

主题：TI LM3447 高效率、高 PF、长寿命半球泡 LED 灯方案设计过程

前段时间，在网上买了一个标称 12W 的 LED 球泡灯。今天刚到，内心非常激动，用功率计测试了一下，发现只有 7W 左右，内心无比难受。仔细拆开研究一下，发现是阻容降压电路，40 颗 2835 的灯珠。还好我只是想要他的外壳与灯板，呵呵。。。。DIY 装备准备好了，就等 TI 的 IC 了。晒装备，呵呵呵！



1 楼 LIQUAN JACK | 2013-11-3 9:43





装备续。。。。。



2 楼 LIQUAN JACK | 2013-11-3 19:47

TI 真是神速呀，今天下午收到样片！可以放心大胆的开始设计了。呵呵呵！

3 楼 LIQUAN JACK | 2013-11-12 15:30

这个周末调试了一把，焊接了一个万用板。可是就是在高压的时候没有输出呀，郁闷呀，弄了几天了！具体问题是这个样子了：

- 1、方案在 80-90V 输入时，有输出 6w，超过这个电压，或是低于这个电压，就没有输出了。
- 2、换了 Raux1 与 Raux2，输入 40v 左右是，输出 2w 左右，其电压都没有输出。

目前我要做的输出参数为：32-40v 0.3a 输入参数为：180-264v

目前变压器参数为：Np: 114 Ns: 24 Na: 10

请高人指导...

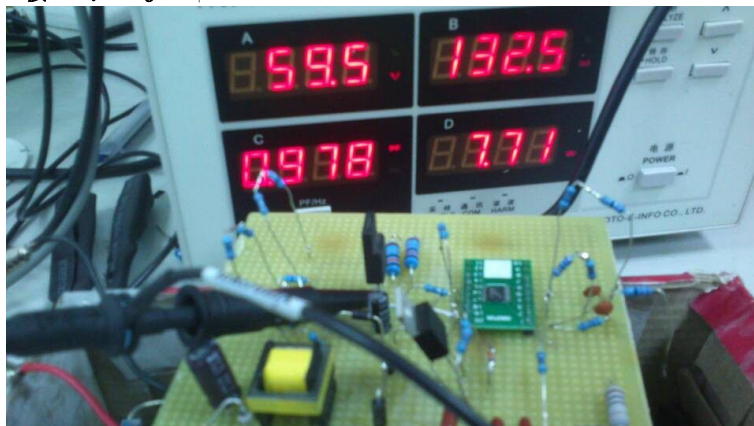
4 楼 LIQUAN JACK | 2013-11-12 15:31

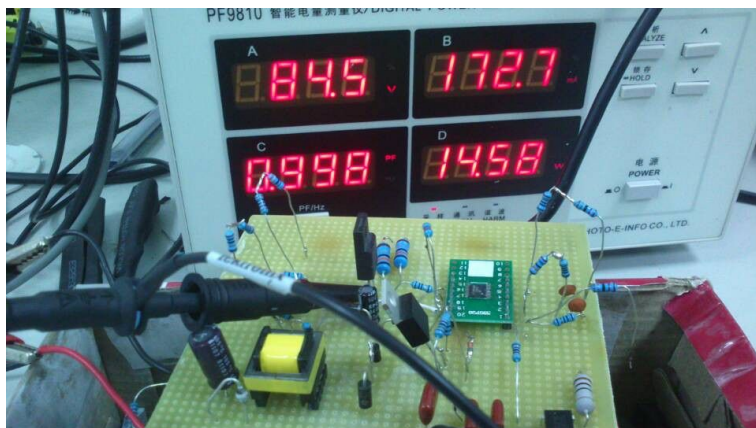
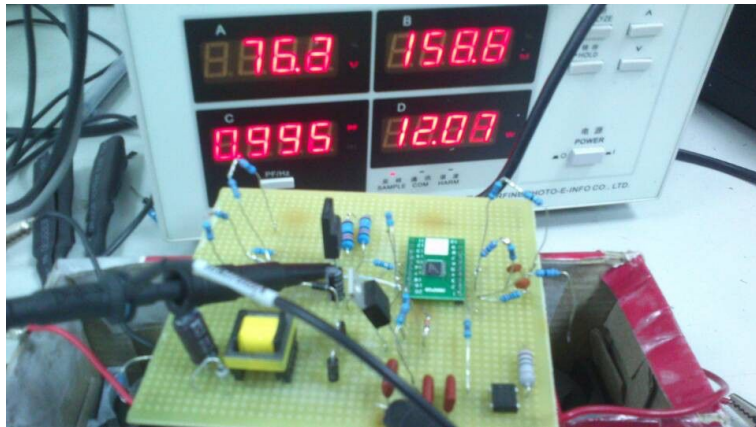
还是规格书，没有看懂，能有中文的规格书，就好了！毕竟，大部分中国工程师，英文能力有限呀！

5 楼 Tony Zhou | 2013-11-12 16:31

等待你完成并分享

6 楼 LIQUAN JACK | 2013-11-12 19:27





新问题来了，随着输入电压增加，输入功率增加呀，不恒功率呀，TI 的高工们，给点答案呀！

7楼 LIANGPING HU1 | 2013-11-13 9:04

有没有测试一下输出功率，对比下效率，看看多的损耗在什么地方？

8楼 lzlr | 2013-11-13 17:26

输入电压貌似都是 60V~85v 啊，但是一般不都是市电 AC 供电么，85V~265V

9楼 飞翔 2004 | 2013-11-14 20:42

是调光的吗？调光的都是单电压的吧？

10楼 chy787 | 2013-11-14 20:57

羡慕楼主，期待楼主方案成功！

11楼 Wqf | 2013-11-14 23:11

支持楼主对 40 颗 2835 的灯珠 DIY，盼早日成功。

12楼 Seven Huang | 2013-11-15 8:53

很明显，是正常的。这就是调光的特点哈。你可以把限流电阻改大点试试。一般调光都是有电压范围的。

13楼 peter lei1 | 2013-11-15 8:56

是不是用万能板会有干扰啊

14楼 minxue wan | 2013-11-15 9:01

改改电阻试试，期待你的大作！

15楼 yanbin ful | 2013-11-15 9:52

对啊，英文害死人啊，后悔没好好学英语啊

16楼 siyuan fangl | 2013-11-15 10:31
请尽快填写表单，表单见邮件！

17楼 olive888 | 2013-11-15 15:16
哈哈 阻容降压。。。可能是变压器问题吧，LZ 查查看

18楼 zrk787 | 2013-11-15 16:42
老大你的工具很齐全啊

19楼 chy787 | 2013-11-17 7:18
楼主的敬业精神可嘉！

20楼 nan zhu | 2013-11-17 13:32
我见过这个灯，不是调光的，但是很节能。

21楼 LIQUAN JACK | 2013-11-21 16:38
表单前天填了，最近比较忙，没有看邮件。呵呵！

22楼 LIQUAN JACK | 2013-11-21 16:39
公司的事情，终于忙完了，今天继续弄“三高”LED！

23楼 Seven Huang | 2013-11-21 23:12
nanzhu 你还真别说，这个真是阻容降压的话，还真能调光

24楼 ti36261461154 | 2013-11-22 8:39
可以用 24 个 0.5W 的高亮 LED，这样可以节约成本和劳动力。按照你说的 40 个只有 0.7W，估计每一个大概 0.175W 左右。

