

闽南师范大学

《电力电子技术》课程设计

- 设计题目：基于 SG3525 的直流电机调速电源 PWM 控制电路的设计与实现



姓 名： 庄伟彬

学 号： 1205000425

系 别： 物理与信息工程学院

专 业 电气工程及其自动化

年 级： 12 级

指导教师： 刘丽嫔老师

2014 年 12 月 20 日

目 录

一 系统设计	2
1. 设计目的	2
2. 设计要求	2
二 电路设计原理	
1. 系统原理	3
2. 方案比较 及参数计算	3, 4, 5, 6, 7
3. 芯片介绍	7, 8, 9
三 测试结果（波形，电压）	
1. 实物图	9, 10
2. 测试的波形	11, 12, 13
3. 实验结果分析及与理论对比	14
四. 实验总结	14
五. 附录	
1. 系统原理图	15
2. PCB 图	16

3. 原件清单	-----16, 17
---------	-------------

4. 参考文献	-----17
---------	---------

摘要： 本次课程设计采用 SG3525 的理想控制直流电动机精确控制电路，该电路可防止过载，短路，PWM(脉宽) 调制范围可从 0-100% 的调整，PWM 频率在 100Hz-5KHZ 调节。工作电压从 +8 V~35V 之间，最低电流消耗约为 35 毫安。最大电流可以达到 6.5A。效率优于 90% 满负荷。

关键词： SG3525; PWM; 直流电机。

一 系统设计

1 设计目的

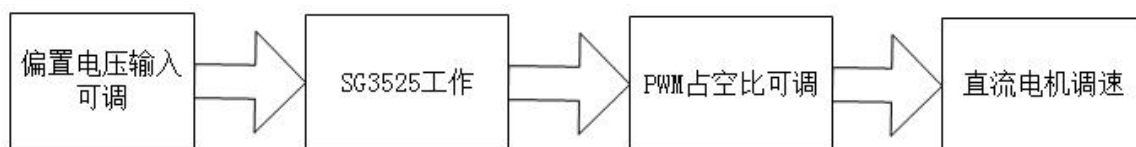
利用芯片 SG3525 产生 PWM 可调的电路，从而使直流电机实现调速。

2 设计要求

- (1) 系统主要由集成芯片 SG3525 构成 PWM 电路，直流电机速度可调；
- (2) 系统所需电源可由实验室现有学生电源提供；
- (3) 完成相应的电路原理图设计、硬件电路设计和调试及相关结果测试；
- (4) 完成课程设计报告撰写。

