

一种基于 UC1843 PWM 控制器的短路保护方案

熊国兴, 王俊峰, 王英武

(西安微电子技术研究所, 陕西 西安 710071)

摘 要: 基于打嗝保护的概念, 提出一种基于 UC1843 实现的短路保护方案. 对其短路保护部分进行原理分析, 针对存在短路功耗随工作环境温度变化的问题, 提出了改进方案. 通过实验证明, 该改进的短路保护方案既解决了短路功耗随工作温度变化的问题, 又能够实现低功耗短路关断和短路恢复.

关键词: UC1843; 短路保护; 短路恢复

中图分类号: TN402

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)12-0048-04

A Kind of Short-circuit Protection Circuits Based on UC1843 PWM

XIONG Guo-xing, WANG Jun-feng, WANG Ying-wu

(Xi'an Microelectronics Technology Insititute, Xi'an 710071, China)

Abstract: Based on the theory of hiccups, this article proposed a kind of short-circuit protection circuits controlled by UC1843, and the principle was analyzed. For the short-circuit turn-off losses varies with the temperature, the improved protection circuits was proposed. Experiments results verified that the improved protection circuits can solve the problem that the short-circuit turn-off losses varies with the temperature, also can turn off with low power losses and can recover the short-circuit.

Key words: UC1843; short-circuit protection; short-circuit recovery

1 引言

随着科学技术的发展, 电力电子设备与人们的工作、生活关系日益密切相关, 而这些设备都离不开可靠的开关电源^[1]. 为了提高开关电源的可靠性, 必须设计合理的保护电路. 短路保护是主要保护电路之一, 它在输出过载或短路时为电源及功率开关器件提供保护.

在很多开关电源负载中, 要求电源在短时间的短路故障状态下不中断工作, 又要避免连续短路产生的热积累而损坏功率开关管(如 MOSFET)^[2]. 打嗝短路保护采用使工作频率降低的方法进行间歇“打嗝”保护^[3], 可以满足以上的需求, 另外, 还可以在短路故障消除后恢复正常工作^[4]. 因此, 打嗝短路保护方式得到了广泛认可. 本文将介绍这种打嗝保护方式, 并基于 UC1843 PWM 控制芯片实现一种

短路保护方案.

2 基于 UC1843 短路保护的原理

2.1 芯片功能

UC1843 是高性能固定频率电流模式控制器, 应用于 DC/DC 变换器, 为设计人员提供只需最少外部元件就能获得高效益的电源解决方案. UC1843 内部部件包括可微调的振荡器、锁存脉宽调制器、高增益误差放大器、电流取样比较器, 是驱动功率 MOSFET 的理想器件^[5].

2.2 短路保护原理分析

图 1 所示为基于 UC1843 提出的短路保护方案, 其中 IC1 为 UC1843, IC2 为比较器.

该线路短路保护模块的采样方式为前级输入电流采样. 由于在短路时, 对前级线路各个检测点比较, 采样电阻 R_{cs} 上的电流变化明显并且在可控范

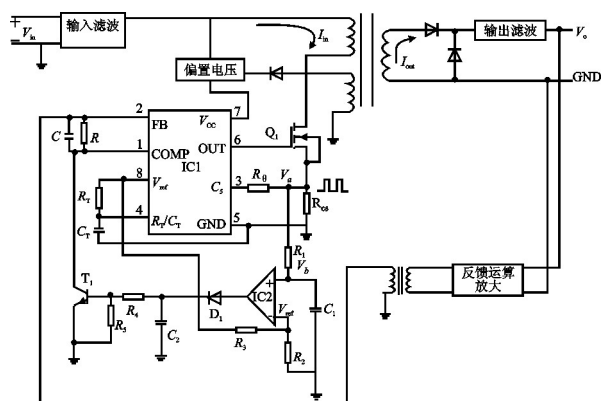


图1 基于 UC1843 实现的短路保护方案

围内,所以选择 R_{cs} 作为电流采样端。该线路的短路保护主体结构由图 1 中的比较器 IC2(IC2 的反相输入端接基准电压),采样电阻 R_{cs} , D_1 和 C_2 组成的采样保持网络、 R_2 和 R_3 组成分压基准网络、 R_4 和 R_5 组成的分压网络及开关管 T_1 构成。在实际应用中^[6],采样电阻 R_{cs} 采用阻值较低精度较高的镍铬电阻(一般阻值为 10 mΩ 以内,阻值精密度在 $\pm 1\%$ 以内),保证采样电阻不产生过多损耗,并保证电流采样的精度。采样电阻 R_{cs} 上的电压 V_a 与前级主回路的输入电流成正比, R_{cs} 上的电压为

