



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103607117 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201310593687. X

(22) 申请日 2013. 11. 21

(71) 申请人 无锡中星微电子有限公司

地址 214135 江苏省无锡市无锡新区太湖国际科技园清源路 530 大厦 A 区 10 层

(72) 发明人 王钊

(74) 专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务所 11309

代理人 陈霖

(51) Int. Cl.

H02M 3/10 (2006. 01)

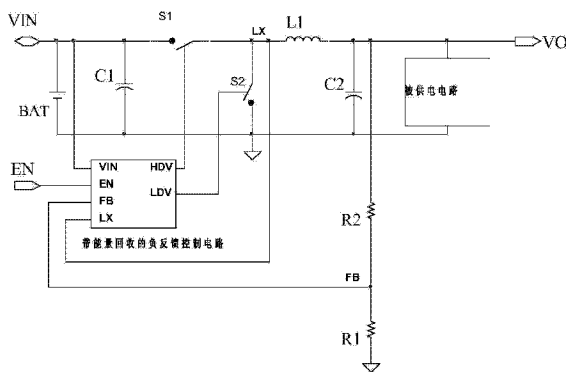
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

直流 - 直流转换器

(57) 摘要

本发明涉及一种直流 - 直流转换器,包括:第一开关、第二开关、第二电容、带能量回收的负反馈控制电路;当使能端接收到非使能信号时,负反馈控制电路检测到输出电压大于阈值电压时,导通第二开关,所述第二电容为电感放电,在输出电压小于阈值电压时,关断第二开关,第一开关在负反馈控制电路的第一输出端的控制下导通,电感放电,同时对电池充电,当负反馈控制电路检测到电感电流小于阈值电流时,通过负反馈控制电路的第一输出端关断第一开关,所述直流 - 直流转换器停止工作。本发明对电容上的能量进行回收,提升能量使用效率。



1. 一种直流-直流转换器,其特征在于,所述直流-直流转换器包括:电池、带能量回收的负反馈控制电路、第一开关(S1)、第二开关(S2)、电感(L1)、第二电容(C2);

所述第一开关(S1)连接于电源电压和所述电感(L1)的第一端之间,所述第一开关(S1)的控制端连接于带能量回收的负反馈控制电路第一输出端(HDV);

所述第二开关(S2)连接于电感(L1)的第一端和接地端,所述第二开关(S2)的控制端连接于所述带能量回收的负反馈控制电路第二输出端(LDV);

第二电容连接在电感(L1)的第二端和地端之间,以便提供输出电压;

所述带能量回收的负反馈控制电路,第一输入端连接至电源电压(VIN),第二输入端连接至使能端(EN);当使能端(EN)接收到非使能信号时,负反馈控制电路检测到输出电压(V0)大于阈值电压(VTD)时,带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端(LDV)导通第二开关(S2),所述第二电容(C2)为电感(L1)放电,在输出电压(V0)小于阈值电压(VTD)时,关断所述第二开关(S2),第一开关(S1)在负反馈控制电路的第一输出端(HDV)的控制下导通,电感(L1)放电,同时对电池充电,当负反馈控制电路检测到电感(L1)电流小于阈值电流时,通过负反馈控制电路的第一输出端(HDV)关断第一开关(S1),所述直流-直流转换器停止工作。

2. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,当使能端(EN)接收到使能信号时,所述带能量回收的负反馈控制电路根据反馈电压控制第一开关(S1)和第二开关(S2)的导通或关断。

3. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述直流-直流转换器包括分压电路,对输出电压(V0)进行检测;输出电压(V0)通过分压电路连接到所述带能量回收的负反馈控制电路的第三输入端(FB),由此所述带能量回收的负反馈控制电路对输出电压(V0)和阈值电压(VTD)进行比较。

4. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述直流-直流转换器还包括:被供电电路,和所述第二电容(C2)并联,当使能端(EN)接收到使能信号时,所述线电压(VIN)为所述被供电电路提供工作电压。

5. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路的第四输入端(LX)连接至电感(L1)第一端。

6. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路包括误差放大器、PWM比较器(PWMC)和逻辑控制;第一参考电压(REF)连接至误差放大器(EA)的一输入端,输出电压(V0)连接至误差放大器(EA)的又一输入端,误差放大器(EA)的输出端连接至PWM比较器(PWMC)的正相输入端,脉冲电压(RAMP)连接至PWM比较器(PWMC)的反相输入端,PWM比较器(PWMC)的输出端连接至所述逻辑控制的输入端,经所述逻辑控制产生HDP信号和LDP信号;当使能端(EN)接收到使能信号时,所述带能量回收的负反馈控制电路允许所述HDP信号和LDP信号分别控制负反馈控制电路的第一输出端(HDV)和第二输出端(LDV)。

7. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路包括第一比较器(Comp1),对输出电压(V0)和阈值电压(VTD)进行比较;当使能端(EN)接收到非使能信号时,如果输出电压(V0)大于阈值电压(VTD),第一比较器(Comp1)的输出信号AH控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端(LDV),使得第二开关(S2)导

通；

当使能端(EN)接收到非使能信号时,如果输出电压(V0)小于阈值电压(VTD),第一比较器(Comp1)的输出信号AH控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端(LDV),使得第二开关(S2)关断。

8. 如权利要求7所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路还包括第二D触发器(ffdf2),第二D触发器(ffdf2)根据第一比较器(Comp1)的输出信号AH进行复位;当使能端(EN)接收到非使能信号时,如果输出电压(V0)小于阈值电压(VTD),第二D触发器(ffdf2)的输出信号HHA控制带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端(HDV),使得第一开关(S1)导通。

9. 如权利要求1所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路还包括第一D触发器(ffdf1)和第二比较器(Comp2),第一D触发器(ffdf1)根据第一比较器(Comp1)的输出信号AH进行复位,第二比较器(Comp2)对电感(L1)电流和阈值电流进行比较;当使能端(EN)接收到非使能信号时,如果电感(L1)电流小于阈值电流,第二比较器(Comp2)的输出信号IR和第一D触发器(ffdf1)的输出信号HHE控制带能量回收的负反馈控制电路的第一输入端(HDV),使得第一开关(S1)关断。

10. 如权利要求1-6任一项所述的直流-直流转换器,其特征在于,所述带能量回收的负反馈控制电路包括:第一与门(AND1)、第二与门(AND2)、第三与门(AND3)、第四与门(AND4)、第一D触发器(ffdf1)、第一或门(OR1)、第二或门(OR2)、第三或门(OR3)、反相器(INV1)、第一驱动器(DRV1)、第二驱动器(DRV2);

电源电压(VIN)和第二参考电压(VOS)连接至所述第二比较器(Comp2)的正相输入端,电感(L1)电压连接至第二比较器(Comp2)的反相输入端,第二比较器(Comp2)输出端连接至第三与门(AND3)的一端,第一D触发器(ffdf1)的输出端连接至第三与门(AND3)的又一端,第三与门的输出端连接至第三或门(OR3)的一端,第一D触发器(ffdf1)的使能端(EN)连接至第三或门(OR3)的又一端,第三或门(OR3)的输出端连接至第二D触发器(ffdf2)的复位端,第二D触发器(ffdf2)的输出端连接至第一或门(OR1)的一端;

控制逻辑的HDP信号输入到第四与门(AND4)一端,使能端(EN)连接至第四与门(AND4)的又一端,所述第四与门(AND4)连接至第一或门(OR1)的又一端,所述第一或门(OR1)经第一驱动器(DRV1)后,连接至带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端(HDV);

输出电压(V0)连接至第一比较器(Comp1)的正相输入端,阈值电压(VTD)连接至第一比较器(Comp1)的反相输入端,所述第一比较器(Comp1)的输出端连接至第一与门(AND1)的一端,使能端(EN)经反相器(INV1)连接至第一与门(AND1)的又一端;第一与门(AND1)的输出端连接至第二或门(OR2)的一端;

控制逻辑的LDP信号输入到第二与门(AND2)的一端,使能端(EN)连接至第二与门(AND2)的又一端,所述第二与门(AND2)连接至第二或门(OR2)的又一端,所述第二或门(OR2)经第二驱动器(DRV2)后,连接至带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端(LDV)。

直流 - 直流转换器

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路技术领域,尤其涉及一种直流 - 直流转换器。

背景技术

[0002] 图 1 为本发明传统的直流 - 直流转换器。在图 1 中,传统的直流 - 直流转换器通常为单向传输能量,即总是从输入电源向输出负载传输能量。为了节省能量,很多系统都采用间歇式工作方式,即图 1 中的直流 - 直流转换器被间歇式使能和关闭(系统间歇式工作和休眠),当使能端 EN 接收到使能信号时,负反馈控制电路工作,将输入电压 V_{IN} (例如 5V)转换为输出电压 V_O (例如 3V),为被供电电路提供工作电压。当使能端 EN 接收到非使能信号时,负反馈控制电路停止工作,输出电压 V_O 被电阻 R2 和 R1 或被供电电路放电至零负,也有的设计中通过额外连接在 V_O 节点和地节点之间的开关将输出电容 C2 的电荷放掉。每次 EN 信号重新变为使能信号时,输出电容 C2 被重新充电;每次 EN 信号变为低电平时,输出电平 C2 被完全放电。这样 C2 被反复充电和放电时,能量被完全浪费掉。

