

## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102823329 A

(43) 申请公布日 2012.12.12

(21) 申请号 201180017905.4

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2011.02.01

代理人 姜甜 朱海煜

## (30) 优先权数据

12/700251 2010.02.04 US

## (51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H02M 5/257 (2006.01)

2012.10.08

## (86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/023293 2011.02.01

## (87) PCT申请的公布数据

W02011/097203 EN 2011.08.11

(71) 申请人 泰科电子有限公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 R.C. 弗拉赫蒂

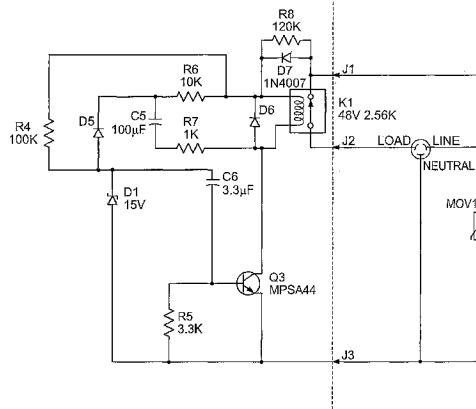
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 7 页

## (54) 发明名称

包括电流放大器的光传感器电路

## (57) 摘要

光传感器电路，包括配置成控制交流(AC)电源施加到负载的继电器线圈。该电路包括脉宽调制器电路，其配置成生成具有响应于跨继电器线圈的平均电压而变化的脉冲宽度的脉宽调制信号，该脉宽调制器电路包括平均电路的电容器，其与继电器线圈并联耦合。驱动晶体管耦合于继电器线圈和中性总线之间，该驱动晶体管响应于脉宽调制信号控制跨继电器线圈的平均电压。包括选择晶体管的光控制电路配置成响应于检测的亮度级控制脉宽调制信号施加到驱动晶体管。脉宽调制器电路进一步包括电流放大器，其耦合于电压平均电路和选择晶体管之间。该电流放大器可在AC电源的负半个周期期间使从电压平均电路的电容器向驱动晶体管的基极放电的电流放大，以在AC电源的负半个周期期间减少从电压电路的电容器放电的电流的量。



1. 一种光传感器电路,包括:

继电器线圈,其配置成控制具有线周期的负半个周期和正半个周期的交流(AC)电源施加到负载;

脉宽调制器电路,其配置成生成具有响应于跨所述继电器线圈的平均电压而变化的脉冲宽度的脉宽调制信号,所述脉宽调制器包括电压平均电路,其包括与所述继电器线圈并联耦合的电容器;

驱动晶体管,其耦合于所述继电器线圈和中性总线之间,所述驱动晶体管响应于所述脉宽调制信号控制跨所述继电器线圈的所述平均电压;

光控制电路,其配置成响应于检测的亮度级控制所述脉宽调制信号施加到所述驱动晶体管;以及

半波整流器,其耦合所述电源,所述半波整流器配置成在所述AC电源的所述线周期的所述半个周期中的一个期间提供功率信号给所述脉宽调制器电路和所述光控制电路;

其中所述光控制电路包括:

光电晶体管,所述光电晶体管具有耦合于所述功率信号的第一端子和响应于由所述光电晶体管检测的亮度的级别输出电流的第二端子;

低通滤波器电路,其耦合于所述光电晶体管的所述第二端子,所述低通滤波器电路对所述光电晶体管的所述输出电流滤波来提供亮度级信号电压;以及

选择晶体管,其在所述AC电源的所述线周期的所述半个周期中的所述一个期间响应于具有选择的电平的所述亮度级信号电压使所述脉宽调制信号耦合于所述驱动晶体管,并且其中所述脉宽调制器电路进一步包括电流放大器,其耦合于所述电压平均电路和所述选择晶体管之间。

2. 如权利要求1所述的光传感器电路,其中,所述电流放大器在所述AC电源的所述负半个周期期间使从所述电压平均电路的所述电容器向所述驱动晶体管的基极放电的电流放大,以在所述AC电源的所述负半个周期期间减少从所述电压电路的所述电容器放电的电流的量。

3. 如权利要求2所述的光传感器电路,其中,所述脉宽调制器电路进一步包括占空比电容器,其在所述AC电源的所述正半个周期期间使电流放电到所述驱动晶体管的所述基极,并且其中所述电流放大器耦合于所述电压平均电路的所述电容器和所述占空比电容器之间。

4. 如权利要求3所述的光传感器电路,其中,所述光传感器电路包括街道照明光控制装置,并且所述负载包括街道照明。

5. 如权利要求4所述的光传感器,其中,所述光传感器电路配置成比其关断所述街道照明更快地接通所述街道照明。

6. 如权利要求3所述的光传感器电路,其中,所述脉宽调制器电路进一步包括耦合于所述电压平均电路和所述电流放大器之间的整流二极管。

7. 如权利要求6所述的光传感器电路,其中,所述整流二极管耦合于所述电压平均电路的所述电容器的第一端子和所述电流放大器的基极之间,并且其中所述电压平均电路的所述电容器的第二端子耦合于所述驱动晶体管的集电极。

8. 如权利要求7所述的光传感器电路,其中,所述占空比电容器耦合于所述电流放大

器的集电极和发射极之间。

9. 如权利要求 8 所述的光传感器电路,其中,所述占空比电容器包括多个并联耦合的电容器。

10. 如权利要求 8 所述的光传感器电路,其中,所述脉宽调制器电路进一步包括耦合于所述电流放大器的所述基极和所述集电极之间的第二二极管。

11. 如权利要求 10 所述的光传感器电路,其中,所述脉冲调制器电路进一步包括耦合于所述电流放大器的所述基极和所述集电极之间的电容器。

12. 如权利要求 1 所述的光传感器电路,其中,所述电流放大器包括 PNP 双极晶体管。

13. 如权利要求 1 所述的光传感器电路,其中,与所述继电器线圈并联耦合的所述电容器包括陶瓷电容器。

14. 如权利要求 1 所述的光传感器电路,其中,所述光传感器电路包括街道照明光控制装置并且所述负载包括街道照明。

15. 如权利要求 14 所述的光传感器,其中,所述光传感器电路配置成比其关断所述街道照明更快地接通所述街道照明。

16. 如权利要求 1 所述的光传感器电路,其中,所述低通滤波器电路包括:延迟电阻器,其具有耦合于所述光传感器的所述第一端子的第一端子;和延迟电容器,其耦合于所述延迟电阻器的第二端子和所述中性总线之间,所述延迟电阻器和所述延迟电容器配置成向所述低通滤波器电路提供不对称延迟,从而对所述负载提供不同的关断和接通时间。

17. 一种包括光传感器电路的街道照明电路,包括:

继电器线圈,其配置成控制具有线周期的正半个周期和负半个周期的交流(AC)电源施加到路灯;

脉宽调制器电路,其配置成生成脉宽调制信号,所述脉宽调制信号具有响应于跨所述继电器线圈的平均电压而变化的脉冲宽度,所述脉宽调制器包括电压平均电路,其包括与所述继电器线圈并联耦合的陶瓷电容器;

驱动晶体管,其耦合于所述继电器线圈和中性总线之间,所述驱动晶体管响应于所述脉宽调制信号控制跨所述继电器线圈的平均电压;

光控制电路,其配置成响应于检测的亮度级控制所述脉宽调制信号施加到所述驱动晶体管;以及

半波整流器,其耦合于所述电源,所述半波整流器配置成在所述 AC 电源的所述线周期的所述半个周期中的一个期间提供功率信号给所述脉宽调制器电路和所述光控制电路;

其中所述光控制电路包括:

光电晶体管,所述光电晶体管具有耦合于所述功率信号的第一端子和响应于由所述光电晶体管检测的亮度的级别输出电流的第二端子;

低通滤波器电路,其耦合于所述光电晶体管的所述第二端子,所述低通滤波器电路对所述光电晶体管的所述输出电流滤波来提供亮度级信号电压;以及

选择晶体管,其在所述 AC 电源的所述线周期的所述半个周期中的所述一个期间响应于具有选择的电平的所述亮度级信号电压使所述脉宽调制信号耦合于所述驱动晶体管,并且

其中所述脉宽调制器电路进一步包括双极电流放大器,其耦合于所述电压平均电路和

所述选择晶体管之间，其中所述电流放大器在所述 AC 电源的所述负半个周期期间使从所述电压平均电路的所述陶瓷电容器向所述驱动晶体管的基极放电的电流放大，以在所述 AC 电源的所述负半个周期期间减少从所述电压电路的所述电容器放电的电流的量，并且其中整流二极管耦合于所述电压平均电路的所述电容器的第一端子和所述电流放大器的基极之间，并且其中所述电压平均电路的所述陶瓷电容器的第二端子耦合于所述驱动晶体管的集电极，并且其中所述脉宽调制器电路进一步包括占空比电容器，其耦合于所述电流放大器的集电极和发射极之间，所述占空比电容器在所述 AC 电源的所述正半个周期期间使电流放电到所述驱动晶体管的所述基极，并且其中所述电流放大器耦合于所述电压平均电路的所述陶瓷电容器和所述占空比电容器之间。

