



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102593946 B

(45) 授权公告日 2014.02.12

(21) 申请号 201210038883.6

CN 1627593 A, 2005. 06. 15, 全文.

(22) 申请日 2012.02.21

CN 202014132 U, 2011. 10. 19, 全文.

(73) 专利权人 德讯科技股份有限公司

审查员 曹卫琴

地址 210010 江苏省南京市雨花区花神大道
21 号

(72)发明人 张金柱 仲讲平

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所（特殊普通合伙）32256

代理人 仝立

(51) Int. Cl.

H02J 9/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2010/0231048 A1, 2010.09.16, 全文.

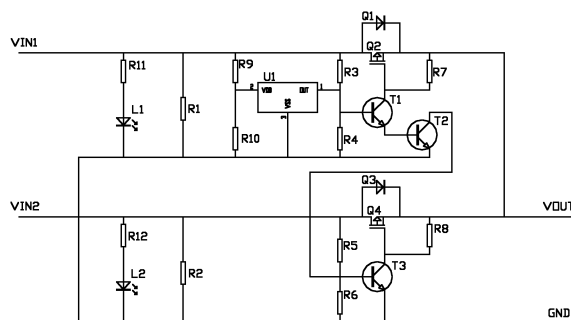
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路

(57) 摘要

本发明涉及一种基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路, 由一个电压检测器、三个三极管、两个 P 沟道的功率 MOSFET、两个二极管、两个发光二极管、以及若干电阻元件组成的。VIN1 和 VIN2 为两组工作电源的输入端, 其中 VIN1 接主供电电源, VIN2 接备用供电电源; VOUT 为电源切换电路的输出端, 接负载设备; GND 为地线。在工作状态时, 主电源和备用电源同时通电, VIN1=VIN2。在电压检测器的检测端加入分压电阻, 使被测电压尽量靠近检测阈值。当主电源电压发生跌落的时候就可以第一时间驱动电压检测器完成电源自动切换工作。本发明结合功率 MOSFET 的工作特性, 配合电压检测器, 采用功率 MOSFET 做切换开关, 当主电源电压下降到电源检测器设定的阈值电压以下或断电时, 备用电源能自动切换。



1. 基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,其特征在于:包括两个工作电源的输入端 VIN1 和 VIN2,一个电压检测器 U1,三个三极管 T1、T2 和 T3,两个 P 沟道功率 MOSFETQ2 和 Q4,两个二极管 Q1 和 Q3 以及电阻;所述工作电源输入端 VIN1 接主供电电源的输出端,工作电源输入端 VIN2 接备用供电电源的输出端;所述工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R1 接地线 GND,电阻 R1 起到快速放电的作用,保证在电源切换的时候,电压检测器 U1 的输入端电压能够在最短的时间内降到阈值以下从而驱动输出端的电平变换完成电源切换工作;所述工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R2 接地线 GND,所述工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R5 和 R6 接地线 GND,同时电阻 R5 和电阻 R6 的联接端接三极管 T3 的基极;所述工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R9 和 R10 接地线 GND,同时电阻 R9 和电阻 R10 的联接端接电压检测器 U1 的 2 脚输入端,电阻 R9 和电阻 R10 的作用是分压,把电压检测器 U1 的 2 脚输入端电压调整到尽量靠近阈值,保证在最短的时间内完成电平变换;电压检测器 U1 的 3 脚接地线 GND,1 脚输出端接三极管 T1 的基极,同时也通过上拉电阻 R3 接工作电源输入端 VIN1,并通过下拉电阻 R4 接地线 GND,其中电阻 R3 的作用是保证电压检测器 U1 在不工作的情况下,输出端保持高电平,电阻 R4 起到分压和放电的作用;工作电源输入端 VIN1 最终接到二极管 Q1 的正极和功率 MOSFETQ2 的漏极,三极管 T1 的集电极接功率 MOSFETQ2 的栅极,同时通过电阻 R7 接功率 MOSFETQ2 的源极和二极管 Q1 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,其中二极管 Q1 和功率 MOSFETQ2 并联起保护作用,电阻 R7 是保证当三极管 T1 截止的时候功率 MOSFETQ2 的栅极和源极保持等电位截止状态;三极管 T1 的发射极接三极管 T2 的基极,三极管 T2 的发射极接地线 GND,三极管 T2 的集电极接三极管 T3 的基极,三极管 T3 的集电极接功率 MOSFETQ4 的栅极同时也通过电阻 R8 接功率 MOSFETQ4 的源极和二极管 Q3 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,这三个三极管 T1、T2 和 T3 串联联接用于保证状态联动,当三极管 T1 导通的时候,三极管 T2 也导通,三极管 T3 截止,同时拉低功率 MOSFETQ2 的栅极电平,抬高功率 MOSFETQ4 的栅极电平使功率 MOSFETQ2 导通功率 MOSFETQ4 截止,设备由工作电源输入端 VIN1 供电,工作电源输入端 VIN2 停止供电;相反当电压检测器 U1 检测到低电平时,三极管 T1 截止,三极管 T2 也截止,三极管 T3 导通,这时功率 MOSFETQ2 的栅极和源极等电位截止,而功率 MOSFETQ4 的栅极电平被拉成低电平,功率 MOSFETQ4 导通完成电源切换,设备由工作电源输入端 VIN2 供电,工作电源输入端 VIN1 停止供电。