发明内容

[0003] 本发明的目的是将传统的直流 - 直流转换器中在关闭后,对单向传输的能量进行回收。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了一种直流 - 直流转换器。该转换器包括:电池、带能量回收的负反馈控制电路、第一开关、第二开关、电感、第二电容;

[0005] 所述第一开关 S1 连接于电源电压和所述电感 L1 的第一端之间,所述第一开关 S1 的控制端连接于带能量回收的负反馈控制电路第一输出端 HDV;

[0006] 所述第二开关 S2 连接于电感 L1 的第一端和接地端,所述第二开关 S2 的控制端连接于所述带能量回收的负反馈控制电路第二输出端 LDV;

[0007] 第二电容连接在电感 L1 的第二端和地端之间,以便提供输出电压;

[0008] 所述带能量回收的负反馈控制电路,第一输入端连接至电源电压 V_{IN} ,第二输入端连接至使能端 EN;当使能端 EN 接收到非使能信号时,负反馈控制电路检测到输出电压 V_O 大于阈值电压 V_{TD} 时,带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV 导通第二开关 S2,所述第二电容 C2 为电感 L1 放电,在输出电压 V_O 小于阈值电压 V_{TD} 时,关断所述第二开关 S2,第一开关 S1 在负反馈控制电路的第一输出端 HDV 的控制下导通,电感 L1 放电,同时对电池充电,当负反馈控制电路检测到电感 L1 电流小于阈值电流时,通过负反馈控制电路的第一输出端 HDV 关断第一开关 S1,所述直流 - 直流转换器停止工作。

[0009] 优选地,当使能端 EN 接收到使能信号时,所述带能量回收的负反馈控制电路根据反馈电压控制第一开关 S1 和第二开关 S2 的导通或关断。

[0010] 优选地,所述直流 - 直流转换器包括分压电路,对输出电压 V_O 进行检测;输出电压 V_O 通过分压电路连接到所述带能量回收的负反馈控制电路的第三输入端 FB,由此所述带能量回收的负反馈控制电路对输出电压 V_O 和阈值电压 V_{TD} 进行比较。

[0011] 优选地,所述直流-直流转换器还包括:被供电电路,和所述第二电容 C2 并联,当使能端 EN 接收到使能信号时,所述线电压 VIN 为所述被供电电路提供工作电压。

[0012] 优选地,所述带能量回收的负反馈控制电路的第四输入端 LX 连接至电感 L1 第一端。

[0013] 优选地,所述带能量回收的负反馈控制电路包括误差放大器、PWM 比较器 PWMC 和逻辑控制;第一参考电压 REF 连接至误差放大器 EA 的一输入端,输出电压 VO 连接至误差放大器 EA 的又一输入端,误差放大器 EA 的输出端连接至 PWM 比较器 PWMC 的正相输入端,脉冲电压 RAMP 连接至 PWM 比较器 PWMC 的反相输入端,PWM 比较器 PWMC 的输出端连接至所述逻辑控制的输入端,经所述逻辑控制产生 HDP 信号和 LDP 信号;当使能端 EN 接收到使能信号时,所述带能量回收的负反馈控制电路允许所述 HDP 信号和 LDP 信号分别控制负反馈控制电路的第一输出端 HDV 和第二输出端 LDV。

[0014] 优选地,所述带能量回收的负反馈控制电路包括第一比较器 Comp1,对输出电压 VO 和阈值电压 VTD 进行比较;当使能端 EN 接收到非使能信号时,如果输出电压 VO 大于阈值电压 VTD,第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV,使得第二开关 S2 导通;

[0015] 当使能端 EN 接收到非使能信号时,如果输出电压 VO 小于阈值电压 VTD,第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV,使得第二开关 S2 关断。

[0016] 优选地,带能量回收的负反馈控制电路还包括第二 D 触发器 ffd2,第二 D 触发器 ffd2 根据第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 进行复位;当使能端 EN 接收到非使能信号时,如果输出电压 VO 小于阈值电压 VTD,第二 D 触发器 ffd2 的输出信号 HHA 控制带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端 HDV,使得第一开关 S1 导通。

[0017] 优选地,带能量回收的负反馈控制电路还包括第一 D 触发器 ffd1 和第二比较器 Comp2,第一 D 触发器 ffd1 根据第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 进行复位,第二比较器 Comp2 对电感 L1 电流和阈值电流进行比较;当使能端 EN 接收到非使能信号时,如果电感 L1 电流小于阈值电流,第二比较器 Comp2 的输出信号 IR 和第一 D 触发器 ffd1 的输出信号 HHE 控制带能量回收的负反馈控制电路的第一输入端 HDV,使得第一开关 S1 关断。

