

# Design and Implementation of the UC3842 Multiple-Output Flyback Switching Power

Xiaoqu Zhu, Huimin Quan

Hunan University, Changsha  
Email: 2607716285@qq.com

Received: Mar. 14<sup>th</sup>, 2013; revised: Apr. 10<sup>th</sup>, 2013; accepted: Apr. 25<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Xiaoqu Zhu, Huimin Quan. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** With the current-mode control chip UC3842 as its core, a new multiple-output flyback switching power supply is designed, which has five stable DC voltage outputs. The principle and characteristic of the control chip UC3842 is introduced, the design principle and work process and main function of the various components of the module are analysed, including the selection of the flyback isolation transformer magnetic core and duty ratio calculation and the determination of the number of the winding turns. The EMI suppression circuitry is designed in order to ensure the requirements of electromagnetic compatibility and security. The experimental results show that the designed switching power supply works steadily with less ripple, high voltage adjustment rate, good electromagnetic compatibility, so it has a high application value.

**Keywords:** UC3842; Switching Power Supply; Flyback; EMI Suppression Circuitry

## 基于 UC3842 的多端反激式开关电源的设计与实现

朱晓曲, 全惠敏

湖南大学, 长沙  
Email: 2607716285@qq.com

收稿日期: 2013 年 3 月 14 日; 修回日期: 2013 年 3 月 10 日; 录用日期: 2013 年 4 月 25 日

**摘要:** 本文以电流型控制芯片 UC3842 为核心设计了一种新型多路输出反激式开关电源, 该电源有 5 路稳定的直流电压输出。本文介绍了电流型 PWM 控制芯片 UC3842 的原理和特性, 分析了该开关电源的设计原理、工作过程和各个组成模块的主要功能, 包括反激式隔离变压器的磁芯选择、占空比的计算、原边及各路输出的匝数的确定, 同时设计了 EMI 抑制电路, 保证了开关电源的电磁兼容性和安全性需求。实验结果表明: 所设计的开关电源稳定性好, 纹波少, 电压调整率高、电磁兼容性好等特点, 具有很高的应用价值。

**关键词:** UC3842; 开关电源; 反激式; EMI 抑制电路

### 1. 引言

在当代经济和科技高速发展的时代, 电源起到了关键性的作用。电源设备是电力电子技术的一个重要应用领域<sup>[1]</sup>。目前, 随着电源技术的蓬勃发展, 开关

电源朝高频化、集成化的方向前进。与线性稳压器相比, 虽然开关电源设计比较复杂, 某些指标可能比不上线性稳压器, 且噪声较大, 但是高频开关稳压电源由于具有体积小、重量轻、效率高、性能稳定<sup>[2]</sup>等突

出优点而备受青睐，得到了广泛的应用。

## 2. 设计要求

本文利用反激式变压器的特点，基于 UC3842 设计了一种多端反激式开关电源，可提供五路输出电压，并且可以随着输入电压的变化而调节 PWM 输出保证输出电压稳定。具体指标如下：输入为交流 110~250 V(正常 220 V)；输出为 1 路 24 V/1 A 输出；1 路 15 V/0.6 A 给控制芯片供电；1 路 15 V/0.5 A 输出；1 路 9 V/1 A 输出；2 路 5 V/1 A 输出；输出总功率为 60 W，工作频率为 40 kHz，效率为 80%。

## 3. 控制芯片简介

新型开关电源选用美国 Unitordec 公司生产的固定频率电流控制型脉宽调制芯片 UC3842<sup>[3]</sup>，其振荡频率通过阻容网络设定，最大占空比的可调范围能达 100%，能进行逐个周期的电流限制，输出功率限与 100 W 以下<sup>[4]</sup>。UC3842 的内部结构如图 1 所示。

它的内部集成有一个电流检测比较器、一个误差放大器、一个振荡器、一个脉宽调制锁存器(内含 PWM 逻辑单元和 PWM 锁存器)、一个欠电压保护电路、一个互补功率放大输出单元、一个标准的 5 V 参考电压源<sup>[4,5]</sup>等。因此该芯片具有电压反馈和电流反馈双环控制的特点，电压调整率高。另外，内部有过压保护电

