看出，两个晶闸管的开关动作产生了一些谐波分量。滤波电感电流  $I_{L1}$  的波形显示在图 5c 下方，上方的曲线代表电压  $V_T$ 。

[0065] 请参阅图 6，图 6 中显示了两个晶闸管的开关控制信号 G1 和开关控制信号 G2 与  $V_T$  的关系曲线。图 6a 显示图 3 中晶闸管 SCR1 的开关信号与  $V_T$  的关系曲线；位于图上方的曲线代表电压  $V_T$  (Ct1\_GND 到 Ct1\_center\_tap) (20V/div)，位于图下方的曲线代表电压  $V_{G1}$  (G1 to Ct1\_GND) (2V/div)。图 6b 显示图 3 中晶闸管 SCR1 的开关信号与  $V_T$  的关系曲线。位于图上方的曲线代表电压  $V_T$  (Ct1\_GND 到 Ct1\_center\_tap) (20V/div)，位于图下方的曲线代表电压  $V_{G2}$  (G2 to Ct1\_GND) (2V/div)。从图中可以看出，控制信号 G1 和控制信号 G2 的波形彼此之

间是互补的。

[0066] 请参阅图 7, 图 7 显示当照明负载电压变为 200V 时的另外一组实验数据示意图。图 7a 显示当照明负载电压变为 200V 时  $V_T$  和  $V_{G2}$  的关系曲线; 位于图上方的曲线代表电压  $V_T$  (Ct1\_GND 到 Ct1\_center\_tap(20V/div), 位于图下方的曲线代表电压到  $V_{G2}$  (G2 到 Ct1\_GND) (2V/div)。图 7b 显示当照明负载电压变为 200V 时  $V_b$  和  $V_{G2}$  的关系曲线, 位于图上方的曲线代表电压  $V_b$  ( $V_{1onq}$  到 Neutral) (40V/div), 位于图下方的曲线代表电压  $V_{G2}$  (G2 到 Ct1\_GND) (2V/div)。从图中可以看出, 从调压电路产生的电压具有较高的幅度。以上图 4-8 的水平尺度为 5ms/div。

[0067] 请参阅图 8, 图 8 为本发明实施例的三相照明灯光调控系统示意图。如图所示, 所述的单相照明灯光的电压调控电路 5 分别串接于三相照明系统的每一相照明回路中, 形成了三相照明灯光的电压调控电路。照明负载可以为 3 个分离相位的照明负载 (负载 L1、负载 L2、负载 L3), 该 3 个照明负载分别由三相电源 (L1、L2、L3) 中的单相供电。在这种情况下, 需要用三个旁路开关来进行调控状态和非调控状态的切换。

[0068] 需要说明的是, 图 1 中所示的辅助电源 4 可以从交流电源或直流电压源获得。具体地说, 该辅助电源 4 可以从电池组和发电机等储能或产能设备中获得, 还可以使用隔离的技术从照明系统供电主电源 1 的电源分支获得。

[0069] 请参阅图 9, 图 9 为辅助电源 4 使用变压器的例子。如图所示, 变压器 31 (Tr2) 的初级连接在照明系统供电电源 (Mains) 上。请参阅图 10, 图 10 显示了功率电子变流器的示意图; 其利用照明系统供电电源作为输入电源, 将照明系统供电电源直接输入的电压经桥形整流器或其它的整流器整流等处理后, 获得输入到变压器 31 的交流电压。具体地说, 在照明系统供电主电源假设使用主电源 1, 其中, 所述的变压器 31 的初级接在电源主电源 1 上, 并且在变压器 31 和主电源 1 之间还包括: 与主电源 1 依次相连的整流电路、直流-直流 (DC/DC) 变换器以及 H 桥变流器。整流电路产生的直流电流经过 DC/DC 变流器降为低电压, 该 H 桥例如可以由四个金属氧化物场效应管 ( $T_{1A}$ 、 $T_{1B}$ 、 $T_{1B}$  和  $T_{2B}$ ) 组成, H 电桥变流器与 DC/DC 变换器的输出端相连, 产生输入到变压器 31 的交流电压。此外, 该交流电压采用正弦脉冲宽度调制 (Pulse width modulation 简称 PWM) 技术产生正弦波, 直接给变压器 31 的次级输出 VA 或 VT 提供具有适当高频波形的调控电压。

[0070] 需要声明的是, 上述发明内容及具体实施方式意在证明本发明所提供技术方案的实际应用, 不应解释为对本发明保护范围的限定。本领域技术人员在本发明的精神和原理内, 当可作各种修改、等同替换、或改进。本发明的保护范围以所附权利要求书为准。