## 包括电流放大器的光传感器电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光传感器电路，并且更具体地，涉及用于亮度级切换控制的光传感器电路。

### 背景技术

[0002] 光控制器是响应于环境亮度级自动接通或关断电装置的装置。它们用在例如路灯上以在白天自动关断并且在夜晚自动接通它们。它们也用在广告牌照明系统上以在傍晚接通广告牌灯，在深夜低车流量期间关断，在恢复高流量水平的清晨高峰期间再次接通，并且然后在白天时间期间关断。光控制器也可反过来使用，以例如在白天期间接通高尔夫球场喷泉并且在晚上关断。

[0003] 包括光控制器的多种装置当在许多常规的电子装置中使用时可使用功率转换器来将相对高电压的交流转换成相对低电压的直流。一些常规的功率转换器使用大的高电压电阻器来使电压下降。然而，这些电阻器典型地是低效的并且生成高的热。从电阻器生成的热可需要电阻器安置在大的封装里并且包括热耗散元件，例如散热片。而且，由电阻器生成的高的热可以导致电阻器以及位于电阻器附近的其他电子组件的可靠性和寿命方面的问题。

[0004] 用于功率转换的另一个常规的方法是使用开关模式功率转换器。该开关模式功率转换器典型地需要六个晶体管或微控制器来实现。需要多个晶体管或微控制器可使在一些应用（例如在光控制器）中实现开关模式功率转换器成本高昂。

[0005] 小的低成本的高效开关模式功率转换器在美国专利号 6,903,942（“’942 专利”）中描述，其特此通过引用而并入本文就好像全文阐述一样。’942 专利的开关模式功率转换器在图 1 中图示。在图 1 中示出的电路是开关模式功率调节器，其实现电力线同步脉宽调制（触发角调制）。电路包括功率电路和控制电路。该功率电路包括输出级，其包括晶体管 Q3。该晶体管的集电极电路包括继电器 K1 和二极管 D6（称为缓冲二极管，其与继电器 K1 并联）。

[0006] 电路进一步包括：第一电容器 C6，其耦合于晶体管 Q3 的基极；第一电阻器 R4，其串联耦合到该第一电容器 C6；和第二电阻器 R8，其串联耦合到第一电阻器 R4。示出的电路进一步包括与第二电阻器 R8 并联耦合的第一二极管 D7。电路进一步包括耦合于第一晶体管 Q3 的基极的第三电阻器 R5 和齐纳二极管 D1，D1 的阴极连接到第一电容器 C6 和第二二极管 D5，并且 D1 的阳极连接到第三电阻器 R5。

[0007] 电路还包括：第四电阻器 R6，其与第三二极管 D5 串联耦合；继电器 K1，其与该第四电阻器 R6 串联耦合；第三二极管 D6，其与该继电器 K1 并联耦合；第二电容器 C5，其耦合于该第四电阻器 R6，第五电阻器 R7，其与第二电容器 C5 串联耦合；以及插头，其包括负载（load）、中性（neutral）、和线（line），其中负载耦合于继电器 K1，中性耦合于晶体管 Q3 的发射极，并且线耦合于可变电阻器 MOV1。

[0008] 晶体管 Q3 凭借脉宽调制调节跨继电器线圈 K1 的平均电压。在示出的实施例中，

晶体管 Q3 包括双极晶体管,然而,假如二极管被放置成阴极到漏极和阳极到源极,晶体管 Q3 可替代地是场效应晶体管 (FET),或绝缘栅双极晶体管 (IGBT)。

[0009] 晶体管 Q3 在电力线周期开始 (0 度) 时开始接通并且持续接通直到足够的电流流动以使继电器电压维持在期望的水平。当晶体管 Q3 关断时,将通过磁感应跨继电器线圈 K1 感应电压。该电压部分受到二极管 D6 抑制以便防止晶体管 Q3 由于过电压而失效。

[0010] 在图 1 中示出的电路利用半波整流。半波整流没有全波整流昂贵并且需要更少的组件。因为继电器 K1 是高度感应的,它不需要特别纯净的 DC 信号。例如,DC 信号可包括大量的纹波,这将不影响继电器 K1 的操作。半波整流允许电路采用两个模式操作,正的和负的。在正半个周期 (positive half) 期间,晶体管 Q3 生成电流脉冲,通过跨继电器 K1 的平均电压调节该电流脉冲。该过程是脉宽调制。

[0011] 在图 1 中示出的控制电路包括脉冲调节器,其的脉冲宽度与二极管 D1 的齐纳电压和跨继电器 K1 的平均电压之间的差成比例地变化。在电力线周期开始 (0 度) 时,电流将开始流过二极管 D7、电阻器 R4、电容器 C6、和晶体管 Q3 的基极。该电流将使晶体管 Q3 接通,从而发起脉冲。

[0012] 二极管 D7 和电阻器 R8 提供半波电力整流。跨功率整流器 D7 施加电阻器 R8,从而在线周期的负半个周期 (negative half) 期间施加负电流。电阻器 R8 允许施加小的负电流。电阻器 R8 提供负电流,其在线周期的负半个周期期间使晶体管 Q3 接通。通过 R8 传导的负电荷必须超过通过电容器 C6 传导的电荷来确保晶体管 Q3 将接通。负电流使整流器 D6 接通并且使晶体管 Q3 接通,从而通过电阻器 R7 在电容器 C5 的低电压侧之间提供电流通路。

[0013] 在示出的实施例中,没有电阻器 R7,晶体管 Q3 在电流脉冲期间将不饱和,从而使多余的功率在晶体管 Q3 中耗散。晶体管 Q3 集电极电压将下降直到二极管 D5 将接通,从而使来自晶体管 Q3 的基极电流转向并且防止晶体管 Q3 饱和。在晶体管 Q3 电流脉冲期间,跨电阻器 R7 生成电压,其将使二极管 D5 保持接通并且防止晶体管 Q3 饱和。为了防止二极管 D5 在线周期的正半个周期期间接通,至少电容器 C6 的纹波电压的电压必须跨电阻器 R7 下降。晶体管 Q3 直到瞬时线电压是二极管 D1 的齐纳电压的近似两倍才开始接通。

[0014] 电容器 C5 对跨继电器 K1 的电压滤波。如果 C5 的电压太小,继电器线圈电流将在加电期间间歇振荡从而使继电器接触点震颤 (chatter)。因此,示出的电容器 C5 是足够大的值来防止继电器触点的该震颤。

[0015] 电容器 C6 预先设置成输出电压并且提供定时功能性。在线周期的正半个周期期间,电流流过电阻器 R4 到电容器 C6(从而使它开始充电),并且通过晶体管 Q3 的基极,这将使晶体管 Q3 接通。只要电流流过电容器 C6,晶体管 Q3 保持接通。使电容器 C6 的值增加具有增加调节器电路的反馈环路的增益的正效应。然而,使该值增加还使要关断晶体管 Q3 的电流脉冲所花费的时间减缓(这使晶体管 Q3 中的换向损失增加),并且使调节器电路在启动时稳定的时间增加。

[0016] 当该电流流动时,跨电容器 C6 的电压增加。当跨电容器 C6 的电压加上晶体管 Q3 的基极到发射极电压达到二极管 D1 的齐纳电压时,流过电容器 C6 的电流因为电流转向齐纳二极管而终止。齐纳二极管 D1 提供参考电压,继电器线圈电压将被调节到该参考电压。当通过电容器 C6 的电流终止时,没有电流流到晶体管 Q3 的基极,从而将其关断并且结束脉

冲。

[0017] 在线周期的负半个周期期间,电流流过电阻器 R8、二极管 D6、晶体管 Q3 的集电极和基极、以及电阻器 R5。该电流将使晶体管 Q3 接通。而且,在电力线周期的负半个周期期间,电阻器 R5 提供部分的电流通路,电容器 C6 通过其向 C5 放电。

[0018] 在电流脉冲结束的线周期的正半个周期期间,电阻器 R5 使晶体管 Q3 更快速地关断,从而减少在晶体管 Q3 换向期间的能量损失。电阻器 R5 将使电流中的一些分流,其否则将在晶体管 Q3 基极电流脉冲期间通过晶体管 Q3 的基极。如果被分流的电流太多,晶体管 Q3 的基极电流将不足以使晶体管 Q3 完全接通。

[0019] 电容器 C6 现在将向电容器 C5 放电直到它们的电压相等。跨电容器 C5 的电压等于跨继电器线圈 K1 的平均电压。二极管 D7 在电力线周期的负半个周期期间断开,从而确保继电器电流是直流。如此,电容器 C6 向电容器 C5 的放电确定晶体管 Q3 操作的脉冲宽度,这进而允许电流流动来建立继电器线圈 K1 的平均值电压。