2. 如权利要求 1 所述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,其特征在于:所述电压检测器 U1 的阈值选择低于电源标称输出电压值 0.5V。

3. 如权利要求 2 所述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,其特征在于:所述电压检测器 U1 选择 HT7044,检测电压阈值为 4.4V。

4. 如权利要求 1 所述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,其特征在于:所述工作电源输入端 VIN1 经过限流电阻 R11 接发光二极管 L1 的正极,发光二极管 L1 的负极接地线 GND,电阻 R11 用于限制流过发光二极管 L1 的电流大小,保证发光二极管 L1 工作在安全电流范围内;所述工作电源输入端 VIN2 经过限流电阻 R12 接发光二极管 L2 的正极,发光二极管 L2 的负极接地线 GND,电阻 R12 用于限制流过发光二极管 L2 的电流大小,保证发光二极管 L2 工作在安全电流范围内;两个发光二极管用于起指示作用,正常工作情况下两个发光二极管都是点亮的,当其中任意一路电源发生异常时,相对应得发光二极管熄灭提示及时维修或替换。

基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电源自动切换电路,具体的说是一种基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路。

背景技术

[0002] 通常一些关键设备的应用是需要设置备用电源的,当主电源不正常或断电时,备用电源要不间断地自动切换,以保证设备的正常工作。最常用的做法是继电器切换和二极管并联切换方式,但这两种切换方式都存在弊端。首先是切换时间问题,通常继电器的反应时间都是 ms 级的,这就需要在电源端配备足够大容量的储能电容以防止设备在电源切换过程中重启,显然这在设备应用电流较大的场合中是不现实的;其次是压降问题,二极管并联方式会给主次两个通道都带来问题,二极管的管压降会造成供电电压过低引起设备异常,特别是在一些低电压工作场合(如 5V、3.3V),所以典型二极管压降(0.7V)会使电源供电电压过低,对低压电源供电的存储器 IC 容限问题更严重,即使使用肖特基二极管(0.2V~0.5V)之类压降较低的二极管,也只是在一定程度上使情况有所改善,解决不了根本问题。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是,克服以上现有技术提到两个技术问题,提供一种基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,结合功率 MOSFET 的工作特性,配合电压检测器,采用功率 MOSFET 做切换开关,当主电源电压下降到电源检测器设定的阈值电压以下或断电时,备用电源能自动切换。

[0004] 本发明解决以上技术问题的技术方案是:

[0005] 基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,包括两个工作电源的输入端 VIN1 和 VIN2,一个电压检测器 U1,三个三极管 T1、T2 和 T3,两个 P 沟道功率 MOSFET Q2 和 Q4,两个二极管 Q1 和 Q3 以及电阻;工作电源输入端 VIN1 接主供电电源的输出端,工作电源输入端 VIN2 接备用供电电源的输出端;工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R1 接地线 GND,电阻 R1 起到快速放电的作用,保证在电源切换的时候,电压检测器 U1 的输入端电压能够在最短的时间内降到阈值以下从而驱动输出端的电平变换完成电源切换工作;工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R2 接地线 GND,工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R5 和 R6 接地线 GND,同时电阻 R5 和电阻 R6 的联接端接三极管 T3 的基极;工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R9 和 R10 接地线 GND,同时电阻 R9 和电阻 R10 的联接端接电压检测器 U1 的 2 脚输入端,电阻 R9 和电阻 R10 的作用是分压,把电压检测器 U1 的 2 脚输入端电压调整到尽量靠近阈值,保证在最短的时间内完成电平变换;电压检测器 U1 的 3 脚接地线 GND,1 脚输出端接三极管 T1 的基极,同时也通过上拉电阻 R3 接工作电源输入端 VIN1,并通过下拉电阻 R4 接地线 GND,其中电阻 R3 的作用是保证电压检测器 U1 在不工作的情况下,输出端保持高电平(由于电压检测器是开漏输出,所以这个上拉电阻是必须的),电阻 R4 起到分压和放电的作用;工作电源输入端 VIN1 最

终接到二极管 Q1 的正极和功率 MOSFETQ2 的漏极,三极管 T1 的集电极接功率 MOSFETQ2 的栅极,同时通过电阻 R7 接功率 MOSFETQ2 的源极和二极管 Q1 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,其中二极管 Q1 和功率 MOSFETQ2 并联起保护作用,电阻 R7 是保证当三极管 T1 截止的时候功率 MOSFETQ2 的栅极和源极保持等电位截止状态;三极管 T1 的发射极接三极管 T2 的基极,三极管 T2 的发射极接地线 GND,三极管 T2 的集电极接三极管 T3 的基极,三极管 T3 的集电极接功率 MOSFETQ4 的栅极同时也通过电阻 R8 接功率 MOSFETQ4 的源极和二极管 Q3 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,这三个三极管 T1、T2 和 T3 串联联接用于保证状态联动,当三极管 T1 导通的时候,三极管 T2 也导通,三极管 T3 截止,同时拉低功率 MOSFETQ2 的栅极电平,抬高功率 MOSFETQ4 的栅极电平使功率 MOSFETQ2 导通功率 MOSFETQ4 截止,设备由工作电源输入端 VIN1 供电,工作电源输入端 VIN2 停止供电;相反当电压检测器 U1 检测到低电平时,三极管 T1 截止,三极管 T2 也截止,三极管 T3 导通,这时功率 MOSFETQ2 的栅极和源极等电位截止,而功率 MOSFETQ4 的栅极电平被拉成低电平,功率 MOSFETQ4 导通完成电源切换,设备由工作电源输入端 VIN2 供电,工作电源输入端 VIN1 停止供电。

[0006] 两个与功率 MOSFET 并联的二极管的主要作用有两个,首先是起到备用作用,在功率 MOSFET 损坏或不能正常工作的情况下,电源可以通过二极管直接向设备供电,保证设备不断电;其次是起到保护作用,当电源通过二极管向用电设备直接供电的时候,利用二极管反向截止特性有效防止双电源之间的电流倒灌损坏电源。