$$V_a = I_{in} \times R_{cs} \quad (1)$$

理想情况下输入功率和输出功率相等如式(2):

$$V_{in} \times I_{in} = V_{out} \times I_{out} \quad (2)$$

即主回路的前级输入电流可以反映输出电流的变化,所以 R_{cs} 上的电压 V_a 也可以反映输出电流 I_{out} 的变化。

由于 R_{cs} 上的电压 V_a 为脉冲方波,所以需要通过对 R_1 、 C_1 对脉冲电压 V_a 进行平滑滤波,得到平均值 V_b ,将平均值 V_b 与基准电压 V_{ref} 比较。正常工作情况时: $V_b < V_{ref}$,比较器 IC2 输出低电平 V_{OL} ,开关管 T_1 的发射结上的电压 $V_{be} < V_{be(on)}$ ($V_{be(on)}$ 为开关管 T_1 导通阈值),开关管 T_1 截止,UC1843 的 1 脚电平由反馈回路决定。发生过流或短路时,主回路中输入电流会增大, $V_b > V_{ref}$,比较器 IC2 输出为高电平 V_{OH} ,经 D_1 、 C_2 采样保持及 R_4 和 R_5 分压,此时,开关管 T_1 的发射结上的电压 $V_{be} > V_{be(on)}$ ($V_{be(on)}$ 为开关管 T_1 导通阈值),开关管导通,UC1843 的 1 脚电平被拉低,导致内部 PWM latch 复位为 0,输出为低电平,功率开关管 $Q1$ 关断,实现短路保护。

关断 $Q1$ 后,采样电阻 R_{cs} 没有电流流过,导致 $V_b < V_{ref}$, IC2 输出低电平 V_{OL} , C_2 上的电荷通过 R_4 、 R_5 放电, R_5 上的电压开始下降,低于 $V_{be(on)}$ 时,

开关管才关断,短路保护模块停止工作,电路又开始进入工作状态,输入电流开始增大, R_{cs} 检测到电路过流或短路,短路模块又进入保护状态;电路这样重复导通关断的动作,即打嗝保护。

3 电路实现及改进

3.1 方案 1

采用 NPN 管的方案如图 2 所示,采用 NPN 管作为开关管。通过调节 R_4 和 R_5 阻值,使得在短路或过流时, R_5 上的分压达到 0.7 V,即 NPN 的 V_{be} 达到导通条件,NPN 导通,拉低 UC1843 的 1 脚,实现短路保护。

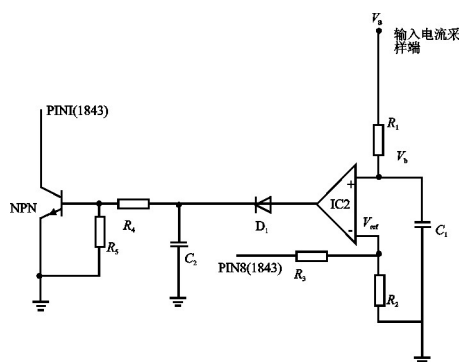


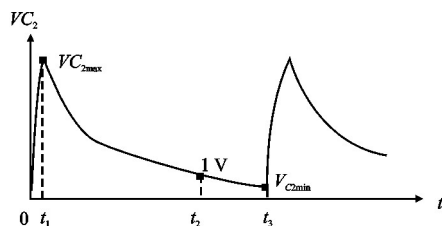
图2 采用 NPN 的短路保护方案

存在问题 1:由于触发电平为 NPN 管的 V_{be} ,而 V_{be} 具有负温度系数,当温度变化 1°C 时, V_{be} 变化大约 2~2.5 mV, V_{be} 随温度变化比较大。实测中,低温 (-55°C) 时, $V_{be} \geq 0.8\text{ V}$ 时导通,常温 (25°C) 时, $V_{be} \geq 0.7\text{ V}$ 时导通,高温 (125°C) 时, $V_{be} \geq 0.4\text{ V}$ 时导通,三温的 V_{be} 变化导致限流点漂移,从而造成短路功耗在三温下变化很大,尤其是在低温时,短路功耗特别大。

存在问题 2:由于在短路恢复过程中,电路对后级输出电容充电需要额外的电流,这样会导致短路恢复瞬间的电流可能比正常工作时的电流大很多,而导致短路恢复瞬间的电流超过短路保护的限流点,可能导致部分线路在短路故障取消后无法恢复正常工作状态。

