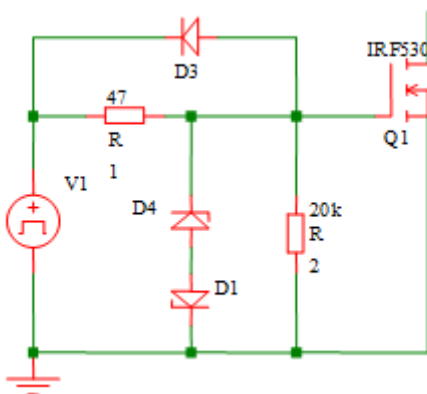


试题（一）

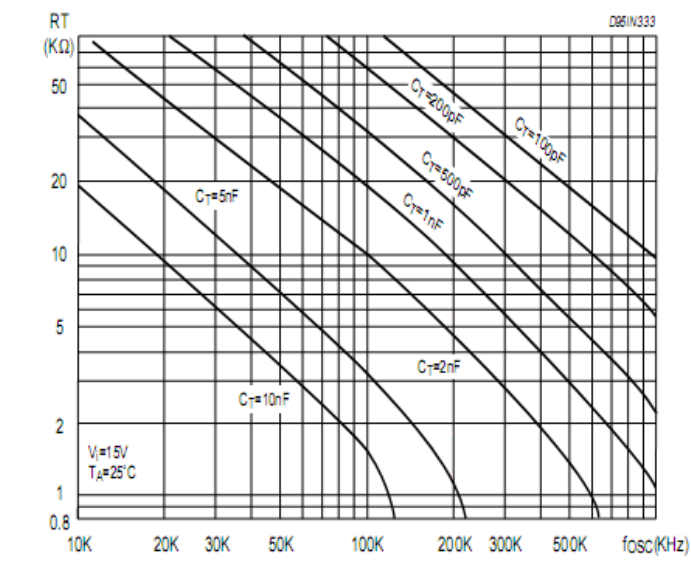
1. 开关电源中的拓扑结构按照输入输出是否共地分为哪两大类？每类拓扑结构中包括哪些基本的拓扑结构？
2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？每个工作区域有什么特征？
3. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？
4. 直接驱动 MOS 管电路如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？



5. 画出 MOS 管的等效电路。
6. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。
7. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列出基本关系式。
8. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。
9. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入和输出的基本关系式。
10. 简述变压器的作用。
11. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。
12. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比，开关频率和振荡频率之间的关系。
13. 对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言，哪些引脚的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。

14. 振荡频率和振荡电阻之间的关系如下图，如果振荡频率为 100KHz，振荡电阻和电容各取多大值？

Figure 2: Timing Resistor vs. Oscillator Frequency



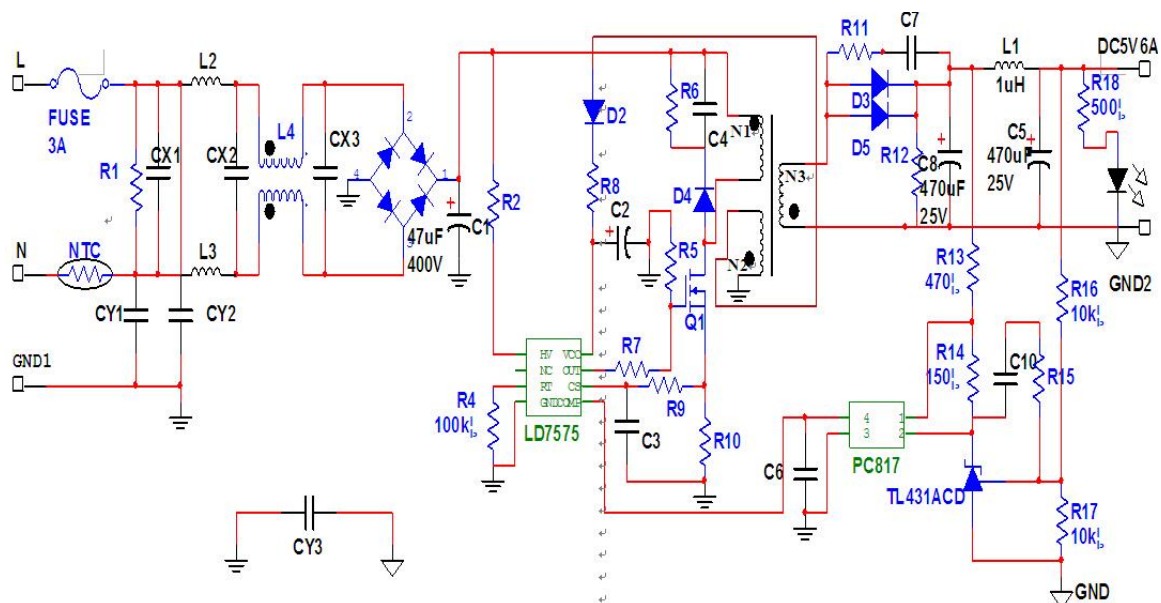
15. EMI 的全称，中文意思。

16. 为什么要采用功率因数校正？功率因数校正分为哪两大类。

17. 简述浪涌电流产生的原因。

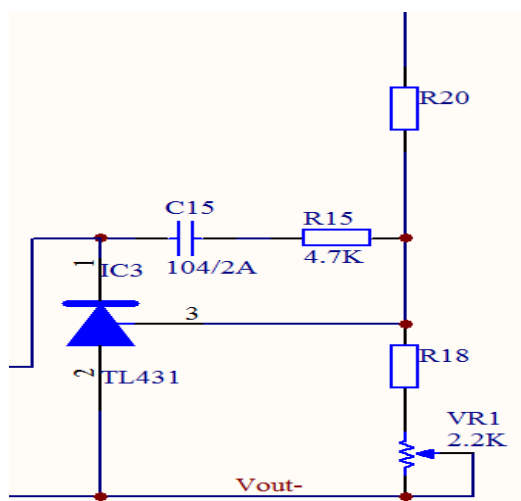
18. X 电容和 Y 电容有何区别？作用分别是什么？

19. 控制芯片 LD7575 控制的反激式电源，输出 5V/6A，如果没有输出电压，分析可能引起没有输出的原因（也就是分析故障原因及解决办法）。



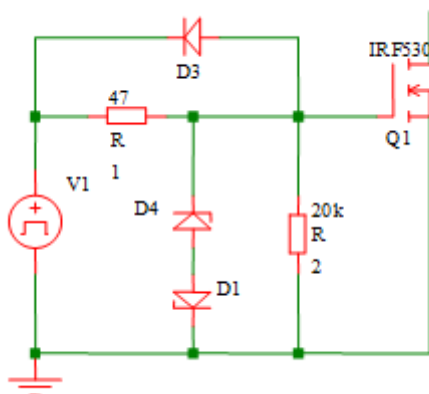
输入 200Vac, 50HZ, 输出 DC 5V6A 的反激式电源原理图

20. 电源的输出采用电路如下，如果输出电压是 12V，计算 R20 和 R18 的值分别是多少？



试题（二）

1. 开关电源中的拓扑结构按照输入输出是否共地分为哪两大类？每类拓扑结构中包括哪些基本的拓扑结构？
2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？每个工作区域有什么特征？
3. 为什么要采用耦合驱动 MOS 管？
4. 画出采用互补三极管的结构来驱动 MOS 管的电路。
5. 直接驱动 MOS 管电路如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？



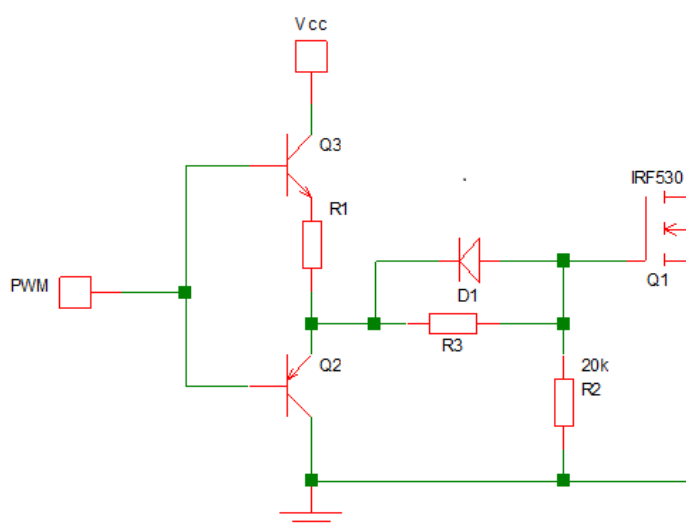
6. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。
7. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列基本关系式。
8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。
9. 简述反激变换器和正激变换器的区别。
10. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？
11. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。
12. 对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言，哪些引脚的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。
13. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平

[illegible]

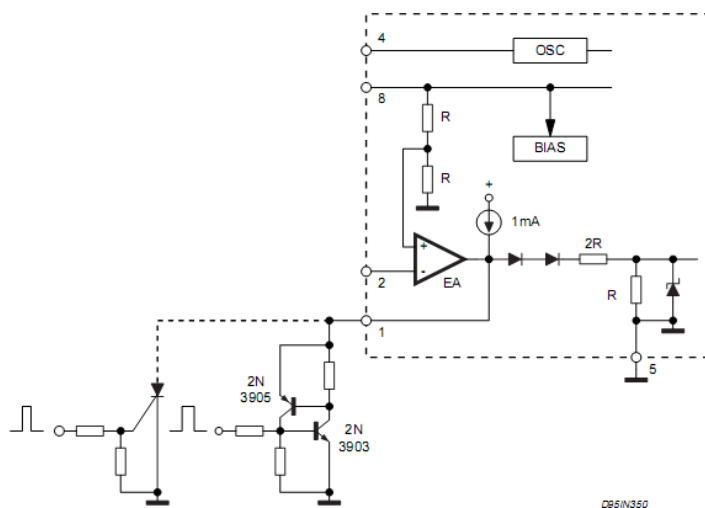
-

试题（三）

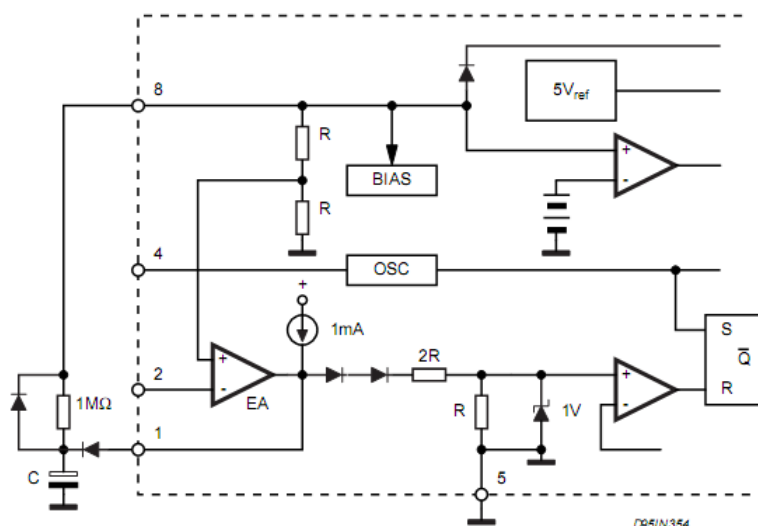
1. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？
2. 采用互补三极管的电路结构驱动 MOS 管如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？



3. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。
4. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列出基本关系式。
5. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。
6. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入和输出的基本关系式。
7. 简述反激变换器和正激变换器的区别。
8. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？
9. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。
10. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平时，pin1 的工作状态。

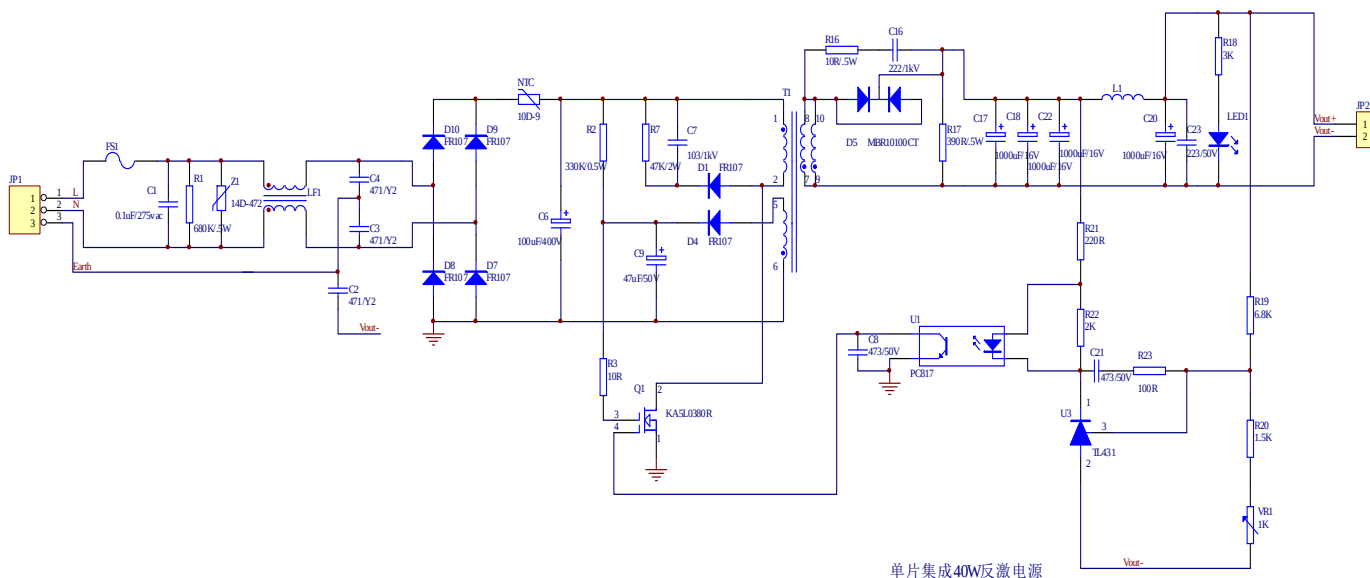


11. PWM 控制芯片 UC384X 系列，实现软启动（soft start）电路如下，分析其电路的工作原理。两个二极管的作用有何不同。

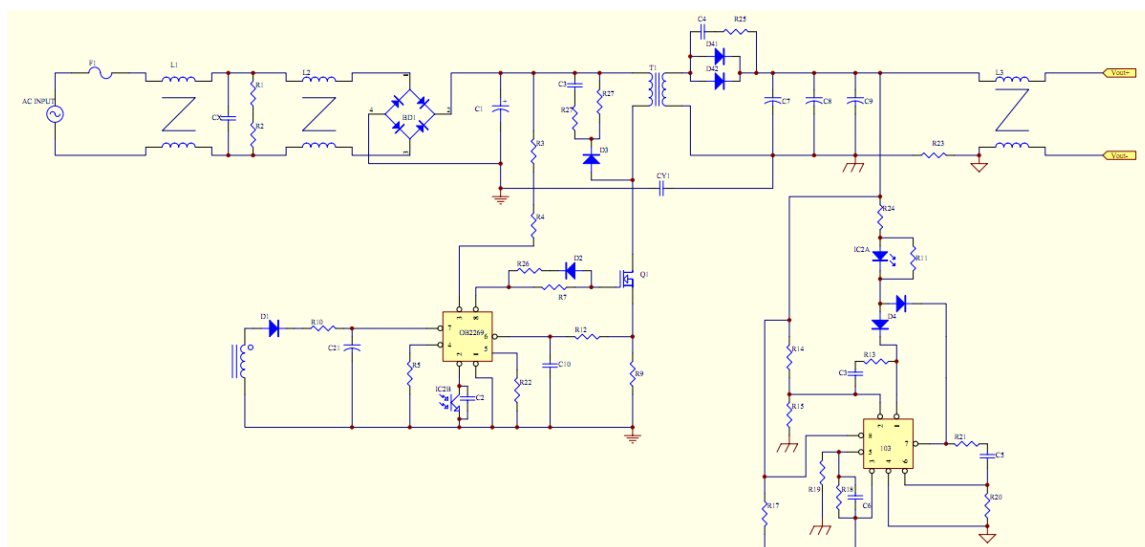


12. EMI 的全称，中文意思。
13. 简述浪涌电流产生的原因。
14. 画出一种抑制浪涌电流的电路。
15. 采样输出电压反馈通常有哪三种方法？
16. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。
17. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别？作用分别是什么？
18. 单片集成 40W 反激式电源如下图，如果把输出调到 5V/5A，需要调整电路中哪些参数？