25楼 ning gao1 | 2013-11-22 9:57
这种形式真好，大家都发表意见，现加 TI 专家的解答。DIY 更容易了。

26楼 luck_gfb | 2013-11-22 10:30
可能是走线引起干扰，IC 工作不正常，我也要申请一片回来自己做一个

27楼 zewei chen | 2013-11-22 12:13
这款是单极 PFC，调光额案子差不多都这样

28楼 LIQUAN JACK | 2013-11-22 21:17
今天早上，7 点就起来看英文规格书，通过有道词典，把功率调整部分仔细看了一遍，又有新的发现。希望这个周末会有新的进展！呵呵呵！

29楼 LIQUAN JACK | 2013-11-25 16:14
今天收到，世纪电源网寄过来的小礼物 GU10，实测了一把，非常不错！



外形与图片



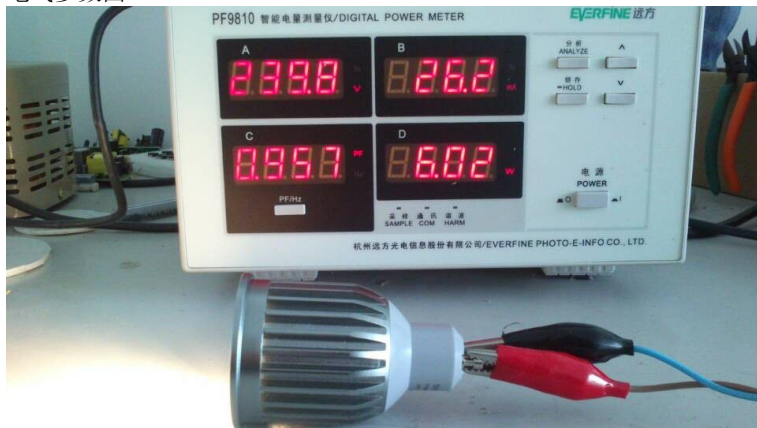
实际点灯效果



电气参数图一



电气参数图二



电气参数图三

总体评价，电气参数非常好（能不能调光，暂时还没有试）。唯一的瑕疵是，用手机拍的时候灯会闪，可能做台灯不是很合适。

我想我的 DIY 作品，尽量解决这个灯闪的问题。

30 楼 刘宏 | 2013-11-25 17:33

不错不错，楼主神速

31 楼 chy787 | 2013-11-25 22:59

支持楼主！

32 楼 chy787 | 2013-11-26 15:47

楼主效率很高！

33 楼 ken guo | 2013-11-26 21:57

效率是多少？THD 可以做多少啊？

34 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-2 20:59

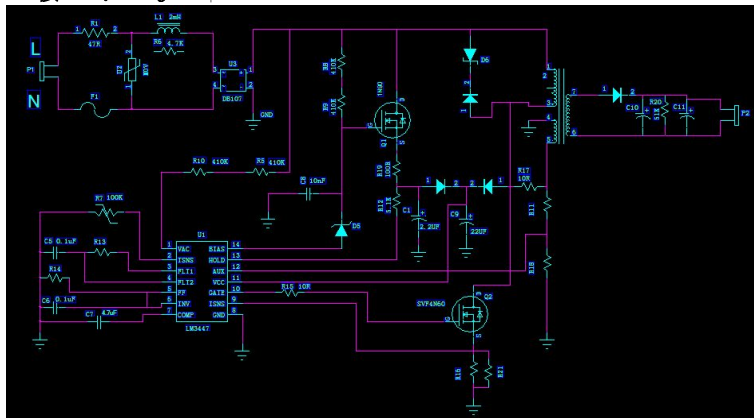
我的设计理念是：高压小电流，从而使整个驱动的效率变高。读初中时候，我们物理学里面就讲到了，高压输送原理。为了是线路能量损耗的更小，常常提高输出电压达到几十千伏。同理，根据 $P=I \cdot I \cdot R$ ，当输出功率一定时，我们减少电流，提高电压，就能是整个系统的效率达到最优化。

下面我有三种方案，一种为 Flyback，一种为 Buck-boost，一种为 BUCK。今天做好最常规的一种 Flyback 原理图。接下来两种，后续公布！

35 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-2 21:01

多谢关心，这几天比较忙，还没有来得及测试，后续测试后，我回传图片上来。请继续关注

36 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-2 21:19



如用此图做方案，可能输出灯会有 100HZ 频闪，如下图：



37 楼 ze li | 2013-12-4 15:50

LZ 要解决频闪问题啊 加油

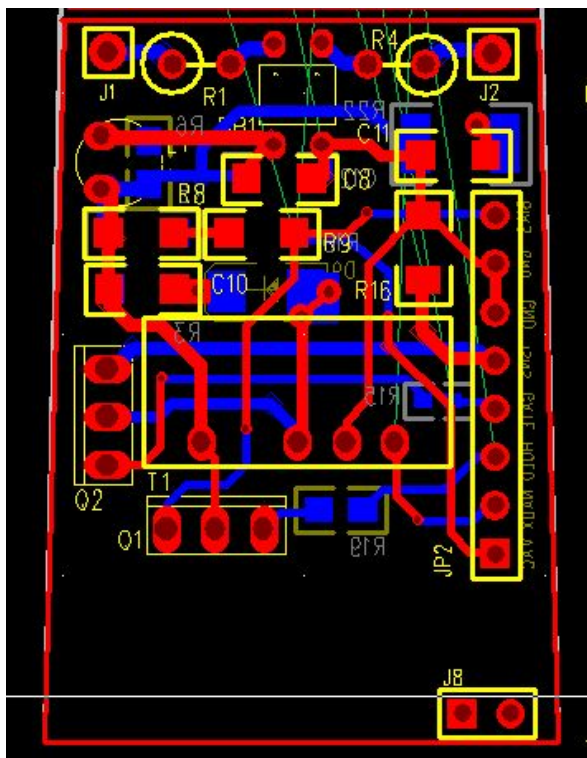
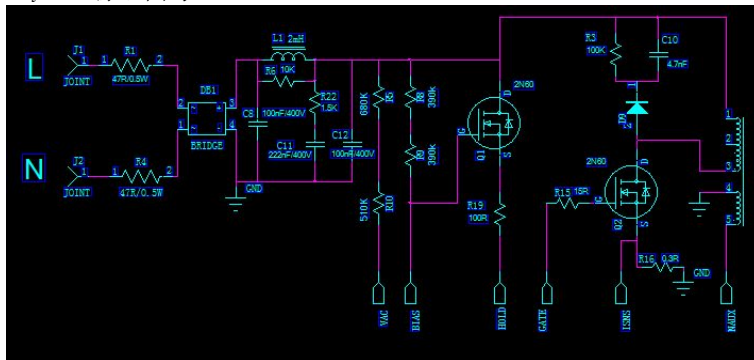
38 楼 Peng Won1 | 2013-12-5 10:28
期待楼主完成大作~

