

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101534056 B

(45) 授权公告日 2011.03.23

(21) 申请号 200910103630.0

(22) 申请日 2009.04.17

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400030 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174 号

(72) 发明人 周雒维 孙鹏菊 杜雄 罗全明
卢伟国

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限
公司 50212

代理人 张先芸

(51) Int. Cl.

H02M 3/24 (2006.01)

审查员 吴伟

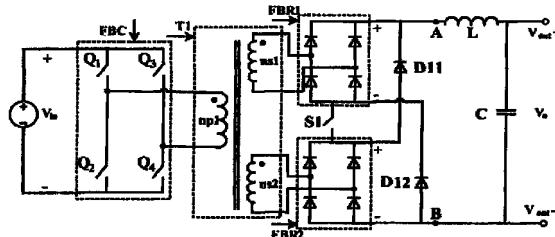
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种输出可调的变结构直流开关电源

(57) 摘要

一种输出可调的变结构直流开关电源，该电源包括有全桥直流变换器、高频变压器、两个单相二极管整流桥、一个低频切换功率开关管和两个旁路二极管。其中：低频切换功率开关管和旁路二极管分别连接在单相二极管整流桥的正负输出端与开关电源的输出之间，通过对低频切换功率开关管的控制，灵活改变输出的方式，既可以并联运行也可以串联运行，是一种变结构的直流开关电源。本发明特别适合于输出可宽范围调节的开关电源应用领域。与现有的宽范围调节技术相比，输出电压和电流的调节范围更大，同时又减小了输出整流二极管的电压电流应力，简化了高频变压器的设计，提高了效率，同时也有效地减小了成本。



1. 一种输出可调的直流开关电源，其特征在于，该直流开关电源包括直流变换器(FBC)、高频变压器(T1)、至少两个单相二极管整流桥(FBR1, FBR2)、第一低频切换功率开关管(S1)和第一、第二旁路二极管(D11, D12)：高频变压器(T1)的原边绕组(np1)连接在直流变换器(FBC)的输出上，高频变压器(T1)副边的两个绕组(ns1, ns2)分别和各一个单相二极管整流桥(FBR1, FBR2)连接，在两个单相二极管整流桥(FBR1, FBR2)的输出之间分别连接了第一低频切换功率开关管(S1)、第一、第二旁路二极管(D11, D12)、一个输出滤波电感(L)和一个并联在该直流开关电源输出端的滤波电容(C)；其中，第一个单相二极管整流桥(FBR1)的正极输出端与输出滤波电感(L)相连，输出滤波电感(L)的另一端与滤波电容(C)的正极相连；第二个单相二极管整流桥(FBR2)的负极输出端与滤波电容(C)的负极相连，该单相二极管整流桥(FBR2)的正极输出端通过第一低频切换功率开关管(S1)与第一个单相二极管整流桥(FBR1)的负极输出端相连；第二旁路二极管(D12)的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥(FBR1)的负极输出端与第一低频切换功率开关管(S1)输入端之间的节点处、滤波电容(C)负极的节点处；第一旁路二极管(D11)的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥(FBR1)的正极输出端与输出滤波电感(L)之间的节点处、第二个单相二极管整流桥(FBR2)的正极输出端与第一低频切换功率开关管(S1)输出端之间的节点处；所述直流变换器(FBC)为全桥直流变换器；所述的高频变压器(T1)的副边增加一个绕组(ns3)、一个单相二极管整流桥(FBR3)、第二低频切换功率开关管(S2)和第三、第四旁路二极管(D21, D22)；其中，第三个单相二极管整流桥(FBR3)的负极输出端代替第二个单向二极管整流桥(FBR2)的负极输出端与滤波电容(C)的负极相连，该第三个单相二极管整流桥(FBR3)的正极输出端通过第二低频切换功率开关管(S2)与第二个单相二极管整流桥(FBR2)的负极输出端相连；第四旁路二极管(D22)的阴极和阳极分别连接在第二个单相二极管整流桥(FBR2)的负极输出端与第二低频切换功率开关管(S2)输入端之间的节点处、滤波电容(C)负极的节点处；第三旁路二极管(D21)的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥(FBR1)的正极输出端与输出滤波电感(L)之间的节点处、第三个单相二极管整流桥(FBR3)的正极输出端与第二低频切换功率开关管(S2)输出端之间的节点处。