如何调整？



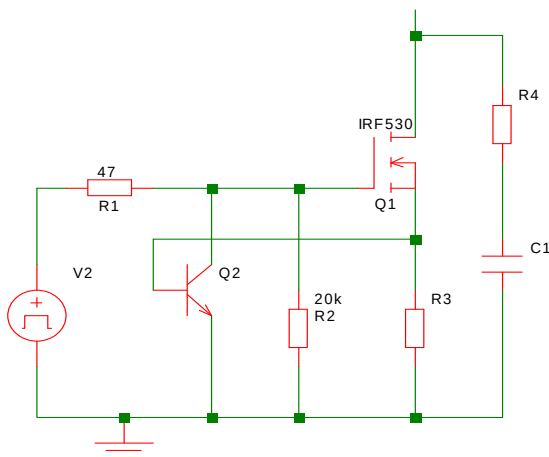
19. 控制芯片 OB2269 控制的反激式电源，输出 12V/5A，如果没有输出电压，分析可能引起没有输出的原因；分析电路图有哪几部分组成，每一部分电路的作用。



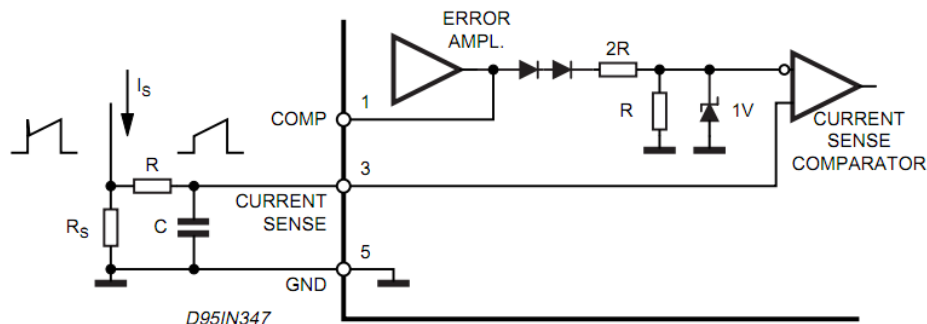
20. 电源的基本要求如下：输入 220Vac/50Hz，输出 5V/6A，画出电路图。（包括 EMI 滤波和浪涌电流抑制电路）

试题库（四）

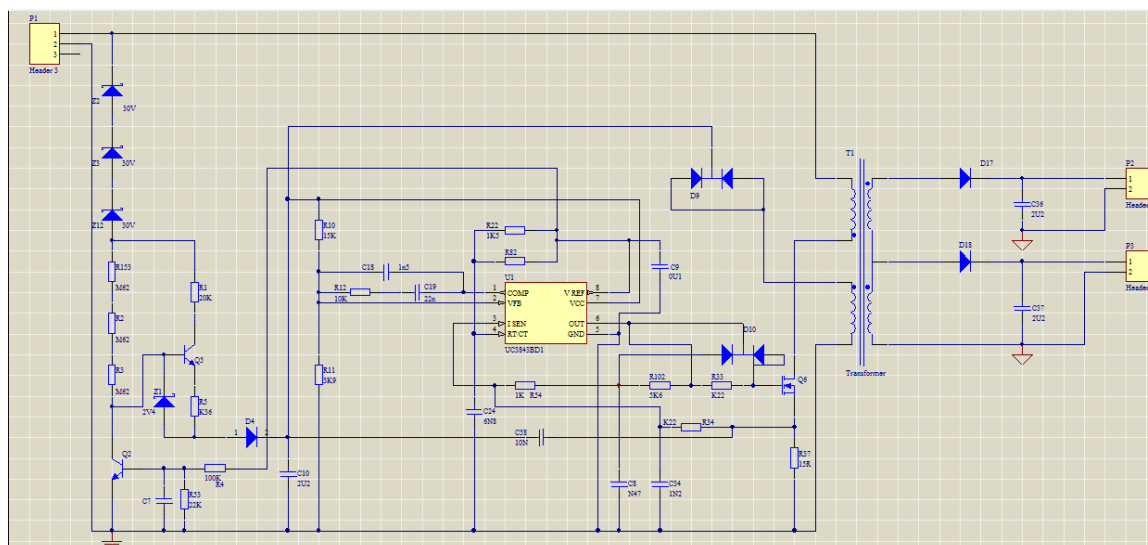
1. 标志开关电源特性参数的七个方面分别是？
2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？MOS 管的重要参数包含哪些？
3. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？
4. 为什么要采用耦合驱动 MOS 管？耦合驱动一般用到哪些拓扑结构之中？
5. MOS 管的保护电路如下，简述其工作原理？R4、C1 有何作用？



6. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。
7. 直流变换器分为非隔离和隔离变换器，画出每类变换器中三种基本的拓扑结构。
8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。
9. 正激变换器中变压器为什么要进行磁复位？列出磁复位的四种方法，画出其中两种带磁复位的正激拓扑结构。
10. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比，开关频率和振荡频率之间的关系。
11. 利用控制芯片 UC384X 系列，电流检测电路如下，简述 RC 电路的作用，Rs 取值多少？

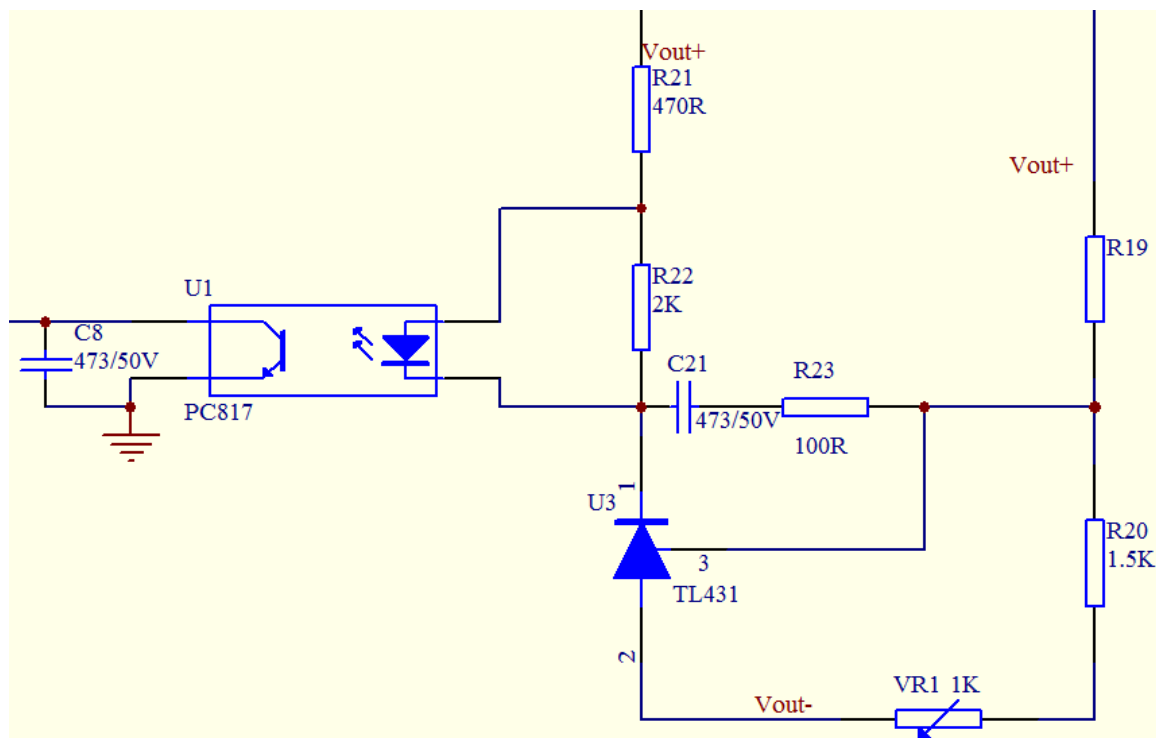


12. UC3842/3/4/5 正常启动电压和工作电压分别是多少伏？正常工作电流大概是多少 mA？
13. 有源功率因数校正中控制方法有 PWM 和 PFM 两种，列出每种控制方法中芯片型号两种？
14. 简述浪涌电流产生的原因。
15. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。
16. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别？作用分别是什么？
17. 在哪些情况下要采用电流变压器来检测电流？画出采用电流变压器检测电流时副边电路图？
18. 在开关电源中，输出是低电压大电流时，为什么要采用同步整流技术？如功率电路拓扑是双管正激变换器，画出副边同步整流电路（只画拓扑结构）。
19. 指出下面电源电路用的什么拓扑结构，采用哪种方式来稳定输出电压。



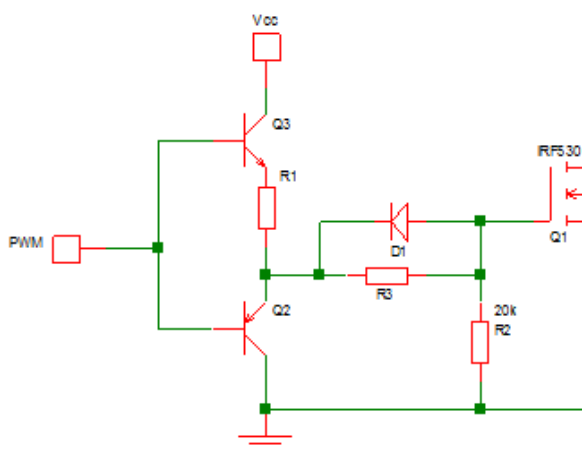
20. 电源的输出采样和反馈电路如下，如果输出电压 V_{out+} 是 24V，计算 R19 的范围是多少？

如果在输出端加 24V 的电压，把万用表的档位调到二极管档，测量 C8 两端，万用表显示的结果？

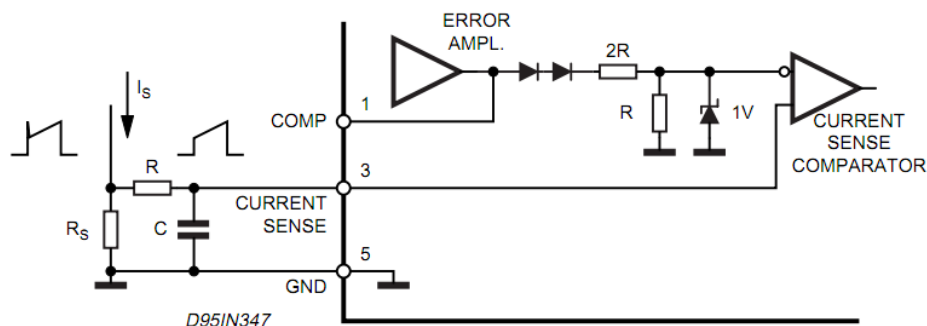


试题库（五）

1. 开关电源按照输入输出电压类型分为哪四类？
2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？MOS 管的重要参数包含哪些？
3. 画出采用变压器耦合来驱动 MOS 管的电路。
4. 采用互补三极管驱动 MOS 管电路如下，简述为什么要采用互补三极管驱动？以及每个器件在电路中有何作用？

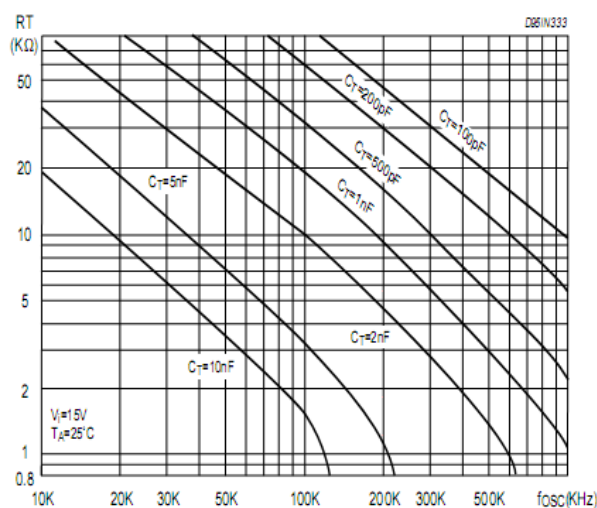


5. 在开关电源电路中，MOS 管作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。
6. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入输出基本关系式，最大占空比为多少？
7. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。
8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。
9. 简述反激变换器和正激变换器中变压器的区别。
10. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比，开关频率和振荡频率之间的关系。
11. 利用控制芯片 UC384X 系列，电流检测电路如下，简述 RC 电路的作用， R_s 取值多少？

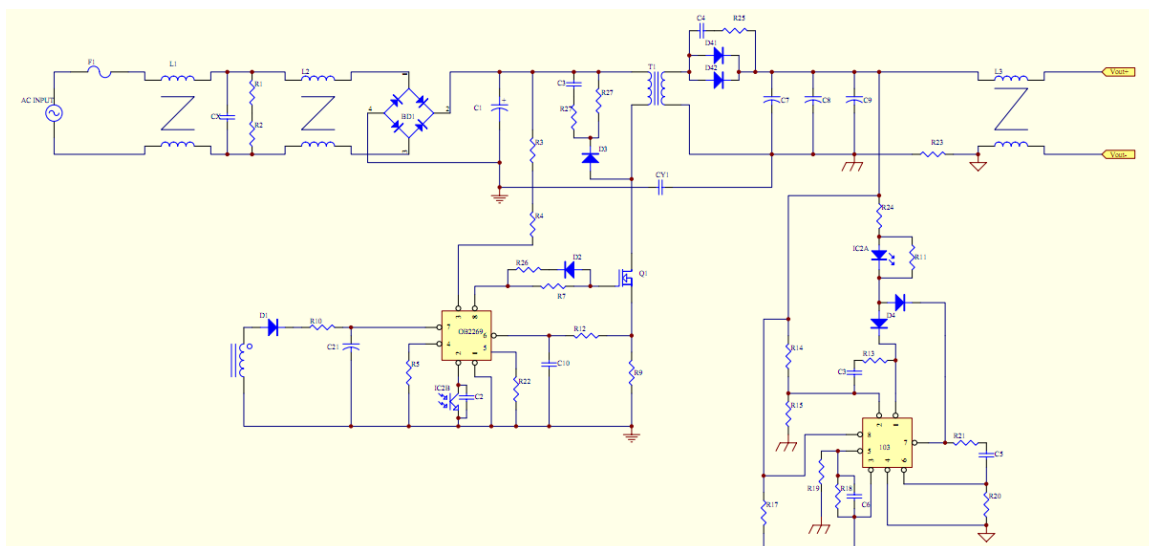


12. 振荡频率和振荡电阻之间的关系如下图，如果振荡频率为 100KHz，振荡电阻和电容各取多大值？

Figure 2: Timing Resistor vs. Oscillator Frequency



13. 有源功率因数校正中控制方法有 PWM 和 PFM 两种，列出每种控制方法中芯片型号两种？
14. 简述浪涌电流产生的原因。
15. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。
16. 变压器的原边电感和漏感指什么？如何测量其值？
17. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别？作用分别是什么？
18. 控制芯片 OB2269 控制的反激式电源，输出 12V/5A，如果没有输出电压，分析可能引起没有输出的原因；分析电路图有哪几部分组成，每一部分电路的作用。



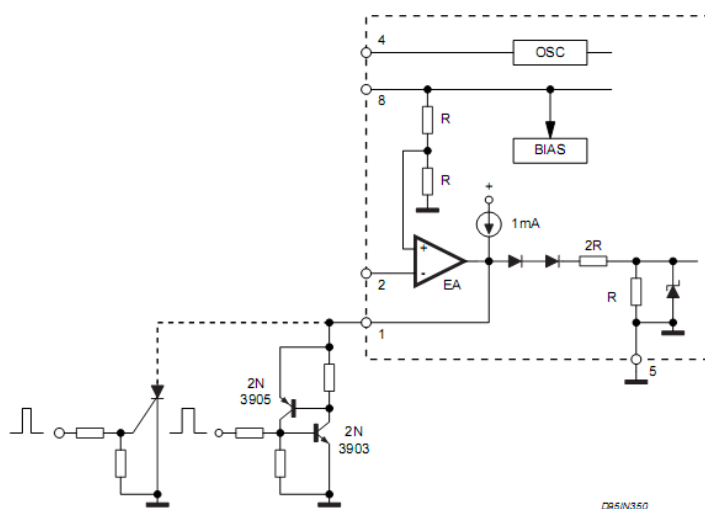
19. 电源的基本要求如下：输入 220Vac/50Hz，输出 12V/3.3A，画出电路图。（包括 EMI 滤波和浪涌电流抑制电路）
20. 在开关电源中，输出是低电压大电流时，为什么要采用同步整流技术？如功率电路拓扑是双管正激变换器，画出副边同步整流电路（只画拓扑结构）。