39 楼 Peng Won1 | 2013-12-5 10:52
楼主用 Cadence?

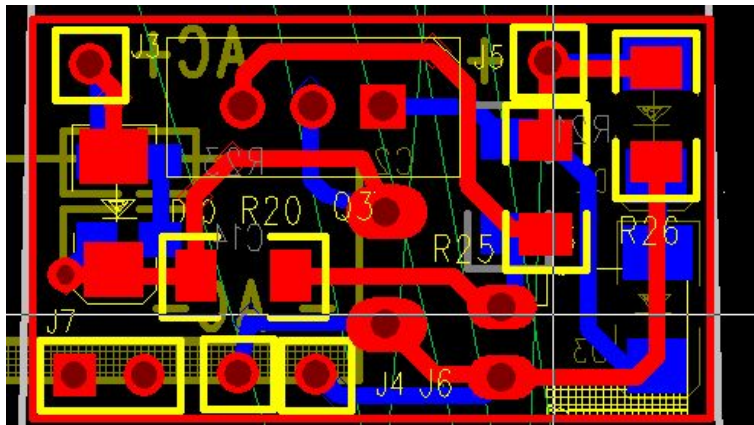
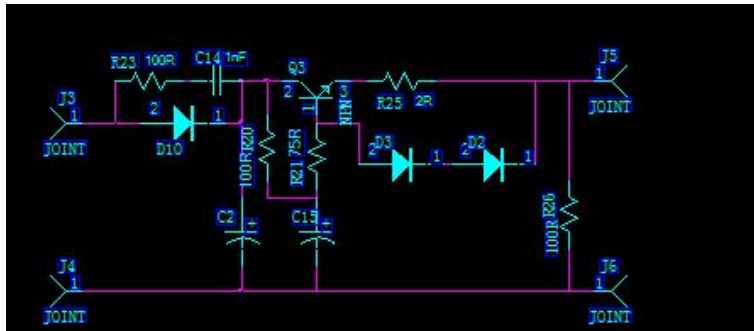
40 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-8 14:11
用的是 PADS9.5!

41 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-8 14:14
这个周末，细化了一下电路图与 PCB 板，已发出去打样了，估计 13 号回 PCB。14 号调试一下，希望 OK！
晒晒原理图与 PCB！

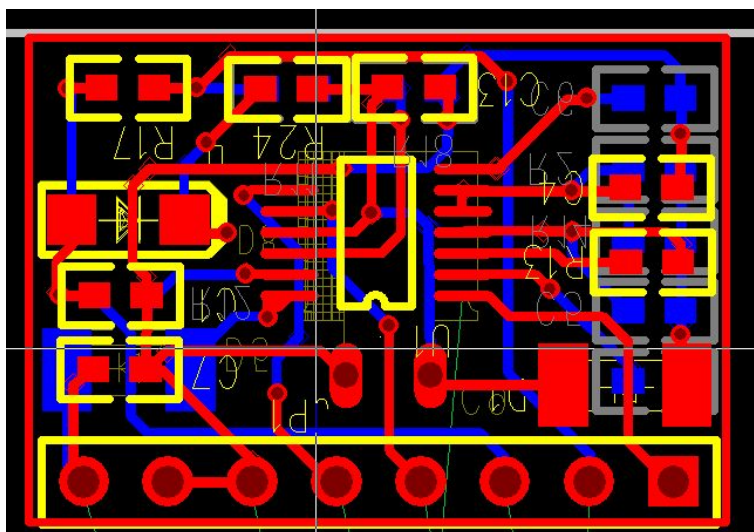
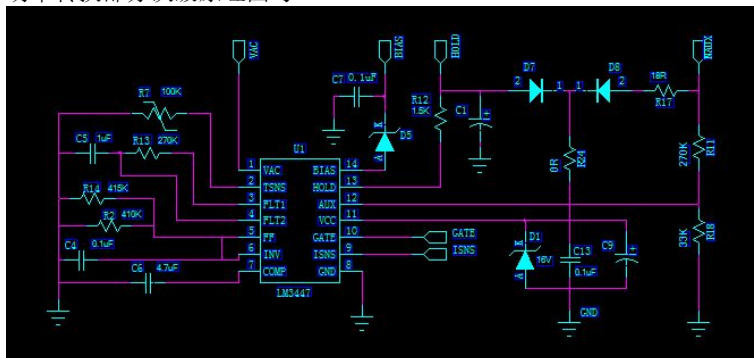
42 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-8 14:28
Flyback 原理图与 PCB:



功率转换部分初级原理图与 PCB



功率转换部分次级原理图与PCB



芯片主控部分原理图与PCB

43楼 bill wang2|2013-12-9 9:51

可能 VCC 超过了保护阈值了。整流管后的电阻止放大些试试。

44楼 LIQUAN JACK|2013-12-9 15:10

好的，谢谢！我等 PCB 板子回来，在弄个样机试试！

45楼 LIQUAN JACK|2013-12-9 22:19

不出意外，这个周末会出来成品，请继续围观！呵呵呵~

46楼 LIQUAN JACK|2013-12-13 16:11

PCB 板子到了

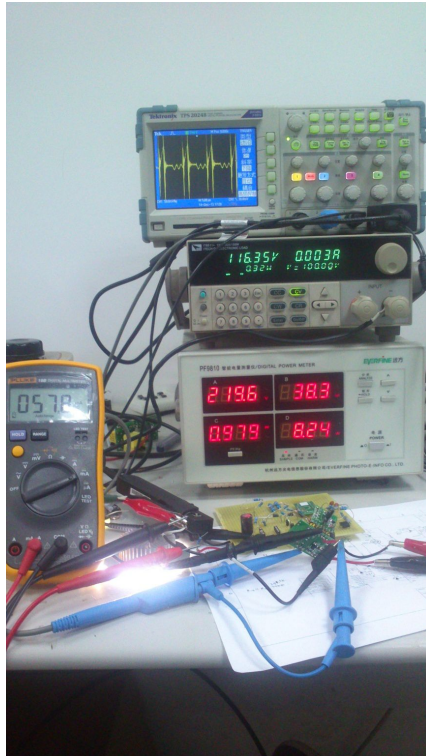


47楼 LxDy|2013-12-14 15:32

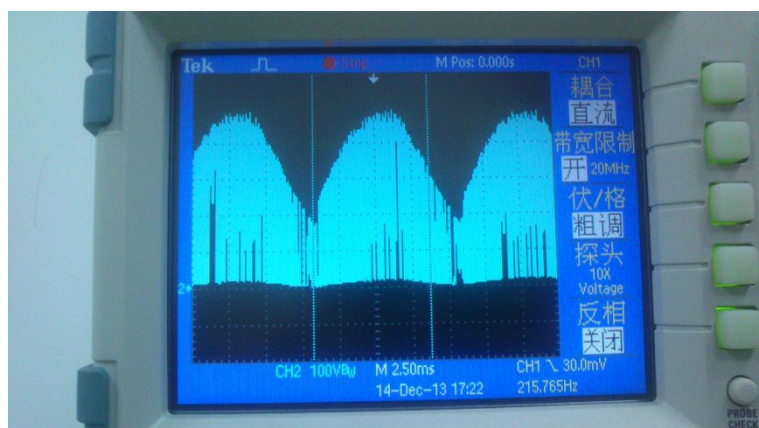
这个板子看上去不错。。。期待 LZ 成品出炉。。。我都木时间搞了，羡慕

48楼 LIQUAN JACK|2013-12-14 22:51

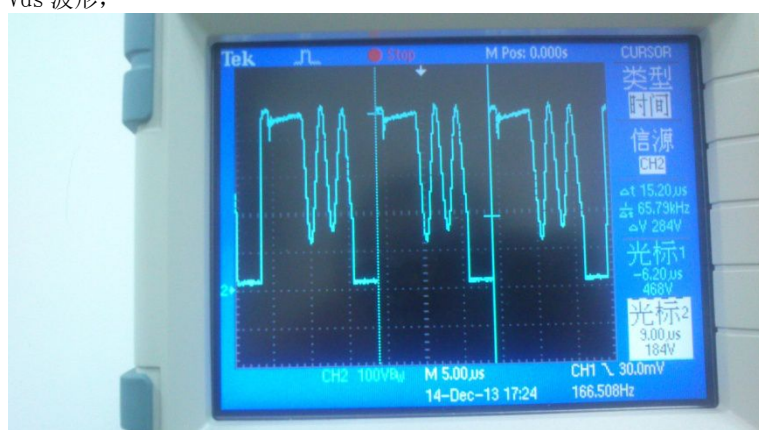
今天仔细调试了一把，收获不少。先传点图片，展示一下成果，呵呵！



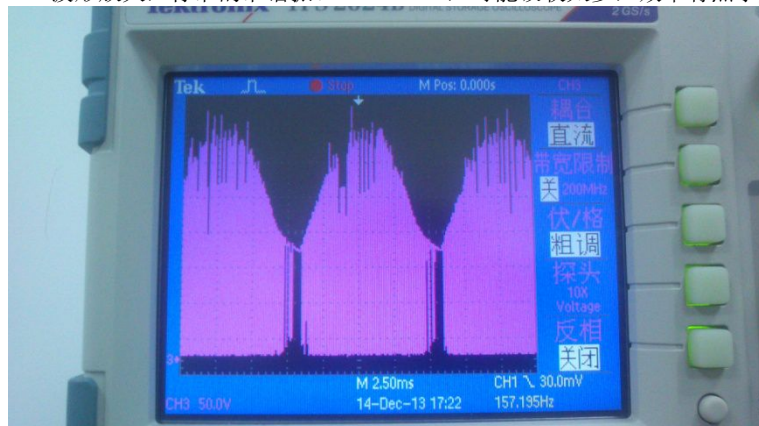
整机调试图片，效率= $116 \times 0.058 / 8.24 = 0.816$ 左右，我觉得效率可以在弄高点，明天在玩玩机！