一种输出可调的变结构直流开关电源

技术领域

[0001] 本发明属于直流开关电源技术领域,特别涉及一种输出宽范围可调的直流开关电源。

背景技术

[0002] 直流开关电源在各种电子设备中得到广泛的应用,而在一些特殊的应用领域,如电子设备的研发和实验室的测试电源,要求电源有较宽的输出调节范围,较好的稳压精度,一定的输出功率及完善的保护功能。这类电源往往需要功率因数校正,采用 PFC 技术后直流电压为 400V 左右,而输出电压在几十伏到几百伏变化,后级变换器既要有升压功能,又要有降压功能,同时还能实现隔离和较大的功率输出,且具有恒功率要求的限制,使得开关电源系统的设计及实现面临极大的挑战。目前宽范围直流开关电源的研究中主要采用的方法有:调频调宽结合的混合调制方式,改变变压器变比的方式,改进电路结构拓宽调节范围的方式,采用错相控制的方式等。而现有的方法中,采用变频或谐振的方法需要改变频率,增加了变压器和滤波器的设计难度;利用开关切换改变变压器变比的方法,只是增大了电压的调节范围,并不适合大电压或大电流的场合;错相的控制方法可以实现电压调节的平滑过渡,但调节范围有限。

[0003] 通过增加切换功率开关管改变变压器变比,增大电压调节范围的电路在分布式电源系统的前端变换器中得到应用,但其调压范围有限,不能满足输出较大范围可调且具有恒功率控制的要求,而对输出电压电流均在较宽范围内变化的直流开关电源的研究尚无报道和研究。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的上述不足,本发明的目的是提供一种电路结构简单、灵活性高、成本相对较低,并能够实现输出电压在较宽范围内连续可调的具有恒功率要求的直流开关电源。

[0005] 本发明提供技术方案是一种输出宽范围可调的变结构直流开关电源,该直流开关电源包括一个全桥直流变换器、原边一个绕组副边两个绕组的高频变压器、两个单相二极管整流桥、一个低频切换功率开关管和两个旁路二极管。高频变压器的原边连接在全桥直流变换器上,该高频变压器副边的两个绕组各自分别和各一个单相二极管整流桥连接,在两个单相二极管整流桥之间及输出之间连接了包括一个低频切换功率开关管、两个旁路二极管、一个输出滤波电感和一个并联在该直流开关电源输出端的滤波电容。其中:第一个单相二极管整流桥的正极输出端与输出滤波电感相连,第二个单相二极管整流桥的负极输出端与滤波电容的负极相连,该单相二极管整流桥的正极输出端通过低频切换功率开关管与第一个单相二极管整流桥的负极输出端相连;一个旁路二极管的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥的负极输出端与该低频切换功率开关管输入端之间的节点处与滤波电容负极的节点处;另一个旁路二极管的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流

桥的正极输出端与输出滤波电感之间的节点处与第二个单相二极管整流桥的正极输出端与该低频切换功率开关管输出端之间的节点处。

[0006] 相比现有技术，本发明具有如下有益效果：

[0007] 与现有的宽范围直流开关电源相比，该变结构的直流开关电源结构简单，可实现输出电压和电流的大范围调节，且在输出高电压时能够串联运行，输出大电流时能够并联运行，组合方式灵活，简化了高频变压器的设计。同时，该变结构的直流开关电源的切换功率开关管和旁路二极管都工作在低频状态下，其成本及开关损耗都比较小，而在灵活的组合方式下，高频整流二极管的电压和电流应力都比较小，提高了系统的效率，降低了系统的成本，使之能在工业中得到广泛的应用。

[0008] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的说明。

附图说明

- [0009] 图 1——本发明的变结构直流开关电源的原理图
- [0010] 图 2——副边增加一个回路的本发明的原理图
- [0011] 图 3a——串联运行时整流桥 FBR1 输出电压波形
- [0012] 图 3b——串联运行时整流桥 FBR2 输出电压波形
- [0013] 图 3c——串联运行时图 1 的原理图中 AB 两点间的电压波形
- [0014] 图 4a——并联运行时旁路二极管 D11 上的电流波形
- [0015] 图 4b——并联运行时旁路二极管 D12 上的电流波形
- [0016] 图 4c——并联运行时输出滤波电感 L 上的电流波形
- [0017] 图 4d——并联运行时图 1 原理图的输出电压波形
- [0018] 图 5a——输出电压进行调节时切换功率开关管 S1 的驱动信号
- [0019] 图 5b——输出电压进行调节时图 1 原理图的输出电压波形