[0007] 这样,当电压检测器 U1 检测端检测到的电压大于其检测电压阈值时,则其输出端截止,通过上拉电阻 R3 输出高电平,这个高电平使三极管 T1 饱和导通,从而使三极管 T2 也饱和导通,最终使功率 MOSFETQ2 的栅极和三极管 T3 的基极都为低电平,三极管 T3 截止,功率 MOSFETQ4 的栅极和源极等电位截止,电源电流通过大功率二极管流向功率 MOSFET Q4 的源极,功率 MOSFETQ2 的源极电压等于功率 MOSFETQ4 的源极电压约等于主供电电源电压减去二极管的压降,由于功率 MOSFETQ2 的栅极为低电平,功率 MOSFETQ2 饱和导通,因为功率 MOSFETQ4 截止,功率 MOSFETQ2 的导通电阻很小,它的管压降远比并联的二极管的压降小得多,所以主电源通过功率 MOSFETQ2 向负载设备供电;

[0008] 当主电源电压下降导致电压检测器 U1 检测端检测到的电压小于其检测电压阈值时,电压检测器 U1 输出端导通,输出低电平,这个低电平使三极管 T1 截止,从而使三极管 T2 也截止,最终使功率 MOSFETQ2 的栅极和三极管 T3 的基极都为高电平,功率 MOSFETQ2 的栅极和源极等电位截止,三极管 T3 饱和导通,使功率 MOSFETQ4 的栅极为低电平,备用电源电流通过二极管流向功率 MOSFETQ4 的源极,所以功率 MOSFETQ4 的源极电压等于功率 MOSFETQ2 的源极电压约等于备用电源电压减去二极管的压降,而由于功率 MOSFETQ4 的栅极为低电平,功率 MOSFETQ4 饱和导通,因为功率 MOSFETQ2 截止,功率 MOSFETQ4 的导通电阻很小,它的管压降远比并联的二极管的压降小得多,所以备用电源通过功率 MOSFETQ2 向负载设备供电;

[0009] 当主电源断电时,电压检测器检测端无输入电压,输出端通过下拉电阻强制为低电平,三极管 T1 同样截止,其工作情况与上面的电压下降的情况基本一致。

[0010] 本发明进一步限定的技术方案是:

[0011] 前述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,电压检测器 U1 的阈值选择低于电源标称输出电压值 0.5V。考虑到电源接入负载后可能存在输出电压小幅下降的可

能,同时也要考虑到电压检测器检测阈值的合理浮动范围,所以电压检测器 U1 的阈值一般选择低于电源标称输出电压值 0.5V 左右为宜。由于通常情况下,当电源接入负载后电压值都会有一定幅度的下降,所以在选择电压检测器件的时候一定要考虑到这一点,如果选用了检测阈值过高的检测器件有可能导致主电源刚开始通电电压值就下降到检测阈值以下从而驱动电压检测器的输出一直处于低电平状态,这样一来主供电电源就处于关断状态,设备只能由备用电源供电,切换电路失去作用。

[0012] 前述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,电压检测器 U1 选择 HT7044,检测电压阈值为 4.4V。

[0013] 前述的基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,工作电源输入端 VIN1 经过限流电阻 R11 接发光二极管 L1 的正极,发光二极管 L1 的负极接地线 GND,电阻 R11 用于限制流过发光二极管 L1 的电流大小,保证发光二极管 L1 工作在安全电流范围内;工作电源输入端 VIN2 经过限流电阻 R12 接发光二极管 L2 的正极,发光二极管 L2 的负极接地线 GND,电阻 R12 用于限制流过发光二极管 L2 的电流大小,保证发光二极管 L2 工作在安全电流范围内;两个发光二极管用于起指示作用,正常工作情况下两个发光二极管都是点亮的,当其中任意一路电源发生异常时,相对应得发光二极管熄灭提示及时维修或替换。

[0014] 本发明的有益效果是:本发明结合功率 MOSFET 的工作特性,采用功率 MOSFET 做切换开关,配合电压检测器,当主电源电压下降到电源检测器设定的阈值电压以下或断电时,备用电源能自动切换,可以同时解决上面提到两个问题。首先, MOSFET 的开关频率非常快(ns 级),完全可以做到设备工作不间断自动切换;其次, MOSFET 的管压降极低,基本可以控制在 0.1V 以内,部分器件甚至可以做到 50mV 以内,基本可以做到电源电压无损切换。当用电设备初次上电的时候由主电源供电,在设备工作过程中一旦主供电电源发生异常跌落或断电的时候,能够在保持设备正常工作不受影响的情况下自动切换至备用电源供电,同样当主供电电源恢复正常后,能够再由备用电源不间断自动切换到主电源供电,切换过程中可以保证供电设备不掉电、不重启。