路、过流保护电路、欠压锁定电路，使电路稳定可靠。

UC3842 采用双列直插封装形式，其各引脚功能简介如下：脚 1(COMP)为误差放大器输出端，用于外部回路补偿；脚 2(Ufb)为误差放大器反相输入端。在闭环系统中，该端接输出电压反馈信号；脚 3 为电流检测比较器输入端。该端接电压或电流检测信号，实现过电压和过电流保护；脚 4(RT/CT)为振荡器定时元件接入端。通过时间电阻  $R_T$  连接至参考引脚 8 以及电容  $C_T$  连接至地，使最大占空比和振荡频率可调，振荡频率  $f = 1.72/(R_T C_T)$ ，工作频率能达 500 kHz<sup>[6]</sup>；脚 5(GND)为信号地，该端与供电电源地端相连；脚 6 (OUT)为输出端。该端通过一外接电阻与 MOSFET 的栅极相连，可直接驱动功率 MOSFET；脚 7(UCC)为电源接入端(取值 10~34 V)。脚 8(Uref)为基准电源输出端，可提供稳定性极好的基准电压<sup>[6]</sup>。

## 4. 开关电源的工作原理及硬件电路设计

### 4.1. 工作原理

根据设计要求，所设计的反激式开关电源电路原理图如图 2 所示。该电路输入为 220 V 的交流电，经过整流桥  $V_{BR1}$  和滤波电容  $C_5$ 、 $C_6$  后，在变压器的输入端达到约 310 V 的直流电，直流电压通过电阻  $R_1$  对电容  $C_8$  进行充电，当 UC3842 的脚 7(VCC 端)达到