二 电路设计原理

1. 系统原理



图一 系统的原理框图

系统采用+12V 单电源供电，主体部分由 SG3525 构成 PWM 占空比可调，推挽式输出驱动功率管的电路，使电机两端电压变化，实现直流电机速度可调。

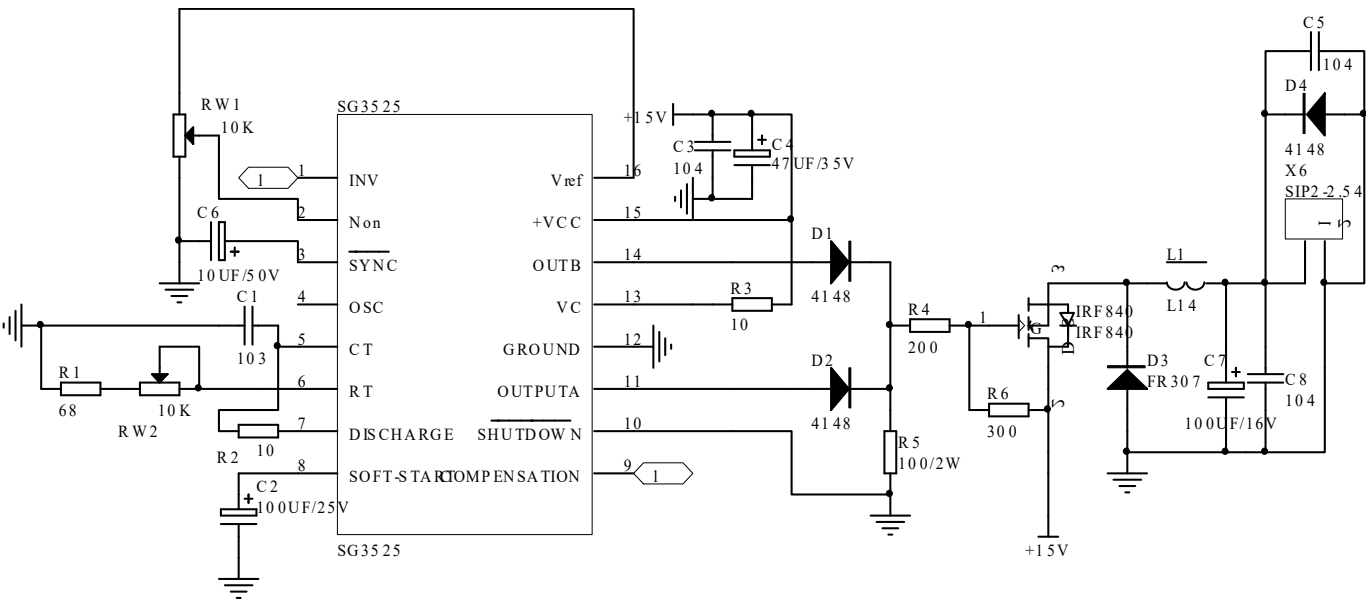
2. PWM 调速控制原理

PWM 调速控制的基本原理是按一个固定的频率来接通和断开电源，并根据需要改变一个周期内接通和关断时间比（占空比）来改变直流电机电枢上的“占空比”，从而改变平均电压，控制电机的转速。在脉宽调速的系统中，当电机通电是的速度增加，电机断电时的速度减低。只要按照一定的规律改变通断电的时间，即可控制地电机转速。本次课程设计采用 PWM 的控制。

2 方案比较

2.1 第一种设计方案:

2.1.1 方案一原理图

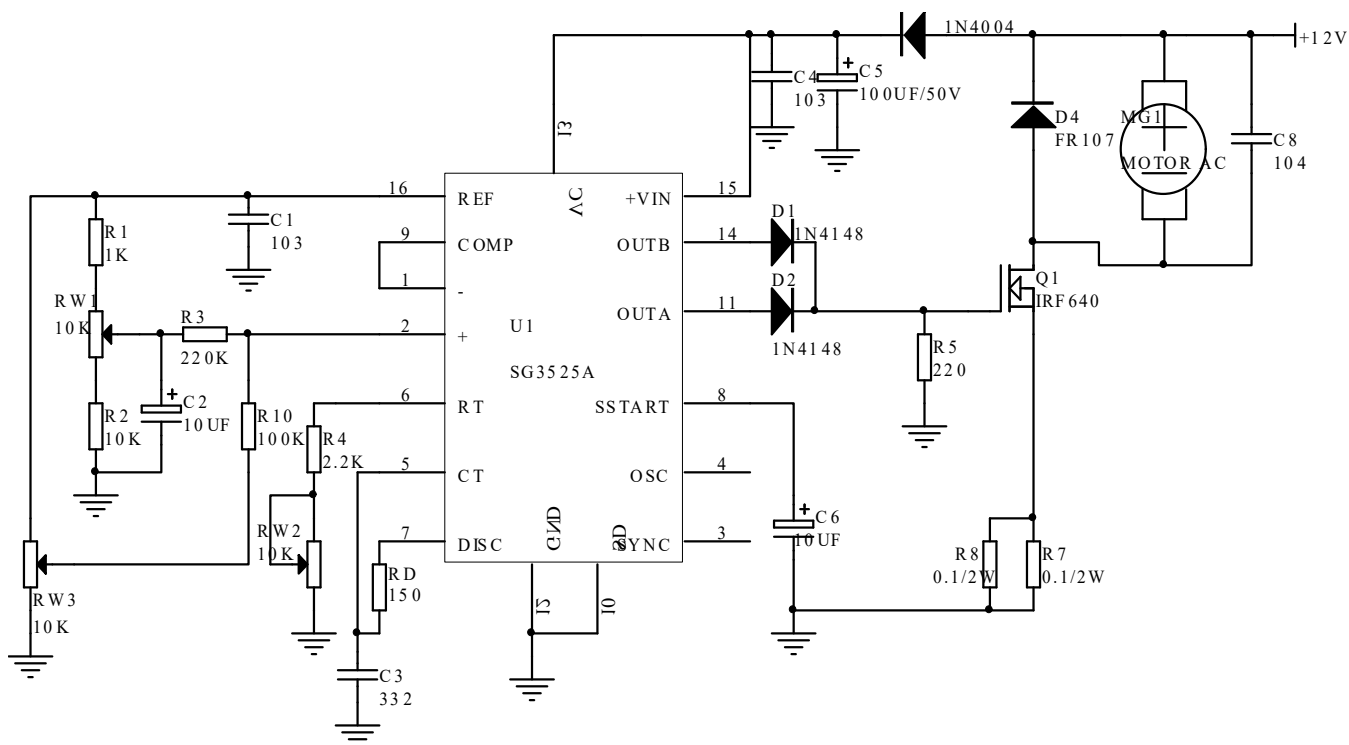


图二

由于此方案用到电感，绕电感的技术会影响效果，且效率不是很高，所以不采用此方案。

2.2 第二种设计方案:

2.2.1 方案二原理图



2.2.2 参数选择及计算

$$\text{当调节 RW1 时, 2 脚的电压 } U_2 = \frac{(R_2 + r_{w1}) * V_{ref}}{R_1 + R_2 + RW1};$$

当调节 RW2 时，震荡频率发生变化。选择 $C_T=332\text{pf}$, $R_T=2.2\text{K}\sim 12.2\text{K}$, $R_D=150\Omega$ 。

充电结束，上升时间 $t_1 = 0.67R_TC_T$ ，当 $R_T = 2.2\text{k}$ 时， $t_1 = 0.67 \times 2.2\text{k} \times 3300\text{pf} = 4.86\mu\text{s}$ ，当 $R_T = 12.2\text{k}$ 时， $t_1 = 0.67 \times 12.2\text{k} \times 3300\text{pf} = 26.97\mu\text{s}$ ，所以 $4.86\mu\text{s} \ll t_1 \ll 26.97\mu\text{s}$ 。下降时间 t_2 为： $t_2 = 3R_DC_T = 3 \times 150 \times 3300\text{pf} = 1.48\mu\text{s}$ ，所以 $T = t_1 + t_2$ ， $6.34\mu\text{s} \ll T \ll 28.45\mu\text{s}$ 。

$$\text{震荡频率 } F = \frac{1}{2C_T * (0.7R_T + 3R_D)}$$

2 直流电机转速控制

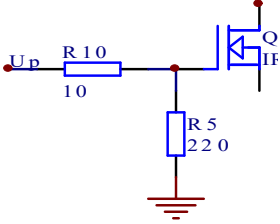
电机本身是阻感性负载，在它两端并联一个瓷片电容 104，起到 RLC 并联谐振和滤高频作用。

直流电动机转速 $n = (U - IR) / K\Phi$

U 为电枢端电压， I 为电枢电流， R 为电枢电路总电阻， Φ 为每极磁通量， K 为电动机结构参数。此电路是通过调节电压 U 来改变电机转速的。此电路电机额定电压为 12V。