[0018] 优选地,带能量回收的负反馈控制电路包括:第一与门 AND1、第二与门 AND2、第三与门 AND3、第四与门 AND4、第一 D 触发器 ffd1、第一或门 OR1、第二或门 OR2、第三或门 OR3、反相器 INV1、第一驱动器 DRV1、第二驱动器 DRV2;

[0019] 电源电压 VIN 和第二参考电压 VOS 连接至所述第二比较器 Comp2 的正相输入端,电感 L1 电压连接至第二比较器 Comp2 的反相输入端,第二比较器 Comp2 输出端连接至第三与门 AND3 的一端,第一 D 触发器 ffd1 的输出端连接至第三与门 AND3 的又一端,第三与门 AND3 的输出端连接至第三或门 OR3 的一端,第一 D 触发器 ffd1 的使能端 EN 连接至第三或门 OR3 的又一端,第三或门 OR3 的输出端连接至第二 D 触发器 ffd2 的复位端,第二 D 触发器 ffd2 的输出端连接至第一或门 OR1 的一端;

[0020] 控制逻辑的 HDP 信号输入到第四与门 AND4 一端,使能端 EN 连接至第四与门 AND4 的又一端,所述第四与门 AND4 连接至第一或门 OR1 的又一端,所述第一或门 OR1 经第一驱动器 DRV1 后,连接至带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端 HDV;

[0021] 输出电压 V0 连接至第一比较器 Comp1 的正相输入端, 阈值电压 VTD 连接至第一比较器 Comp1 的反相输入端, 所述第一比较器 Comp1 的输出端连接至第一与门 AND1 的一端, 使能端 EN 经反相器 INV1 连接至第一与门 AND1 的又一端; 第一与门 AND1 的输出端连接至第二或门 OR2 的一端;

[0022] 控制逻辑的 LDP 信号输入到第二与门 AND2 的一端, 使能端 EN 连接至第二与门 AND2 的又一端, 所述第二与门 AND2 连接至第二或门 OR2 的又一端, 所述第二或门 OR2 经第二驱动器 DRV2 后, 连接至带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV。

[0023] 本发明的目的是将第二电容上的能量和电荷部分回收, 以节省能量。对于频繁启动和关闭的直流-直流转换器来说, 每次将关闭后存储在输出电容上的能量进行回收, 有助于提升效率。对于被供电电路为容性负载(负载等效为电容特性)来说, 能量回收的效果更佳。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动性的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图 1 为本发明传统的直流-直流转换器;

[0026] 图 2 为本发明实施例带能量回收的负反馈控制电路的直流-直流转换器;

[0027] 图 3 为本发明实施例中带能量回收的负反馈控制电路实现方式。

具体实施方式

[0028] 下面通过附图和实施例, 对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0029] 对于输入电源为可充电电池(例如锂电池或镍氢电池)或其他可存储能量的单元(例如超级电容)时, 本发明可以实现当直流-直流转换器被关闭时将第二电容 C2 上的能量部分回收, 对输入电源充电。下面分别以使能端 EN 接收到的使能信号为高电平, 非使能信号为低电平为例做以说明。

[0030] 图 2 为本发明实施例带能量回收的负反馈控制电路的直流-直流转换器。图 2 中, 直流-直流转换器包括: 电池、带能量回收的负反馈控制电路、第一开关 S1、第二开关 S2、电感 L1、和电感 L1 串联的第二电容 C2。与传统的直流-直流转换器的区别是: 采用带能量回收的负反馈控制电路替代了传统的负反馈控制电路。

[0031] 本发明实施例中, 第一开关 S1 连接于电源电压和电感 L1 的第一端之间, 第一开关 S1 的控制端连接于带能量回收的负反馈控制电路第一输出端 HDV; 第二开关 S2 连接于电感 L1 的第一端和接地端, 第二开关 S2 的控制端连接于所述带能量回收的负反馈控制电路第二输出端 LDV; 第二电容连接在电感 L1 的第二端和地端之间, 以便提供输出电压, 带能量回收的负反馈控制电路, 第一输入端连接至电源电压 VIN, 第二输入端连接至使能端 EN。

[0032] 进一步的, 工作原理如下:

[0033] 当 EN 为高电平时, 带能量回收的负反馈控制电路执行与传统的直流-直流转换器具有相同的功能, 即带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端 HDV 导通第一开关 S1, 通