3.2 方案 2

采用 NMOS 管方案针对上述问题 1, NPN 管 V_{be} 存在随温度变化而变化的情况,选择 NMOS 作为开关管, NMOS 的导通阈值 $V_{gs(th)}$ 随三温变化不大,三温实测,均为 0.8 V 左右, $V_{gs(th)}$ 对温度变化不敏感,对限流点影响不大。具体改进线路如图 3 所示。当过流或短路时, $V_b > V_{ref}$,比较器 IC2 输出为高

图6 C_2 充放电 V_{C2} 变化示意图

到最低值,此阶段为 UC1843 重新开始正常工作直至检测到过流。由于软启动线路的存在,UC1843 的输出占空比是从小逐渐变大,故从开始正常工作到检测过流存在软启延迟 ($t_{\text{软启}}$)。

由于图 4 中软启动箝位线路中: $V_{\text{clamp}} = 1.67 \text{ V}$, C_3 上的电压为 $V_{C3} = 1 \text{ V}$, $C_3 = 100 \text{ nF}$, $R_5 = 100 \text{ k}\Omega$,故软启延迟为:

$$t_{\text{软启}} = -\ln\left(1 - \frac{V_{C3}}{3 \cdot V_{\text{clamp}}}\right) \cdot C_3 \cdot R_5 = -\ln\left(1 - \frac{1}{3 \times 1.67}\right) \cdot 10^{-7} \cdot 10^5 = 2.23 \text{ ms},$$

故 V_{C2} 从 1 V 降到最低值所需时间约为 2.23 ms 。

C_2 的充放电周期,约为 $t_{C2\text{max}} + t_{\text{软启}} \approx 21.1 \text{ ms}$,又因为保护线路的打嗝周期为 C_2 的充放电周期,故保护线路的打嗝周期为 21.1 ms 。

图 7 所示为最终方案 UC1843 的 1 脚测试波形,由于估算时, C_2 上最大电压计为 4.3 V (实测 $V_{C2\text{max}}$ 为 3.6 V), $t_1 \sim t_2$ 期间 C_2 放电估算时间偏大,所以估算值比实测值 19 ms 偏大。

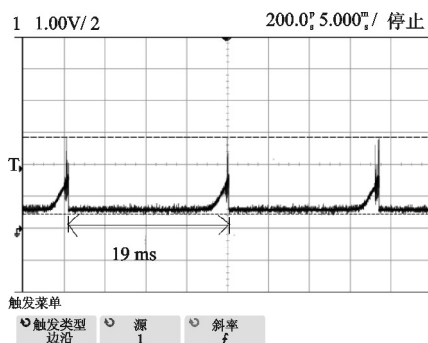


图7 最终方案 UC1843 的 1 脚测试波形

应用图 5 中的短路保护线路作为最终短路保护策略的模块电源输出端电压波形如图 8 所示。

从图 8 可以看出,最终的短路保护方案在短路期间输出电压降为 0 ,由于在测试负载短路时,模块电源接负载的长导线存在不可忽视等效串联电阻 R ,电子负载短路时,模块电源输出很大的电流脉冲,长导线上存在压降,所以会在模块输出端检测到 1 V 左右的打嗝脉冲。从打嗝保护期间的输出电压

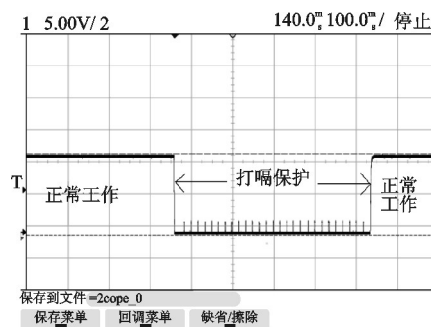


图8 最终改进方案的输出端电压波形

波形看,实现了短路保护的目的。短路故障消除后,输出电压平稳的恢复到 12 V ,说明短路故障清除后可以恢复正常工作。

表 1 所示为采用 NPN 管作为方案 1 和采用加软启的 NMOS 管作为方案 2 在三温下实测的短路功耗。从表 1 看出,方案 1 三温短路功耗变化大,低温时短路功耗过大,最终改进方案的三温短路功耗均在 6.4 W 左右,随温度变化不大,而且短路功耗也小。

表1 方案1和方案2的短路功耗比较

额定电压(100 V)	低温(-55°C)	常温($+25^{\circ}\text{C}$)	高温($+125^{\circ}\text{C}$)
方案1的短路功耗(P)/W	16.2	9	7.8
方案2的短路功耗(P)/W	7.2	6.4	6.1

5 结束语

文中提出基于 UC1843PWM 控制器实现的短路保护方案,通过分析保护线路的主体结构,针对短路功耗随温度变化大的问题,提出了改进方案。通过实验证明,该改进的短路保护策略既解决短路功耗随工作环境温度漂移的问题,又能实现低损耗关断和短路恢复,为中小功率模块电源实现短路保护提供了非常实用的方案。