2.2.3.不足之处与改进

在栅极串入一只低值电阻（数十欧左右）可以减小寄生振荡，该电阻阻值应随被驱动器件电流额定值的增大而减小。设驱动电压为 U_P ，驱动电流为 i ，则

$$i = \frac{U_P - V_{GS}}{R_{10}}$$


如果驱动走线很长，驱动电阻可以对走线电感和 MOS 结电容引起的震荡起阻尼作用

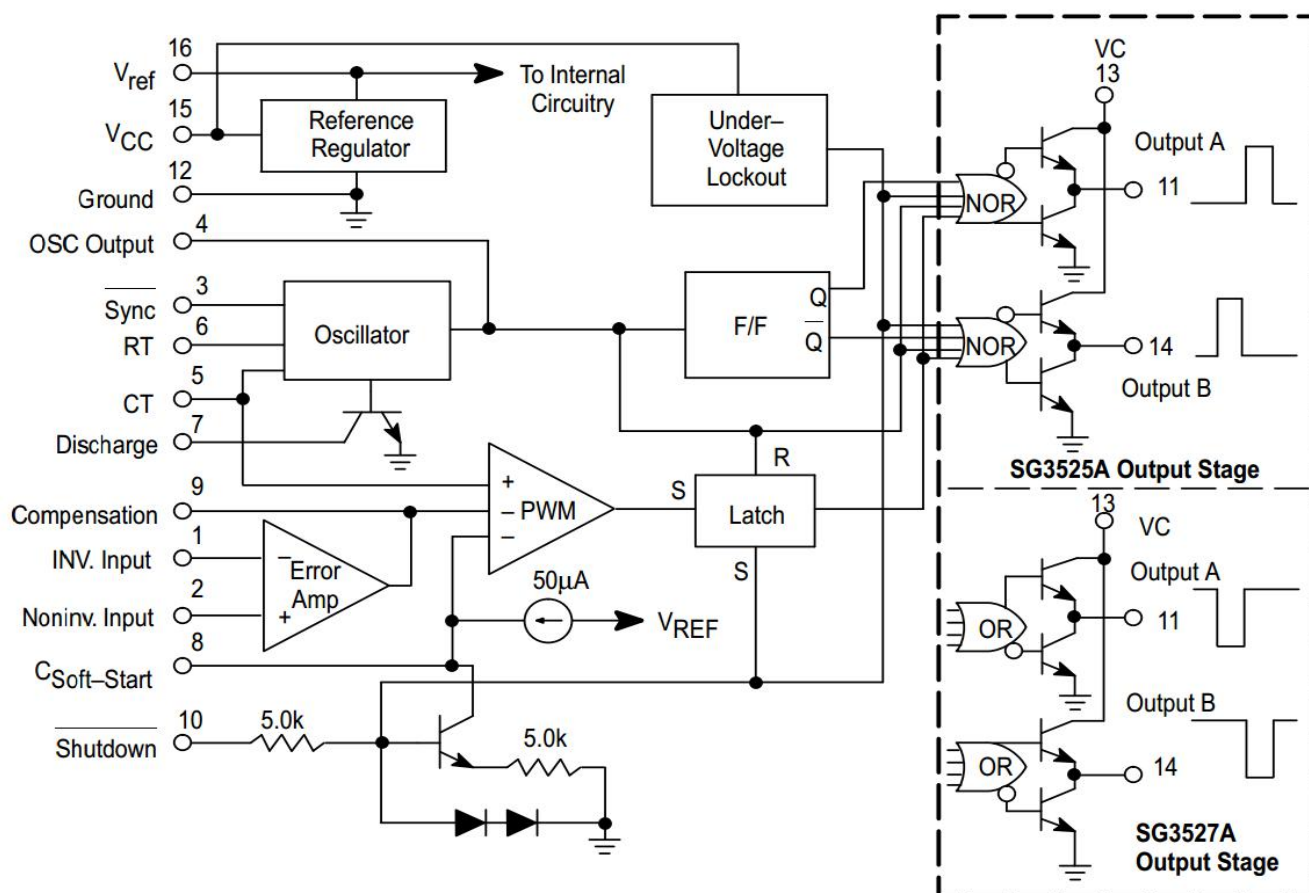
此方案效率高于 90%，而且不要用到电感，除去了因绕电感工艺而引起的误差，效果较佳。

2.4 最终方案选案 通过对两种方案的比较可以看出，第二种方案是比较好的方案，按照第二种方案不仅可以达到课程设计所要达到的要求，而且效率高于 90%，结果比较准确，受外界干扰较小。

3 芯片介绍

3.1 SG3525 芯片简介

- (1) 工作电压范围宽：8~35V。
- (2) 5.1 (1 1.0%) V 微调基准电源。
- (3) 振荡器工作频率范围宽：100Hz~400KHz。
- (4) 具有振荡器外部同步功能。
- (5) 死区时间可调。
- (6) 内置软启动电路。
- (7) 具有输入欠电压锁定功能。
- (8) 具有 PWM 锁存功能，禁止多脉冲。
- (9) 逐个脉冲关断。
- (10) 双路输出（灌电流/拉电流）：每一通道的驱动电流最大值可达 200mA，灌拉电流峰值可达 500mA。可直接用于驱动 MOS 管，工作频率高达 400KHZ



1. 振荡器输出时钟信号

2 振荡电路： 由一个双门限电压均从基准电源取得，其高门限电压 $V_H=3.9\text{ V}$ ，低门限电压 $V_L=0.9\text{ V}$ ，内部横流源向 C_T 充电，其端压 V_C 线性上升，构成锯齿波的上升沿，当 $V_C=V_H$ 时比较器动作，充电过程结束，上升时间 t_1 为： $t_1=0.67R_TC_T$ 。比较器动作时使放电电路接通， C_T 放电， V_C 下降并形成锯齿波的下降沿，当 $V_C=V_L$ 时比较器动作，放电过程结束，完成一个工作循环，下降时间 t_2 为： $t_2=3R_DC_T$ ， $T=t_1+t_2$