试题（六）

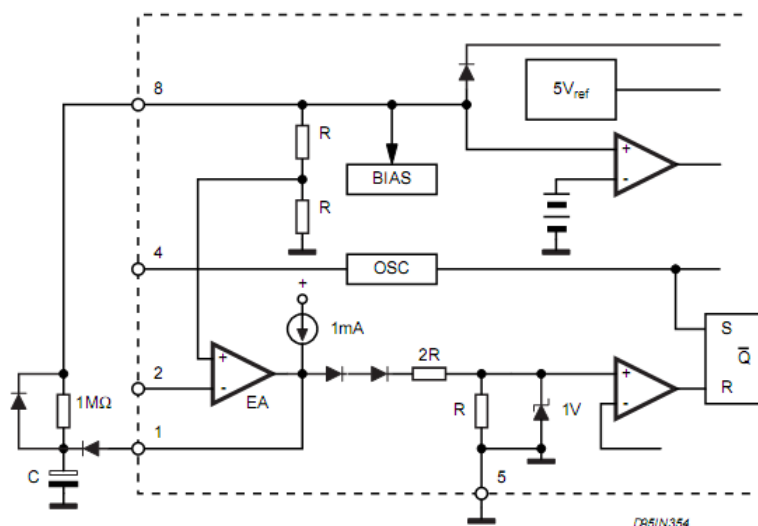
1. 简述开关电源与传统的线性稳压电源相比，有何优点？
2. 开关电源产品在日常生活中得到了广泛的应用，列举四个应用到开关电源的产品？
3. 标志开关电源特性参数的七个方面分别是？
4. 开关电源按照输入输出电压类型分为哪四类？
5. 画出离线式开关电源的结构框图？

对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？。

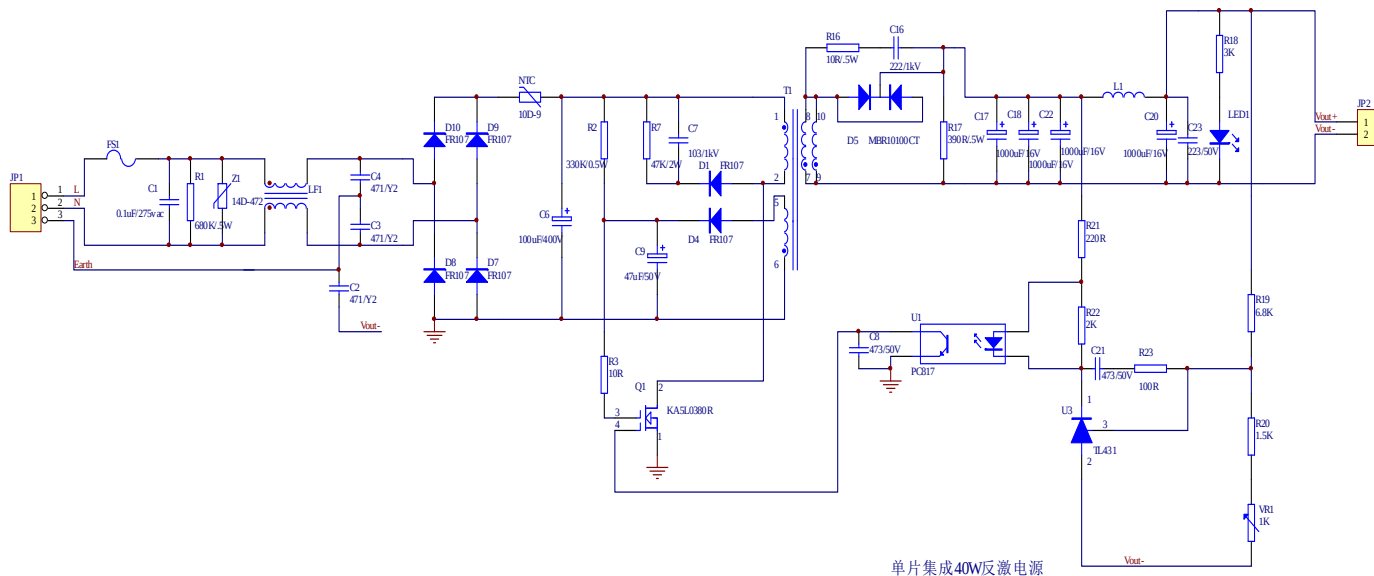
6. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入和输出的基本关系式。
7. 简述反激变换器和正激变换器的区别。
8. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？
9. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。
10. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平时，pin1 的工作状态。



11. PWM 控制芯片 UC384X 系列，实现软启动（soft start）电路如下，分析其电路的工作原理。两个二极管的作用有何不同。



12. EMI 的全称，中文意思。
13. 简述浪涌电流产生的原因。
14. 画出一种抑制浪涌电流的电路。
15. 通常讲一个电阻的功率多大，指什么温度下的功率。当电阻温度升高时，功率会如何变化？
16. 如何区分二极管的极性并判断是否正常？（从外形和万用表两方面）
17. 列出五种不同封装的二极管型号及对应的封装形式？
18. 如何测量变压器的原边电感和漏感？
19. 如何判断变压器的同名端和异名端？（用 LCR 电桥或示波器和信号发生器两种不同的仪器设备来判断）
20. 单片集成 40W 反激式电源如下图，如果把输出调到 5V/5A，需要调整电路中哪些参数？如何调整？



试题（一）答案

1. 开关电源中的拓扑结构按照输入输出是否共地分为哪两大类？每类拓扑结构中包括哪些基本的拓扑结构？

>>>开关电源中的拓扑结构按照输入输出可分为隔离式直流变换器和非隔离式直流变换器。

非隔离式直流变换器包括：降压式(Buck)变换器、升压式(Boost)变换器、升降压(Buck-Boost)变换器、Cuk 变换器、zeta 变换器和 Sepic 变换器；隔离式直流变换器包括：单管正激、反激，半桥变换器，推挽变换器，双管正激变换器，有源钳位正激变换器，双管反激变换器，全桥变换器。

2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？每个工作区域有什么特征？

>>>功率场效应管（MOS 管）工作区域可分为截止区，非饱和区，饱和区。功率场效应管工作在截止区时， $V_{GS} < V_{TH}$ ， $I_D = 0$ 。非饱和区： V_{GS} 稍大于 V_{TH} ， $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$ ，当 V_{GS} 不变时， I_D 几乎不随 V_{DS} 的增加而变化，近似为常数。饱和区： $V_{GS} \gg V_{TH}$ ，一般大于 8V， V_{DS} 很小（ $R_{DS(on)}$ 很小，一般为毫欧级）， I_D 比较大。

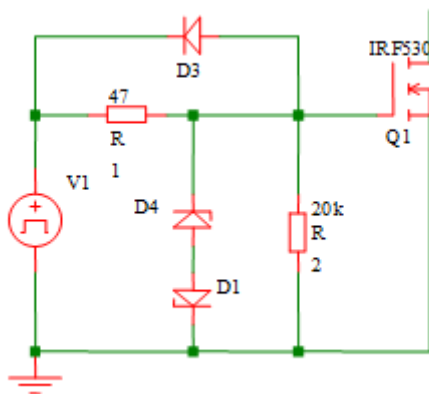
3. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？

>>>N 沟道增强型 MOS 管的驱动可分为三类：直接驱动、互补三极管驱动、耦合驱动。直接驱动：当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接驱动；补三极管驱动：当 MOS 管的功率很大时，而 PWM 控制芯片输出的 PWM 信号不足以驱动 MOS 管时，加互补晶体管来提供较大的驱动电流来驱动 MOS 管。耦合驱动（利用驱动变压器进行耦合驱动）：当驱动信号和拓扑结构中的 MOS 管不共地或者 MOS 管的源极浮地的时候，利用变压器进行耦合驱动。

4. 直接驱动 MOS 管电路如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？

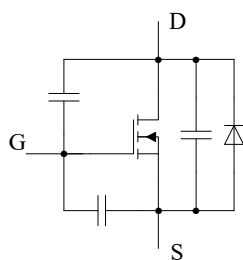
>>>当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接

驱动，电阻 R1 的作用是限流和抑制寄生振荡，一般为 10 到 100 欧左右，R2 是为关断时提供放电回路的；稳压二极管 D1 和 D4 是保护 MOS 管的门源极不被击穿而造成的永久性破坏；二极管 D3 是加速 MOS 管的关断



5. 画出 MOS 管的等效电路。

>>>MOS 管的等效电路如下图所示：

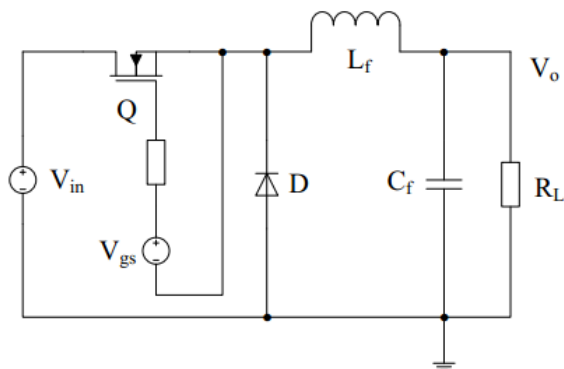


6. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。

>>>在开关电源电路中，MOS 管工作在完全导通和截止两个工作状态。MOS 管是通过 GS 间的电压来控制 D、S 的导通情况工作的。

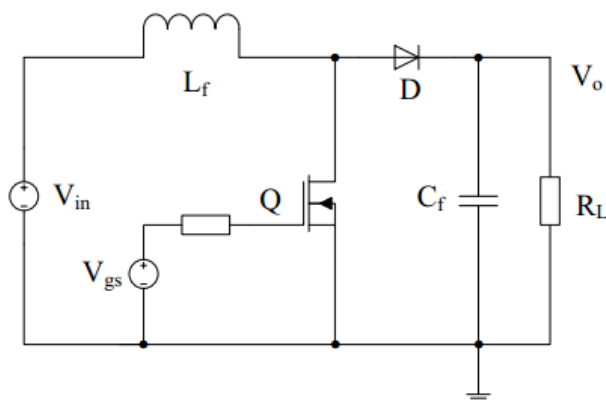
7. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列出基本关系式。

>>>Buck 变换器的拓扑结构：



输入输出的关系是： $V_o = V_{in} D$

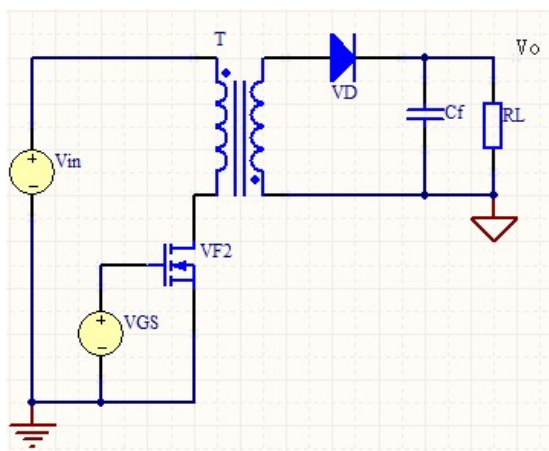
>>>Boost 变换器的拓扑结构：



输入输出的关系是： $V_o = \frac{V_{in}}{1-D}$

8. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。

>>>反激变换器的拓扑结构如下图所示：



(1) 模式 1 在 $t=0$ 时，Q 导通， V_{in} 通过 Q 加在原边绕组 W_1 上，因此，铁芯磁化，铁芯磁通 Φ 增加，增加斜率为 V_{in}/W_1 。

副边绕组 W_2 上的感应电压为： $V_{w2} = -V_{in} \times W_2/W_1$ ，其极性为“***”端为“+”，使整流二极管 D 截止，负载电流由滤波电容 C_f 提供。此时变压器副边绕组开路，只有原边绕组工作，相当于一个电感，其电感量为

L_1 ，因此原边电流 i_p 从 I_{pmin} 开始线性增加。在此过程中，变压器磁芯被磁化，其磁通 ϕ 也线性增加。磁通 ϕ 的增加量为：

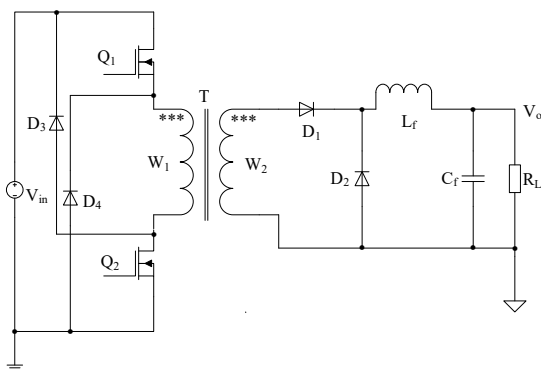
$$\Delta\phi_{(+)} = \frac{V_{in}}{W_1} DT_s$$

(2) 模态 2 在 T_{on} 时刻，关断 Q ，原边绕组开路，副边绕组的感应电势反向，其极性为“***”端为“负”，使整流二极管 D 导通，储存在变压器磁场中的能量通过 D 释放，一方面给 C_f 充电，另一方面向负载供电。此时变压器只有副边绕组工作，相当于一个电感，其电感量为 L_2 。副边绕组上的电压 $v_{w2}=V_o$ ，副边电流 i_s 从 I_{smax} 线性下降。在此过程中，变压器磁芯被去磁，其磁通 ϕ 也线性减小。磁通 ϕ 的减小量为：

$$\Delta\phi_{(-)} = \frac{V_o}{W_2} (1-D)T_s$$

9. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入和输出的基本关系式。

>>> 双管正激变换器的拓扑结构



输入输出电压之间的关系为： $V_o = \frac{V_{in}}{N} D$

10. 简述变压器的作用。

>>>变压器的作用有：1、电气隔离。2、变比不同，达到电压升、降。3、磁耦合传送能量。

4、测量电压、电流。

11. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。

>>>PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用如下表所示：

引脚号	引脚名称	说明
1	补偿	该引脚为误差放大器输出，并用于环路补偿。
2	电压反馈	该引脚是误差放大器的反相输入，通常通过一个电阻分压器连接到开关电源输出端。
3	电流取样	一个正比于电感电流的电压接至此输入，脉宽调制器使用此信息中止输出开关的导通。

4	R_T/C_T	通过将电阻 R_T 连接至 V_{ref} 以及电容 C_T 连接至地,使振荡器频率和最大输出占空比可调。工作频率可达 500KHz。
5	地	该引脚是控制电路和工作电源的公共地。
6	输出	该输出直接驱动功率 MOSFET 的栅极,高达 1.0A 的峰值电流经此管脚拉与灌。
7	V_{CC}	该引脚是控制集成电路的正电源。
8	V_{ref}	该引脚是参考输出,它通过电阻 R_T 向电容 C_T 提供充电电流。

12. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比, 开关频率和振荡频率之间的关系。

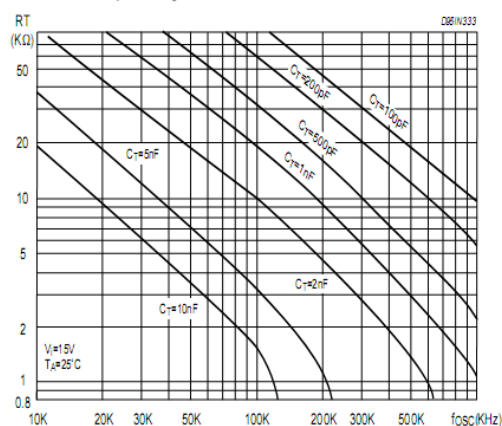
>>>UC3842/43 最大占空比为 96%, 开关频率=振荡频率, UC3844/45 最大占空比为 48%, 开关频率=振荡频率/2。

13. 对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言, 哪些引脚的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。

>>>对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言, 引脚 3, 引脚 1, 引脚 7 的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。引脚 3—电流检测引脚, 高于 1V 时, 引脚 1—补偿引脚低于 2V 时, 引脚 7— V_{CC} 引脚, 芯片工作电压不够高或者不能提供足够的功率启动芯片, 都会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。

14. 振荡频率和振荡电阻之间的关系如下图, 如果振荡频率为 100KHz, 振荡电阻和电容各取多大值?