[0020] 在图 1 中示出的电路还包括电压平均电路,其进一步包括电阻器 R6、电容器 C5、和电阻器 R7。该平均电路基本上测量跨继电器线圈 K1 的平均电压。跨电容器 C5 的平均电压是电路要调节到的电压。除形成平均电路的部分外,电阻器 R7 的目的是还保证二极管 D5 在电力线的正半个周期期间将不接通。到电阻器 R8 的电流流过二极管 D6,从而将其接通,并且然后电流流过晶体管 Q3 的集电极,从而使其接通。当晶体管 Q3 接通时,它在晶体管 Q3 的发射极和电容器 C5 的负端之间创建基极电流。当电流开始流动时,二极管 D5 开始接通,这使电容器 C6 放电直到处于与电容器 C5 相同的电压。电容器在平均输出电压处达到相等的电压。

[0021] 输出电压到脉冲形成电路的该反馈确定晶体管 Q3 将接通的每个周期有多长。(反馈环路如下。继电器线圈 K1 电压的平均电压 > 电容器 C5 的电压 > 电容器 C6 的电压 > 晶体管 Q3 换向的占空比 > 继电器线圈 K1 电压的平均电压)。如果跨继电器线圈 K1 的平均电压太低,跨电容器 C6 的电压将小于二极管 D1 的齐纳电压,从而导致晶体管 Q3 较长的接通时间,这将使平均继电器线圈电压增加。如果跨继电器线圈 K1 的平均电压太高,跨电容器 C6 的电压将接近二极管 D1 的齐纳电压,从而导致晶体管 Q3 较短的接通时间,这将使平均继电器线圈电压减小。

[0022] 在图 1 中示出的电路还包括插头 J1、J2、J3。插头 J1、J2、J3 可以是扭锁 Hubble 型连接器,用于连接线电压、中性电压、和负载。电路还包括金属氧化物可变电阻器 MOV1。MOV1 对于电路操作不是必需的。它提供保护水平,从而消除如可能来自雷击的高电压瞬变。

[0023] 装置,例如包括功率转换电路(例如在图 1 中图示的)的光控制电路,一般期望具有的寿命对应于它们用于控制的路灯 / 灯的寿命。这是期望的,以允许与灯同时地更换光控制电路。之前,这样的灯的期望寿命是大约两至三年。然而,在街道照明等中使用的现代的灯可具有多达二十年的寿命。然而,图 1 的电路一般使用铝电解电容器,特别对于电容器 C5,其典型地将电路的寿命限制在三年(电容器的期望寿命)。

[0024] 美国专利申请号 12/255,881(“’881 申请”)(其特此通过引用而并入本文就好像被全文阐述一样)描述了可通过改变输出级设计而允许图 1 的电容器 C5 的电容值减小的光控制电路,如稍后在本文进一步论述的。

## 发明内容

[0025] 本发明的实施例提供光传感器电路，其包括配置成控制具有线周期的正半个周期和负半个周期的交流 (AC) 电源施加到负载的继电器线圈。该光传感器电路进一步包括脉宽调制器电路，其配置成生成具有响应于跨继电器线圈的平均电压而变化的脉冲宽度的脉宽调制信号。该脉宽调制器包括电压平均电路，其包括与继电器线圈并联耦合的电容器。驱动晶体管耦合于继电器线圈和中性总线之间，该驱动晶体管响应于脉宽调制信号控制跨继电器线圈的平均电压。光传感器电路的光控制电路配置成响应于检测的亮度级控制脉宽调制信号施加到驱动晶体管。耦合于电源的半波整流器配置成在 AC 电源线周期的半个周期中的一个期间提供功率信号给脉宽调制器电路和光控制电路。光控制电路包括光电晶体管，其具有耦合于功率信号的第一端子和响应于由该光电晶体管检测的亮度的级别输出电流的第二端子。光控制电路进一步包括：耦合于光电晶体管的第二端子的低通滤波器电路，其对光电晶体管的输出电流滤波来提供亮度级信号电压；和选择晶体管，其在 AC 电源线周期的半个周期中的一个期间响应于具有选择的电平的该亮度级信号电压使脉宽调制信号耦合于驱动晶体管。脉宽调制器电路进一步包括电流放大器，其耦合于电压平均电路和选择晶体管之间。该电流放大器可在 AC 电源的负半个周期期间使从电压平均电路的电容器向驱动晶体管的基极放电的电流放大以在 AC 电源的负半个周期期间减少从电压电路的电容器放电的电流的量。

[0026] 在其它实施例中，脉宽调制器电路进一步包括占空比电容器，其在 AC 电源的正半个周期期间使电流放电到驱动晶体管的基极。电流放大器耦合于电压平均电路的电容器和占空比电容器之间。脉宽调制器电路可进一步包括整流二极管，其耦合于电压平均电路和电流放大器之间。该整流二极管可耦合于电压平均电路的电容器的第一端子和电流放大器的基极之间并且电压平均电路的电容器的第二端子可耦合于驱动晶体管的集电极。占空比电容器可耦合于电流放大器的集电极和发射极之间。占空比电容器可以是并联耦合的多个电容器。

[0027] 在另外的实施例中，脉宽调制器电路进一步包括耦合于电流放大器的基极和集电极之间的第二二极管。

[0028] 在其他实施例中，脉宽调制器电路进一步包括耦合于电流放大器的基极和集电极之间的电容器。

[0029] 在又一些实施例中，电流放大器是 PNP 双极晶体管。与继电器线圈并联耦合的电容器可以是陶瓷电容器。

[0030] 在其他实施例中，光传感器电路是街道照明光控制装置并且负载包括街道照明。光传感器电路可配置成比关断街道照明更快地接通街道照明。

[0031] 在另外的实施例中，低通滤波器电路包括：延迟电阻器，其具有耦合于光传感器的第一端子的第一端子；和延迟电容器，其耦合于延迟电阻器的第二端子和中性总线之间，该延迟电阻器和延迟电容器配置成向低通滤波器电路提供不对称延迟，从而对负载提供不同的关断和接通时间。

[0032] 在又一些实施例中，街道照明电路包括光传感器电路，该光传感器电路包括继电器线圈，其配置成控制具有线周期的正半个周期和负半个周期的交流 (AC) 电源施加到路灯。脉宽调制器电路配置成生成脉宽调制信号，其具有响应于跨继电器线圈的平均电压而

变化的脉冲宽度。脉宽调制器包括电压平均电路，其包括与继电器线圈并联耦合的陶瓷电容器。驱动晶体管耦合于继电器线圈和中性总线之间，该驱动晶体管响应于脉宽调制信号控制跨继电器线圈的平均电压。光控制电路配置成响应于检测的亮度级控制脉宽调制信号施加到驱动晶体管。耦合于电源的半波整流器配置成在 AC 电源线周期的半个周期中的一个期间提供功率信号给脉宽调制器电路和光控制电路。

[0033] 光控制电路包括光电晶体管。该光电晶体管具有耦合于功率信号的第一端子和响应于由光电晶体管检测的亮度的级别输出电流的第二端子。耦合于光电晶体管的第二端子的低通滤波器电路对光电晶体管的输出电流滤波来提供亮度级信号电压。选择晶体管在 AC 电源线周期的半个周期中的一个期间响应于具有选择的电平的亮度级信号电压使脉宽调制信号耦合于驱动晶体管。脉宽调制器电路进一步包括耦合于电压平均电路和选择晶体管之间的双极电流放大器。该电流放大器在 AC 电源的负半个周期期间使从电压平均电路的陶瓷电容器向驱动晶体管的基极放电的电流放大以在 AC 电源的负半个周期期间减少从电压电路的电容器放电的电流的量。整流二极管耦合于电压平均电路的电容器的第一端子和电流放大器的基极之间。电压平均电路的陶瓷电容器的第二端子耦合于驱动电容器的集电极。脉宽调制器电路进一步包括占空比电容器，其耦合于电流放大器的集电极和发射极之间，该占空比电容器在 AC 电源的正半个周期期间使电流放电到驱动晶体管的基极。电流放大器耦合于电压平均电路的陶瓷电容器和占空比电容器之间。

## 附图说明

- [0034] 图 1 是根据现有技术的功率调节器的电路图。
- [0035] 图 2 是根据现有技术的光控功率调节器的电路图。
- [0036] 图 3 是根据本发明的一些实施例的功率调节器的电路图。
- [0037] 图 4 是在 2008 年 10 月 22 日提交的共同待审的美国专利申请号 12/255,881 中描述的光传感器电路的电路图。
- [0038] 图 5 是根据本发明的一些实施例的光传感器电路的电路图。
- [0039] 图 6 是根据本发明的其他实施例的光传感器电路的电路图。
- [0040] 图 7 是根据本发明的另外的实施例的光传感器电路的电路图。