3、分频：时钟信号前沿触发

4、三角波和误差放大器输出比较，得到 PWM 信号。

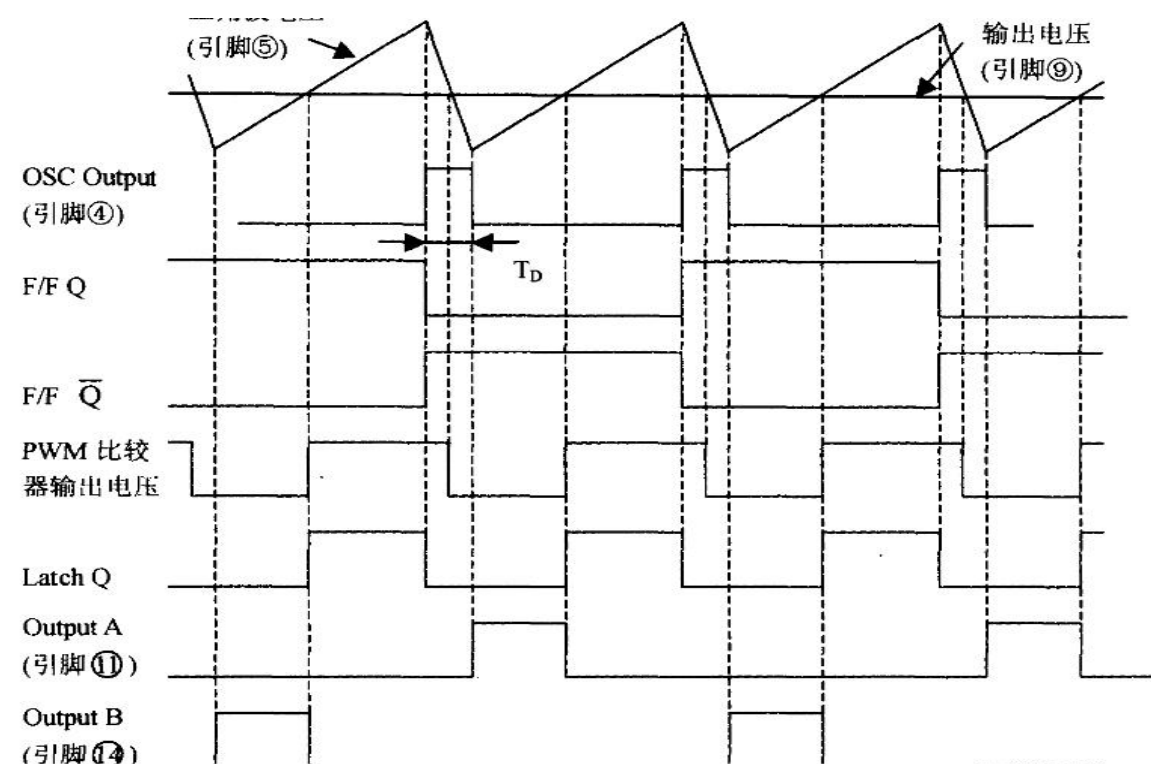
5、PWM 锁存器（RS 触发器，高电平有效）输出

软启动：

SG3525 的软启动电容接入端(引脚⑧)上通常接一个 $5\mu\text{F}$ 的软启动电容。充电过程中，由于电容两端的电压不能突变，因此，与软启动电容接入端相连的 PWM 比较器反相输入端处于低电平，PWM 比较器输出为高电平。此时，PWM 锁存器的输出也为高电平，该高电平通过两个或非门加到输出晶体管上，使之无法导通。只有