Figure 2: Timing Resistor vs. Oscillator Frequency



>>> 由图可知, 振荡频率为 100KHz, 振荡电阻和电容各取 10K, 2nF。

15. EMI 的全称, 中文意思。

EMI 的全称是 Electromagnetic Interference, 中文意思: 电磁干扰。

16. 为什么要采用功率因数校正？功率因数校正分为哪两大类。

采用功率因数校正的原因是整流器-电容滤波电路是一种非线性元件和储能元件的组合。虽然输入交流电压 v_{in} 是正弦的，但输入交流电流 i_{in} 波形却严重畸变，呈脉冲状。功率因数校正分为：无源功率因数校正和有源功率因数校正。

17. 简述浪涌电流产生的原因。

输入交流电压的任意时刻通过开关管的控制传递能量给负载，电路刚开始启动工作时，大的储能电容相当于短路，如果在这时输入电压的峰值给电容充电，就会产生一个很大的电流，该电流由 EMI 滤波器的电阻和其它整流器之前的电阻所限制，该浪涌电流可能是额定情况下系统峰值电流的 20~1000 倍，可能对储能电容、整流器和功率开关管造成破坏性影响。

18. X 电容和 Y 电容有何区别？作用分别是什么？

X 和 Y 电容都是安全电容，区别是 X 电容接在输入线两端用来消除差模干扰，Y 电容接在输入线和地线之间，用来消除共模干扰。

安规电容安全等级 应用中允许的峰值脉冲电压过电压等级 (IEC664) 8Ga91 vl 6

X1 $>2.5kV \leq 4.0kV$ X2 $\leq 2.5kV$ X3 $\leq 1.2kV$

安规电容安全等级 绝缘类型 额定电压范围

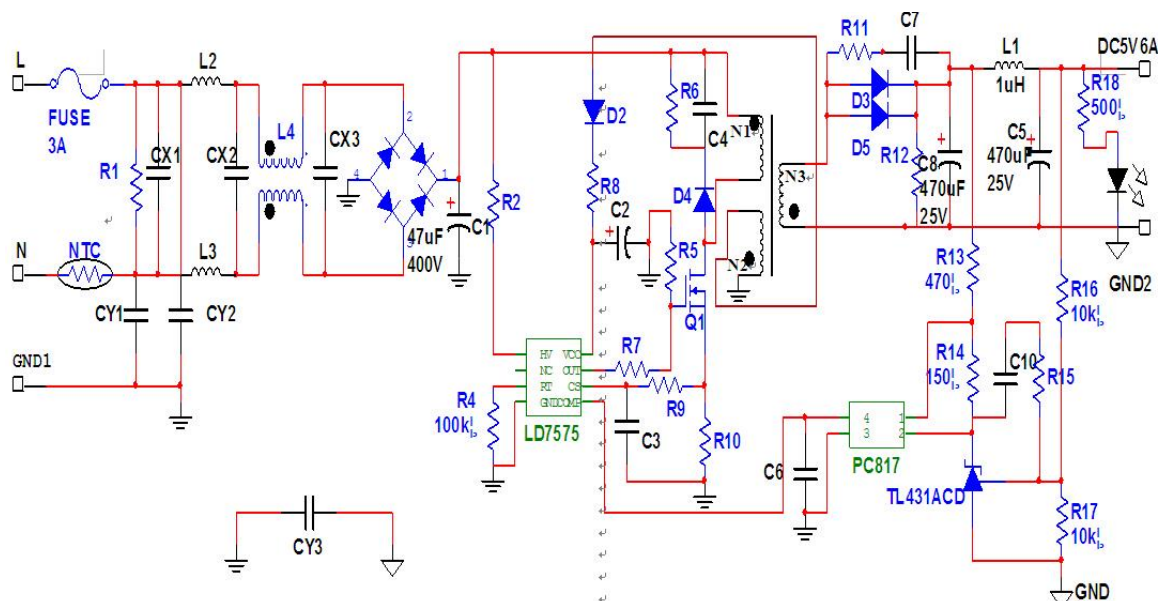
Y1 双重绝缘或加强绝缘 $\geq 250V$

Y2 基本绝缘或附加绝缘 $\geq 150V \leq 250V$

Y3 基本绝缘或附加绝缘 $\geq 150V \leq 250V$

Y4 基本绝缘或附加绝缘 $< 150V$

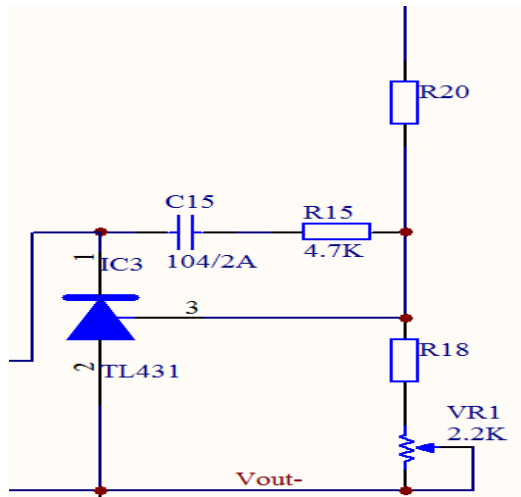
19. 控制芯片 LD7575 控制的反激式电源，输出 5V/6A，如果没有输出电压，分析可能引起没有输出的原因（也就是故障分析，解决办法）。



输入 200Vac, 50HZ, 输出 DC 5V6A 的反激式电源原理图

>>>可能引起没有输出电压的原因及分析（1）检查整流滤波电路，即 C_1 前面那部分电路是否正常；（2）电阻 R_2 是否太大，不能给芯片提供足够的启动电压和电流；（3）电流检测电阻 R_{10} 是否损坏；（4）调试 TL431 和光耦是否正常。

20. 电源的输出采用电路如下，如果输出电压是 12V，计算 R_{20} 和 R_{18} 的值分别是多少？



>>>根据电压电阻的比例关系可得：
$$\frac{V_o - V_{ref}}{V_{ref}} = \frac{R_{20}}{R_{18} + VR1} = \frac{12 - 2.5}{2.5} = 3.8$$
，若 R_{20} 取 15K，

$R_{18} + VR1 = 3.95K$ ，那么 $R_{18} = 3.3K, 3K, 2.7K, 2.4K, 2K, 1.8K$ 中的任意一个。

试题（二）答案

1. 开关电源中的拓扑结构按照输入输出是否共地分为哪两大类？每类拓扑结构中包括哪些基本的拓扑结构？

>>>开关电源中的拓扑结构按照输入输出可分为隔离式直流变换器和非隔离式直流变换器。

非隔离式直流变换器包括：降压式(Buck)变换器、升压式(Boost)变换器、升降压(Buck-Boost)变换器、Cuk 变换器、zeta 变换器和 Sepic 变换器；隔离式直流变换器包括：单管正激、反激，半桥变换器，推挽变换器，双管正激变换器，有源钳位正激变换器，双管反激变换器，全桥变换器。

2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？每个工作区域有什么特征？

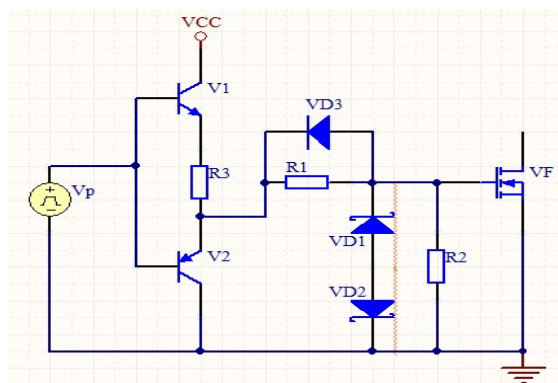
>>>功率场效应管（MOS 管）工作区域可分为截止区，非饱和区，饱和区。功率场效应管工作在截止区时， $V_{GS} < V_{TH}$ ， $I_D = 0$ 。非饱和区： V_{GS} 稍大于 V_{TH} ， $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$ ，当 V_{GS} 不变时， I_D 几乎不随 V_{DS} 的增加而变化，近似为常数。饱和区： $V_{GS} \gg V_{TH}$ ，一般大于 8V， V_{DS} 很小（ $R_{DS(on)}$ 很小，一般为毫欧级）， I_D 比较大。

3. 为什么要采用耦合驱动 MOS 管？

>>>采用互补三极管的结构形式驱动 MOS 管的原因是当 MOS 管的功率很大时，而 PWM 控制芯片输出的 PWM 信号不足以驱动 MOS 管时，加互补三极管来提供较大的驱动电流来驱动 MOS 管。

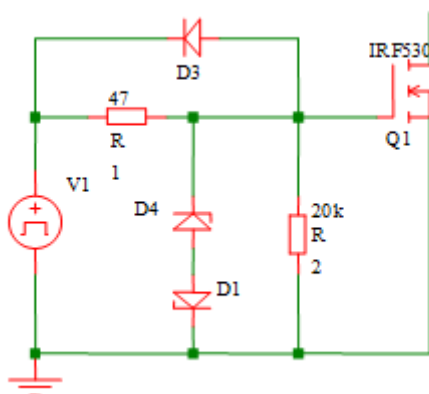
4. 画出采用互补三极管的结构来驱动 MOS 管的电路。

>>>互补三极管的结构来驱动 MOS 管的电路如下：



5. 直接驱动 MOS 管电路如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？

>>>当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接驱动，电阻 R1 的作用是限流和抑制寄生振荡，一般为 10 到 100 欧左右，R2 是为关断时提供放电回路的；稳压二极管 D1 和 D4 是保护 MOS 管的门源极不被击穿而造成的永久性破坏；二极管 D3 是加速 MOS 管的关断。

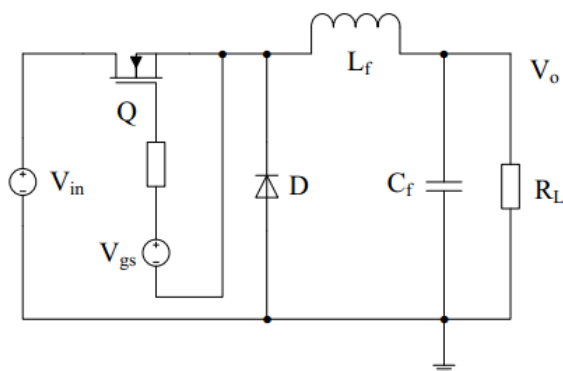


6. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。

>>>在开关电源电路中，MOS 管工作在完全导通和截止两个工作状态。MOS 管是通过 GS 间的电压来控制 D、S 的导通情况工作的。

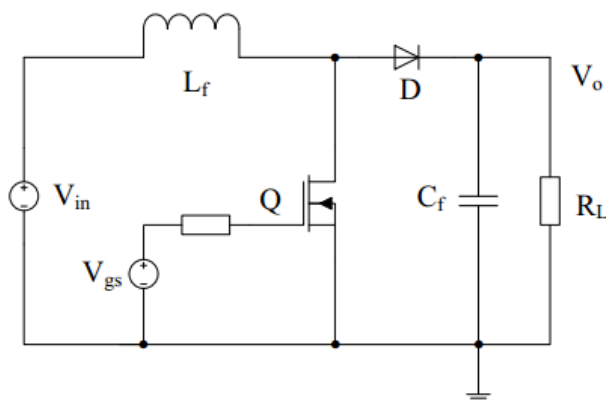
7. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列出基本关系式。

>>>Buck 变换器的拓扑结构：



输入输出的关系是： $V_o = V_{in} D$

>>>Boost 变换器的拓扑结构：



输入输出的关系是： $V_o = \frac{V_{in}}{1-D}$

8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。

>>>变压器漏感的测试：把除变压器的原边外的其他副边都给短路，然后测量原边的电感量，这时候的电感量就是漏感。变压器励磁电感的测试：让变压器的所有绕组都处于开路的状态，然后测量原边的电感量，这时候的电感量就是励磁电感。

9. 简述反激变换器和正激变换器的区别。

>>>反激变换器和正激变换器的区别是正激变压器的一次绕组的电流由励磁电流和负载电流两部分组成，在一次绕组有电流的同时，二次绕组也有电流，一次侧负载电流分量去平衡次级电流，激励电流分量会使磁芯顺着磁滞回线移动。而一次侧负载安匝数相互抵消，它们不会使磁芯顺着磁滞回线来回移动，而励磁电流占一次侧总电流很小一部分，一般不大于总电流 10%，因此不会造成磁芯饱和。而反激式变换器大不相同，它的工作分成两步：（1）开关管导通，母线通过一次绕组将电能转换为磁能储存起来。（2）开关管关断，存储的磁能通过

二次绕组给电容充电，同时给负载供电。

10. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？

>>>控制芯片通常有 PWM 和 PFM 两种控制，即脉冲宽度调制和脉冲频率调制，PWM 主要应用在 DC-DC 和 PFC 电路中，PFM 主要应用在 PFC 电路和谐振电路中。

11. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。

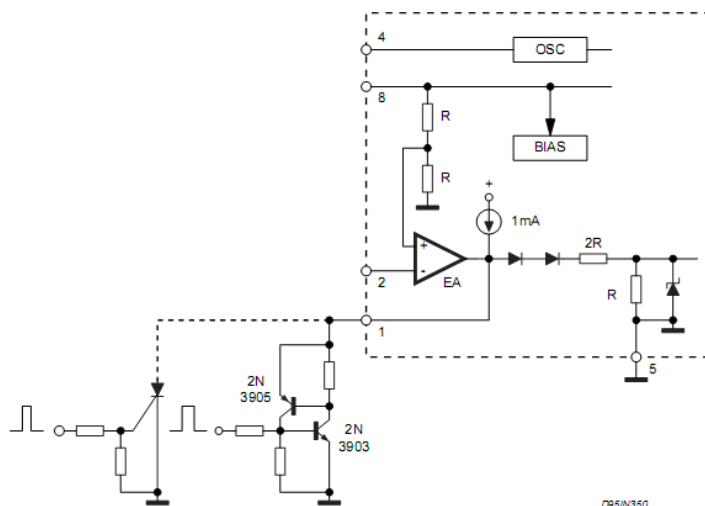
>>>PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用如下表所示：

引脚号	引脚名称	说明
1	补偿	该引脚为误差放大器输出，并用于环路补偿。
2	电压反馈	该引脚是误差放大器的反相输入，通常通过一个电阻分压器连接到开关电源输出端。
3	电流取样	一个正比于电感电流的电压接至此输入，脉宽调制器使用此信息中止输出开关的导通。
4	R_T/C_T	通过将电阻 R_T 连接至 V_{ref} 以及电容 C_T 连接至地，使振荡器频率和最大输出占空比可调。工作频率可达 500KHz。
5	地	该引脚是控制电路和工作电源的公共地。
6	输出	该输出直接驱动功率 MOSFET 的栅极，高达 1.0A 的峰值电流经此管脚拉与灌。
7	V_{CC}	该引脚是控制集成电路的正电源。
8	V_{ref}	该引脚是参考输出，它通过电阻 R_T 向电容 C_T 提供充电电流。

12. 对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言，哪些引脚的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。

>>>对于 PWM 控制芯片 UC384X 系列而言，引脚 3，引脚 1，引脚 7 的电压会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。引脚 3—电流检测引脚，高于 1V 时，引脚 1—补偿引脚低于 2V 时，引脚 7— V_{CC} 引脚，芯片工作电压不够高或者不能提供足够的功率启动芯片，都会导致 pin6 没有 PWM 波的输出。

13. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平时，pin1 的工作状态。



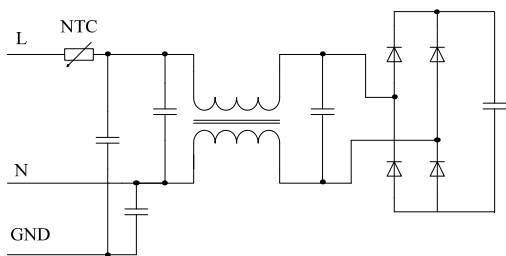
>>>当外部信号为高电平时，NPN 三极管导通，把发射极电平拉低，PNP 三极管导通，把引脚 1 电平拉低，芯片 UC3842 就停止工作；当外部信号为低电平时，NPN 三极管就截止，PNP 三极管也截止，芯片 UC3842 就维持原来的工作。