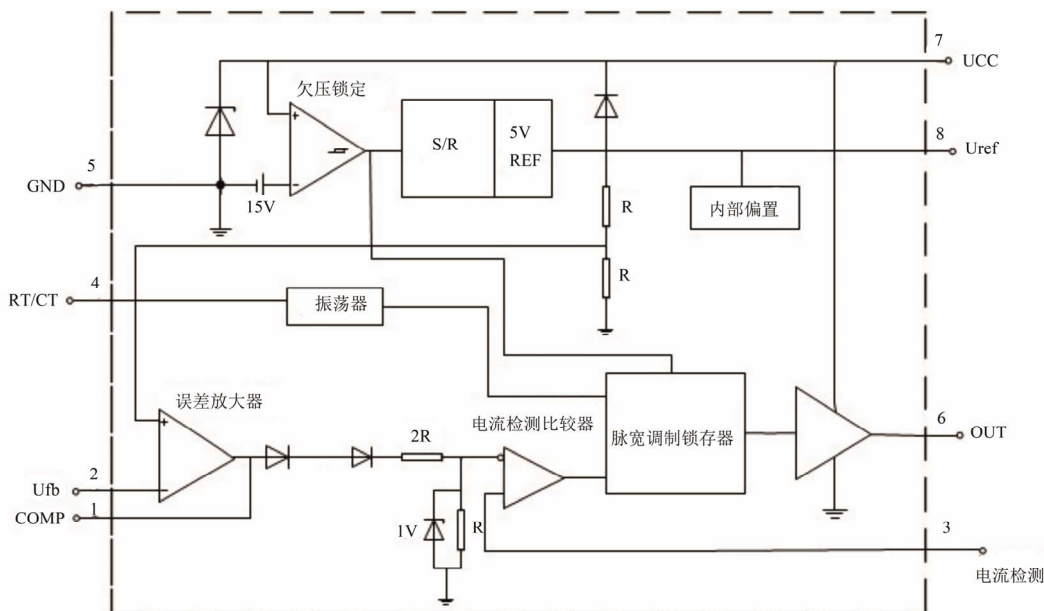


Figure 1. The internal structure of UC3842  
图 1. UC3842 的内部结构

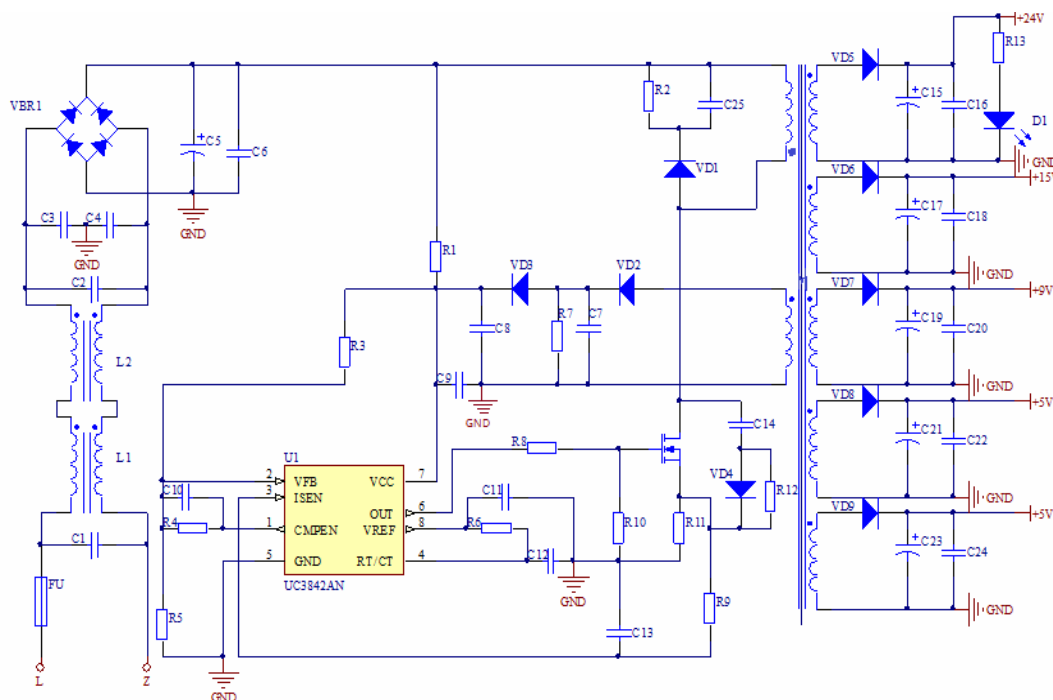


Figure 2. Design schematics of flyback switching power supply  
图 2. 反激式开关电源的设计原理图

启动电压门槛值 16 V 时, 芯片 UC3842 开始工作并且提供驱动脉冲, 此后芯片由反馈线圈供电, 并且电压维持在 13 V 左右。开关电源的反馈绕组两端的电压经过  $V_{D2}$ 、 $R_7$ 、 $C_7$ 、 $V_{D3}$ 、 $C_8$  整流滤波和  $R_3$ 、 $R_5$  分压后, 送入芯片 UC3842 的 2 引脚(VFB)即误差放大器反相输入端, 反馈电压与基准电压 2.5 V 经误差放大器比较放大后, 调整 PWM 脉冲的输出宽度, 从而改变开关管的导通与关闭的宽度, 达到稳定电压的目的。

## 4.2. 硬件电路设计

### 4.2.1. 低通滤波电路的组成及作用<sup>[7,8]</sup>

对于开关电源, 除了保证其输出稳定性以外, 还要考核其电磁兼容性。EMI 滤波器作为抑制电源线传导干扰的重要单元, 不仅可以抑制来自电网的干扰对电源本身的侵害, 也可以抑制由开关电源产生并向电网反馈的干扰。 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  构成了该开关电源的 EMI 滤波器, 它们接于电源输入端与整流桥之间。 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  主要用来抑制共模干扰, 电感  $L_1$ 、 $L_2$  一般取 8 mH, 需注意的是, 当电流增大时, 应适当增加电感量, 可以改善低频衰减特性。 $C_3$ 、 $C_4$  宜选用陶瓷电容器, 取值范围 2200~4700 pF。电容