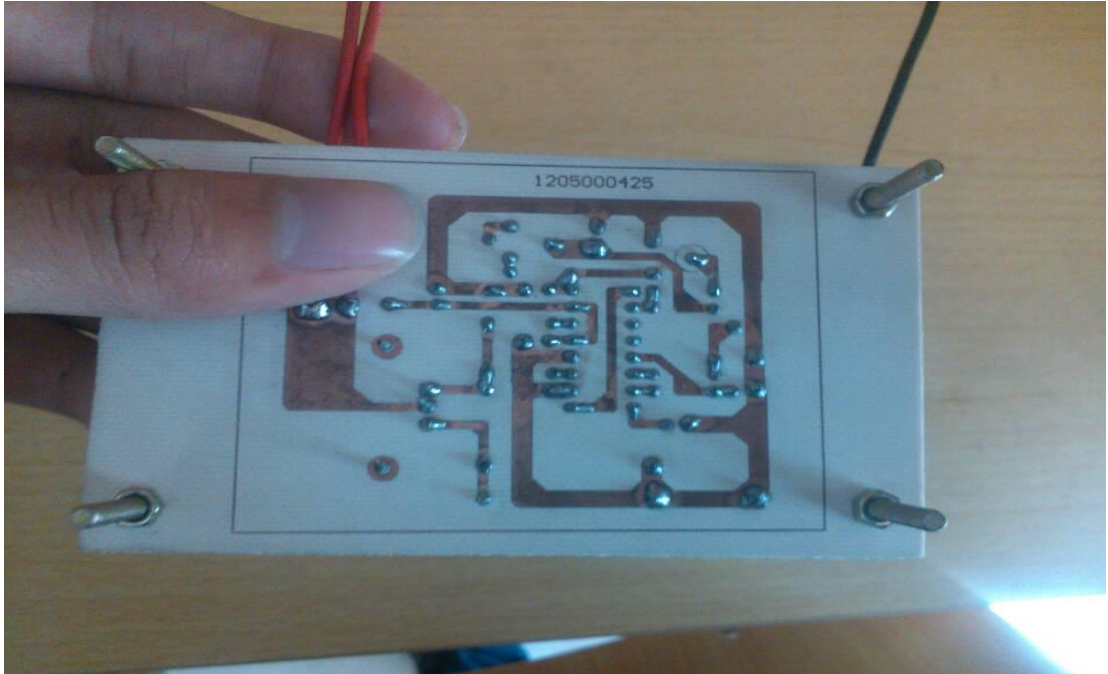
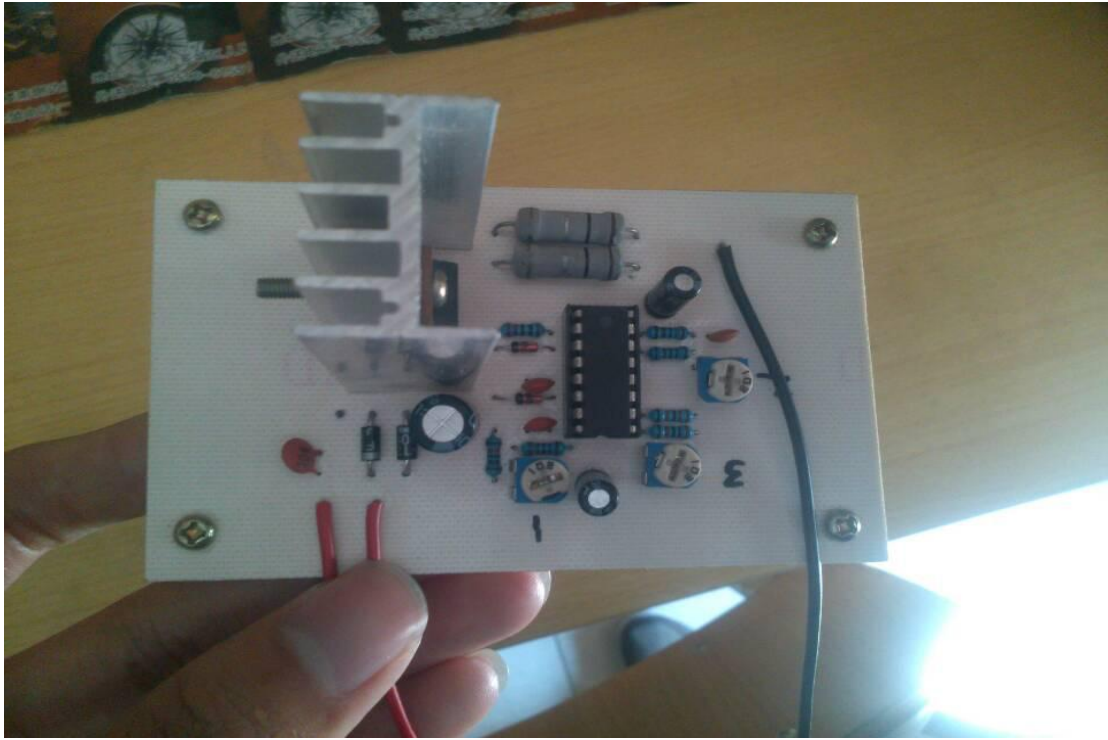
关断操作：

通过引脚⑩(关断端)来关闭 SG3525 的输出。当引脚⑩上的信号为高电平时，可以实现两个功能：PWM 锁存器立即动作，同时软启动电容开始放电。放电电流只有 $150\mu\text{A}$ ，如果关断信号为短暂的高电平，PWM 信号将被中止，但此时软启动电容没有明显的放电过程。