14. EMI 的全称，中文意思。

>>>EMI 的全称是 Electromagnetic Interference，中文意思：电磁干扰。

15. 画出一种抑制浪涌电流的电路。

>>>抑制浪涌电流的电路如下：



16. 采样输出电压反馈通常有哪三种方法？

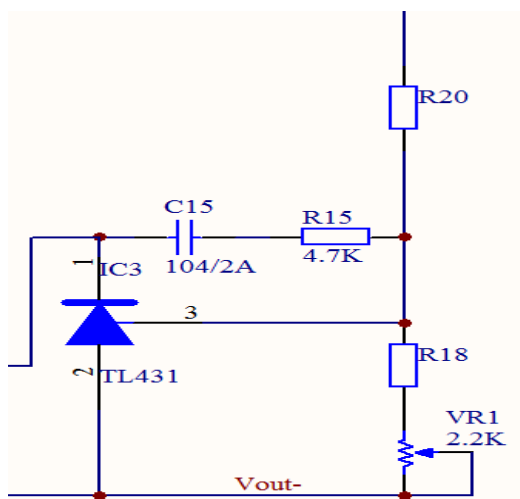
>>>采样输出电压反馈通常使用的三种方法有：（1）输出电压直接采样，用电阻分压器；（2）用光耦和基准源（比如 TL431）采样输出电压进行反馈；（3）采用辅助绕组进行间接采样电压反馈。

17. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。

18. 正激变换器为什么需要磁复位，磁复位主要有哪几种方法？

19. 电源的基本要求如下：输入 220Vac/50Hz，输出 5V/6A，画出电路图。（包括 EMI 滤波和浪涌电流抑制电路）

20. 电源的输出采用电路如下，如果输出电压是 12V，计算 R20 和 R18 的值分别是多少？



>>>根据电压电阻的比例关系可得：

$$\frac{V_o - V_{ref}}{V_{ref}} = \frac{R_{20}}{R_{18} + VR1} = \frac{12 - 2.5}{2.5} = 3.8$$
 ，若 R20 取 15K，
 R18+VR1=3.95K，那么 R18=3.3K，3K，2.7K，2.4K，2K，1.8K 中的任意一个。

试题（三）答案

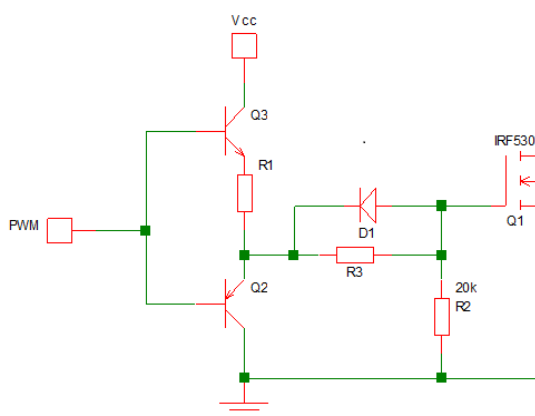
1. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？

>>>N 沟道增强型 MOS 管的驱动可分为三类：直接驱动、互补三极管驱动、耦合驱动。

直接驱动：当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接驱动；补三极管驱动：当 MOS 管的功率很大时，而 PWM 控制芯片输出的 PWM 信号不足以驱动 MOS 管时，加互补晶体管来提供较大的驱动电流来驱动 MOS 管。耦合驱动（利用驱动变压器进行耦合驱动）：当驱动信号和拓扑结构中的 MOS 管不共地或者 MOS 管的源极浮地的时候，利用变压器进行耦合驱动。

2. 采用互补三极管的电路结构驱动 MOS 管如下，简述电路的工作原理，即简述每个器件在电路中有何作用？

>>>当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接驱动，电阻 R1 的作用是限流和抑制寄生振荡，一般为 10 到 100 欧左右，R2 是为关断时提供放电回路的；稳压二极管 D1 和 D4 是保护 MOS 管的门源极不被击穿而造成的永久性破坏；二极管 D3 是加速 MOS 管的关断。



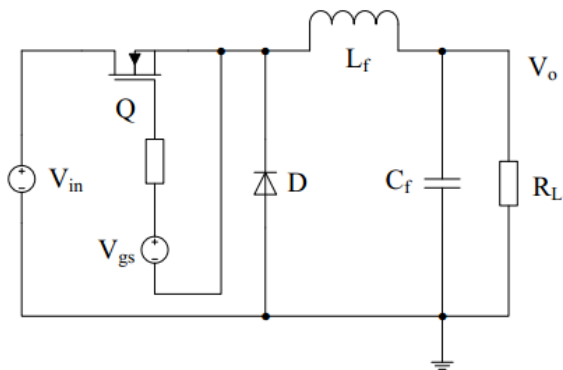
3. 在开关电源电路中，作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。

>>>在开关电源电路中，MOS 管工作在完全导通和截止两个工作状态。MOS 管是通过 GS 间

的电压来控制 D、S 的导通情况工作的。

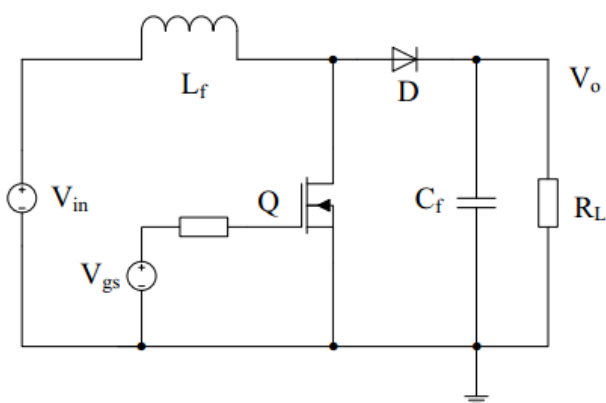
4. 画出 Buck 和 Boost 变换器的拓扑结构，并列出基本关系式。

>>>Buck 变换器的拓扑结构



输入输出的关系是： $V_o = V_{in} D$

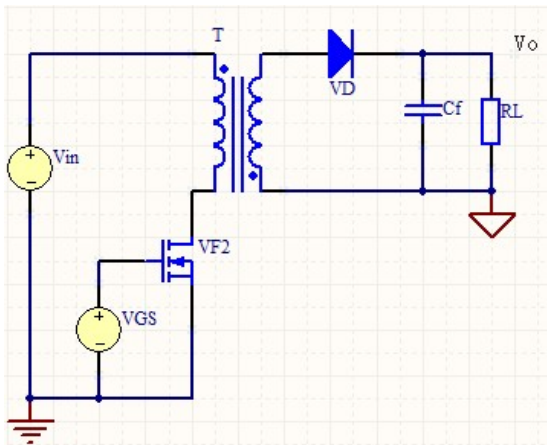
Boost 变换器的拓扑结构



输入输出的关系是： $V_o = \frac{V_{in}}{1-D}$

5. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。

>>>反激变换器的拓扑结构如下图所示：



(1) 模态 1 在 $t=0$ 时, Q 导通, V_{in} 通过 Q 加在原边绕组 W_1 上, 因此, 铁芯磁化, 铁芯磁通 Φ 增加, 增加斜率为 V_{in}/W_1 。

副边绕组 W_2 上的感应电压为: $V_{w2} = -V_{in} \times W_2/W_1$, 其极性为“***”端为“+”, 使整流二极管 D 截止, 负载电流由滤波电容 C_f 提供。此时变压器副边绕组开路, 只有原边绕组工作, 相当于一个电感, 其电感量为 L_1 , 因此原边电流 i_p 从 I_{pmin} 开始线性增加。在此过程中, 变压器磁芯被磁化, 其磁通 Φ 也线性增加。磁通 Φ 的增加量为:

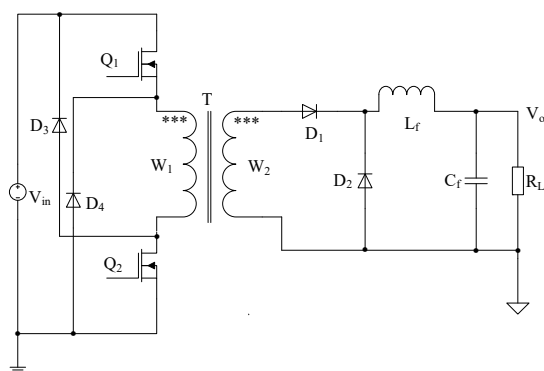
$$\Delta\phi_{(+)} = \frac{V_{in}}{W_1} DT_s$$

(2) 模态 2 在 T_{on} 时刻, 关断 Q, 原边绕组开路, 副边绕组的感应电势反向, 其极性为“***”端为“负”, 使整流二极管 D 导通, 储存在变压器磁场中的能量通过 D 释放, 一方面给 C_f 充电, 另一方面向负载供电。此时变压器只有副边绕组工作, 相当于一个电感, 其电感量为 L_2 。副边绕组上的电压 $v_{w2} = V_o$, 副边电流 i_s 从 I_{smax} 线性下降。在此过程中, 变压器磁芯被去磁, 其磁通 Φ 也线性减小。磁通 Φ 的减小量为:

$$\Delta\phi_{(-)} = \frac{V_o}{W_2} (1-D)T_s$$

6. 画出双管正激变换器的拓扑结构, 并列输入和输出的基本关系式。

>>>双管正激变换器的拓扑结构如下:



输入输出电压之间的关系为: $V_o = \frac{V_{in}}{N} D$

7. 简述反激变换器和正激变换器的区别。

>>>反激变换器和正激变换器的区别是正激变压器的一次绕组的电流由励磁电流和负载电流两部分组成，在一次绕组有电流的同时，二次绕组也有电流，一次侧负载电流分量去平衡次级电流，激励电流分量会使磁芯顺着磁滞回线移动。而一次侧负载安匝数相互抵消，它们不会使磁芯顺着磁滞回线来回移动，而励磁电流占一次侧总电流很小一部分，一般不大于总电流 10%，因此不会造成磁芯饱和。而反激式变换器大不相同，它的工作分成两步：（1）开关管导通，母线通过一次绕组将电能转换为磁能储存起来。（2）开关管关断，存储的磁能通过二次绕组给电容充电，同时给负载供电。

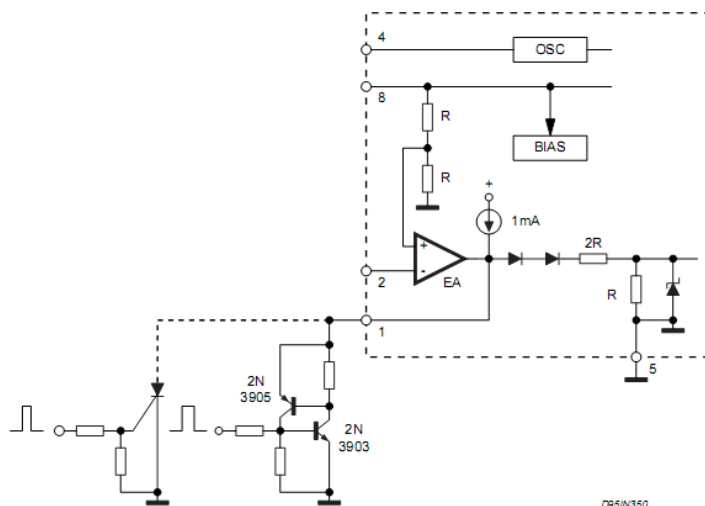
8. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？

>>>控制芯片通常有 PWM 和 PFM 两种控制，即脉冲宽度调制和脉冲频率调制，PWM 主要应用在 DC-DC 和 PFC 电路中，PFM 主要应用在 PFC 电路和谐振电路中

9. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。

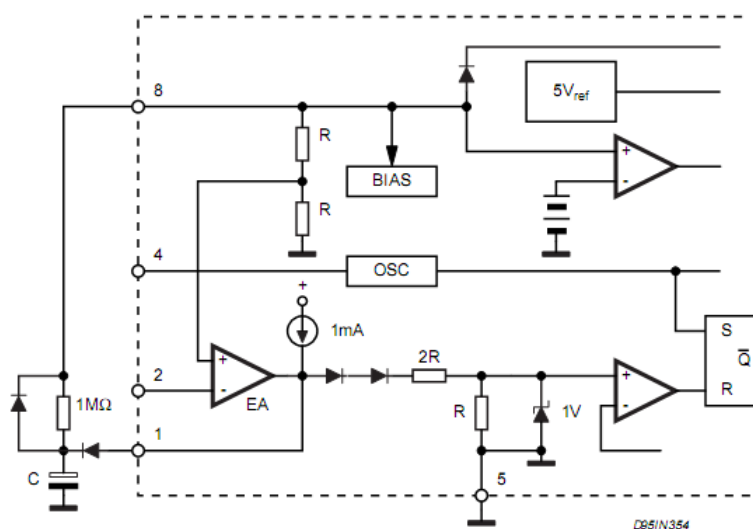
引脚号	引脚名称	说明
1	补偿	该引脚为误差放大器输出，并用于环路补偿。
2	电压反馈	该引脚是误差放大器的反相输入，通常通过一个电阻分压器连接到开关电源输出端。
3	电流取样	一个正比于电感电流的电压接至此输入，脉宽调制器使用此信息中止输出开关的导通。
4	R_T/C_T	通过将电阻 R_T 连接至 V_{ref} 以及电容 C_T 连接至地，使振荡器频率和最大输出占空比可调。工作频率可达 500KHz。
5	地	该引脚是控制电路和工作电源的公共地。
6	输出	该输出直接驱动功率 MOSFET 的栅极，高达 1.0A 的峰值电流经此管脚拉与灌。
7	V_{CC}	该引脚是控制集成电路的正电源。
8	V_{ref}	该引脚是参考输出，它通过电阻 R_T 向电容 C_T 提供充电电流。

10. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平时，pin1 的工作状态。



>>>当外部信号为高电平时，NPN 三极管导通，把发射极电平拉低，PNP 三极管导通，把引脚 1 电平拉低，芯片 UC3842 就停止工作；当外部信号为低电平时，NPN 三极管就截止，PNP 三极管也截止，芯片 UC3842 就维持原来的工作。

11. PWM 控制芯片 UC384X 系列，实现软启动（soft start）电路如下，分析其电路的工作原理。两个二极管的作用有何不同。



12. EMI 的全称，中文意思。

>>>EMI 的全称是 Electromagnetic Interference，中文意思：电磁干扰。

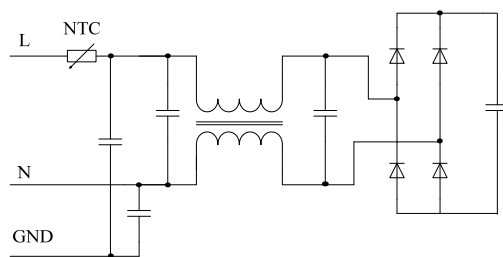
13. 简述浪涌电流产生的原因。

>>>输入交流电压的任意时刻通过开关管的控制传递能量给负载，电路刚开始启动工作时，大的储能电容相当于短路，如果在这时输入电压的峰值给电容充电，就会产生一个很大的电

流，该电流由 EMI 滤波器的电阻和其它整流器之前的电阻所限制，该浪涌电流可能是额定情况下系统峰值电流的 20~1000 倍，可能对储能电容、整流器和功率开关管造成破坏性影响。

14. 画出一种抑制浪涌电流的电路。

>>>抑制浪涌电流的电路如下：

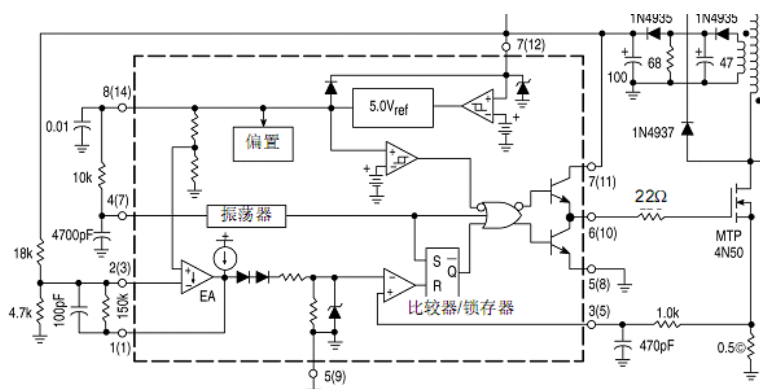


15. 采样输出电压反馈通常有哪三种方法？

>>>采样输出电压反馈通常使用的三种方法有：（1）输出电压直接采样，用电阻分压器；（2）用光耦和基准源（比如 TL431）采样输出电压进行反馈；（3）采用辅助绕组进行间接采样电压反馈。

16. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。

>>>辅助绕组采样的电路如下：



$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{N_{out}}{N_s}$$

18K、4.7K 为采样电阻。

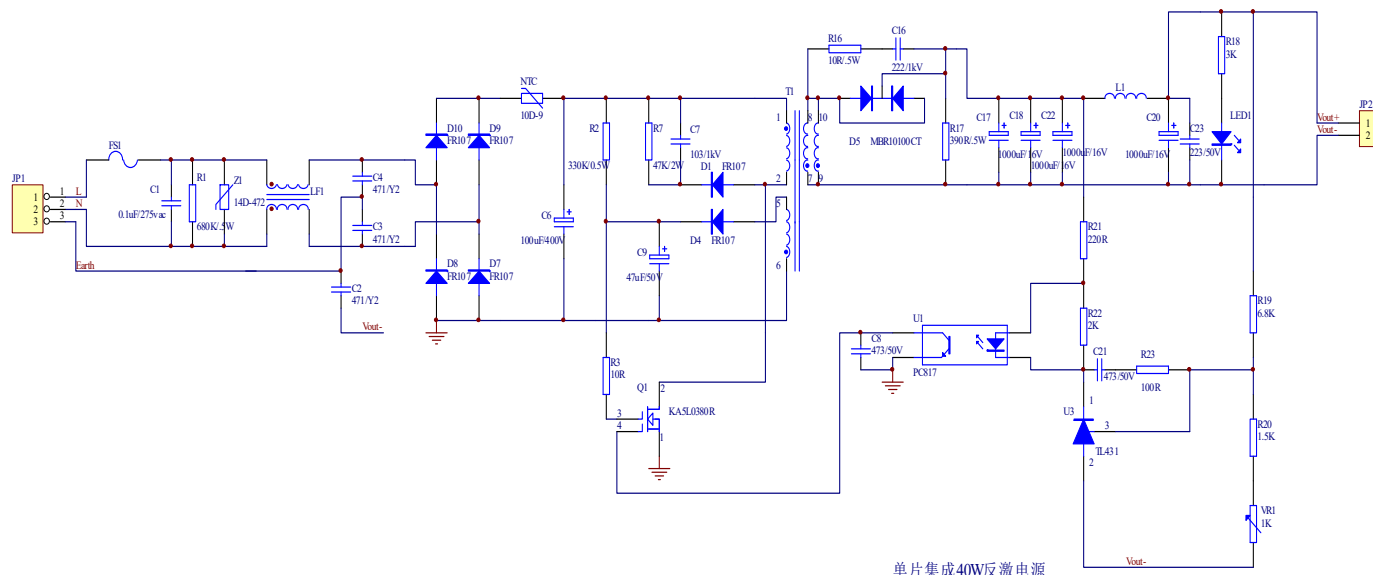
17. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别？作用分别是什么？

>>>功率变压器、驱动变压器和电流变压器的区别是：电流变压器用来检测电流，不需要储存能量，原副边匝比为 1:n；驱动变压器，原边和副边匝比为 1:1，主要是耦合信号，解决浮

地和不共地的问题，也不需要储存能量；功率变压器主要是储能能量和传递能量，原副边匝比要依据电路来计算。

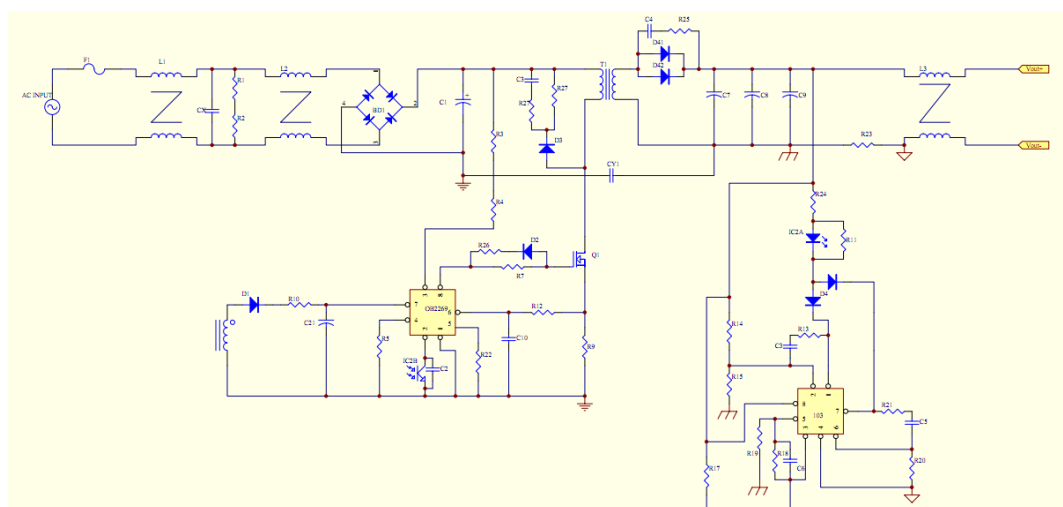
18. 单片集成 40W 反激式电源如下图，如果把输出调到 5V/5A，需要调整电路中哪些参数？

如何调整？



>>>需要调整电路有：输出检测反馈网络及变压器参数。主要有 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、 R_{21} 及变压器的原副边匝数之比及电感量。具体的计算过程可参考《开关电源原理与分析》，梁奇峰主编。

19. 控制芯片 OB2269 控制的反激式电源，输出 12V/5A，如果没有输出电压，分析可能引起没有输出的原因；分析电路图有哪几部分组成，每一部分电路的作用。



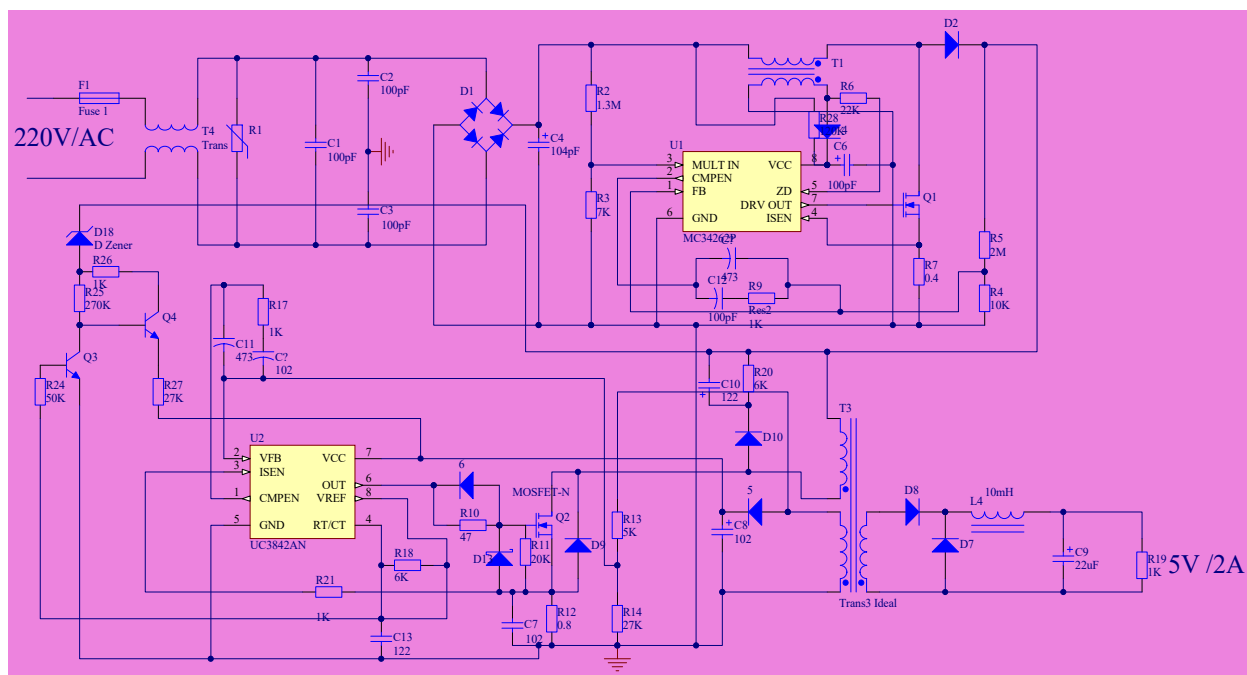
没有输出的原因及分析有（1）检查整流滤波电路，即 C_1 前面那部分电路是否正常；（2）电

阻 R_3 、 R_4 是否太大，不能给芯片提供足够的启动电压和电流；（3）电流检测电阻 R_9 是否损坏；（4）调试 IC3 和光耦是否正常；（5）驱动电路是否正常。

电路主要由四大部分电路组成：（1）EMI 整流滤波；（2）反激变换器；（3）PWM 芯片控制电路；（4）输出检测和反馈电路。

20. 电源的基本要求如下：输入 220Vac/50Hz，输出 5V/6A，画出电路图。（包括 EMI 滤波和浪涌电流抑制电路）

>>>电路如下图：



试题（四） 答案

1. 标志开关电源特性参数的七个方面分别是？

>>>标志开关电源特性参数的七个方面分别是功率、电压、电流、功率密度、可靠性、效率、体积。

2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？MOS 管的重要参数包含哪些？

>>>功率场效应管（MOS 管）工作区域可分为截止区，非饱和区，饱和区。功率场效应管工作在截止区时， $V_{GS} < V_{TH}$ ， $I_D = 0$ 。非饱和区： V_{GS} 稍大于 V_{TH} ， $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$ ，当 V_{GS} 不变时， I_D 几乎不随 V_{DS} 的增加而变化，近似为常数。饱和区： $V_{GS} \gg V_{TH}$ ，一般大于 8V， V_{DS} 很小（ $R_{DS(on)}$ 很小，一般为毫欧级）， I_D 比较大。

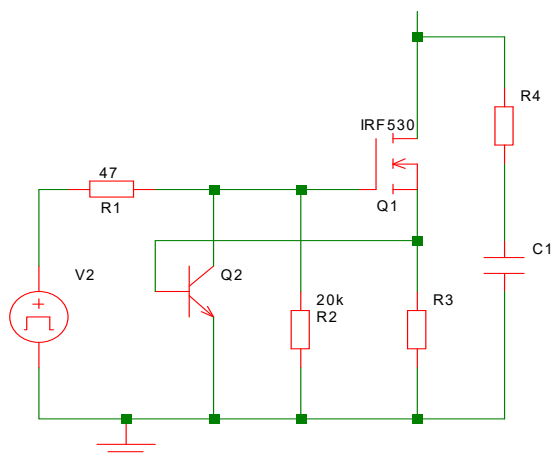
3. 对于 N 沟道增强型 MOS 管的驱动，分为哪三类？每一种驱动的应用场合？

>>>N 沟道增强型 MOS 管的驱动可分为三类：直接驱动、互补三极管驱动、耦合驱动。直接驱动：当 PWM 控制芯片与拓扑结构中的 MOS 管共地时，PWM 信号驱动 MOS 管时，可以直接驱动；补三极管驱动：当 MOS 管的功率很大时，而 PWM 控制芯片输出的 PWM 信号不足以驱动 MOS 管时，加互补晶体管来提供较大的驱动电流来驱动 MOS 管。耦合驱动（利用驱动变压器进行耦合驱动）：当驱动信号和拓扑结构中的 MOS 管不共地或者 MOS 管的源极浮地的时候，利用变压器进行耦合驱动。

4. 为什么要采用耦合驱动 MOS 管？耦合驱动一般用到哪些拓扑结构之中？

>>>驱动变压器的作用：因为可以解决 MOS 管浮地的问题，解决 MOS 管与驱动信号不共地的问题还有减少干扰。

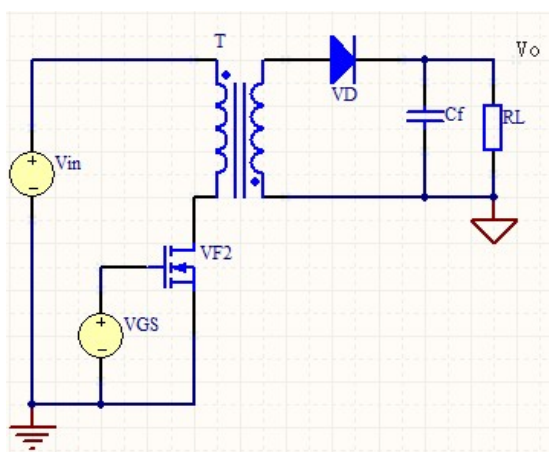
5. MOS 管的过流保护电路如下，简述其工作原理？R4、C1 有何作用？



>>>当电流过大， R_3 的压降大于 0.7V 时，三极管 Q_2 导通，把 Q_1 门极电压拉低，MOS 管关断。 R_4 、 C_1 吸收电路产生的尖峰。

6. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。

>>>反激变换器的拓扑结构如下图所示：



(1) 模态 1 在 $t=0$ 时， Q 导通， V_{in} 通过 Q 加在原边绕组 W_1 上，因此，铁芯磁化，铁芯磁通 Φ 增加，增加斜率为 V_{in}/W_1 。

副边绕组 W_2 上的感应电压为： $V_{w2} = -V_{in} \times W_2/W_1$ ，其极性为“***”端为“+”，使整流二极管 D 截止，负载电流由滤波电容 C_f 提供。此时变压器副边绕组开路，只有原边绕组工作，相当于一个电感，其电感量为 L_1 ，因此原边电流 i_p 从 I_{pmin} 开始线性增加。在此过程中，变压器磁芯被磁化，其磁通 Φ 也线性增加。磁通 Φ 的增加量为：

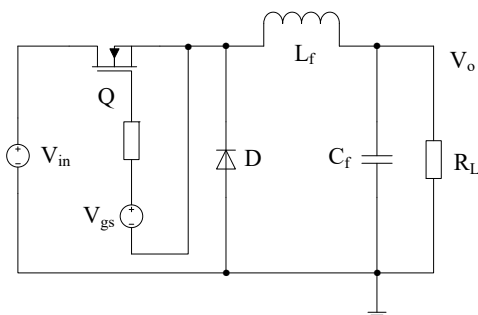
$$\Delta\phi_{(+)} = \frac{V_{in}}{W_1} DT_s$$

(2) 模态 2 在 T_{on} 时刻，关断 Q ，原边绕组开路，副边绕组的感应电势反向，其极性为“***”端为“负”，使整流二极管 D 导通，储存在变压器磁场中的能量通过 D 释放，一方面给 C_f 充电，另一方面向负载供电。此时变压器只有副边绕组工作，相当于一个电感，其电感量为 L_2 。副边绕组上的电压 $v_{w2} = V_o$ ，副边电流 i_s 从 I_{smax} 线性下降。在此过程中，变压器磁芯被去磁，其磁通 Φ 也线性减小。磁通 Φ 的减小量为：

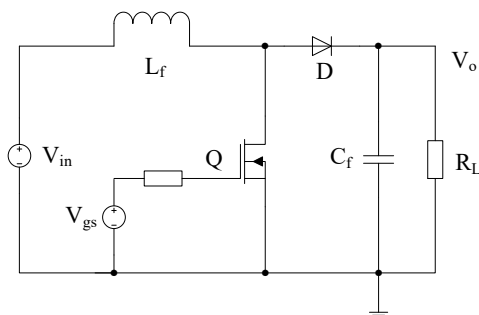
$$\Delta\phi_{(-)} = \frac{V_o}{W_2} (1-D)T_s$$