$C_1$ 、 $C_2$  采用薄膜电容器, 用来滤除串模干扰, 取值范围为 0.01~0.47  $\mu$ F。

### 4.2.2. 缓冲吸收电路设计

在开关电源中, 开关管在关断瞬间会产生很高的电压尖峰脉冲, 这些过电压尖峰脉冲的出现不仅危及功率器件的工作安全, 也会形成很强的电磁干扰噪声源<sup>[9]</sup>, 影响系统的稳定工作。为此,  $V_{D4}$ 、 $R_{12}$ 、 $C_{14}$  组成 RCD 缓冲吸收电路, 同样  $V_{D1}$ 、 $R_2$ 、 $C_{25}$  也组成反激式变压器的缓冲电路, 具有双重保护作用。

### 4.2.3. 反馈电路设计<sup>[10]</sup>

由于该电源的输出是多路, 不适合只对某一路进行反馈调节, 因此采用反馈线圈  $N_5$  来输出一个反馈电压, 同时对多路输出进行控制。 $V_{D2}$ 、 $C_7$ 、 $R_7$ 、 $V_{D3}$ 、 $C_8$  为整流滤波电路, 可以通过整流滤波而得到一个稳定的反馈电压, 同时也作为 UC3842 正常工作时的供电电压。

### 4.2.4. 开关脉冲的形成

$R_6$ 、 $C_{12}$  分别为时间电阻和时间电容, 他们的大小取决于振荡频率  $f = 1.72 / (R_6 C_{12})$ 。 $R_{11}$  为电流采样电阻, 它的变化反映了输入电压的变化采样电阻,  $R_{11}$

的峰值电流由误差放大器控制。在开关管导通期间， $R_{11}$  的压降增加，通过  $R_9$  将这个电压反馈给芯片引脚 3，此电压与由误差放大器产生的电压进行比较，当压降达到一定值时，电流取样比较器就翻转，锁存器复位，开关管会截止<sup>[6]</sup>。开关管导通时，电流流经变压器原边，并把能量存在变压器中，而此时变压器副边没有能量输出；当开关管截止时，副边各级二极管导通，向外提供电流输出。所以，开关管的导通和截止使变压器副边的耦合输出为开/关电压。 $R_9$ 、 $C_{13}$  构成滤波器，消去开关管导通是产生的尖峰电流，以防电流取样比较器误触发<sup>[11]</sup>。

#### 4.2.5. 变压器的设计<sup>[12,13]</sup>

##### 1) 磁芯的选择

高频变压器的最大承受功率  $P_l$  (单位 W) 与磁芯截面积  $S_f$  (单位  $\text{cm}^2$ ) 之间存在以下经验公式是

$S_f = 0.15\sqrt{P_l} = 1.30(\text{cm}^2)$ ，其中  $P_l = P_0/\eta = 60/0.8 = 75$  W。查表后可以选择磁芯 E-40，其磁芯截面积为  $1.38 \text{ cm}^2$ ，饱和磁通密度  $B_s = 400 \text{ mT}$ ，为防止出现磁饱和现象而损坏开关管，可取磁通密度  $B = 250 \text{ mT}$ 。

##### 2) 最大占空比 $D_{\max}$ 的计算

输入电流为  $110\sim 250 \text{ V}$ ，经整流和滤波后直接输入的电压最大值<sup>[14]</sup>  $U_{\max}$ 、最小值  $U_{\min}$  分别约为  $360 \text{ V}$ 、 $160 \text{ V}$ 。开关电源中所产生的反向电动势  $e$  约为  $170 \text{ V}$ ，绕组漏感造成的尖峰电压  $U_L$  约为  $100 \text{ V}$ 。由于  $U_{\max} + U_L + e \approx 620 \text{ V}$ ，因此开关管应能承受  $620 \text{ V}$  以上的电压。脉冲最大占空比为：