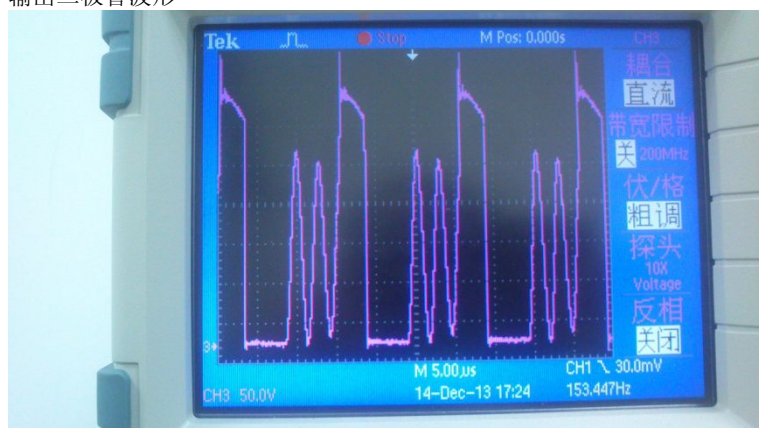
Vds 波形,



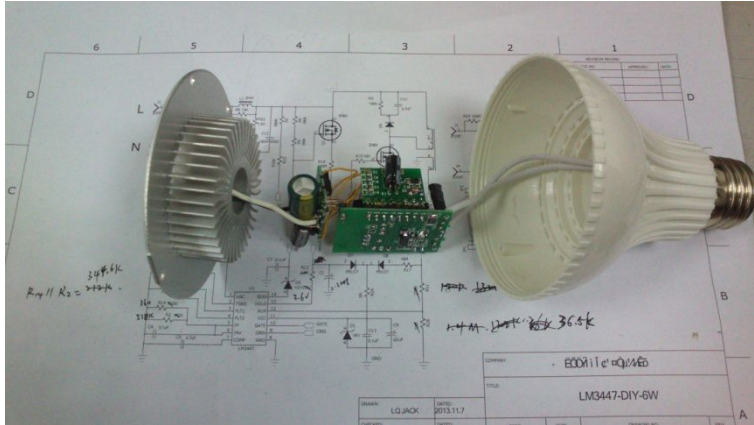
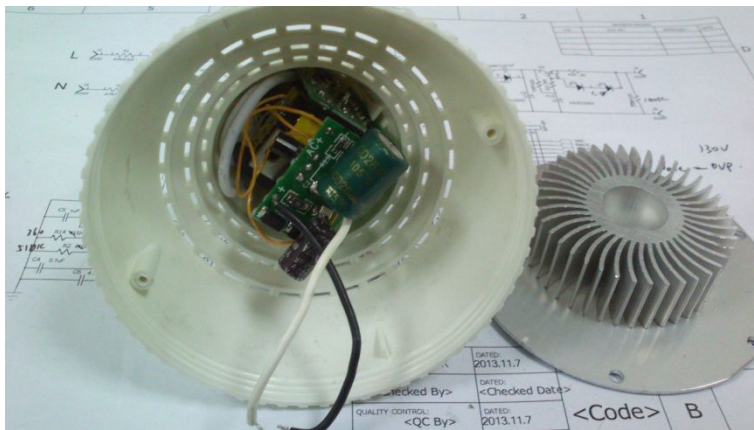
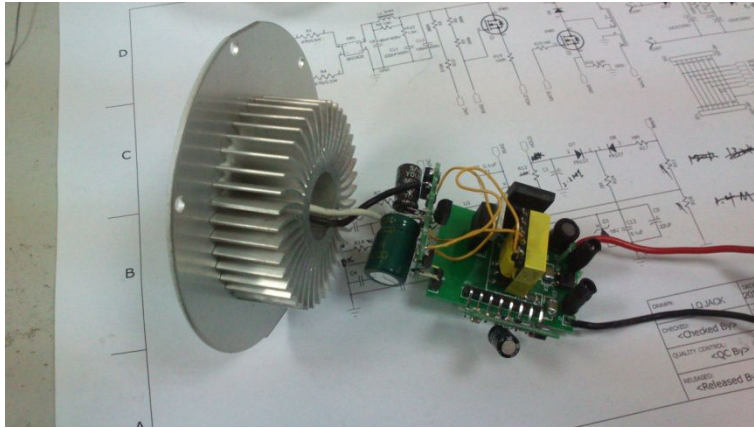
Vds 波形放大，标准的准谐振。Fs=65.79K，可能吸收太多，效率有点小底。



输出二极管波形



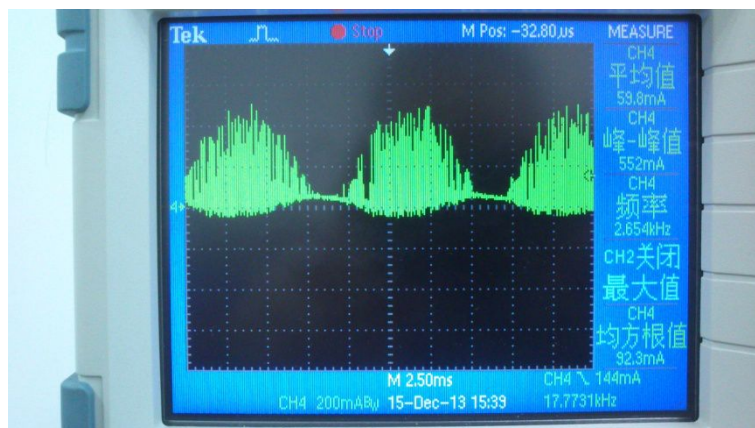
输出二极管波形放大，二极管耐压够用



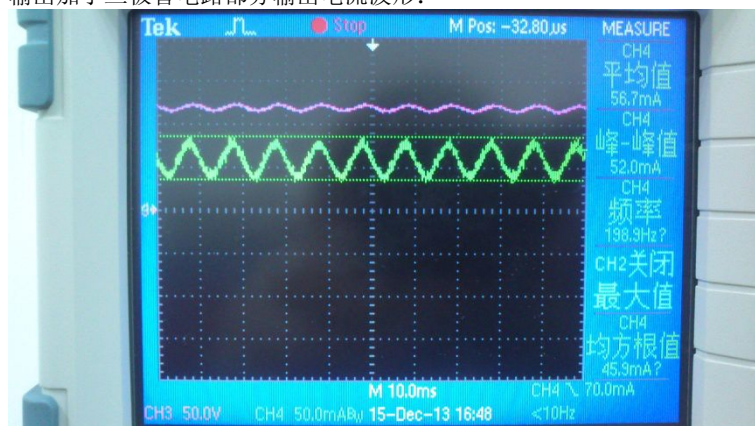


51 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-15 21:07

输出电流纹波分析，输出没有加三极管电路输出电流波形如下图：



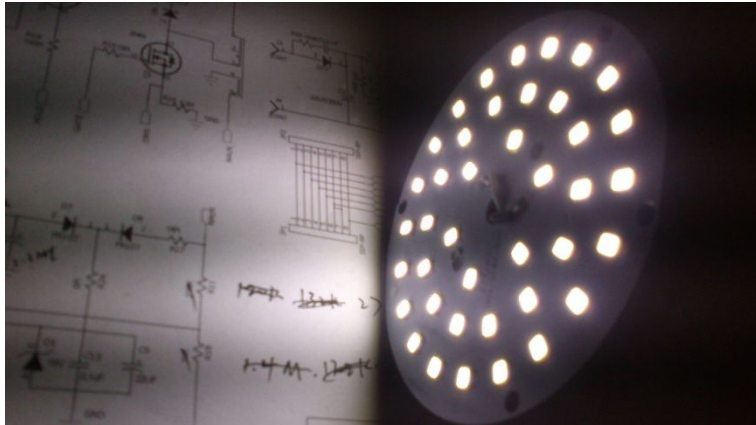
输出加了三极管电路部分输出电流波形：



加了三极管电路，效率为： $120 \times 0.0567 / 8.21 = 0.828$ ，比没有加三极管电路效率会小一两个点。

52 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-15 21:16

请高人分析一下，为什么我输出电流纹波小于 50MA，用 SONY 手机拍还是会有频闪



53 楼 jeffrey wang | 2013-12-16 10:32

楼主，你太厉害啦

54 楼 bill wang2 | 2013-12-16 10:44

你的纹波频率与相机的扫频频率重合就会有暗影出现。不在你的纹波大小。是你的纹波频率太小。如果能将纹波频率提高到 1KHz 应该就看不到了。不过你的已经很好了。50mA 纹波对 LED 已经没有冲击了。起码解决了 LED 冲击问题。多 LED 使用寿命有很大好处。

你的变压器是多大的？效率挺高的啊。我调试到现在效率好像不到 80%了。为了兼容 TRIAC，加了 RC 假负载。你用的是 excel 表格工具计算的变压器参数吗？