具体实施方式

[0020] 参见图 1，一种输出宽范围可调的变结构直流开关电源，该直流开关电源包括一个全桥直流变换器 (FBC)，由原边一个绕组和副边两个绕组构成的高频变压器 (T1)，两个单相二极管整流桥 (FBR1, FBR2)、一个低频切换功率开关管 (S1) 和两个旁路二极管 (D11, D12)；高频变压器 (T1) 的原边绕组 (np1) 连接在一个全桥直流变换器 (FBC) 上，高频变压器 (T1) 副边的两个绕组 (ns1, ns2)，它们各自分别和各一个单相二极管整流桥 (FBR1, FBR2) 连接，在两个单相二极管整流桥 (FBR1, FBR2) 的输出之间分别连接了包括低频切换功率开关管 (S1)、两个旁路二极管 (D11, D12)、一个输出滤波电感 (L) 和一个并联在该直流电源输出端的滤波电容 (C)；其中，第一个单相二极管整流桥 (FBR1) 的正极输出端与输出滤波电感 (L) 相连，第二个单相二极管整流桥 (FBR2) 的负极输出端与滤波电容 (C) 的负极相连，该单相二极管整流桥 (FBR2) 的正极输出端通过低频切换功率开关管 (S1) 与第一个单相二极管整流桥 (FBR1) 的负极输出端相连；一个旁路二极管 (D12) 的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥 (FBR1) 的负极输出端与该低频切换功率开关管 (S1) 输入端之间的节点处与滤波电容 (C) 负极的节点处；另一个旁路二极管 (D11) 的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥 (FBR1) 的正极输出端与输出滤波电感 (L) 之间的节点处

与第二个单相二极管整流桥 (FBR2) 的正极输出端与该低频切换功率开关管 (S1) 输出端之间的节点处。

[0021] 进一步讲,所述的高频变压器 T1 的原边绕组 (np1) 可以与全桥直流变换器相连,也可以与半桥直流变换器相连,也就是图 1 中的全桥直流变换器 FBC 可以换成半桥直流变换器。

[0022] 再进一步讲,为简化高频变压器磁芯和绕组的设计,所述的高频变压器可以由两个变压器组成,其原副边各一个绕组,其中原边绕组并联,副边绕组 (ns1) 对应于第一个高频变压器,副边绕组 (ns2) 对应于另一个高频变压器。

[0023] 更进一步讲,为了使该直流开关电源输出电压电流的调节范围更大,在所述的高频变压器的副边增加了一个绕组 (ns3)、一个单相二极管整流桥 (FBR3)、一个低频切换功率开关管 (S2) 和两个旁路二极管 (D21,D22) (参考图 2),进一步增大输出的调节范围。第三个单相二极管整流桥 (FBR3) 的负极输出端与滤波电容 (C) 的负极相连,该单相二极管整流桥 (FBR3) 的正极输出端通过一个低频切换功率开关管 (S2) 与第二个单相二极管整流桥 (FBR2) 的负极输出端相连;旁路二极管 (D22) 的阴极和阳极分别连接在第二个单相二极管整流桥 (FBR2) 的负极输出端与该低频切换功率开关管 (S2) 输入端之间的节点处与滤波电容 (C) 负极的节点处;另一个旁路二极管 (D21) 的阴极和阳极分别连接在第一个单相二极管整流桥 (FBR1) 的正极输出端与输出滤波电感 (L) 之间的节点处与第三个单相二极管整流桥 (FBR3) 的正极输出端与该低频切换功率开关管 (S2) 输出端之间的节点处。若需要更大的输出调节范围,可依照此接法,继续增加高频变压器的副边绕组个数。