三. 测试的结果

1 实物图



2 测试波形

2.1 当占空比等于 5.555%时，驱动电路输出的 PWM 波形



波形 \ 测试值	频率 (KHz)	峰-峰值 (V)
矩形波	f=46.30KHz	Vpp=15.4V

2.2 当占空比等于 95.85%时, 驱动电路输出的 PWM 波形



波形	测试值	频率 (KHz)	峰-峰值 (V)
矩形波		f=46.08KHz	Vpp=9.4V

2.3 测 5 脚所得的波形

SG3525 的 5 脚接震荡电容 Cr，取值范围为 0.001uf 到 0.1uf。正常工作时，在 Cr 两端可以得到一个从 0.6V 到 3.5 变化的锯齿波。



波形 \ 测试值	频率 (KHz)	峰-峰值 (V)
正弦波	f=29.58Hz	Vmin=0.76V
		Vmax=3.44V

3 实验结果分析及与理论对比

实验结果测得的 PWM 占空比为 0~100% 可调，而实际测得的占空比为 5.55%~95.85%，由于普遍的滑动变阻器，使得占空比变化率快，换成精密电位器可以提高测量精度。

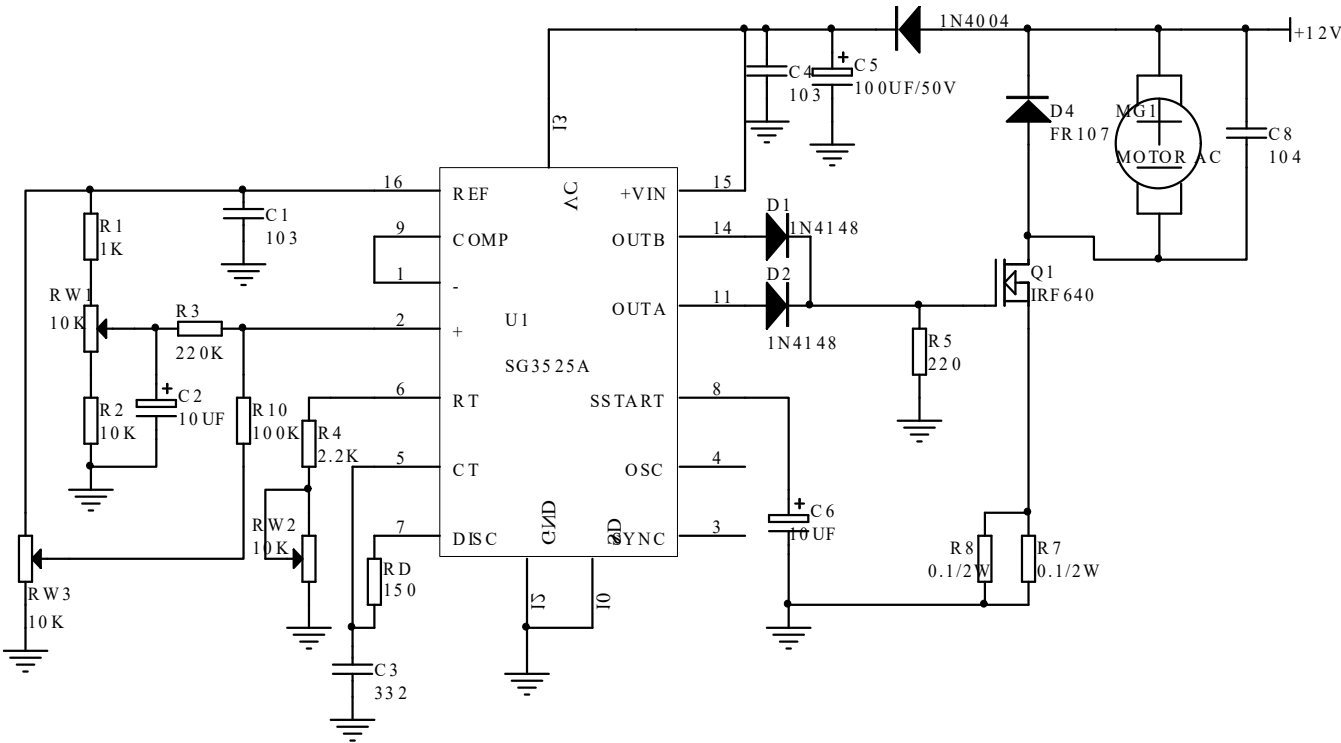
四. 总结分析

在这次课程设计中，经过反反复复的设计电路图，在课本上找原理，运用仿真软件画图，仿真，验证电路是否正确，焊接实物电路，拆了重做，再验证再调试。我学会了怎样去根据课题的要求去设计电路和调试电路。动手能力得到很大的提高。在以后学习中我要加强对使用电路的设计和选用能力。通过这种综合训练，我可以掌握电路设计的基本方法，提高动手组织实验的基本技能，培养分析解决电路问题的实际本领，为以后毕业设计和从事电力电子实验实际工作打下基础。