## 具体实施方式

[0041] 现在将在下文中参照附图（其中示出本发明的说明性实施例）更充分地描述本发明。在图中，区域或特征的相对大小可为了清晰而被放大。然而本发明可采用许多不同的形式体现并且不应解释为对本文阐述的实施例的限制；更确切地，提供这些实施例使得本公开将是全面和完整的，并且将使本发明的范围充分传达给本领域内技术人员。

[0042] 将理解尽管术语第一、第二等可在本文中使用来描述多种元件、组件、区域、层和 / 或分段，这些元件、组件、区域、层和 / 或分段不应被这些术语限制。这些术语仅用于区别一个元件、组件、区域、层或分段与另一个区域、层或分段。从而，下文论述的第一元件、组件、区域、层或分段可以称作第二元件、组件、区域、层或分段而不偏离本发明的教导。

[0043] 空间上相关的术语，例如“在下方”、“在下面”、“较低的”、“在上面”、“较高的”等，可为了便于描述而在本文中使用来描述如在图中图示的一个元件或特征与另一个元件或

特征的关系。将理解空间上相关的术语意在包含除在图中描绘的取向之外还在使用或操作中的装置的不同取向。例如,如果调转图中的装置,描述为在其他元件或特征“下面”或“下方”的元件然后将在其他元件或特征“上面”取向。从而,示范性术语“在下面”可以包含在上面和在下面两个取向。装置可用另外的方式取向(旋转90°[度]或其他方位)并且相应地解释本文使用的空间上相关的描述符。

[0044] 如本文使用的,单数形式“一”和“该”意在也包括复数形式,除非另外明确地陈述。将进一步理解术语“包括”、“包含”、“其包括”和 / 或“其包含”当在本说明书中使用时,规定陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和 / 或组件的存在,但不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和 / 或它们组成的组的存在或附加。将理解当元件称为正“连接”或“耦合”于另一元件时,它可以直接连接或耦合于其他元件或其间的元件可是存在的。此外,如本文使用的“连接”或“耦合”可包括无线连接或耦合。如本文使用的,术语“和 / 或”包括关联列出的项目中的一个或多个中的任何和所有组合。

[0045] 除非另外限定,本文使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有和本发明所属的领域内普通技术人员通常理解的相同的意思。将进一步理解例如在常用的字典中限定的那些等术语应解释为具有与在本说明书和相关领域的上下文中的它们的意思一致的意思,并且不在理想化或过度正式的意义上解释,除非本文明确地这样限定。

[0046] 如在'942专利中描述的,在图1中图示的功率调节器可在如在图2的电路图中示出的照明控制系统中使用。在图2中示出的电路使开关在黄昏时闭合并且在黎明时断开,例如用于控制路灯。示出的电路的电力线电压可在近似87VAC至305VAC范围并且具有50Hz或60Hz的电力线频率。该灵活性可允许光控制能在几乎任何的交流应用中使用。为了有助于稳定的操作,控制电路作为施密特触发器(Schmitt trigger)操作,从而在阈值电压处将输出切换为负的并且不切换回直到电压降到更低的阈值电压。

[0047] 继电器线圈K1处的电压从交流转换成直流并且被调节以提供继电器K1的正确操作。如上文指出的,因为继电器线圈K1的感应特性,它的电压可以具有大的纹波分量并且它仍将正常操作。在图1中示出的调节的电力供应电路向继电器线圈K1供应该调节的直流。在图2中,晶体管Q2提供开关来接通或关断调节的电力供应电路以便开启或关断到继电器线圈K1的电压并且因此接通或关断灯等。最大漏极到源极V将等于二极管D1的齐纳电压15V。最大漏电流等于流过电阻器R4的最大电流。

[0048] 光电晶体管Q1的电流随环境光照强度的增加而增加并且随环境光照强度的减小而减小。来自光电晶体管Q1的电流穿过电阻器R1和R2并且引起跨电阻器R1和R2的电压。该电压与环境亮度级成比例并且称为光信号。当光电晶体管Q1的输出是电流时,电阻器R2用于将电流转换成电压。R1起到将由D2、D3和C2组成的电荷泵生成的反馈电流转换成电压的作用。通过调整R1的电阻值,可以调整反馈的量。该电阻器可叫作磁滞控制。在街道照明中使用的大部分光控制电路中,关断亮度级是接通亮度级的两倍,这是期望的。R1的值可以变化直到实现接通与关断亮度级的该比例。

[0049] 因为光电晶体管可变化,通常调整R2来将灵敏性归一化到期望的水平。R2可叫作“增益电阻器”。

[0050] 电容器C1对光信号滤波,从而去除高频噪声分量,其可由照明、无线电干扰、或其他原因诱导。如果该电路免受外部电磁感应(例如如由闪电引起的无线电干扰或电磁脉

冲)影响, C1 可不是必需的。低通滤波器或延时电路(其包括电阻器 R3 和电容器 C3),使光信号延迟近似 1.5 秒。延迟一般防止使灯闪烁的短持续时间、瞬时光源,例如经过的汽车的前灯或照明闪光灯。低通滤波器的输出施加到光电晶体管 Q2 的栅极,其通过光信号而接通或关断地换向,从而接通或关断调节的功率供应电路以便接通或关断到继电器线圈 K1 的电压并且因此接通或关断灯等。可提供与电阻器 R3 并联的二极管来提供不对称延迟,从而允许对于街道照明等的关断和接通时间不同。

[0051] 齐纳二极管 D4 确保光电晶体管 Q1 具有跨其的正电压。尽管在图 2 中图示二极管 D4,如本领域内技术人员清楚的,这不是必需的。例如,可以用短路代替二极管 D4,并且电路应该继续合适地起作用。

[0052] 电容器 C4 有助于使电路耐受无线电干扰、闪电放电、和其他干扰。与电容器 C1 类似,如果该电路免受例如由闪电引起的无线电干扰或电磁脉冲等外部电磁干扰,则 C4 可不是必需的。

[0053] 二极管 D2 和 D3 和电容器 C2 形成电荷泵电路。该电荷泵电路将跨电阻器 R5 找到的峰-峰值交流电压转换成产生正反馈所需要的极性的直流。该电荷泵电路提供与继电器电流(输出)成比例的正反馈来形成施密特触发器。到光电晶体管 Q1 的施密特触发器输入有助于提供稳定性。

[0054] 晶体管 Q3 使功率换向到继电器,从而允许只添加一个晶体管到电路来提供光控制。正电压源于电阻器 R4 的低电压端。

[0055] 另外的光传感器电路在 2008 年 4 月 21 日提交、题为“Photosensor Circuits Including a Switch Mode Power Converter(包括开关模式功率转换器的光传感器电路)”的共同待审的美国专利申请号 12/102,631 中描述,其公开通过引用合并不好比全文阐述一样。美国专利申请号 12/102,631 的图 5 图示光传感器电路,其中图 2 的电路的电荷泵电路没有用于正反馈,从而允许电路的组件减少和相关的成本节约,并且其中晶体管代替二极管用于使图 2 的电路的低通滤波电容器放电来对负载提供不同的接通和关断时间。

[0056] 根据本发明的一些实施例的开关模式功率转换器在图 3 中图示。在图 3 中示出的电路,与在图 1 中看到的类似,是开关模式功率调节器,其实现电力线同步脉宽调制(触发角调制)。电路包括功率电路和控制电路。图 3 的电路包括电流放大器 Q1,示出为 PNP 双极晶体管,在图 1 的电路中未找到。当用作图 1 中的二极管 D5 的实用二极管将大体上在相反的方向中传导一些电流时,二极管 D2 在图 3 的电路中示出,其在一些实施例中可保护电流放大器 Q1 的基极。因为从包括图 3 的组件 R6、R7 和 C5 的电压平均电路抽取的电流将减少了电流放大器晶体管 Q1 的电流增益 B,所以 R6 和 R7 的电阻值可以增加到 B 倍并且 C5 的电容值可以减小到 B 倍而不改变平均电路的时间常数。

[0057] 利用平均电路的电容器 C5 的电容值的该减小(这之前典型地需要是具有大体上短的寿命的铝电解型电容器),电容器 C5 可以是比铝电解型电容器寿命更长的陶瓷型电容器。

[0058] 如上文论述的,’881 申请公开了还可允许在平均电路中使用更长寿命的陶瓷电容器的电路。包括常闭继电器的示例光传感器在图 4 中示出,其对应于’881 申请的图 7。图 4 的电路与图 2 的不同之处在于在图 2 中示出的单个 NPN 晶体管 Q3 被 NPN 晶体管 Q5、Q6 的

达林顿对 (Darlington pair) Q3 所取代。如此,图 4 的电路可使电路的电流增益增加并且使继电器线圈 K1 电流换向所需要的电流的量减小。换句话说,图 3 的实施例通过插入电流放大器而减少在线周期的负半个周期期间从电容器 C5 流动的非期望电流,而图 4 的电路使驱动驱动晶体管 Q3(因为它在图 4 中是达林顿对)上的基极所需要的电流减少,从而允许 C6 的电容值减少,从而减少 C6 对在负周期期间从 C5 流动的电流的影响,来允许对 C5 使用较低的电容值。然而,达林顿对 Q3 的高增益和图 4 中电容器 C6 的小的电容值可使电路比使用如参照图 3 描述的电流放大器的本发明的实施例更易受电磁干扰影响。