[0024] 下面结合上述具体实施方式对其变结构及工作原理作进一步的说明。

[0025] 参见图 1,本发明输出宽范围可调的变结构直流开关电源,先设定输出电压的阈值 V_{OL} ,当需要的输出电压大于设定的阈值电压 V_{OL} 时,切换功率开关管 S1 导通,副边的两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 串联输出,减小输出整流二极管的电压应力;当需要的输出电压小于设定的阈值电压 V_{OL} 时,切换功率开关管 S1 关断,副边的两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 并联输出,减小输出整流二极管的电流应力;因为输出既可以串联输出,又可以并联输出,相当于改变了变压器的变比,增大了输出的调节范围。图 3a、图 3b、图 3c 分别是本发明中切换功率开关管 S1 导通时,即副边的两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 串联输出时,单相二极管整流桥 FBR1、单相二极管整流桥 FBR2 和变结构直流开关电源的输出滤波器 (L,C) 之前 (图 1 中 AB 两点间) 的电压波形,从图 3 可以看出本发明中副边的两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 的输出电压之和等于输出电压,即 FBR1 和 FBR2 为串联输出。图 4a、图 4b、图 4c、图 4d 分别是本发明中切换功率开关管 S1 关断时,即副边的两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 并联输出时,旁路二极管 D11、旁路二极管 D12 和输出滤波电感 L 上的电流波形以及变结构直流开关电源的输出电压波形,从图 4 可以看出本发明中流过副边两个单相二极管整流桥 FBR1 和 FBR2 的电流之和等于流过输出滤波电感 L 的电流,即 FBR1 和 FBR2 为并联输出。图 5a、图 5b 分别为切换功率开关管 S1 的驱动信号波形及输出电压的波形,从图 5 可以看出当输出电压的调节区间跨越设定的阈值电压时,本发明的输出电压可以较快地从一个电压设定值变化到另一个电压设定值,并且可以保证很好的输出稳定性。

[0026] 图 2 及本发明涉及的其他变形结构的工作原理与之相同,不再累述。

[0027] 本发明仅需要一个低频切换功率开关管，增大了输出的调节范围，实现了输出并联 / 串联的灵活组合，减小了输出整流二极管的电压电流应力，简化了高频变压器的设计，有效地降低了成本。本发明中电感、电容、变压器及功率开关管的选择与现有的直流开关电源选择的原则类似，故具体参数在此不作披露。