附图说明

[0015] 图 1 是本发明的电路图。

具体实施方式

[0016] 实施例 1

[0017] 本实施例提供一种基于功率 MOSFET 应用的双电源自动切换电路,电路如图 1 所示,包括两个工作电源的输入端 VIN1 和 VIN2,一个电压检测器 U1,三个三极管 T1、T2 和 T3,两个 P 沟道功率 MOSFET Q2 和 Q4,两个二极管 Q1 和 Q3 以及电阻;工作电源输入端 VIN1 接主供电电源的输出端,工作电源输入端 VIN2 接备用供电电源的输出端;工作电源输入端 VIN1 经过限流电阻 R11 接发光二极管 L1 的正极,发光二极管 L1 的负极接地线 GND,电阻 R11 用于限制流过发光二极管 L1 的电流大小,保证发光二极管 L1 工作在安全电流范围内;工作电源输入端 VIN2 经过限流电阻 R12 接发光二极管 L2 的正极,发光二极管 L2 的负极接地线 GND,电阻 R12 用于限制流过发光二极管 L2 的电流大小,保证发光二极管 L2 工作在安全电流范围内;两个发光二极管用于起指示作用,正常工作情况下两个发光二极管都是点亮的,当其

中任意一路电源发生异常时,相对应得发光二极管熄灭提示及时维修或替换;工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R1 接地线 GND,电阻 R1 起到快速放电的作用,保证在电源切换的时候,电压检测器 U1 的输入端电压能够在最短的时间内降到阈值以下从而驱动输出端的电平变换完成电源切换工作;工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R2 接地线 GND,工作电源输入端 VIN2 通过电阻 R5 和 R6 接地线 GND,同时电阻 R5 和电阻 R6 的联接端接三极管 T3 的基极;工作电源输入端 VIN1 通过电阻 R9 和 R10 接地线 GND,同时电阻 R9 和电阻 R10 的联接端接电压检测器 U1 的 2 脚输入端,电阻 R9 和电阻 R10 的作用是分压,把电压检测器 U1 的 2 脚输入端电压调整到尽量靠近阈值,保证在最短的时间内完成电平变换;电压检测器 U1 的 3 脚接地线 GND,1 脚输出端接三极管 T1 的基极,同时也通过上拉电阻 R3 接工作电源输入端 VIN1,并通过下拉电阻 R4 接地线 GND,其中电阻 R3 的作用是保证电压检测器 U1 在不工作的情况下,输出端保持高电平(由于电压检测器是开漏输出,所以这个上拉电阻是必须的),电阻 R4 起到分压和放电的作用;工作电源输入端 VIN1 最终接到二极管 Q1 的正极和功率 MOSFETQ2 的漏极,三极管 T1 的集电极接功率 MOSFETQ2 的栅极,同时通过电阻 R7 接功率 MOSFETQ2 的源极和二极管 Q1 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,其中二极管 Q1 和功率 MOSFETQ2 并联起保护作用,电阻 R7 是保证当三极管 T1 截止的时候功率 MOSFETQ2 的栅极和源极保持等电位截止状态;三极管 T1 的发射极接三极管 T2 的基极,三极管 T2 的发射极接地线 GND,三极管 T2 的集电极接三极管 T3 的基极,三极管 T3 的集电极接功率 MOSFETQ4 的栅极同时也通过电阻 R8 接功率 MOSFETQ4 的源极和二极管 Q3 的负极同时也是整个电路的输出端 VOUT,这三个三极管 T1、T2 和 T3 串联联接用于保证状态联动,当三极管 T1 导通的时候,三极管 T2 也导通,三极管 T3 截止,同时拉低功率 MOSFETQ2 的栅极电平,抬高功率 MOSFETQ4 的栅极电平使功率 MOSFETQ2 导通功率 MOSFETQ4 截止,设备由工作电源输入端 VIN1 供电,工作电源输入端 VIN2 停止供电;相反当电压检测器 U1 检测到低电平时,三极管 T1 截止,三极管 T2 也截止,三极管 T3 导通,这时功率 MOSFETQ2 的栅极和源极等电位截止,而功率 MOSFETQ4 的栅极电平被拉成低电平,功率 MOSFETQ4 导通完成电源切换,设备由工作电源输入端 VIN2 供电,工作电源输入端 VIN1 停止供电。两个与功率 MOSFET 并联的二极管的主要作用有两个,首先是起到备用作用,在功率 MOSFET 损坏或不能正常工作的情况下,电源可以通过二极管直接向设备供电,保证设备不断电;其次是起到保护作用,当电源通过二极管向用电设备直接供电的时候,利用二极管反向截止特性有效防止双电源之间的电流倒灌损坏电源。