55 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-16 16:19

自己算的变压器，没有用 TI 的表格算，那个表格不是很好用。如果用那个表格，我变压器匝比会是 0.7 左右。可能，那个表格，比较适合用作大电流，小电压的产品。目前，我的匝数比是 1.5 左右。具体的变压器参数如下：

EFD15 5+5 贴片

Np 190 0.2 线径

Ns 124 0.2 线径

Na 14 0.15*2 线径

Lp=1.83mH

多谢 bill wang 的建议。

56 楼 bill wang2 | 2013-12-16 18:58

客气。能否把你变压器的计算过程写出来？一起讨论讨论？

57 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-16 22:19

好的，改天我把计算方式写上，欢迎一起探讨

58 楼 AINA LV | 2013-12-17 15:45

看着还可以，设计来应该不难。

59 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-19 21:17

这两天，公司事情比较忙。明天开始上传我的变压器算法，请各位大师，多多交流指导！关于手机拍照有频闪的问题，正在思考中。。。。。。

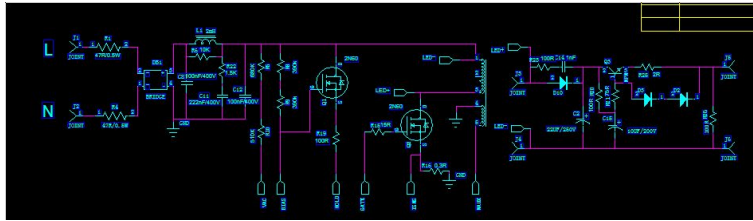
有什么好的方案，请大家一起探讨一下。

60 楼 dezso xiao | 2013-12-20 12:57

DIY 的 LED 量还不够大，但是要是能走上高端市场还是本不错的

61 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-21 16:36

前几天见网友，做 buck-boost 结构，效率做的老高了，今天改了一下原理图。正好我的 PCB 不用改动也能做 buck-boost 结构，改天试一试。小电流，高电压，再加准谐振，效率应该可以 90 吧，有时间也弄一个 buck 结构的玩玩。看看效率多少！再看拓扑结构对调光有没有影响。



62 楼 沦落的菩提 | 2013-12-23 9:58
期待楼主分享

63 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-24 9:34
计算过程分享：

1、输入电压假想

$$V_{REC(PK,MIN)} = 180V \times 1.414 = 254V$$

$$V_{rsm(PK,MIX)} = 364 \times 1.414 = 180V$$

$$V_{REC(PK,MAX)} = 364 \times 1.414 = 375V$$

$$V_{rsm(PK,MAX)} = 364 \times 1.414 = 265V$$

2、输出电压电流假想

$$V_{LED} = 120V \quad I_{LED} = 50mA$$

$$VOVP_LED = 140V$$

3、最大占空比假想：

$$D_{MAX} = 0.42$$

4、效率假想, 5W 以上, 一般假想效率为 0.8 左右, 如果输出电流非常小 (小于 100mA), 效率可以假想高一点。

$$\eta = 0.85$$

在根据 TI-LM3447 提供的 design procedure 来计算, 基本差不多了。

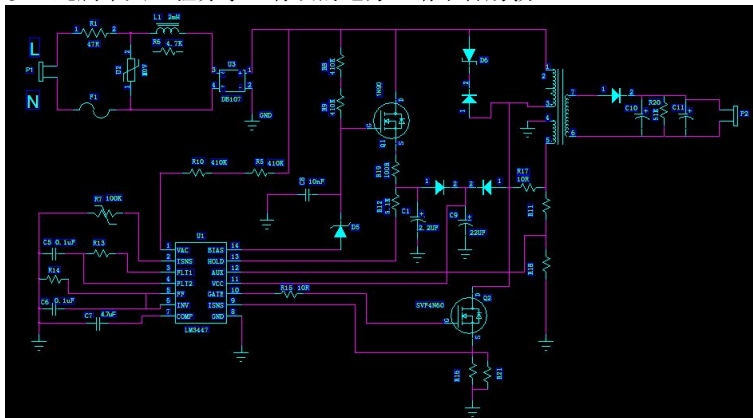
个人建议, 自己调试的时候总结的一点点小经验:

1、对于整个输入功率大小的选择, 可以调整 R14//R2 电阻的阻值, 由于此处电阻可以调整输出功率, 建议 PCB 设计时, 用两个电阻并联, 这样参数好选取。如出现开始我用万用板搭的电路, 那种情况, 可以用此办法解决。

2、对应变压器绕法, 尽量调整参数每一层都正好饶满, 如饶不满的, 可以用双线并绕。这样能量转换会好一点, 漏感小一点, 效率高一点。

3、PCB 设计时, 芯片地要与功率初级地单点连线。最好通过 VCC 电容地后连到功率地上, 如果不这样做, 可能会比较难调机一点。我是芯片地通过 VCC 电容地与功率初级地单点连线, 虽然画 PCB 用的时间长一点, 但是没有用很多时间来调试, 基本实际使用值跟计算值非常接近。

以上纯属个人经验分享, 有误的地方, 请不吝赐教!



64 楼 jackdd | 2013-12-24 15:11

这个 LED 驱动, 我也不太懂。看您对变压器的设计十分娴熟, 最近在绕反激电路的变压器, 老是绕一遍不行, 重绕, 再重绕。。。您有变压器设计资料的话, 还请多多分享。

65 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-24 20:51

变压器资料有的, 请留一个邮箱吧。娴熟谈不上, 只是略知一二, 希望能帮助到你。如果能帮助到你, 是我最开心的事情

66 楼 lei_chen3 | 2013-12-25 9:29

佩服啊

67楼 huilan zeng|2013-12-25 12:46
楼主好厉害呀！加油！！

68楼 huilan zeng|2013-12-25 12:47
楼主，输出二极管怎么选取的，有什么注意事项？麻烦请讲讲呀。

69楼 JY huang| 2013-12-25 13:05
感谢楼主分享，加油！！！！

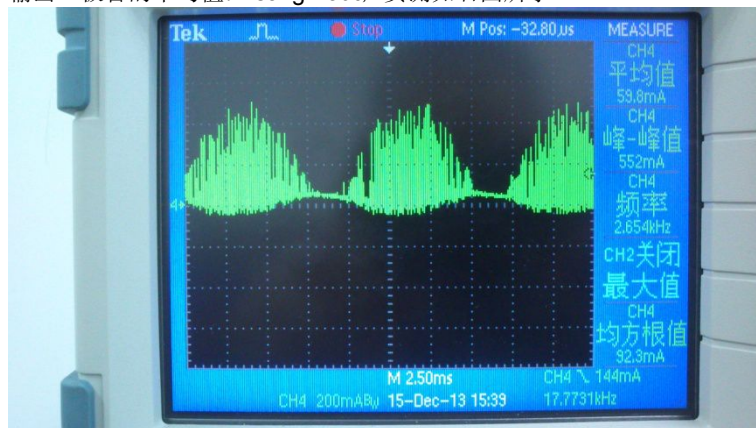
70楼 shuang zhao| 2013-12-25 17:32
期待楼主的佳作！加油！