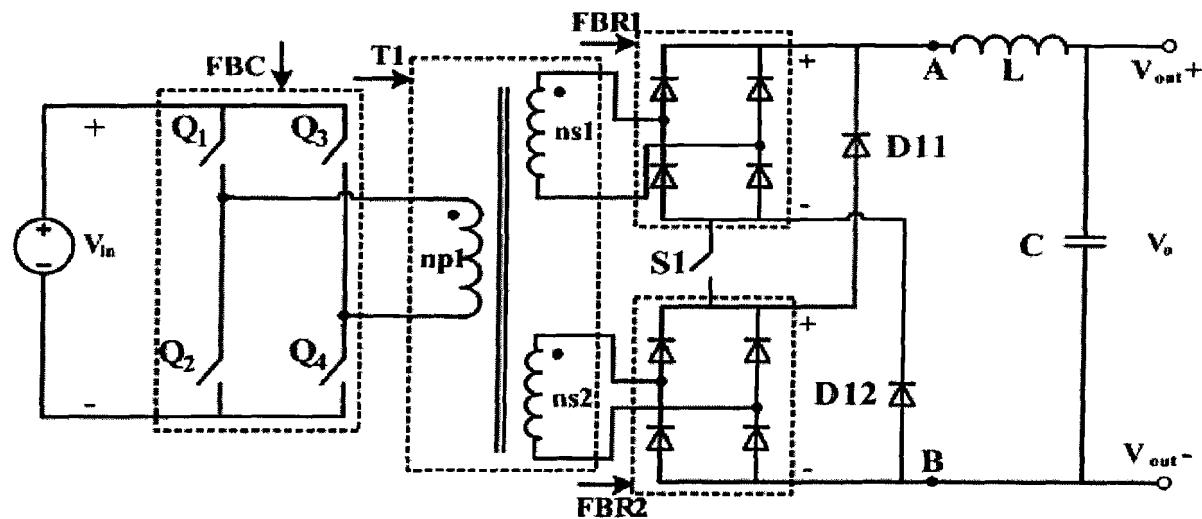


图 1

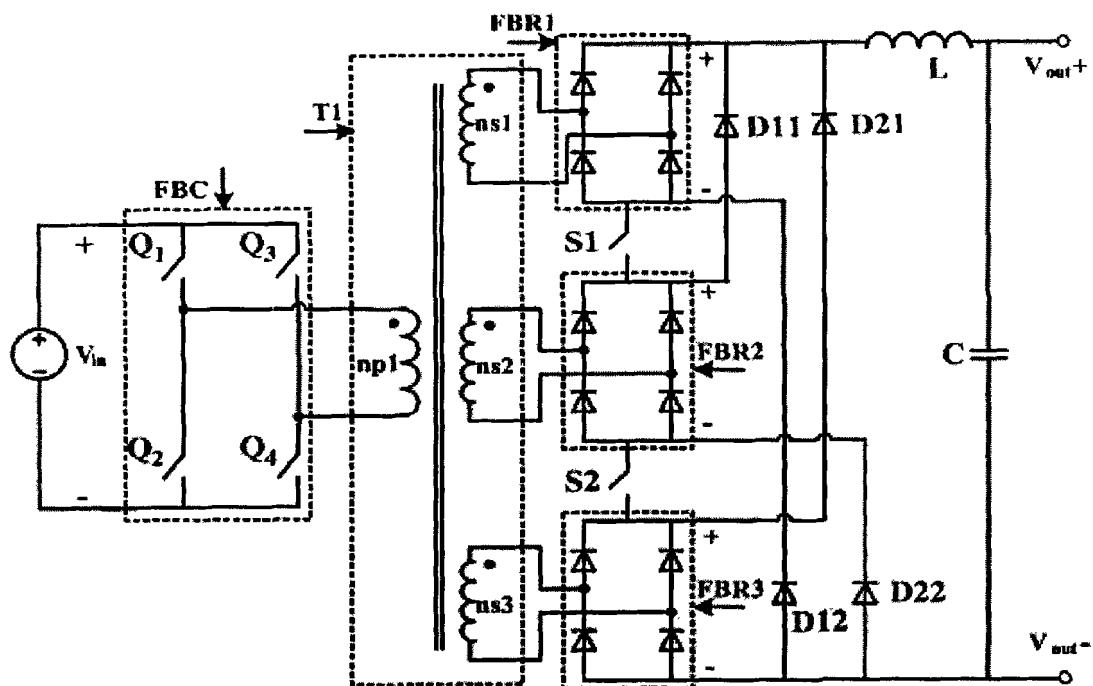


图 2

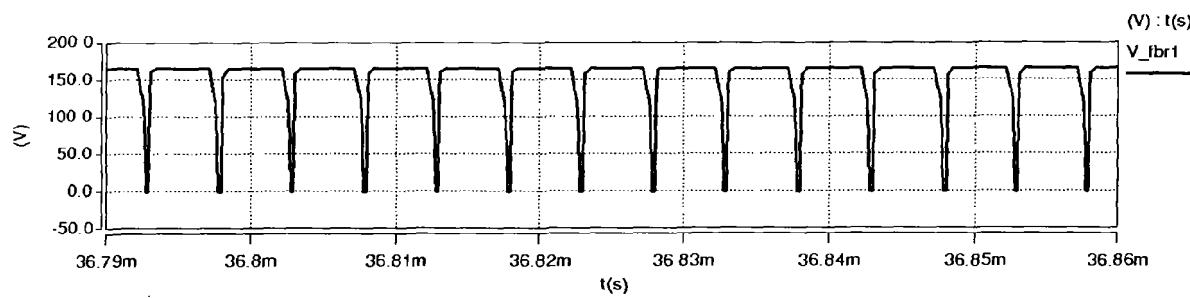


图 3a

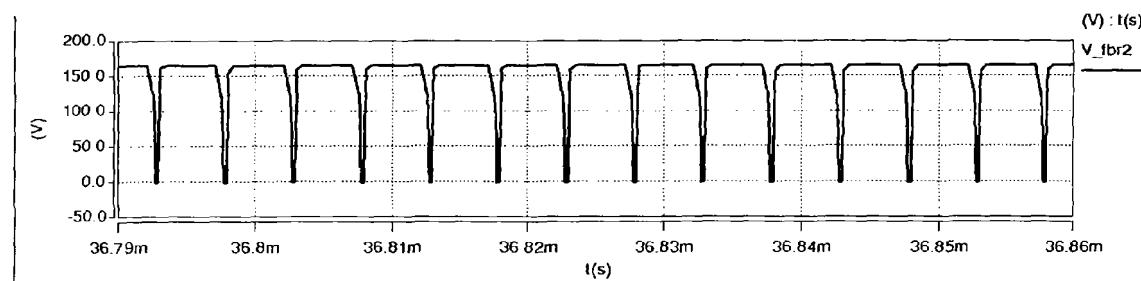