[0059] 根据本发明的一些实施例、包括开关模式功率调节器(其包括电流放大器)的光传感器电路现在将参照图 5-7 描述。图 5 的实施例是不包括放大的光电晶体管的光传感器电路,而图 6-7 的实施例包括放大的光电晶体管。

[0060] 就 2008 年 4 月 21 日提交的共同待审的美国专利申请号 12/102,631 中描述的电路而言,图 5-7 的电路不包括图 2 的电路的电荷泵电路,而包括二极管 D2 和 D3 以及电容器 C2。在图 2 的电路中,电荷泵电路的目的是形成创建施密特触发器响应所必需的正反馈。相比之下,图 5-7 的电路从通过光电晶体管 Q1 传导的交流纹波获得期望的正反馈。

[0061] 如在图 5-7 中看到的,图示的光传感器电路每个包括常闭继电器线圈 K1。继电器线圈 K1 控制交流 (AC) 电源 LINE/J1(其带有线周期的正半个周期和负半个周期两者)施加到负载 LOAD/J2,例如路灯。还提供第二参考极性 NEUTRAL/J3。图示的继电器线圈 K1 操作常闭开关使得街道照明的默认状态是接通的并且施加足够的平均电压到继电器线圈 K1 使图 5-7 的图示电路中的街道照明关断。然而,将理解本发明的一些实施例可配置有常开继电器线圈。

[0062] 如在上文参照图 1 论述的,脉宽调制器电路(其包括组件 C6、R6、R7、R8 和 R9),生成具有响应于跨继电器线圈 K1 的平均电压而变化的脉冲宽度的脉宽调制信号。该脉宽调制器包括电压平均电路 C5、R8、R9,其包括与继电器线圈 K1 并联耦合的电容器 C5。

[0063] 耦合于继电器线圈 K1 和中性总线 NEUTRAL/J3 之间的驱动晶体管 Q5 响应于输入到晶体管 Q5 的栅极的脉宽调制信号而控制跨继电器线圈 K1 的平均电压。

[0064] 对于在图 5-7 中图示的电路,光控制电路包括在内,其响应于检测的亮度级而控制脉宽调制信号施加到驱动晶体管 Q5。半波整流器(其包括组件 D7 和 R10)耦合于电源并且在 AC 电源 LINE/J1 线周期的半个周期中的一个期间提供功率信号给脉宽调制器电路和光控制电路。

[0065] 如在图 5-7 中看到的,光控制电路包括光电晶体管 Q1。光电晶体管 Q1 具有耦合于功率信号的第一端子和响应于由光电晶体管 Q1 检测的亮度的级别而输出电流的第二端子。低通滤波器电路 R5、C4 耦合于光电晶体管 Q1 的第二端子,其对光电晶体管 Q1 的输出电流滤波来提供高水平的电压信号。低通滤波器电路包括延迟电阻器 R5(其具有耦合于光传感器 Q1 的第二端子的第一端子)和延迟电容器 C4,该延迟电容器 C4 耦合于延迟电阻器 R5 的第二端子和中性总线 NEUTRAL/J3 之间。电阻器 R5 结合电容器 C4 形成延时电路,其可用于限制或防止光控制在发光闪光或由光电晶体管 Q1 检测到的其他瞬间光源期间关断 / 接通。另外,对于图 6-7 的实施例,来自光电晶体管 Q1 的信号由晶体管 Q2 放大。R5、C4 他们可用于向低通滤波电路提供不对称延迟,从而结合二极管 D2 对负载提供不同的关断或接通时间。

[0066] 选择晶体管 Q4 使脉宽调制信号在由二极管 D7 响应于具有到晶体管 Q4 棚极的选择水平的输入的亮度级信号电压而经历的 AC 电源 LINE/J1 线周期的整流的半个周期期间耦合于驱动晶体管 Q5 的基极。来自光电晶体管 Q1 的交流反馈信号由二极管 D2 转换成直流信号。

[0067] 另外,如参照图 3 描述的,在图 5-7 的电路中,脉宽调制电路进一步包括电流放大器 Q3,其耦合于电压平均电路 C5、R8、R9 和选择晶体管 Q4 之间。该电流放大器 Q3 在 AC 电源的负半个周期期间放大从电压平均电路的电容器 C5 放电到驱动晶体管 Q5 的基极的电流,以减少在 AC 电源的负半个周期期间从电压电路的电容器 C5 放电的电流的量。

[0068] 图 5-7 的脉宽调制电路进一步包括占空比电容器 C6,其在 AC 电源的正半个周期期间使电流放电到驱动晶体管 Q5 的基极。电流放大器 Q3 耦合于电压平均电路的电容器 C5 和占空比电容器 C6 之间。更具体地,占空比电容器 C6 耦合于电流放大器 Q3 的集电极和发射极之间。如在图 5 和 6 的实施例中看到的,占空比电容器 C6 提供为多个并联耦合的电容器 C6、C7、C8。与图 7 中的单个 1500 纳法电容器相比,这样的设置提供了使用更小的电容器,示出为图 5-6 中的 470 纳法电容器。

[0069] 图 5-7 的脉宽调制器电路进一步包括整流二极管 D5,其耦合于电压平均电路和电流放大器 Q3 之间。整流二极管 D5 耦合于电压平均电路的电容器 C5 的第一端子和电流放大器 Q3 的基极之间。电压平均电路的电容器 C5 的第二端子通过电阻器 R9 耦合于驱动晶体管 Q5 的集电极。

[0070] 图 5-7 的脉宽调制器电路还包括第二二极管 D4,其耦合于电流放大器 Q3 的基极和集电极之间。提供二极管 D4 来保护电流放大器 Q3 免于受到由二极管 D5 的反向泄漏引起的发射极到基极电压击穿的损坏。图 7 的实施例进一步包括电容器 C10,其耦合于电流放大器 Q3 的基极和集电极之间。提供电容器 C10 来限制或甚至防止电噪声(例如由无线电干扰引起的)影响光传感器电路的操作。

[0071] 在一些实施例中,电流放大器 Q3 是 PNP 双极晶体管。在其他实施例中,与继电器线圈 K1 并联耦合的电容器 C5 是长寿命的陶瓷电容器。占空比电容器 C6 也可以是长寿命的陶瓷电容器。因此,图 5-7 的实施例可提供长寿命的、高效、高负载容量且不昂贵的光控制。

[0072] 在图 5-7 中看到的光传感器电路可以是街道照明光控制装置并且负载可以是街道照明。光传感器电路可配置成比其关断街道照明更快地接通街道照明。

[0073] 如上文论述的,由于街道照明技术发展,正引入更高效且寿命更长的灯。尽管之前典型的路灯在更换之前一般持续三年是必需的,新的路灯持续长达 20 年。因此,可以担保具有 20 年寿命的光控制也可以是期望的。这样的延长的寿命可由在图 5-7 中图示的实施例提供。

[0074] 相比之下,典型的常规可用的光控制包含铝电解电容器。这样的铝电解电容器大体上具有 5000 小时(208 天)的额定寿命。这大体上还将利用铝电解电容器的任何光控制的寿命限制在小于 5000 小时(208 天)。通过在比它们的最大额定值低得多的电压和温度操作铝电解电容器,它们的寿命和利用它们的光控制的寿命可以延长至三年而不是期望的 20 年。通过允许实际使用长寿命的电容器,例如陶瓷型电容器,电路寿命因为陶瓷电容器典型地持续极端时间长度而可以明显增加。此外,因为新的 LED 型灯在功率上趋于更低,光控

制电路自身的功率耗散组件变成照明的总效率方程的较大的百分比。如此，光控制电路的能量消耗的减少也是有益的。

[0075] 前述是本发明的说明并且将不解释为其限制。尽管已经描述本发明的几个示范性实施例，本领域内技术人员将容易意识到在该示范性实施例中许多修改是可能的而实质上没有偏离本发明的新颖教导和优势。因此，所有这样的修改规定为包括在本发明的范围内，如在权利要求中限定的。在权利要求中，“装置 + 功能”从句意在涵盖如执行列举的功能的本文描述的结构并且不仅结构等同物还有等同结构。因此，将理解前述是本发明的说明并且不将解释为对公开的特定实施例的限制，并且对公开的实施例以及其他实施例的修改意在包括在附上的权利要求的范围内。本发明由下列权利要求限定，其中权利要求的等同物包括在其中。