71楼 angh tangh|2013-12-25 19:56
好强大，好犀利的东西，期待学习中。。。

72楼 LIQUAN JACK|2013-12-25 23:00
1、输出二极管电流选择
输出二极管峰值电流： $I_{spk}=N_p/N_s \cdot I_{pk}$ ；实测如右图所示



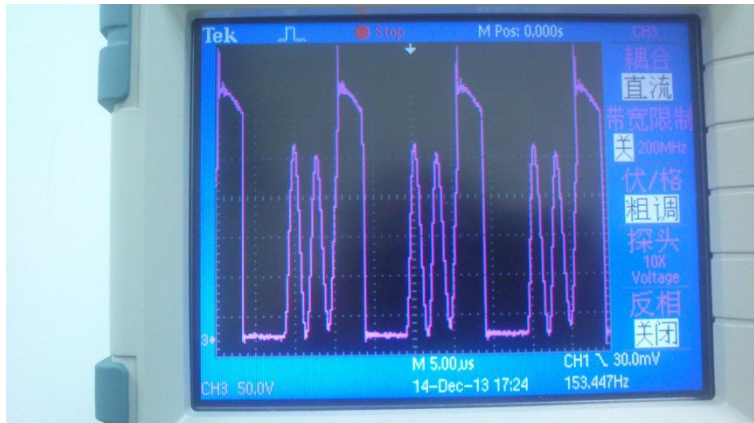
输出二极管的平均值： $I_{avg}=I_{out}$ ；实测如右图所示



电流选择 1A，就可以了。

2 输出二极管耐压选择

$V=V_{REC}(PK,MAX)/N=375/1.53=245$ ；实测如右图所示



加上变压器漏感之类的影响，耐压选择 400V，基本没有问题。以上杂谈，希望能够帮助到你。

73 楼 jeffrey wang|2013-12-26 10:03

调光你测了吗，怎么样？

74 楼 LIQUAN JACK|2013-12-27 16:12

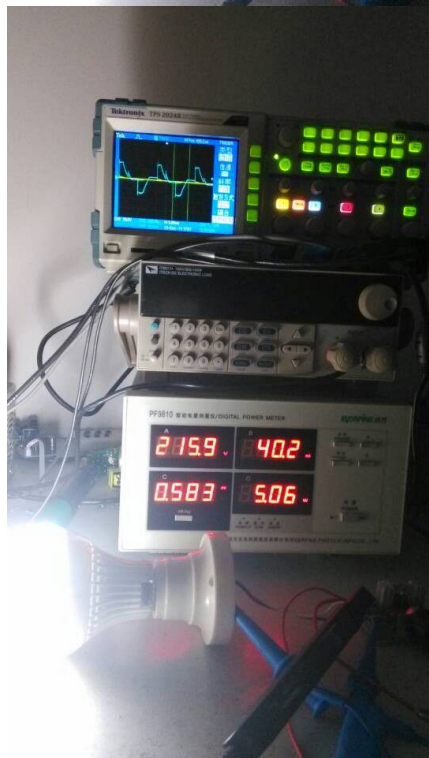
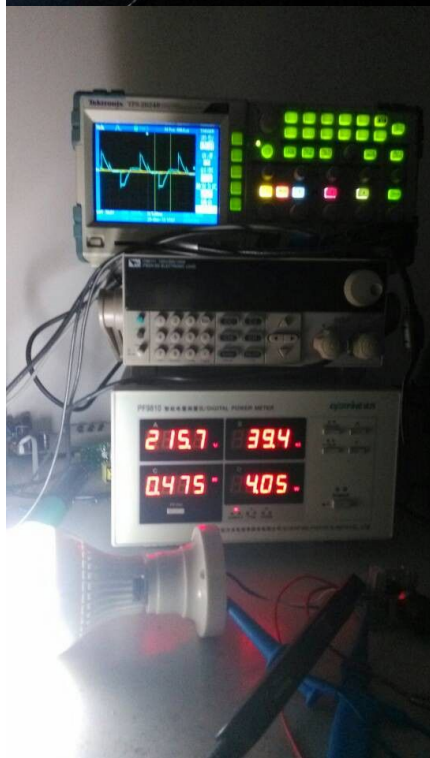
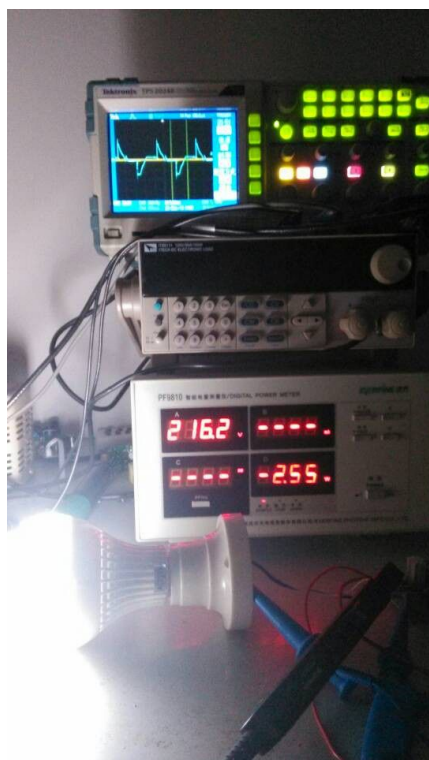
年底了，公司事情比较多。调光我还没有测，这个周末弄弄。