图 3b

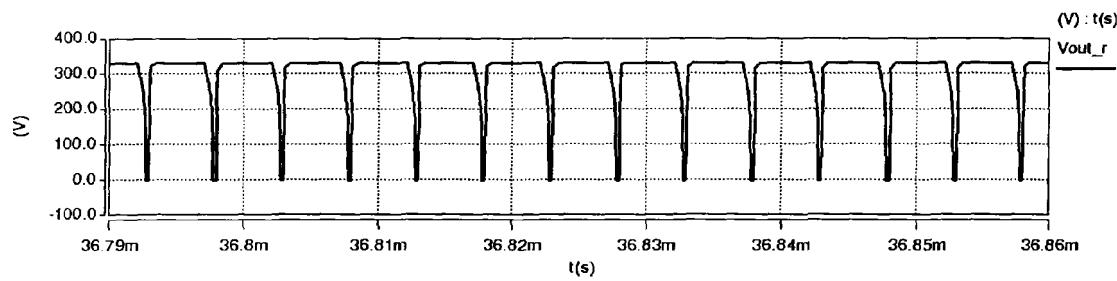


图 3c

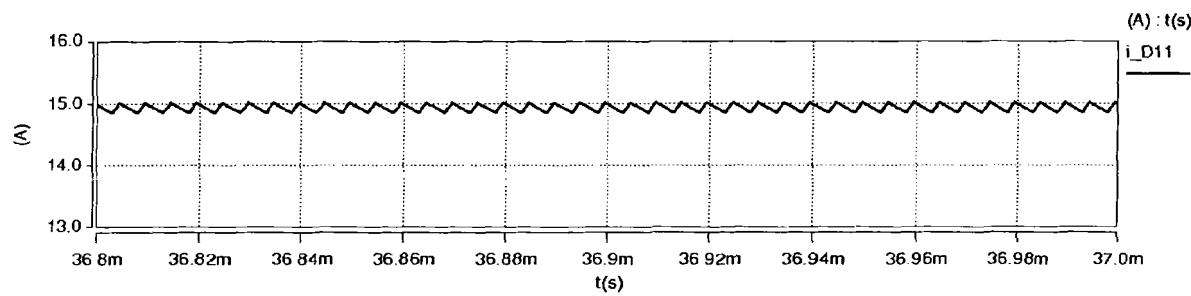


图 4a

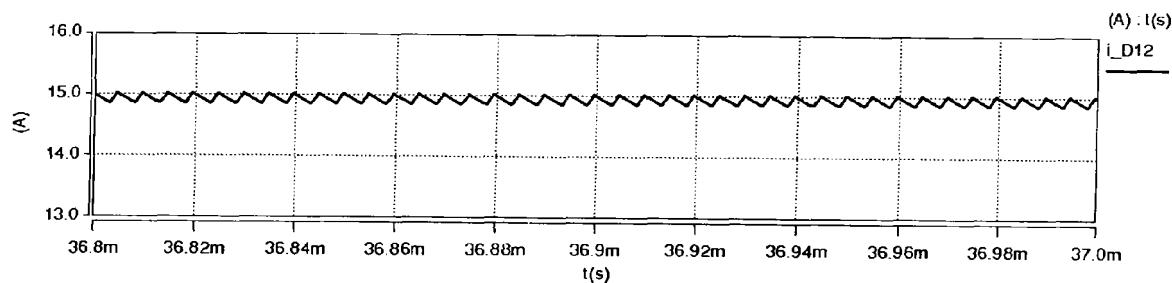


图 4b