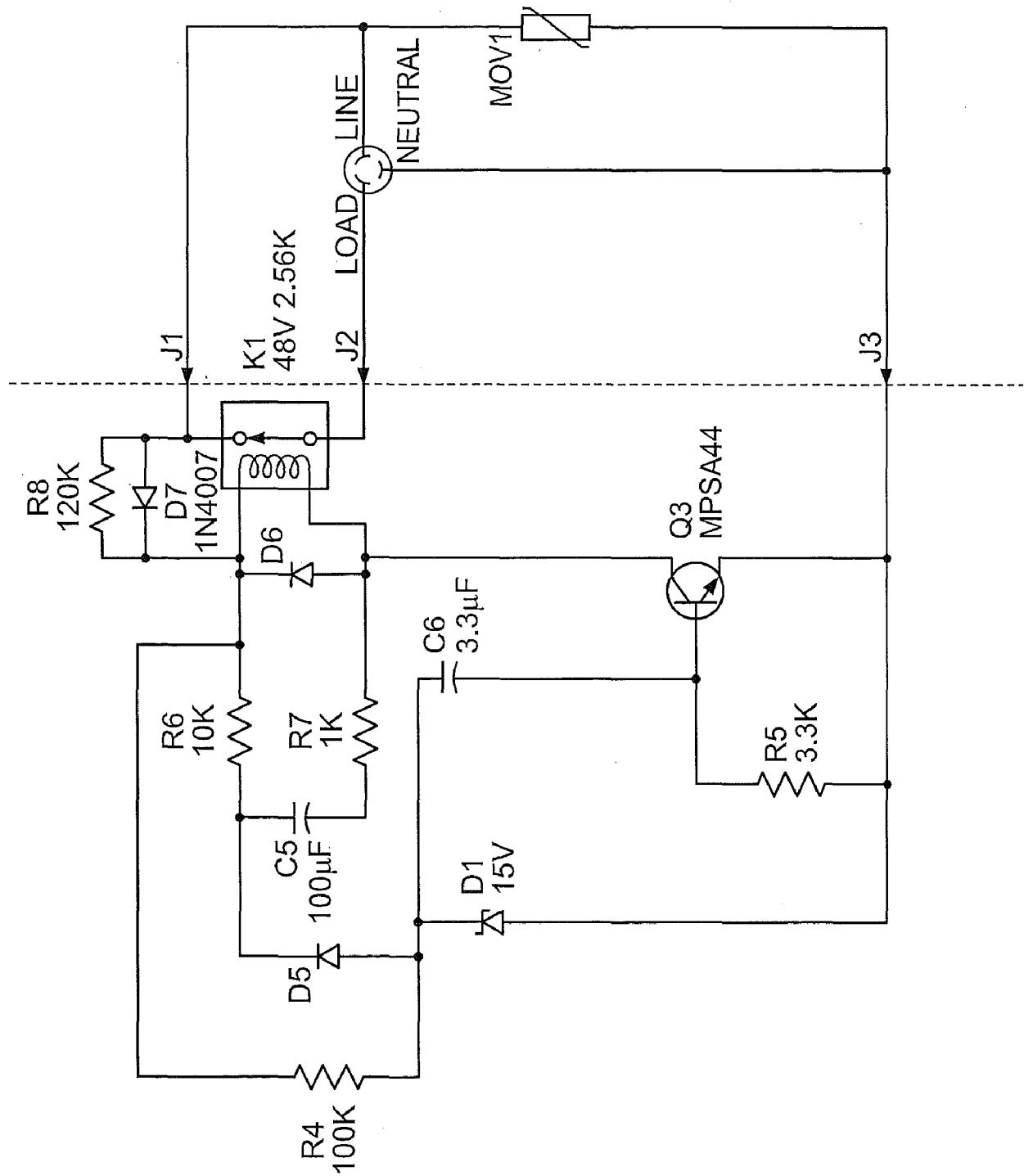


图 1

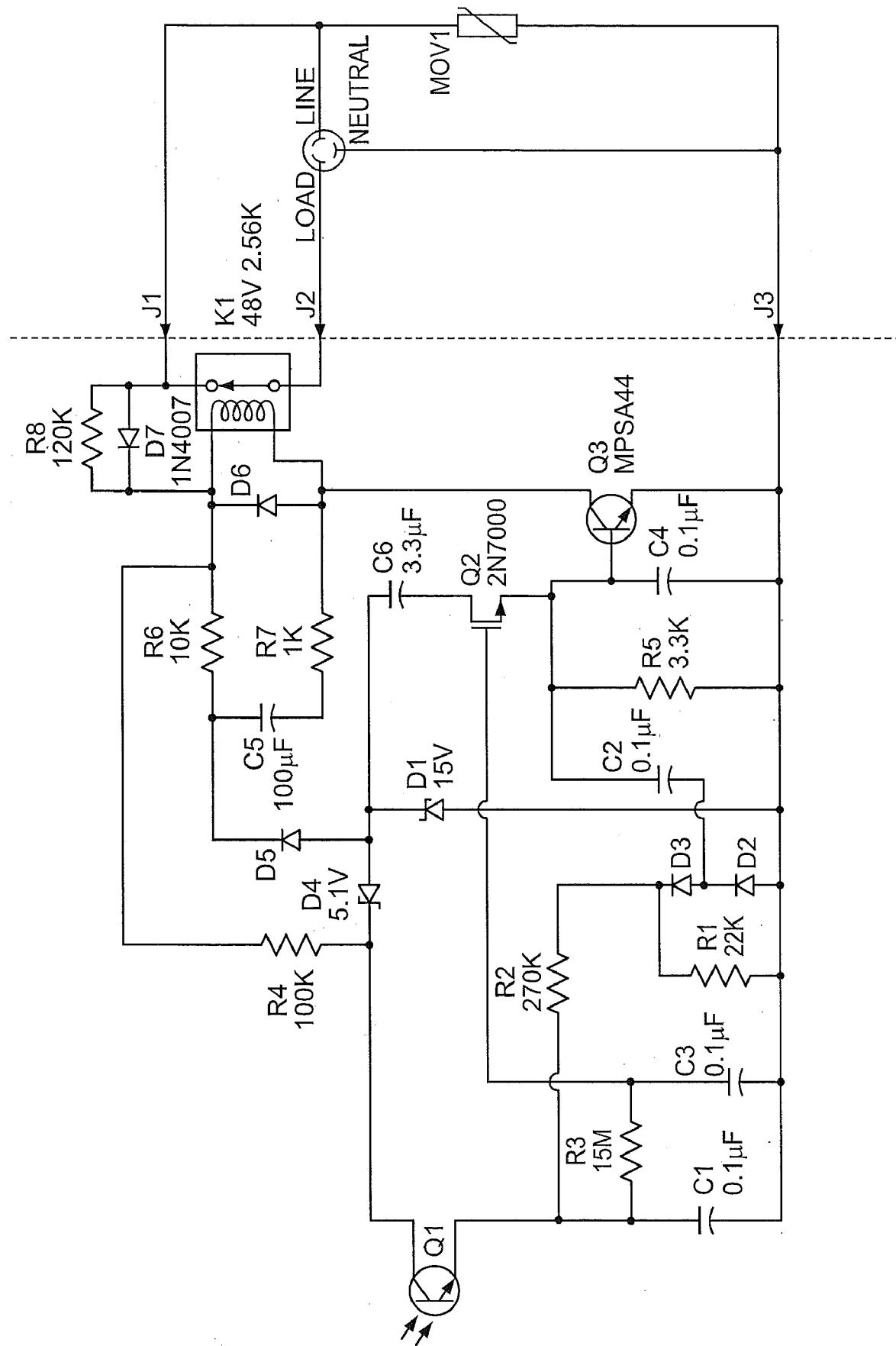


图 2