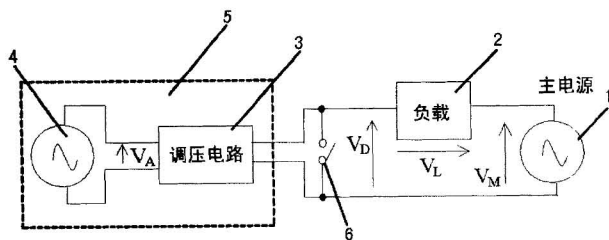


图 1

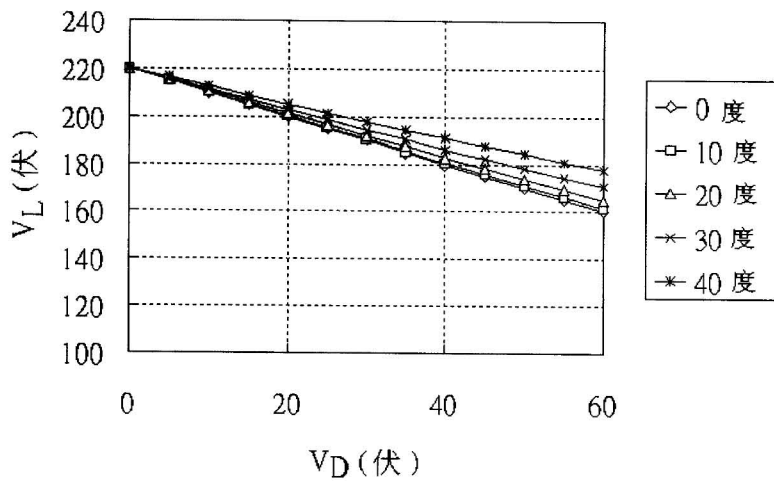


图 2

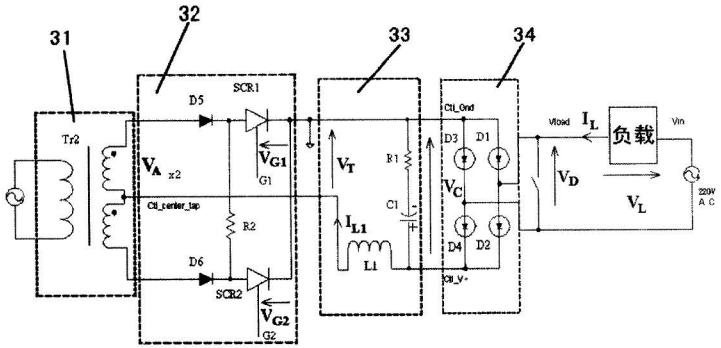


图 3

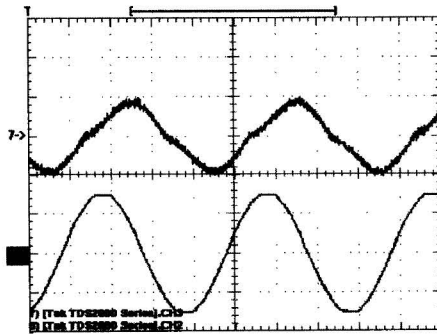


图 4a

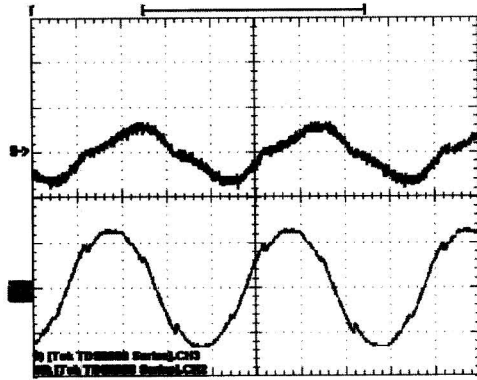


图 4b

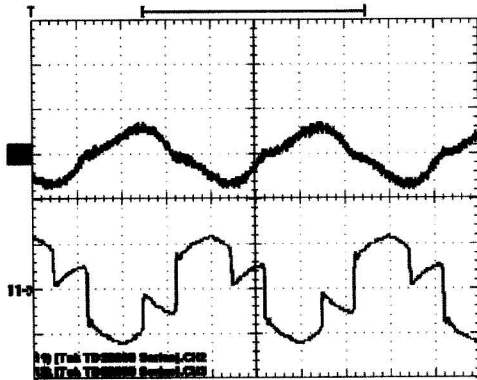


图 4c

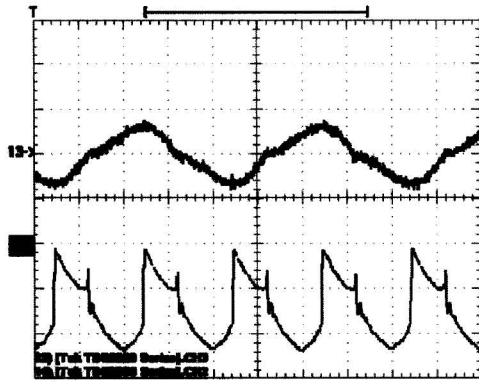


图 5a