$$D_{\max} = \frac{e}{e + U_{\min}} = \frac{170}{170 + 160} = 51.5\%$$

##### 3) 一次绕组的电感量 $L_1$

变频变压器一次绕组的电感量：

$$L_1 = \frac{\eta(U_{\min} D_{\max})^2}{2P_0 f}$$

将  $\eta = 80\%$ ， $P_0 = 60 \text{ W}$ ， $U_{\min} = 160 \text{ V}$ ， $D_{\max} = 51.5\%$ ， $f = 40 \text{ kHz}$  代入解得  $L_1 = 1.13 \text{ mH}$ 。设满载时峰值电流为  $I_p$ ，短路时的过载电流为  $I_s$ ，有公式：

$$I_p = \frac{2P_0}{\eta U_{\min} D_{\max}} = 1.82 \text{ A}$$

有公式  $I_s = 1.3 I_p = 2.37 \text{ A}$ ，则在一次绕组上储存

电能  $W = 0.5 L_1 I_s^2 = 3.17 \text{ mJ}$ 。

##### 4) 一次绕组、副边绕组、反馈绕组的匝数计算 一次绕组匝数：

$$N_p = \frac{2 \times 10^7 W}{B S_f I_s} = \frac{2 \times 10^7 \times 3.17 \times 10^{-3}}{250 \times 1.38 \times 2.37} = 77 \text{ 匝}$$

实取 78 匝。确定了一次绕组的匝数后，可以用下式计算副边绕组与反馈绕组的匝数：

$$N = \frac{N_p (U_0 + U_F) (1 - D_{\max})}{U_{\min} D_{\max}}$$

其中  $U_0$  — 反馈绕组、副边绕组两端的电压； $U_F$  — 输出整流管的压降，约为  $1 \text{ V}$ 。

反馈绕组两端的有效值电压为  $18 \text{ V}$  时，经过整流滤波可获取大约  $15 \text{ V}$  的直流，用上面公式可以算得反馈绕组匝数：

$$N_s = \frac{78 \times (18 + 1) (1 - 51.5\%)}{160 \times 51.5\%} = 8.7 \text{ 匝}$$

实取 9 匝。同理可算出输出为  $+24 \text{ V}$ 、 $+15 \text{ V}$ 、 $+9 \text{ V}$ 、 $+5 \text{ V}$  的绕组匝数分别 11.02 匝、7.3 匝、4.5 匝、2.7 匝，鉴于当输出电流达到  $7 \text{ A}$  时，在绕组的铜阻和输出引线电阻上都会产生较大的压降，会造成输出电压的跌落，因此适当增加副边绕组的匝数，以提升  $U_0$ 。所以实际绕组匝数分别取 13 匝、9 匝、6 匝、3 匝。

##### 5) 计算空气气隙 $\delta$

为防止变压器因为磁饱和现象而损坏开关管，需在 E-40 型磁芯两侧面各留一定的空气气隙  $\delta$ 。假设磁场集中于气隙而未向外部泄露，则

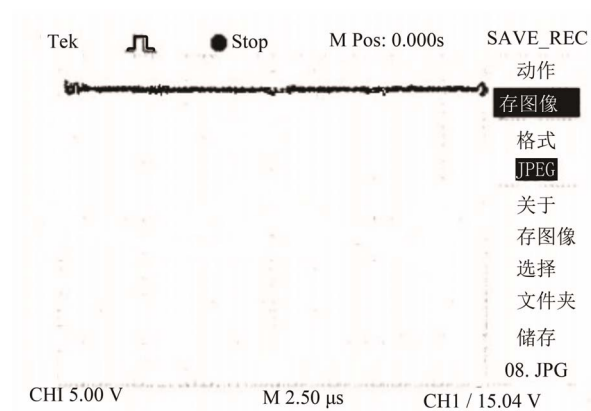
$$\delta = \frac{0.04 \pi N_1 I_s}{B} = 0.9 \text{ mm}$$
，每边可留出  $0.5 \text{ mm}$  的空气气隙，亦可取  $0.5\sim 0.7 \text{ mm}$  的空气气隙。