参考文献:

- [1] 张占松,蔡宣三. 开关电源的原理与设计[M]. 修订版. 北京:电子工业出版社,2004.
- [2] 王慧梅,林梅. 基于 UCC3800 开关电源的短路保护电路[J]. 电子元器件应用,2012,14(9):16-18.
- [3] 刘国. 开关电源适配器的输出过载保护电路设计[J]. 电源技术应用,2007,10(12):25-29.
- [4] 田宏理,冀捐灶. 电力变换设备中短路保护电路的设计[J]. 电源技术应用,2004(7):59-63.
- [5] 刘雪山,杨静,张鸿儒. 开关电源的过载保护电路设计[J]. 通信电源技术,2009(7):160-163.

(下转第 56 页)

Welch 算法对初始参数值比较敏感,易于陷入局部最优解;而基于 SAA-HMM1 抽取方法的实验结果比基于 HMM 的实验结果有较好的改善,各个状态的精确度和召回率都有所提高,体现了 SAA 较强的局部寻优能力. 基于 MSAA-HMM2 的信息抽取方法实验效果是最好的,在精确度和召回率方面都要比基于 SAA-HMM1 的信息抽取效果有所提高,体现了 HMM2 在上下文特征信息利用上的充分性.

从表 3 看出在时间性能上,本文基于 MSAA-HMM2 的信息抽取方法比基于 HMM 的信息抽取要差一些,主要是因为新模型采用 MSAA 进行初始参数的优化以及 HMM2 的引入;但与基于 SAA-HMM1 的信息抽取相比,新模型的时间性能有了较好的改善.

5 结束语

本文提出了一种基于改进 SAA 和 HMM2 相结合的信息抽取模型 MSAA-HMM2,实验结果表明,基于新模型的信息抽取在精确度和召回率方面都要比传统 SAA-HMM1 有较好的改善. 为了提高信息抽取的性能,在后续工作中,将对 SAA 进行更好的改进,如在 SAA 中引入自适应、遗传算法等,以提高 SAA 的搜索性能.

参考文献:

- [1] Freitag D, Mc Callum A. Information extraction with HMMs and shrinkage[C]// Proceedings of the AAAI'99 Workshop on Machine Learning for Information Extraction, Orlando, 1999, 31-36.

- [2] Freitag D, McCallum A. Information extraction structures learned by stochastic optimization[C]// Proceedings of the Eighteenth Conference on Artificial Intelligence, Berlin, 2000:584-589.
- [3] 张铭, 银平, 邓志鸿, 等. SVM+ BiHMM: 基于统计方法的元数据抽取混合模型[J]. 软件学报, 2008, 19(2): 584-589.
- [4] 李荣, 胡志军, 郑家恒. 基于遗传算法和隐马尔可夫模型的 Web 信息抽取的改进[J]. 计算机科学, 2012, 39(3): 196-199.
- [5] 邹腊梅, 龚向坚, 肖芳, 等. 基于模拟退火算法与隐马尔可夫模型的 Web 信息抽取[J]. 南华大学学报: 自然科学版, 2011, 25(1): 70-74.
- [6] 罗佐, 杜世民, 戚利侠, 等. 基于快速模拟退火算法的可切割布图规划方法[J]. 微电子学与计算机, 2012, 29(9): 109-112.
- [7] 陈华根, 李丽华, 徐惠平, 等. 改进的非常快模拟退火算法[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2006, 34(8): 1121-1125.
- [8] 胡宇舟, 王雷, 顾学道. 基于多模板隐马尔可夫模型的文本信息抽取算法[J]. 计算机应用, 2008, 28(3): 699-702.
- [9] 周顺先, 林亚平, 王耀南, 等. 基于二阶隐马尔可夫模型的文本信息抽取[J]. 电子学报, 2007, 35(11): 2226-2231.

作者简介:

王 宁 男, (1989-), 硕士. 研究方向为信息抽取、数据挖掘. E-mail: ningccuwhu@163.com.

李石君 男, (1964-), 博士. 教授. 研究方向为 Web 搜索与挖掘、数据挖掘、大数据.

(上接第 51 页)

- [6] 许丽, 王晓明. 基于 UC3842 的开关电源短路或过载保护的研究[J]. 兰州交通大学学报: 自然科学版, 2005, 24(4): 114-116.

作者简介:

熊国兴 男, (1988-), 硕士. 研究方向为 DC/DC 功率变换器的设计. E-mail: 2802901413@qq.com.

王俊峰 男, (1964-), 研究员, 硕士生导师. 研究方向为功率变换技术.