7. 直流变换器分为非隔离和隔离变换器，画出每类变换器中两种基本的拓扑结构。

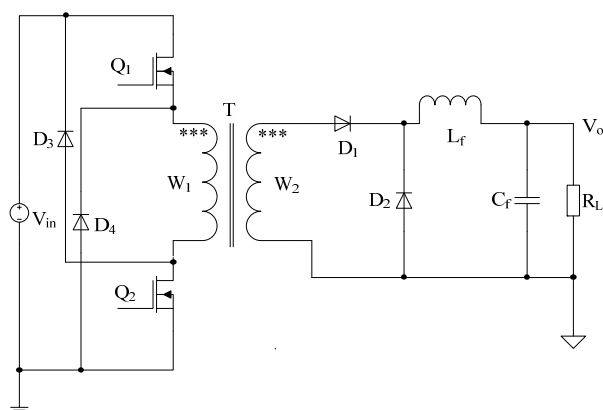
>>>非隔离变换器：



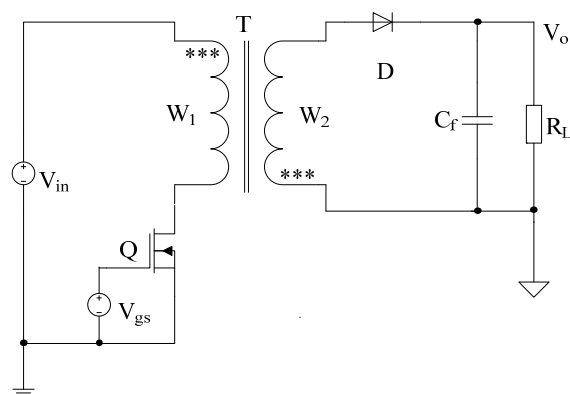
Buck 变换器的拓扑结构



Boost 变换器的拓扑结构



双管正激变换器



反激变换器的拓扑结构

8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。

>>>变压器漏感的测试：把除变压器的原边外的其他副边都给短路，然后测量原边的电感量，这时候的电感量就是漏感。变压器励磁电感的测试：让变压器的所有绕组都处于开路的状态，然后测量原边的电感量，这时候的电感量就是励磁电感。

9. 正激变换器中变压器为什么要进行磁复位？列出磁复位的四种方法，画出其中两种带磁复位的正激拓扑结构。

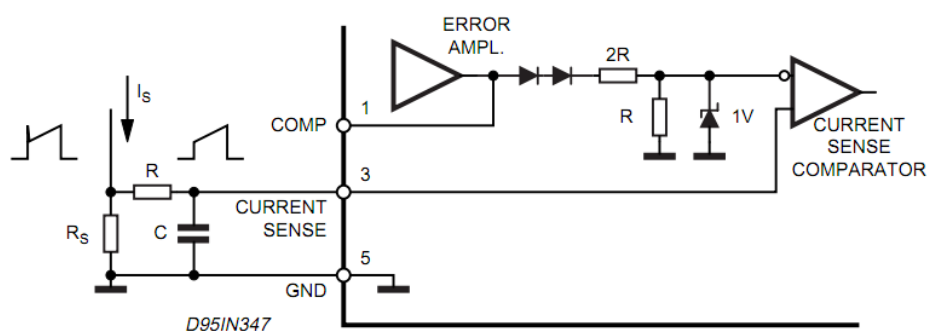
>>>开关管关断后到下一次导通前必须使励磁电流降为零，否则在下一开关周期内，励磁电流将在本周期结束前的剩余值基础上继续增加，并在以后的开关周期中依次累加，导致变压器励磁电感饱和。饱和后励磁电流迅速增长，会损坏开关器件。

磁复位的四种方法：（1）在输入端接复位绕组（2）RCD 复位（3）LCD 复位（4）有源箝位。

10. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比，开关频率和振荡频率之间的关系。

>>>UC3842/43 最大占空比为 96%，开关频率=振荡频率，UC3844/45 最大占空比为 48%，开关频率=振荡频率/2；

11. 利用控制芯片 UC384X 系列，电流检测电路如下，简述 RC 电路的作用， R_s 取值多少？



>>>RC 电路为低通滤波器，吸收电压尖峰， R_s 最大值为 $1/I_{sense}$

12. UC3842/3/4/5 正常启动电压和工作电压分别是多少伏？正常工作电流大概是多少 mA？

>>>UC3842/44 正常启动电压和工作电压分别是 16 伏和 12V，UC3843/45 正常启动电压和工作电压分别是 8.4 伏和 7.6V，正常工作电流大概是 12mA。

13. 有源功率因数校正中控制方法有 PWM 和 PFM 两种，列出每种控制方法中芯片型号两种？

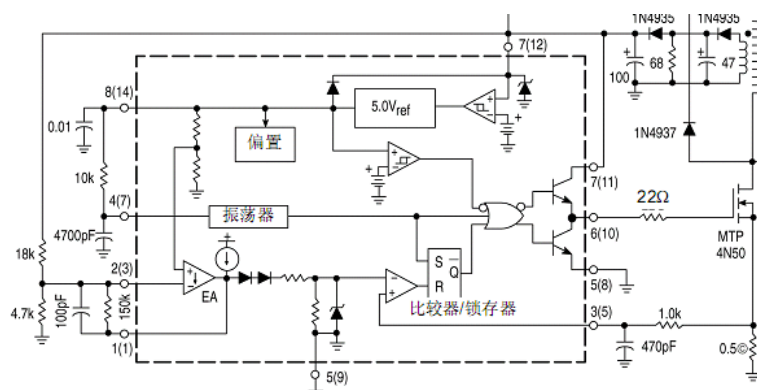
>>>PFM 控制的 IC: L6561、L6562、L6563(ST) NCP1601(ON Semi); PWM 控制的 IC: ICE2PCS01(Infineon) IR1150(IR)

14. 简述浪涌电流产生的原因。

>>>输入交流电压的任意时刻通过开关管的控制传递能量给负载，电路刚开始启动工作时，大的储能电容相当于短路，如果在这时输入电压的峰值给电容充电，就会产生一个很大的电流，该电流由 EMI 滤波器的电阻和其它整流器之前的电阻所限制，该浪涌电流可能是额定情况下系统峰值电流的 20~1000 倍，可能对储能电容、整流器和功率开关管造成破坏性影响。

15. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。

>>>辅助绕组采样的电路如下:



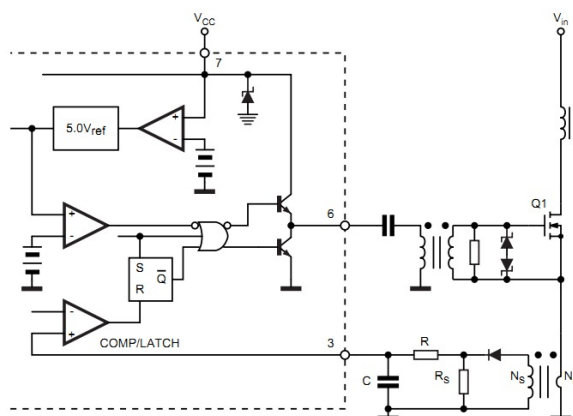
18K、4.7K 为采样电阻:
$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{N_{out}}{N_s}$$

16. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别? 作用分别是什么?

>>>功率变压器、驱动变压器和电流变压器的区别是: 电流变压器用来检测电流, 不需要储存能量, 原副边匝比为 1:n; 驱动变压器, 原边和副边匝比为 1:1, 主要是耦合信号, 解决浮地和不共地的问题, 也不需要储存能量; 功率变压器主要是储能能量和传递能量, 原副边匝比要依据电路来计算。

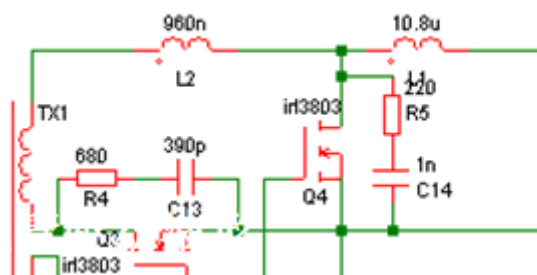
17. 在哪些情况下要采用电流变压器来检测电流? 画出采用电流变压器检测电流时副边电路图?

>>>检测电流比较大, 或者检测电流时电压是浮地的, 也就是检测电流的电压两点中无一点是地线, 比如 Buck 变换器, 检测的电压浮地, 要采用电流变压器检测。电流检测电路如下, Rs 为电流检测电阻。

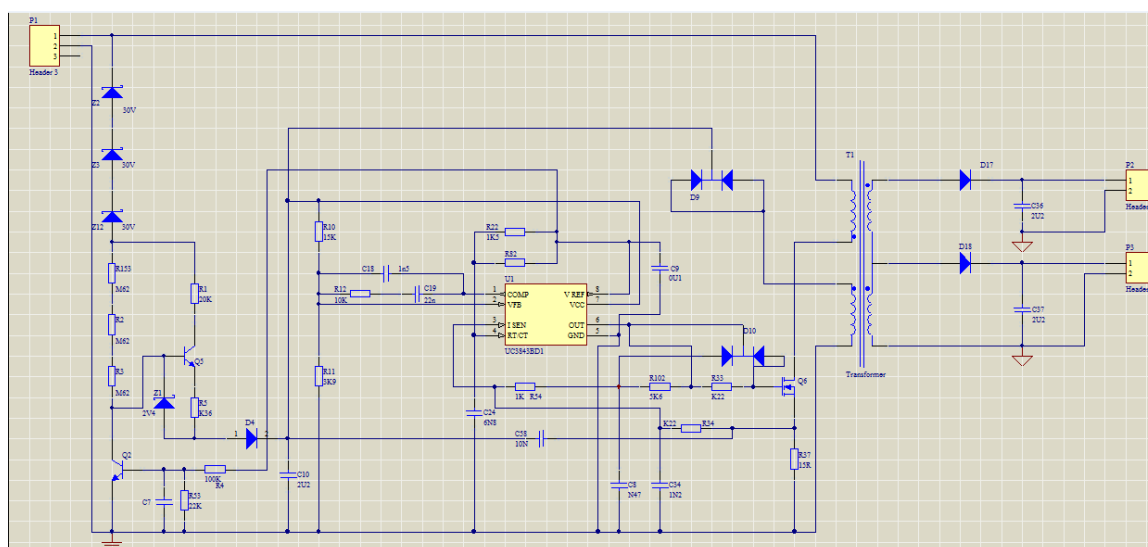


18. 在开关电源中，输出是低电压大电流时，为什么要采用同步整流技术？如功率电路拓扑是双管正激变换器，画出副边同步整流电路（只画拓扑结构）。

>>>采用同步整流技术的原因是输出是低压大电流时，输出整流二极管的压降为 0.7V，会产生很大的损耗，电路效率极低。如功率电路拓扑是双管正激变换器，副边同步整流电路如下：



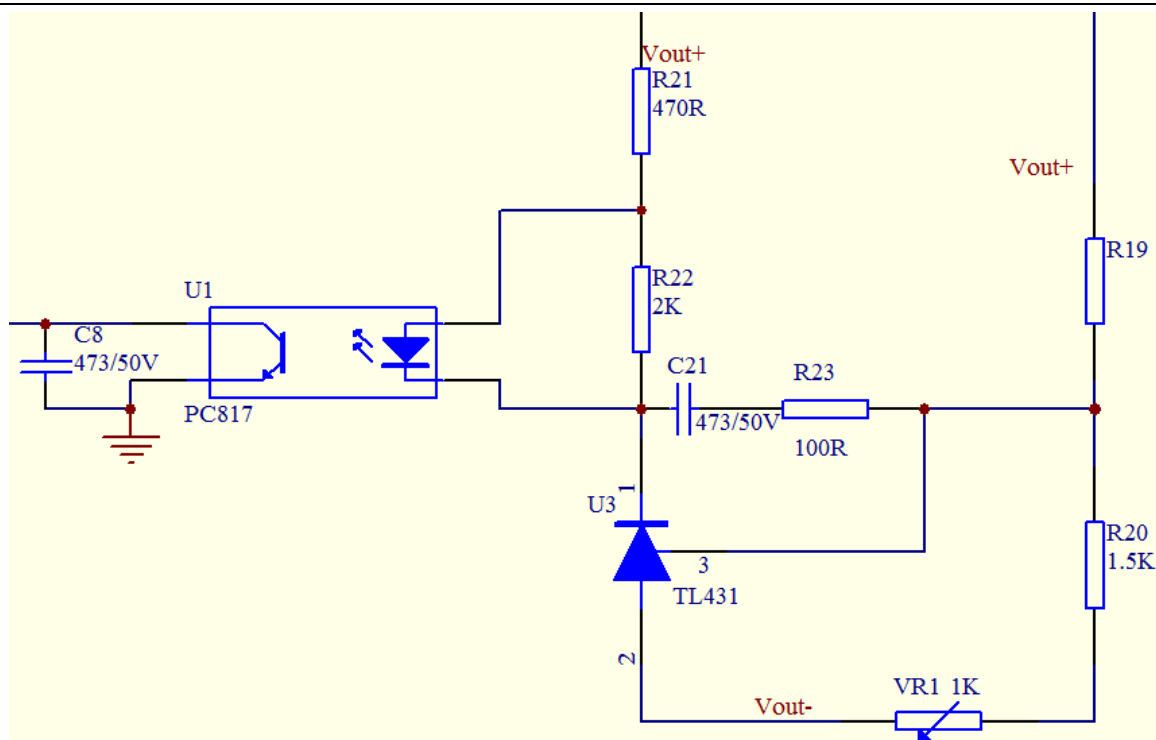
19. 指出下面电源电路用的什么拓扑结构，采用哪种方式来稳定输出电压。



>>>上述电源电路采用反激拓扑结构，采用辅助绕组反馈，间接稳定输出电压。

20. 电源的输出采样和反馈电路如下，如果输出电压 V_{out+} 是 24V，计算 R19 的范围是多少？

如果在输出端加 24V 的电压，把万用表的档位调到二极管档，测量 C8 两端，万用表显示的结果？



>>>根据电压和电阻的比例关系的：
$$\frac{V_{out} - V_{ref}}{V_{ref}} = \frac{R_{19}}{R_{20} + VR1} = \frac{24 - 2.5}{2.5} = 8.6$$
，若 VR1 取 0， $R_{19} = 1.5 \times$

$8.6 = 12.9K$ ，若 VR1 取 1K， $R_{19} = 2.5 \times 8.6 = 21.5K$ 那么 R19 取 13K~21K 之间的一个值。

万用表会发出响声。

试题（五）答案

1. 开关电源按照输入输出电压类型分为哪四类？

>>>按输入输出电压的类型可以分为以下几类:

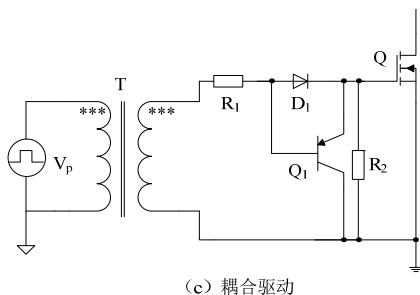
- (1) AC-DC (交流一直流), 又称离线式开关电源 (direct-off-line switching power supply);
- (2) DC-DC (直流一直流), 又称模块电源;
- (3) DC-AC (直流一交流), 又称逆变电源(UPS);
- (4) AC-AC (交流--交流)。

2. 功率场效应管（MOS 管）工作区域分为哪三个区域？MOS 管的重要参数包含哪些？

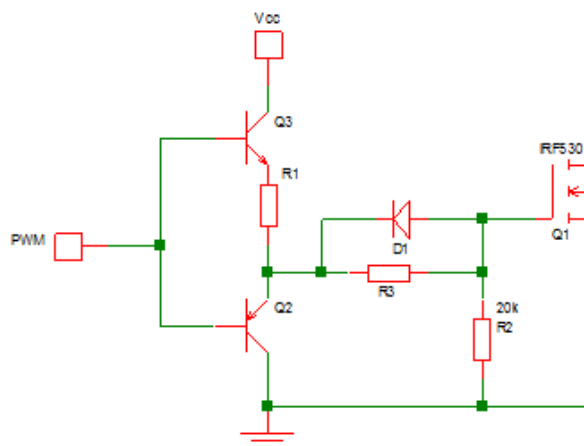
>>>功率场效应管（MOS 管）工作区域可分为截止区，非饱和区，饱和区。功率场效应管工作在截止区时， $V_{GS} < V_{TH}$ ， $I_D = 0$ 。非饱和区： V_{GS} 稍大于 V_{TH} ， $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$ ，当 V_{GS} 不变时， I_D 几乎不随 V_{DS} 的增加而变化，近似为常数。饱和区： $V_{GS} \gg V_{TH}$ ，一般大于 8V， V_{DS} 很小（ $R_{DS(on)}$ 很小，一般为毫欧级）， I_D 比较大。