过电源电压 VIN 为第二电容 C2 充电以及为被供电电路提供工作电压,通过负反馈环路的反馈电压控制第一开关 S1 的导通,第二开关 S2 关断或者第一开关 S1 的关断,第二开关 S2 的导通,使得直流-直流转换器输出电压 V0 为恒定电压。

[0034] 当使能端 EN 从高电平变为低电平时,负反馈控制电路检测到分压电路的电压大于阈值电压 VTD,此时,负反馈控制电路的第二输出端 LDV 导通第二开关 S2,这一阶段中,第二电容 C2 上的能量被转移至电感 L1 上,直到输出电压 V0 降低至阈值电压 VTD (一般为高于 0V,但稍高于 0V 的电压)以下时,控制第二开关 S2 关断,第一开关 S1 在带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端 HDV 信号的控制下导通,电感 L1 开始释放能量,对输入端的电池 BAT 进行充电,直到电感 L1 的能量被充分释放后关闭第一开关 S1。此时,电感 L1 能量被充分释放即负反馈控制电路检测到电感两端电压小于阈值电流时,电感的能量被充分释放(带能量回收的负反馈控制电路检测到电感电流快要从 V0 流向 VIN 的方向改变为从 VIN 流向 V0 的方向)。此后,直流-直流转换器才完全停止工作。

[0035] 现有技术中,一般使能端 EN 从高电平变为低电平后,直流-直流转换器就立即停止工作。而在本发明实施例中,当使能端 EN 从高电平变为低电平后,直流-直流转换器还要按照上述工作原理工作一段时间,以便将输出电容 C2 上的能量回收,并对输入端的电池进行充电。

[0036] 在一个可选的实施例中,阈值电流等于 V_{OS}/R_{ON} 之商; V_{OS} 为电压源 VOS 的电压值,也即第二参考电压, R_{ON} 为第一开关 S1 的导通电阻。

[0037] 可选地,直流-直流转换器包括分压电路,对输出电压 V0 进行检测;输出电压 V0 通过分压电路连接到所述带能量回收的负反馈控制电路的第三输入端 FB,由此所述带能量回收的负反馈控制电路对输出电压 V0 和阈值电压 VTD 进行比较。

[0038] 其中,分压电路包括第一电阻 R1 和第二电阻 R2,经分压电路,输出电压的分压为:

[0039] $FB=V_0*(R_2+R_1)/R_1$

[0040] 可选地,直流-直流转换器还包括:被供电电路,和第二电容 C2 并联,使能端 EN 为高电时,线电压 VIN 为所述被供电电路提供工作电压。

[0041] 可选地,带能量回收的负反馈控制电路的第四输入端 LX 连接至电感 L1 第一端。

[0042] 图 3 描述了根据本发明的图 2 中带能量回收的负反馈控制电路的一种实施方式。图 3 中,带能量回收的负反馈控制电路包括:第一比较器 Comp1、第二比较器 Comp2、第一与门 AND1、第二与门 AND2、第三与门 AND3、第四与门 AND4、第一 D 触发器 ffd1、第二 D 触发器 ffd2、第一或门 OR1、第二或门 OR2、第三或门 OR3、第一驱动器 DRV1、第二驱动器 DRV2、反相器 INV1、误差放大器 EA、PWM 比较器 PWMC 和逻辑控制。

[0043] 具体地,电源电压 VIN 和第二参考电压 VOS 输入至所述第二比较器 Comp2 的正相输入端(电源电压 VIN 和第二参考电压 VOS 端的电流为阈值电流),电感 L1 电压连接至第二比较器 Comp2 的反相输入端,第二比较器 Comp2 输出端连接至第三与门 AND3 的一端,第一 D 触发器 ffd1 的输出端连接至第三与门 AND3 的又一端,第三与门的输出端连接至第三或门 OR3 的一端,第一 D 触发器 ffd1 的使能端 EN 连接至第三或门 OR3 的又一端,第三或门 OR3 的输出端连接至第二 D 触发器 ffd2 的复位端,第二 D 触发器 ffd2 的输出端连接至第一或门 OR1 的一端;第一 D 触发器和第二 D 触发器的 d 端都接入电源电压 VIN(高电平有效);

[0044] 控制逻辑的 HDP 信号输入到第四与门 AND4 一端,使能端 EN 连接至第四与门 AND4 的又一端,所述第四与门 AND4 连接至第一或门 OR1 的又一端,第一或门 OR1 经第一驱动器 DRV1 后,连接至带能量回收的负反馈控制电路的第一输出端 HDV;