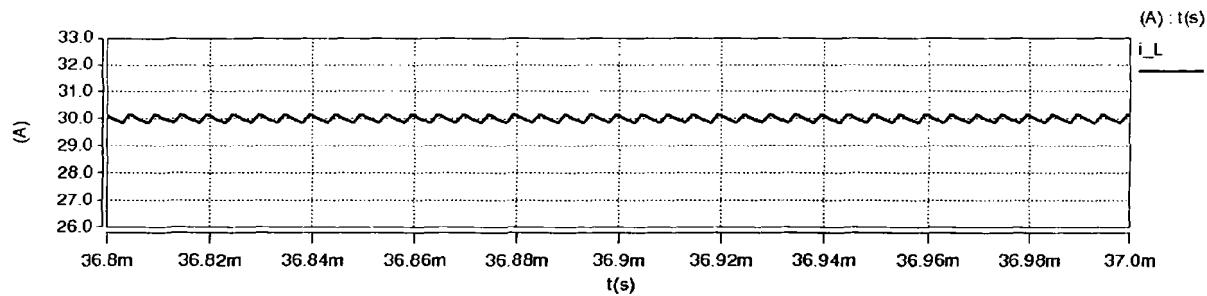


图 4c

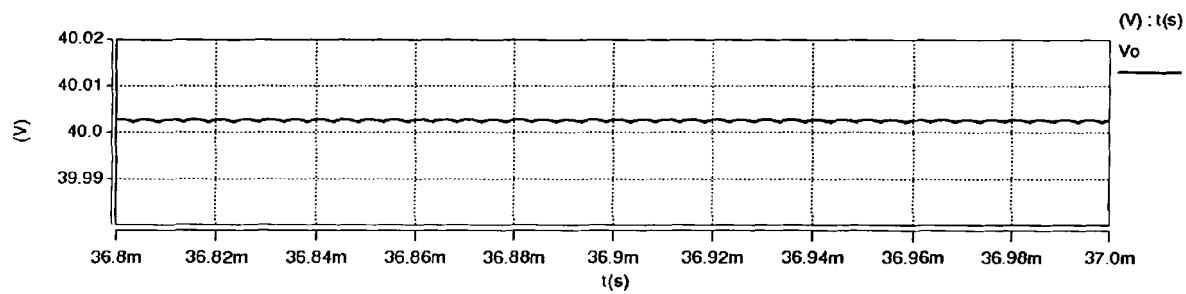


图 4d

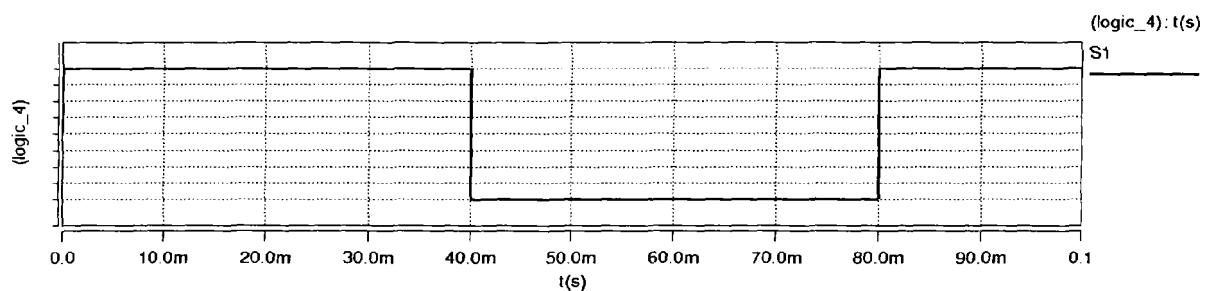


图 5a

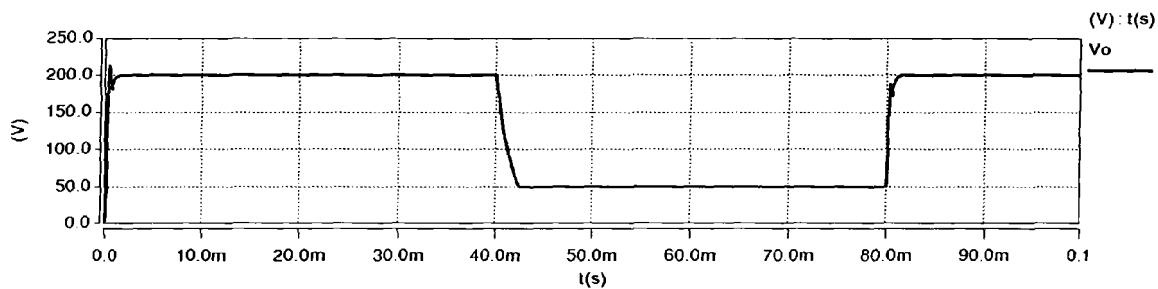


图 5b