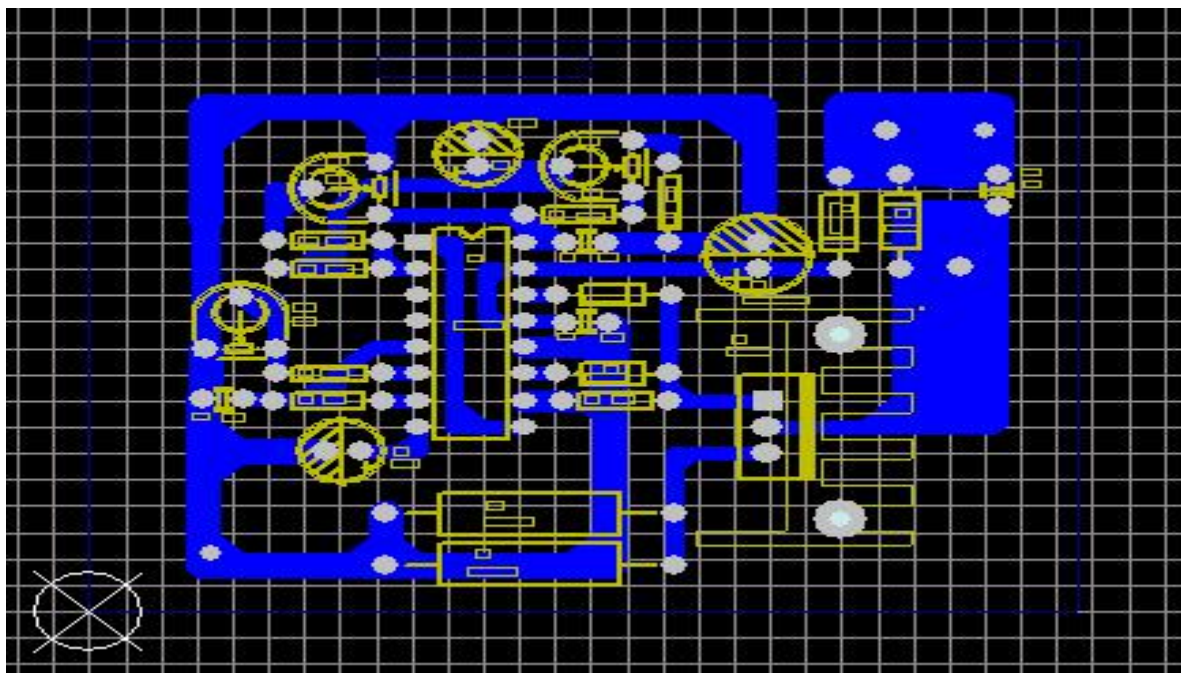
回顾此次课程设计，感慨颇多，自己也的确从中学到了很多。从得到课题时的一脸茫然到通过查资料、与同学探讨、经老师指导后，自己设计并写出这份报告，心中充满了成就感。通过课程设计还拓宽了知识面，学到了很多课本上没有的知识，报告只有自己去做能加深对知识的理解，任何困难只有自己通过努力去克服才能收获成功的喜悦。在设计的过程中我发现自己对课本知识的理解不够深刻，掌握的不牢靠，以后定会努力温习以前的知识。最后，感谢刘丽萱老师的敦敦教导！

五 附录

5.1 系统原理图



5.2 PCB 图



5.3 原件清单

设备名称	型 号	个 数
功率电阻	0.Ω 1/2W	2
电阻	2.2K	2
电阻	10K	1
电阻	100K	1
电阻	150Ω	1
电阻	220Ω	1
电阻	220K	1
电解电容	100uf/50v	1
电解电容	10uf /25v	2
瓷片电容	103	2
瓷片电容	104	1
瓷片电容	332	1

功率管	IRF640	1
二极管	1N4148	2
二极管	1N4007	1
续流二极管	FR107	1
集成芯片	SG3525	1
电位器	10k	3
直流电机	+12V	1

5.4 参考文献

- [1] 《电力电子技术》，机械工业出版社
[2] 《数字电子技术基础》[第五版]，阎石，北京：高等教育出版社