[0045] 输出电压 V0 连接至第一比较器 Comp1 的正相输入端,阈值电压 VTD 连接至第一比较器 Comp1 的反相输入端,第一比较器 Comp1 的输出端连接至第一与门 AND1 的一端,使能端 EN 经反相器 INV1 连接至第一与门 AND1 的又一端;第一与门 AND1 的输出端连接至第二或门 OR2 的一端;

[0046] 控制逻辑的 LDP 信号输入到第二与门 AND2 的一端,使能端 EN 连接至第二与门 AND2 的又一端,所述第二与门 AND2 连接至第二或门 OR2 的又一端,所述第二或门 OR2 经第二驱动器 DRV2 后,连接至带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV。

[0047] 其中,第一参考电压 REF 连接至误差放大器 EA 的正相输入端,输出电压 V0 连接至误差放大器 EA 的反相输入端,误差放大器 EA 的输出端连接至 PWM 比较器 PWMC 的正相输入端,脉冲电压 RAMP 连接至 PWM 比较器 PWMC 的反相输入端, PWM 比较器 PWMC 的输出端连接至逻辑控制的输入端,经逻辑控制产生 HDP 信号和 LDP 信号。

[0048] 进一步的,工作原理如下:

[0049] 当使能端 EN 为高电平时,逻辑控制产生的 HDP 信号使第四与门 AND4 的输出 HDA 信号为高电平,经第一或门 OR1 产生的 HDD 信号为高电平,该 HDD 高电平信号经第一驱动器 DRV1 后,导通第一开关 S1,使带能量回收的负反馈控制电路工作如传统负反馈控制器,通过反馈电压控制第一开关 S1 和第二开关 S2 的导通或关断,第二电容 C2 被充电,控制直流-直流转换器输出电压 V0 为恒定电压。

[0050] 当使能端 EN 为低电平时,如果输出电压 V0 大于阈值电压 VTD (一般为高于 0V,但稍高于 0V 的电压),第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 为高电平,和经反相器 INV1 产生的高电平信号 ENB 一起输入至第一与门 AND1,第一与门 AND1 产生的信号 LH 为高电平,经第二或门 OR2 和第二驱动器 DRV2 后,控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV,使得第二开关 S2 导通,此时第二电容 C2 上存储的电荷经过电感 L1 和第二开关 S2 流向地,对电感 L1 进行储能。

[0051] 如果输出电压 V0 小于阈值电压 VTD (例如可以设计为 0.1V),第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 为低电平,和经反相器 INV1 产生的高电平信号 ENB 一起输入至第一与门 AND1,第一与门 AND1 产生的信号 LH 为低电平,经第二或门 OR2 和第二驱动器 DRV2 后,控制带能量回收的负反馈控制电路的第二输出端 LDV,控制第二开关 S2 关断,此时,对电感 L1 的储能结束。

[0052] 接着,第一 D 触发器 ffd1 和第二 D 触发器 ffd2 为下降沿触发,第一比较器 Comp1 的输出信号 AH 为低电平时,产生一个下降沿,第一 D 触发器 ffd1 和第二 D 触发器 ffd2 的输出信号 HHE 和 HHA 将变为高电平,导致经过第一或门 OR1 的输出信号 HDD 变为高电平,第一驱动器 DRV1 输出的 HDV 为高电平,控制第一开关 S1 导通,电感 L1 开始释放能量,其电流方向从输出电压 V0 的结点流向输入电源电压 VIN 的结点,对电池 BAT 进行充电。

[0053] 由于开关 S1 导通存在导通电阻,当电流由电感 L1 流向电源电压 VIN 时,电感 L1 两端电压比电源电压 VIN 高,随着电感 L1 的能量逐渐被释放完,其电流下降接近于 0,当其电流下降至阈值电流 (V_{OS}/R_{ON} , V_{OS} 在图 3 中已示出,即第二参考电压, R_{ON} 为第一开关 S1 的

导通电阻)时,第二比较器判断出对电感 L1 电流小于阈值电流时,第二比较器 Comp2 的输出信号 IR 为高电平,经过第三与门 AND3 的输出信号 IRT 为高电平,经过第三或门 OR3 的输出信号 RST2 为高电平,高电平复位的第二 D 触发器 ffd2 的输出 HHA 被复位为低电平,由于 EN 为低电平,经过第四与门 AND4 的输出 HDA 信号为低电平,使得第一开关 S1 关断,此后,直流-直流转换器才完全处于停止工作的状态。

[0054] 与传统的直流-直流转换器相比,本实施例在收到其使能信号 EN 从高电平变成低电平后,直流-直流转换器会多工作一个开关周期(先第二开关 S2 导通,然后第一开关 S1 导通),而传统的直流-直流转换器的表现为第一开关 S1 和第二开关 S2 立即关断,停止工作。