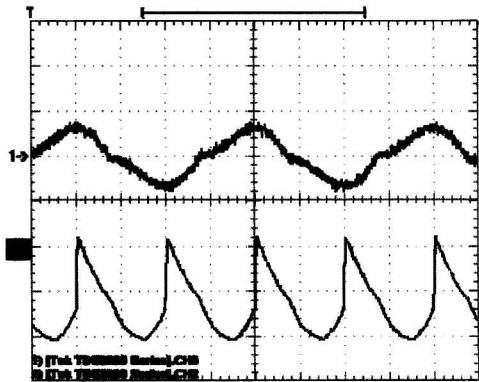


图 5b

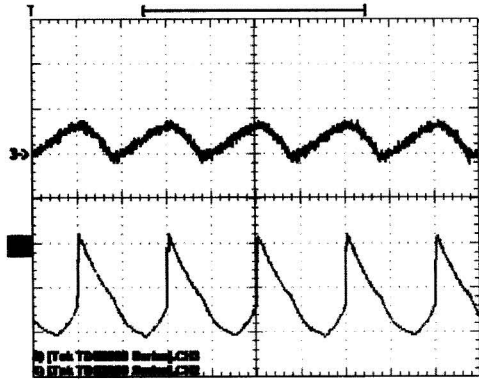


图 5c

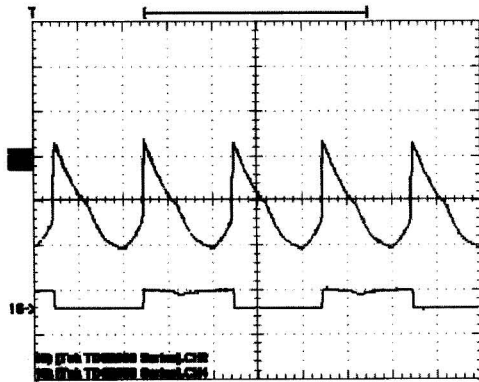


图 6a

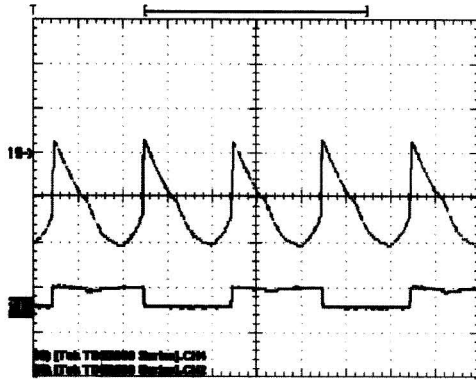


图 6b

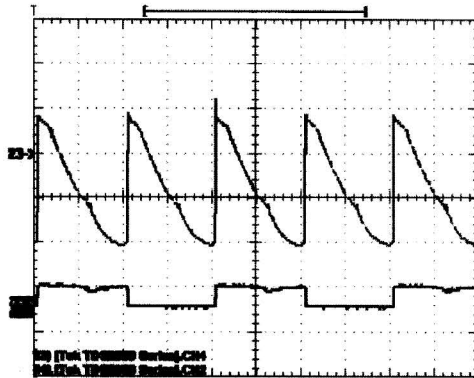


图 7a



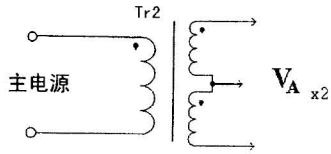


图 9

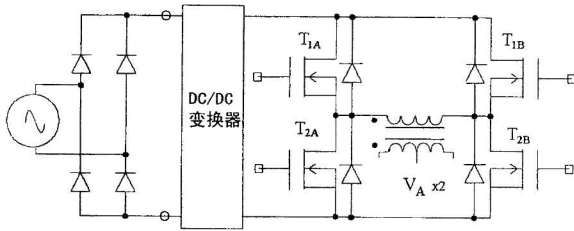


图 10