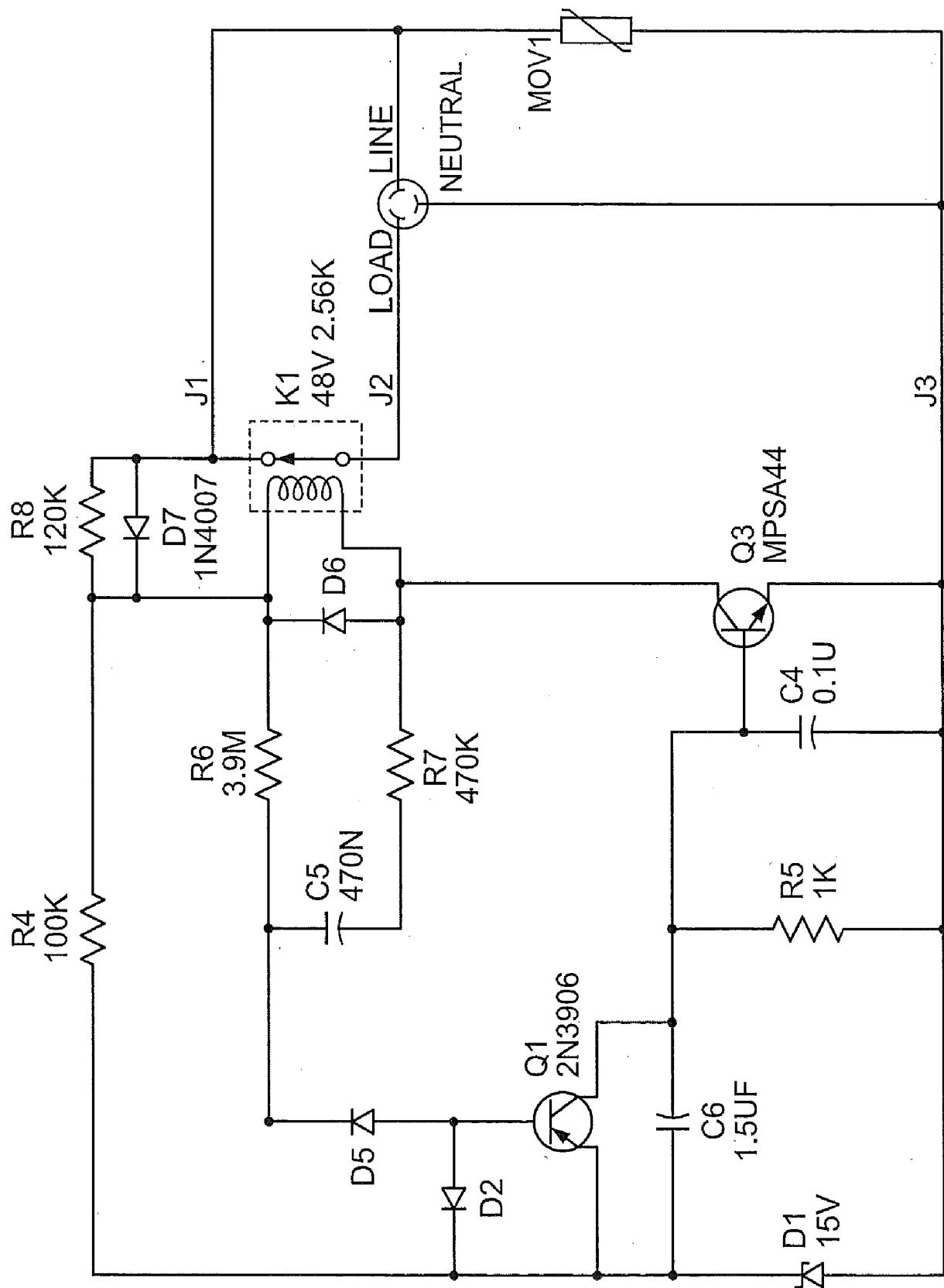


图 3

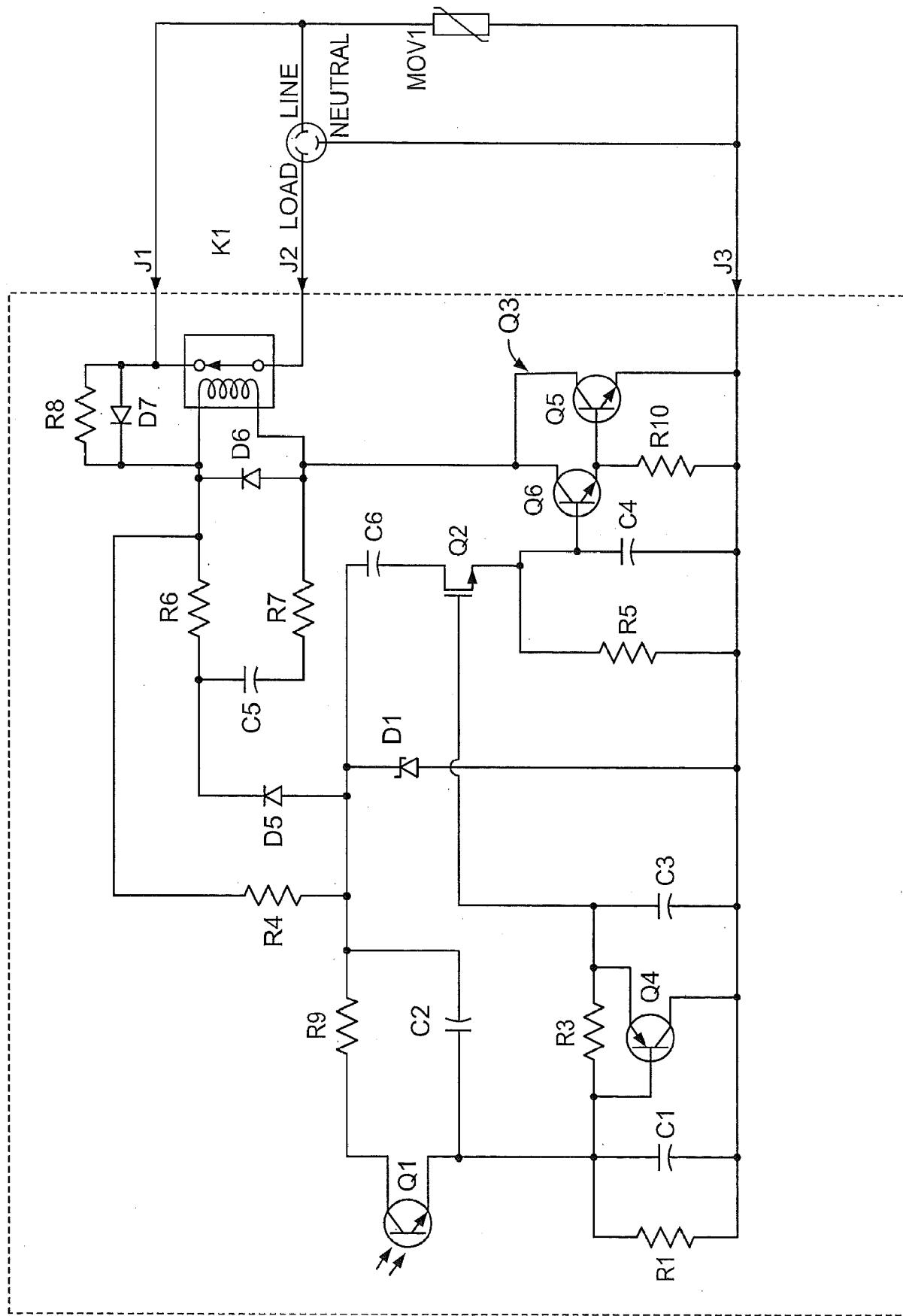


图 4

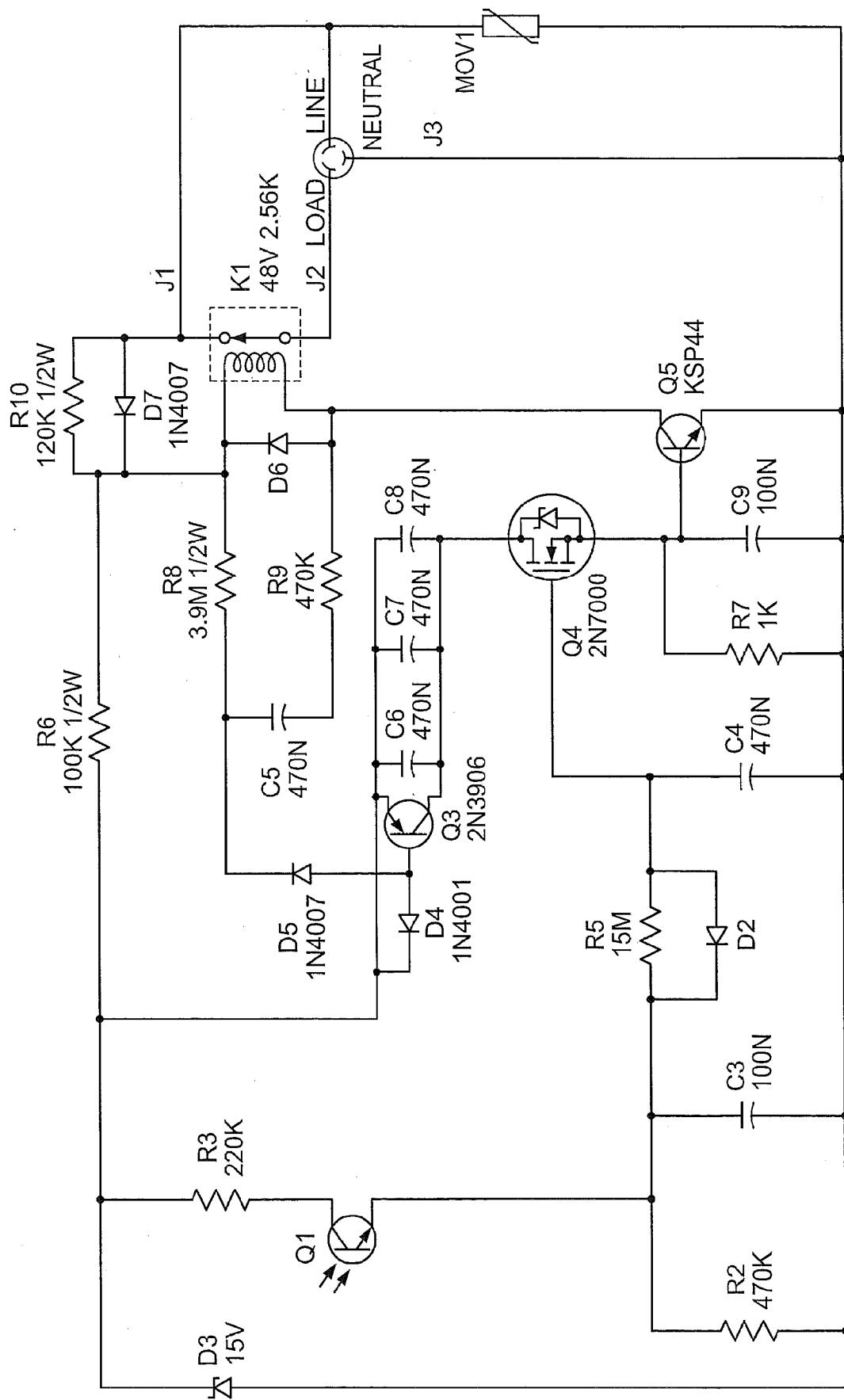