[0055] 综上,将关闭后存储在输出电容上的能量进行回收,有助于提升效率。对于被供电电路为容性负载(负载等效为电容特性)来说,能量回收的效果更佳。

[0056] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

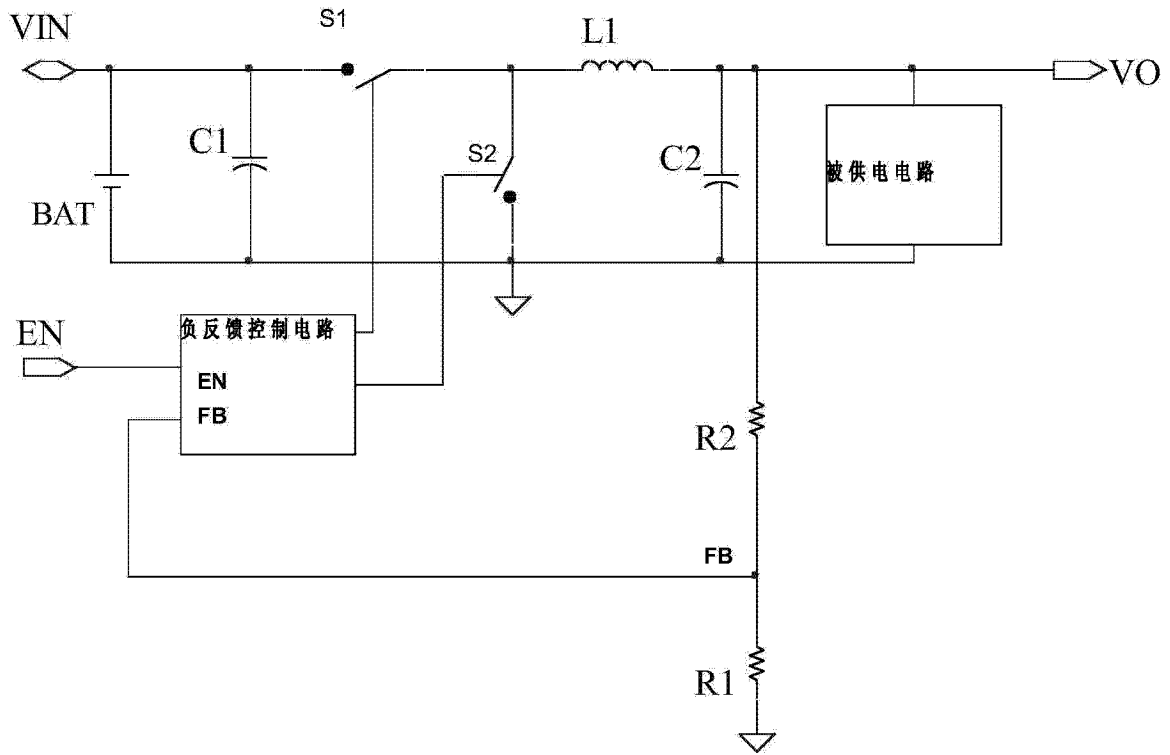


图 1

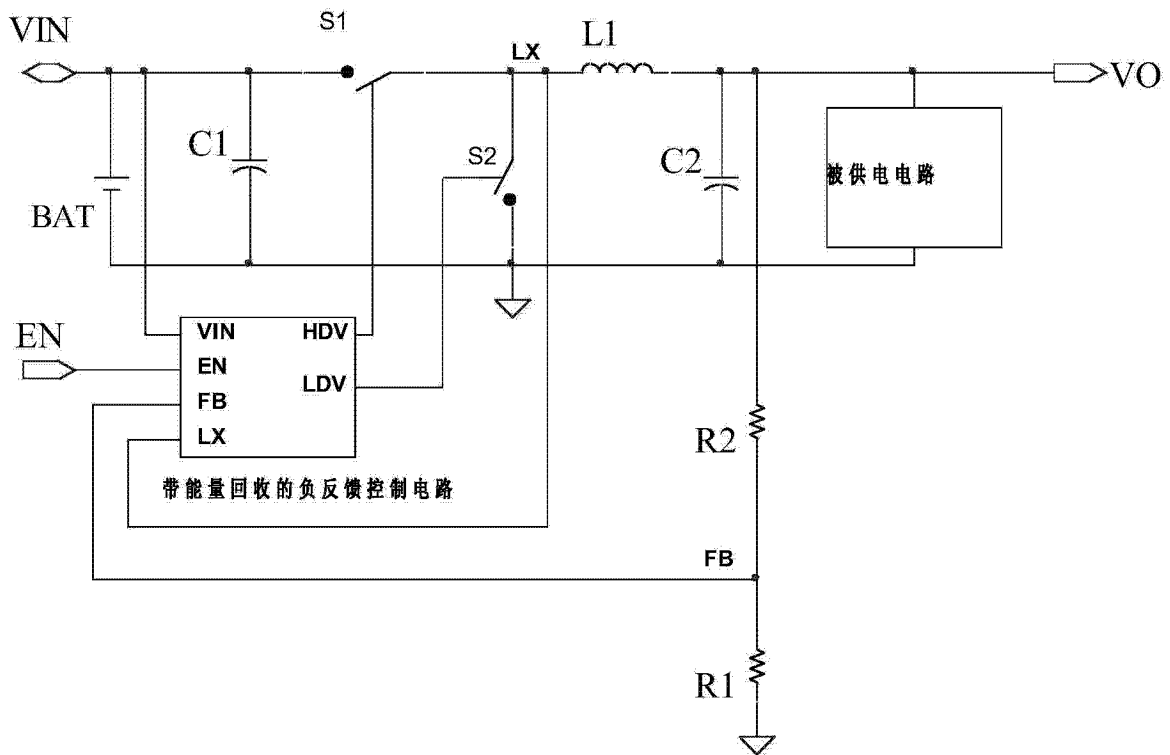


图 2

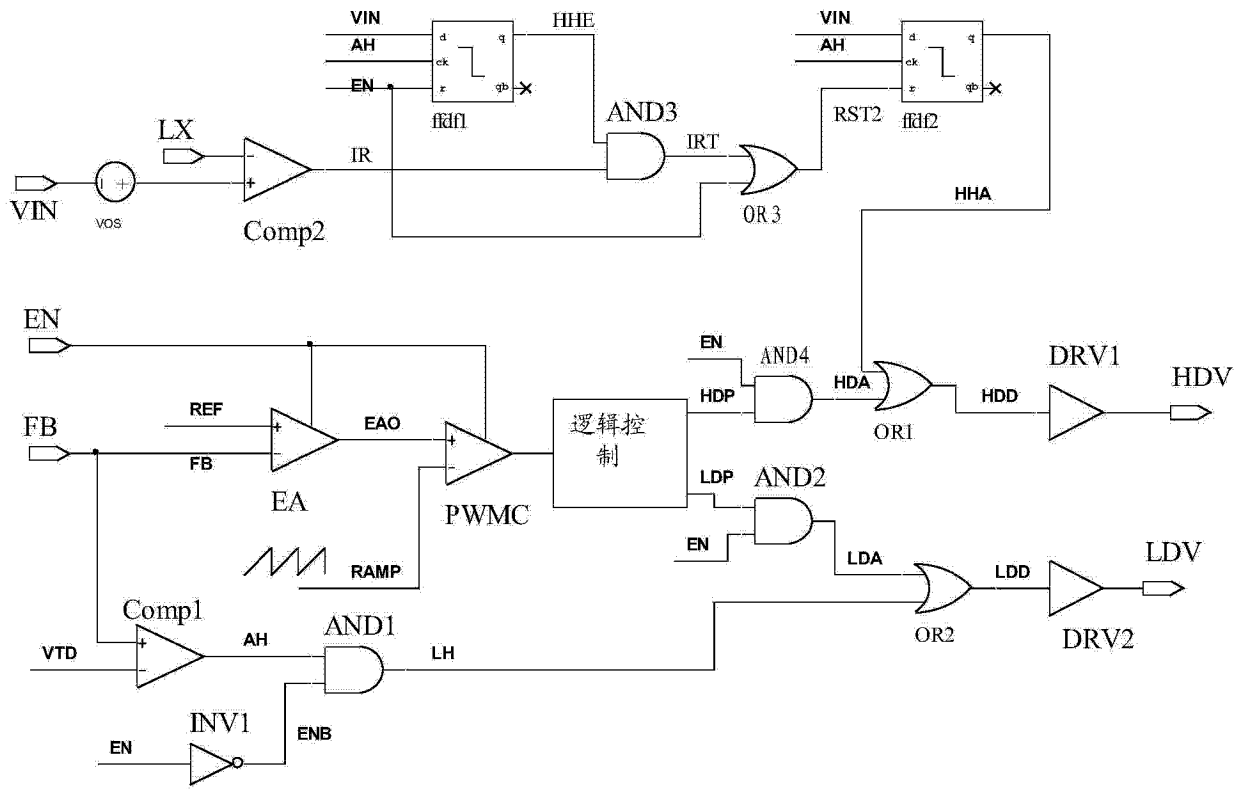


图 3