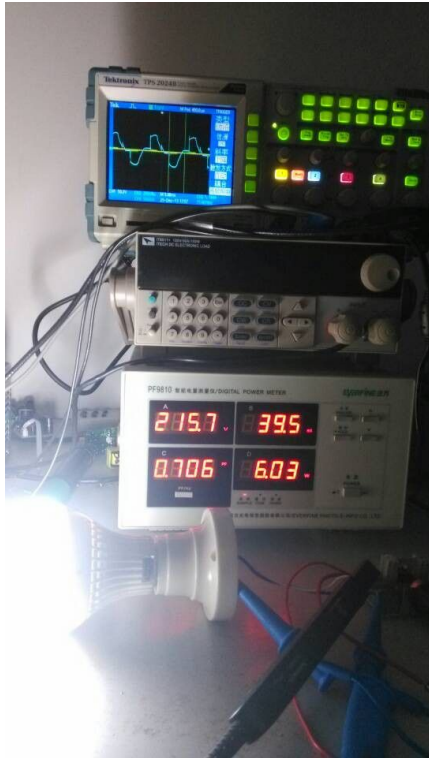
75 楼 LxDy| 2013-12-27 16:44

打的板子有多多的嘛，可以送一块不，，，

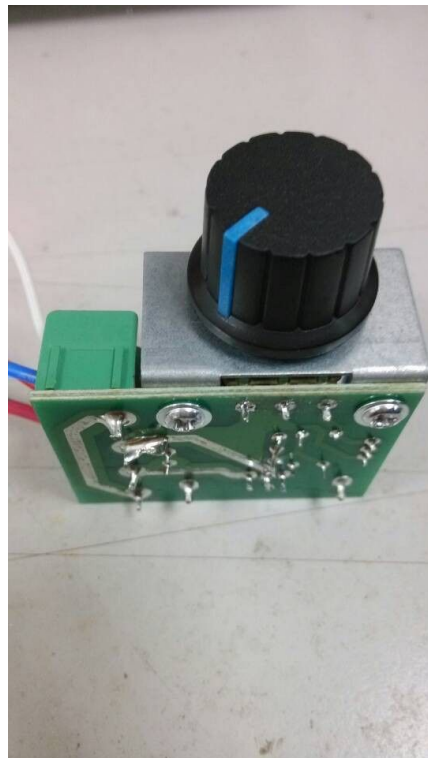
76 楼 LIQUAN JACK| 2013-12-30 10:50







昨天调试了一把，整体效果还行，就是在 3W 左右输入的时候，有点小跳动。如附件视频所示，这两天有空，在整整。



调光器图片。遇到此问题的，朋友请给一个指导吧！

77 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-31 9:17

昨天晚上看了一下，TI [LM3447](#) ANGLE DETECT CIRCUIT 与 HOLD CURRENT CITCUIT 部分，今天再继续调试一把。公司领导比较重视这个事情，内心无比开心！

78 楼 huilan zeng | 2013-12-31 9:32

期待楼主尽快找出调光在 3w 处闪动的原因，然后与大家分享！

79 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-31 22:25

调光基本可以了，有一部份是 vcc 供电问题，现电容为 22uF 电解电容与 10uF 瓷片电容并联；flt1 电容为 104；Chld 为 10uF

80 楼 LIQUAN JACK | 2013-12-31 22:48

有一个新的问题，由大到小功率调大概在 60-70 度这个相位角时，灯会很快的亮一下，时间非常短。又由小到大，大概在 40-50 度也会有类似情况。就差这一点了，知道的朋友，请告知一下呀！

81 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-2 15:39

今天看了一下网友们的帖子，说是增加 HOLD 脚电阻，能解决这个问题。或是调一调整流桥输入端 L 与 R 中，R 的值，能够解决。满怀开心，等一下试一试！

82 楼 LxDy | 2014-1-2 18:32

期待你的试验结果，祝 LZ 能成功解决

83 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-2 22:31

下午试验了一下，发现调整 hold 电阻、L 与 R 基本不起什么作用。调整 Cflt 电容比较有效果，现此电容为 103，调光器 0-160 度没有突闪出现，调光效果非常好。

84 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-4 15:34

本人觉得调光时，有闪光的问题，可能是 Cflt 电容有点大，导致 Vflt2 电压变化有突变，从而影响了可控硅开通时间。我这边实测 Vflt2 的，如果这个脚位波形有突变，可控硅开通时间也会突变，导致调光有跳跃不连续，人眼观察就会有突然闪光问题存在。如果通过外围调整 Vflt2 电压不突变，缓慢变化，可控硅导通就连续，调光也就非常连续，没有闪光问题出现。（具体是什么电路控制 Vflt2、Vflt2 是怎么与可控硅发生联系的，目前不是很理解，还请 TI 工程师讲讲。）

以上分析不知道对否，还请高手定夺！

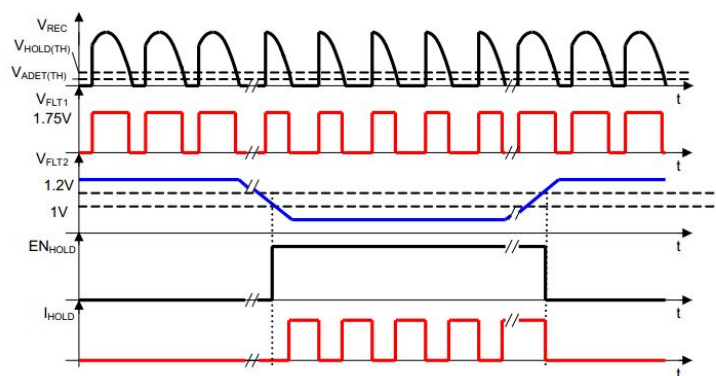


Figure 28. Angle Detection Circuit and Hold Current Circuit Operation

85 楼 xiansheng Liu1 | 2014-1-4 16:05

楼主真强，期待你的成果

86 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-7 23:22

这几天在思考一个问题，怎么可控硅导通瞬间，会有一个高压出现了，在网上看了些资料说是谐振引起的，但是没有具体分析。具体是什么谐振引起的了，欢迎探讨，指导！

87 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-8 10:10

今天试了一下，L 与 N 线串 50R 电阻，可控硅调整后输入电压尖峰电压会小很多，整流桥后加 RC 也能降低此尖峰！但加 RC 会使损耗多 0.3W 左右！

88 楼 xihuan longzeng | 2014-1-8 12:50

楼主你好！请问输出级，降纹波电路工作原理是？

89 楼 wuxinmiao | 2014-1-9 21:37

加了调光器效率是多少呢？

90 楼 wuxinmiao | 2014-1-9 21:42

你这 50 欧电阻是多大功率的呀 零线与火线之间吗？

91 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-10 12:55

楼主你好！请问输出级，降纹波电路工作原理是？

此电路可以参考，童诗白模电里面，串联稳压电源部分的内容。希望对你有帮助！

92 楼 LIQUAN JACK | 2014-1-10 13:00

你这 50 欧电阻是多大功率的呀 零线与火线之间吗？

电阻 1W 的线绕保险丝电阻，是串在零线或火线上，为了减少开机时在整流桥后产生的瞬时高压，同时起到保险丝的作用。

93 楼 IQUAN JACK | 2014-1-10 13:02

加了调光器效率是多少呢？效率大概在 78%左右，我测试调光器损耗在 0.5W 左右

帖子链接：

http://www.deyisupport.com/question_answer/analog/led_lighting/f/76/t/47800.aspx?pi239031348=7