图 5

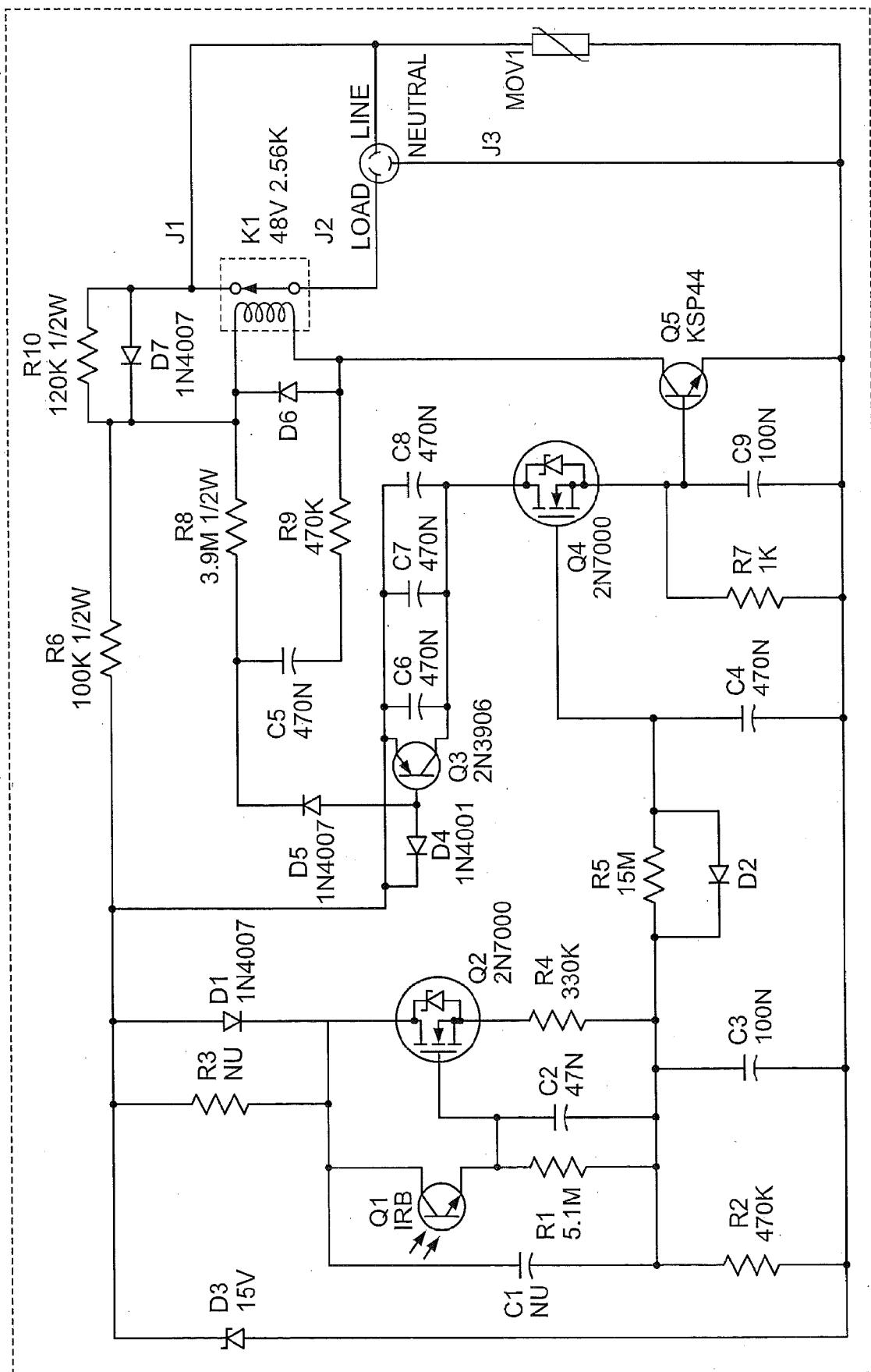


图 6

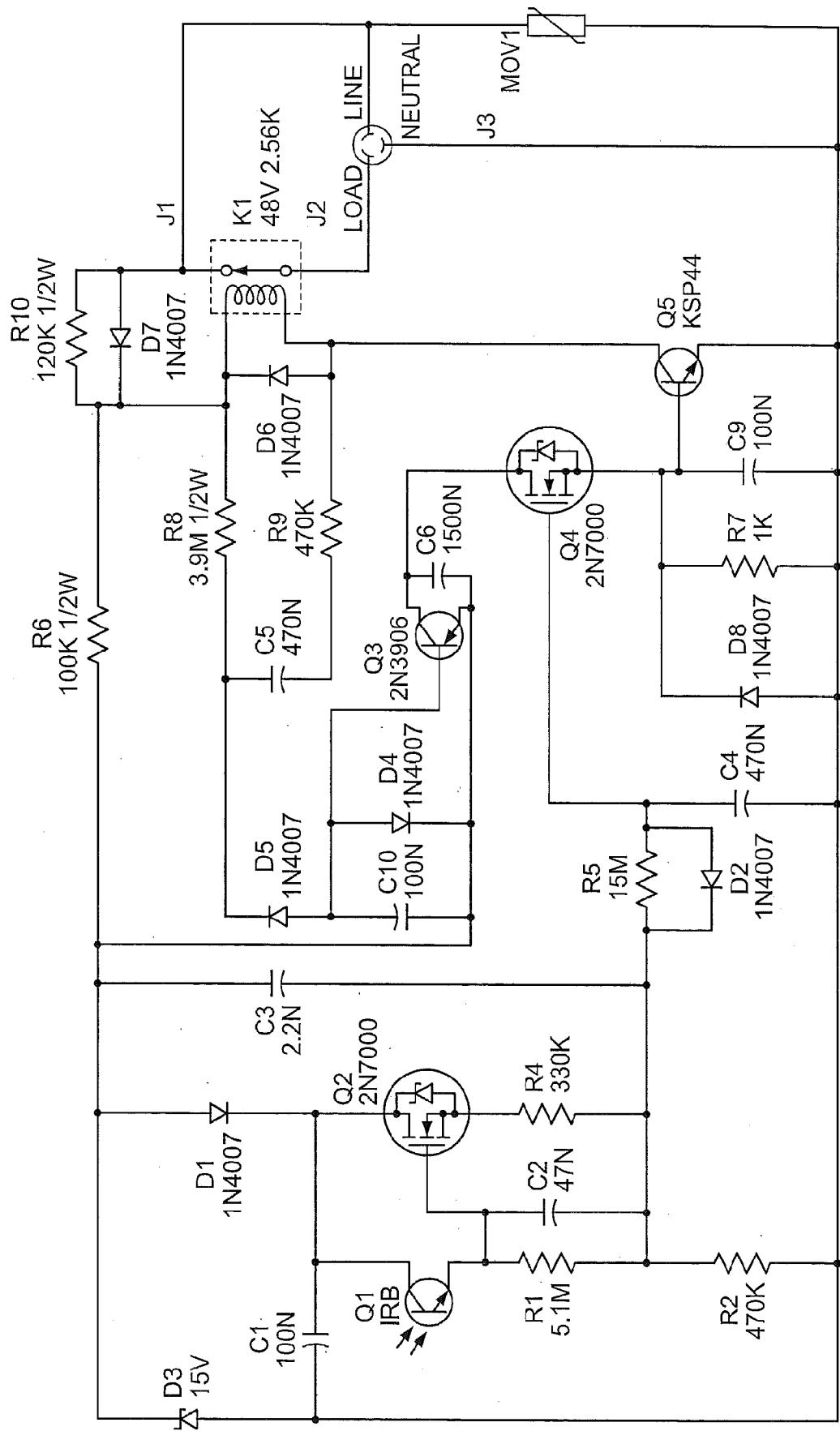


图 7