[0018] 考虑到电源接入负载后可能存在输出电压小幅下降的可能,同时也要考虑到电压检测器检测阈值的合理浮动范围,所以电压检测器 U1 的阈值一般选择低于电源标称输出电压值 0.5V 左右为宜。压检测器 U1 选择 HT7044,检测电压阈值为 4.4V。由于通常情况下,当电源接入负载后电压值都会有一定幅度的下降,所以在选择电压检测器件的时候一定要考虑到这一点,如果选用了检测阈值过高的检测器件有可能导致主电源刚开始通电电压值就下降到检测阈值以下从而驱动电压检测器的输出一直处于低电平状态,这样一来主供电电源就处于关断状态,设备只能由备用电源供电,切换电路失去作用。

[0019] 主电源电压正常(VIN1=5V):

[0020] 工作电源输入端 VIN1 的电压使发光二极管 L1 点亮(指示该路电源正常),工作电源输入端 VIN2 的电压使发光二极管 L2 点亮(指示该路电源正常)。电压检测器 U1 为 CMOS 型开漏输出器件(低有效),电阻 R3 为上拉电阻,电压检测器 U1 的检测电压阈值为 4.4V,当

其检测端(2脚)检测到的电压大于 4.4V 时,则其输出端(1脚)内部 MOS 管截止,通过上拉电阻 R3 输出高电平,这个高电平使三极管 T1 饱和导通,三极管 T1 的发射极与三极管 T2 的基极相连,从而使三极管 T2 也饱和导通,最终使功率 MOSFETQ2 的栅极和三极管 T3 的基极都为低电平。三极管 T3 截止,功率 MOSFETQ4 的栅极和源极等电位截止;电源电流通过大功率二极管流向功率 MOSFET Q4 的源极,所以功率 MOSFETQ2 的源极电压等于功率 MOSFETQ4 的源极电压约等于主电源电压(或备用电源电压)减去大功率二极管的压降($5V-0.7V=4.3V$)。而由于功率 MOSFETQ2 的栅极为低电平,所以 $-V_{GS} \approx 4.3V$,功率 MOSFETQ2 饱和导通,因为功率 MOSFETQ4 截止,功率 MOSFETQ2 的导通电阻很小,它的管压降远比并联的大功率二极管的压降小得多,所以主电源通过功率 MOSFETQ2 向负载设备供电。

[0021] 主电源电压下降或断电:

[0022] 当主电源电压下降导致电压检测器 U1 检测端(2脚)检测到的电压小于 4.4V 的时候电压检测器 U1 输出端(1脚)内部 MOS 管导通,输出低电平。这个低电平使三极管 T1 截止,三极管 T1 的发射极与三极管 T2 的基极相连,从而使三极管 T2 也截止,最终使功率 MOSFETQ2 的栅极和三极管 T3 的基极都为高电平。功率 MOSFETQ2 的栅极和源极等电位截止,三极管 T3 饱和导通,使功率 MOSFETQ4 的栅极为低电平,备用电源电流通过二极管流向功率 MOSFETQ4 的源极,所以功率 MOSFETQ4 的源极电压等于功率 MOSFETQ2 的源极电压约等于备用电源电压减去二极管的压降($5V-0.7V=4.3V$)。而由于功率 MOSFETQ4 的栅极为低电平,所以 $-V_{GS} \approx 4.3V$,功率 MOSFETQ4 饱和导通,因为功率 MOSFETQ2 截止,功率 MOSFETQ4 的导通电阻很小,它的管压降远比并联的二极管的压降小得多,所以备用电源通过功率 MOSFETQ2 向负载设备供电。

[0023] 当主电源断电时,发光二极管 L1 熄灭,电压检测器检测端无输入电压,输出端通过下拉电阻强制为低电平,三极管 T1 同样截止,其工作情况与上面的电压下降的情况基本一致。

[0024] 除上述实施例外,本发明还可以有其他实施方式。凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围。

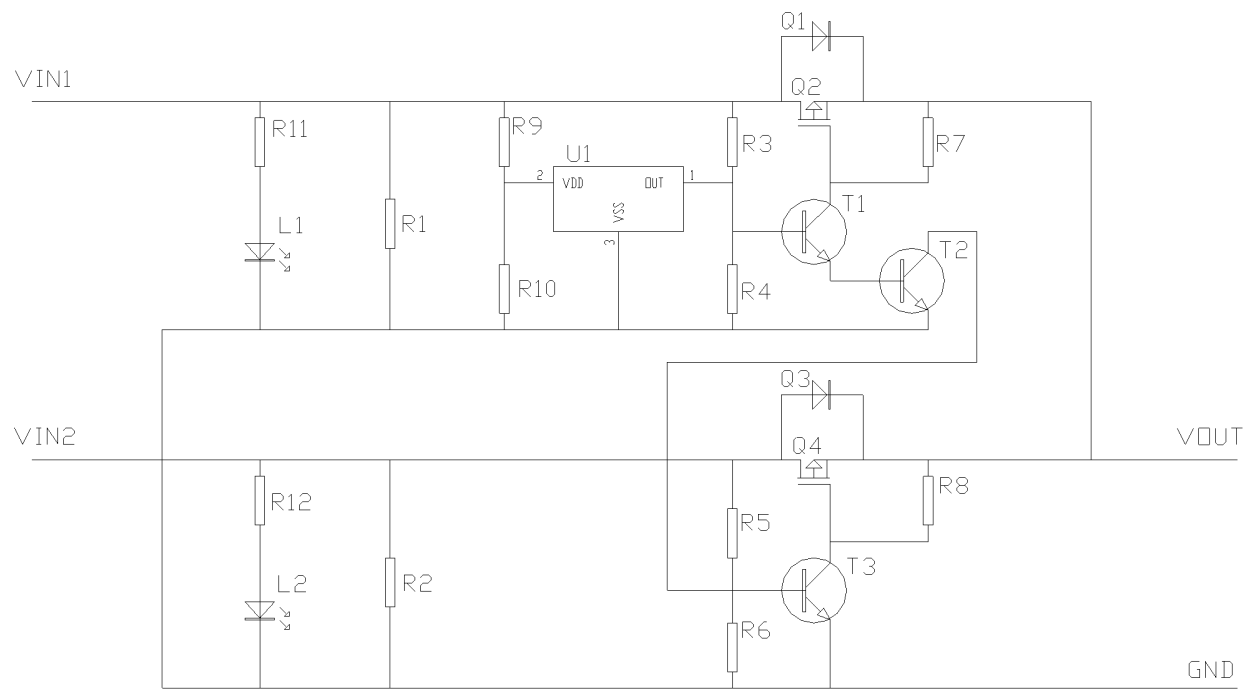


图 1