## 5. 实验结果

为了检验开关电源的性能，对所设计的电路进行了测试。图 3 为开关电源的  $15 \text{ V}$  输出电压的波形图，其余波形图除数据不一样外，与此波形类似。开关电源的电压调整率、负载调整率及纹波的数据如表 1 所示。实验结果表明：在宽电压输入变化范围内，开关电源输出电压稳定，纹波小，负载调整率高，达到了设计目标。

**Table 1. Switching power supply measured data**  
**表 1. 开关电源实测数据**

测试项目	输出电压值/V	测试条件	测试结果
电压调整率	+24	U <sub>in</sub> = 120~240 V	±15 mv or ±0.06%
	+15		±40 mv or ±0.26%
	+9		±32 mv or ±0.35%
	+5		±40 mv or ±0.8%
负载调整率	+24	I = 0.4~0.8 A	±20 mv or ±0.08%
	+15	I = 0.5~1.2 A	±40 mv or ±0.26%
	+9	I = 0.5~1.2 A	±70 mv or ±0.7%
	+5	I = 2.0~2.8 A	±140 mv or ±2.8%
输出纹波	+24	U <sub>in</sub> = 220 V	80 mv
	+15		70 mv
	+9		55 mv
	+5		45 mv
效率		U <sub>in</sub> = 220 V	78%



**Figure 3. 15 V output voltage waveform**  
**图 3. 15 V 输出电压的波形**

## 6. 结束语

本文所设计的开关电源充分利用了 UC3842 的引脚少、外围电路简单、安装与调试方便、性能优良、价格低廉等特点，实现了对输出电压负反馈调节和各种保护机制。经过调试和实验，该开关电源达到了预期的设计要求，在输入电压较大的情况下能稳定工作，具有良好的应用前景。

## 参考文献 (References)

- [1] 楚永宾, 黄海宏, 赵斌. 基于 UC3842 的反激式多端输出开关稳压电源的设计[J]. 电源技术应用, 2011, 14(8): 47-51.
- [2] 刘俊, 楚君, 郭照南等. 基于 UC3842 的多输出开关电源的设计[J]. 电源技术, 2009, 25(1): 189-191.
- [3] 刘武祥, 金星, 刘群. 基于 UC3842 的反激式开关电源的控制环路设计[J]. 电子技术与应用, 2007, 33(12): 163-165, 168.
- [4] 乔恩明, 张双运. 开关电源工程设计快速入门[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010: 69-81.
- [5] 王朕, 潘孟春, 单庆晓. UC3842 应用于电压反馈电路中的探讨[J]. 电源技术应用, 2004, 7(8): 480-483.
- [6] 衡耀付, 陈富军. 一种基于 UC3842 的新型开关稳压电源的设计[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(9): 133-135.
- [7] 舒艳萍, 陈为, 毛行奎. 开关电源有源共模 EMI 滤波器研究及其应用[J]. 电力电子技术, 2007, 41(6): 10-12.
- [8] 郑宪龙, 和军平, 唐志. DC / DC 开关电源有源共模 EMI 滤波器的研制[J]. 电力电子技术, 2007, 41(12): 45-47.
- [9] 张厚升, 赵艳雷. 新型多功能反激式开关电源设计[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(1): 113-117.
- [10] 宋鸿斋, 谢吉华, 陈志强等. 变频器用多功能开关电源设计[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(1): 105-108.
- [11] 沙占友, 马洪涛, 睢丙东. 开关稳压器应用技巧[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009: 170-183.
- [12] 周志敏, 周纪海, 纪爱华. 开关电源实用技术——设计与应用(第二版). 北京: 人民邮电出版社出版, 2007: 229-238.
- [13] 沙占友, 王彦明, 马洪涛等. 开关电源优化设计[M]. 北京: 中国电力出版社出版, 2013: 213-227.
- [14] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 43-50.