3. 画出采用变压器耦合来驱动 MOS 管的电路。

>>>变压器耦合驱动 MOS 管的电路如下:



4. 采用互补三极管驱动 MOS 管电路如下，简述为什么要采用互补三极管驱动？以及每个器件在电路中有何作用？

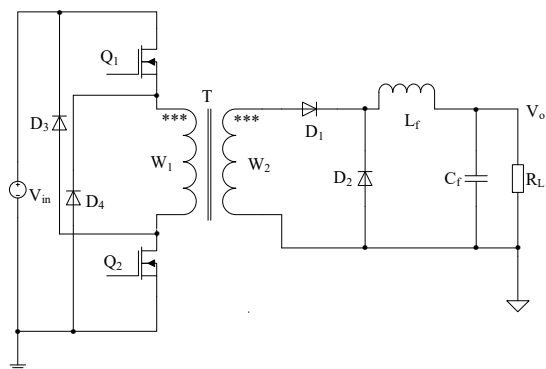


5. 在开关电源电路中，MOS 管作为功率器件之一时，工作在哪两个工作状态，并简述 MOS 管的工作原理。

>>>在开关电源电路中，MOS 管工作在完全导通和截止两个工作状态。MOS 管是通过 GS 间的电压来控制 D、S 的导通情况工作的。

6. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列出输入输出基本关系式，最大占空比为多少？

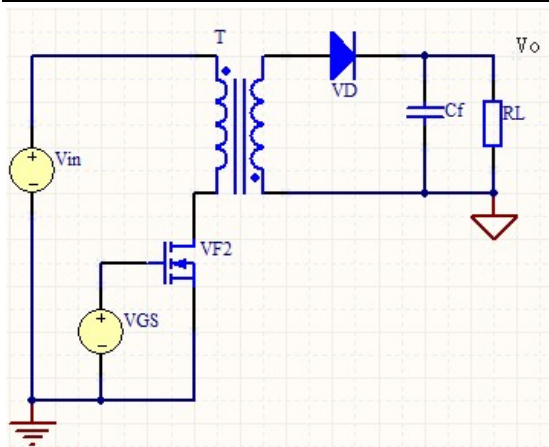
>>>双管正激变换器的拓扑结构如下：



输入输出电压之间的关系为： $V_o = \frac{V_{in}}{N} D$ 最大占空比为 50%。

7. 画出反激变换器的拓扑结构，并分析 CCM 模式的工作原理。

>>>反激变换器的拓扑结构如下图所示：



(1) 模态 1 在 $t=0$ 时, Q 导通, V_{in} 通过 Q 加在原边绕组 W_1 上, 因此, 铁芯磁化, 铁芯磁通 Φ 增加, 增加斜率为 V_{in}/W_1 。

副边绕组 W_2 上的感应电压为: $V_{w2} = -V_{in} \times W_2/W_1$, 其极性为“***”端为“+”, 使整流二极管 D 截止, 负载电流由滤波电容 C_f 提供。此时变压器副边绕组开路, 只有原边绕组工作, 相当于一个电感, 其电感量为 L_1 , 因此原边电流 i_p 从 I_{pmin} 开始线性增加。在此过程中, 变压器磁芯被磁化, 其磁通 Φ 也线性增加。磁通 Φ 的增加量为:

$$\Delta\phi_{(+)} = \frac{V_{in}}{W_1} DT_s$$

(2) 模态 2 在 T_{on} 时刻, 关断 Q, 原边绕组开路, 副边绕组的感应电势反向, 其极性为“***”端为“负”, 使整流二极管 D 导通, 储存在变压器磁场中的能量通过 D 释放, 一方面给 C_f 充电, 另一方面向负载供电。此时变压器只有副边绕组工作, 相当于一个电感, 其电感量为 L_2 。副边绕组上的电压 $v_{w2} = V_o$, 副边电流 i_s 从 I_{smax} 线性下降。在此过程中, 变压器磁芯被去磁, 其磁通 Φ 也线性减小。磁通 Φ 的减小量为:

$$\Delta\phi_{(-)} = \frac{V_o}{W_2} (1-D)T_s$$

8. 如何测试变压器的漏感和励磁电感。

>>>变压器漏感的测试: 把除变压器的原边外的其他副边都给短路, 然后测量原边的电感量, 这时候的电感量就是漏感。变压器励磁电感的测试: 让变压器的所有绕组都处于开路的状态, 然后测量原边的电感量, 这时候的电感量就是励磁电感。

9. 简述反激变换器和正激变换器中变压器的区别。

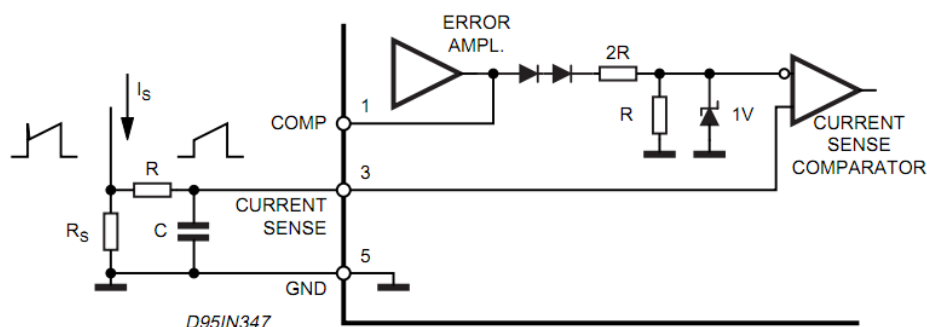
>>>反激变换器和正激变换器的区别是正激变压器的一次绕组的电流由励磁电流和负载电流两部分组成, 在一次绕组有电流的同时, 二次绕组也有电流, 一次侧负载电流分量去平衡次级电流, 激励电流分量会使磁芯顺着磁滞回线移动。而一次侧负载安匝数相互抵消, 它们不会使磁芯顺着磁滞回线来回移动, 而励磁电流占一次侧总电流很小一部分, 一般不大于总电流 10%, 因此不会造成磁芯饱和。而反激式变换器大不相同, 它的工作分成两步: (1) 开关

管导通，母线通过一次绕组将电能转换为磁能储存起来。(2) 开关管关断，存储的磁能通过二次绕组给电容充电，同时给负载供电。

10. 简述 UC3842/43/44/45 最大占空比，开关频率和振荡频率之间的关系。

>>>UC3842/43 最大占空比为 96%，开关频率=振荡频率，UC3844/45 最大占空比为 48%，开关频率=振荡频率/2；

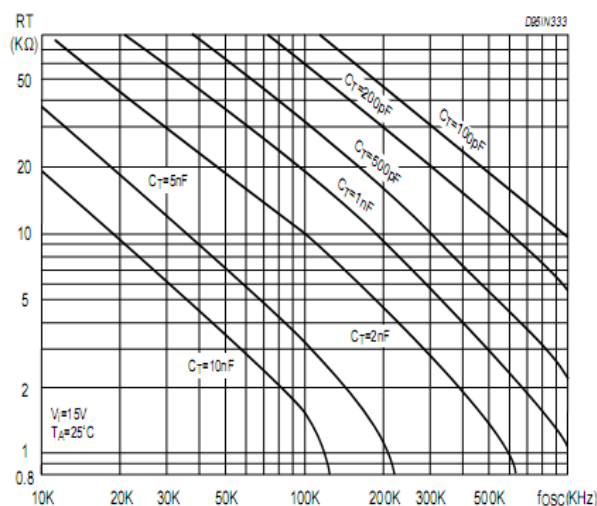
11. 利用控制芯片 UC384X 系列，电流检测电路如下，简述 RC 电路的作用， R_s 取值多少？



>>>RC 电路的作用是：RC 电路为低通滤波器，吸收电压尖峰， R_s 最大值为 $1/I_{sense}$ 。

12. 振荡频率和振荡电阻之间的关系如下图，如果振荡频率为 100KHz，振荡电阻和电容各取多大值？

Figure 2: Timing Resistor vs. Oscillator Frequency



>>>由图可知，振荡频率为 100KHz，振荡电阻和电容各取 10K，2nF。

13. 有源功率因数校正中控制方法有 PWM 和 PFM 两种，列出每种控制方法中芯片型号两

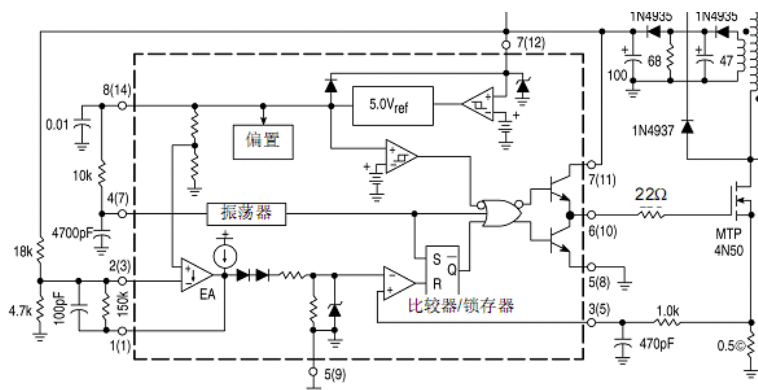
种？

>>>PWM 和 PFM 两种控制方法中芯片型号两种有：PFM 控制的 IC：L6561、L6562、L6563(ST) NCP1601、MC33262(ON Semi)；PWM 控制的 IC：ICE2PCS01(Infineon) IR1150(IR)

14. 简述浪涌电流产生的原因。

>>>输入交流电压的任意时刻通过开关管的控制传递能量给负载，电路刚开始启动工作时，大的储能电容相当于短路，如果在这时输入电压的峰值给电容充电，就会产生一个很大的电流，该电流由 EMI 滤波器的电阻和其它整流器之前的电阻所限制，该浪涌电流可能是额定情况下系统峰值电流的 20~1000 倍，可能对储能电容、整流器和功率开关管造成破坏性影响。

15. 如果采用辅助绕组进行采样电压反馈，画出用辅助绕组采样的电路，并指出输出和辅助绕组匝数之间的关系。



>>>18K、4.7K 为采样电阻。
$$\frac{V_{out}}{V_s} = \frac{N_{out}}{N_s}$$

16. 变压器的原边电感和漏感指什么？如何测量其值？

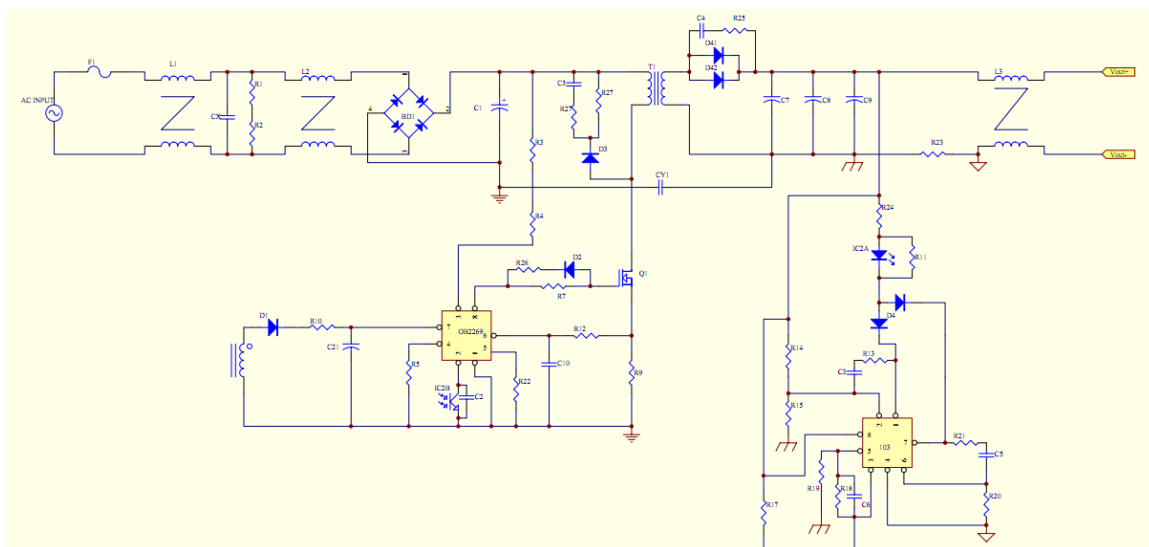
>>>副边开路，用 LCR 电桥测量变压器原边，得到的就是原边电感；副边短路，测量原边得到的就是漏感。

17. 功率变压器、驱动变压器和电流变压器有何区别？作用分别是什么？

>>>功率变压器、驱动变压器和电流变压器的区别是：电流变压器用来检测电流，不需要储存能量，原副边匝比为 1:n；驱动变压器，原边和副边匝比为 1:1，主要是耦合信号，解决浮地和不共地的问题，也不需要储存能量；功率变压器主要是储能能量和传递能量，原副边匝比要依据电路来计算。

18. 控制芯片 OB2269 控制的反激式电源，输出 12V/5A，如果没有输出电压，分析可能引起

没有输出的原因；分析电路图有哪几部分组成，每一部分电路的作用。



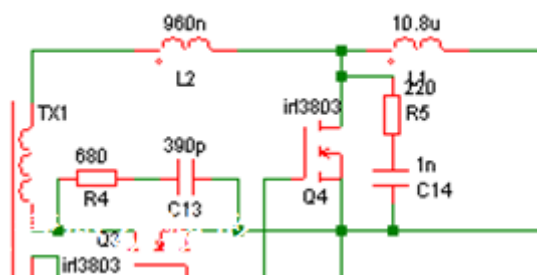
>>>没有输出的原因及分析有（1）检查整流滤波电路，即 C_1 前面那部分电路是否正常；（2）电阻 R_3 、 R_4 是否太大，不能给芯片提供足够的启动电压和电流；（3）电流检测电阻 R_9 是否损坏；（4）调试 IC3 和光耦是否正常；（5）驱动电路是否正常。

电路主要由四大部分电路组成：（1）EMI 整流滤波；（2）反激变换器；（3）PWM 芯片控制电路；（4）输出检测和反馈电路。

19. 电源的基本要求如下：输入 220Vac/50Hz，输出 12V/3.3A，画出电路图。（包括 EMI 滤波和浪涌电流抑制电路）

20. 在开关电源中，输出是低电压大电流时，为什么要采用同步整流技术？如功率电路拓扑是双管正激变换器，画出副边同步整流电路（只画拓扑结构）。

>>>输出是低压大电流时，输出整流二极管的压降为 0.7V，会产生很大的损耗，电路效率极低。如功率电路拓扑是双管正激变换器，副边同步整流电路如下：



试题（六）答案

1. 简述开关电源与传统的线性稳压电源相比，有何优点？

>>>开关电源的优点：（1）体积小，重量更轻（体积和重量只有线性电源的 20~30%）；（2）转换效率高，更省电（开关电源效率一般高于 70%，而线性电源只有 30~40%）；（3）自身抗干扰性强、电压范围宽。当然，跟线性电源相比，开关电源也有不足之处，比如，输出纹波大；因为以开关方式工作，所以会有较大的电磁干扰。

2. 开关电源产品在日常生活中得到了广泛的应用，列举四个应用到开关电源的产品？

>>>（1）电脑适配器（2）变频空调的电源（3）电冰箱（4）投影仪

3. 标志开关电源特性参数的七个方面分别是？

>>>功率、电压、电流、功率密度、可靠性、效率、体积

4. 开关电源按照输入输出电压类型分为哪四类？

>>>按输入输出电压的类型可以分为以下几类：

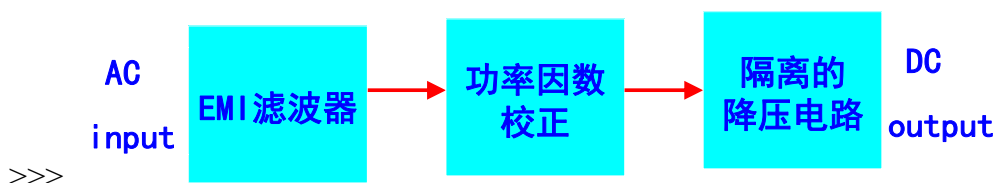
（1）AC-DC（交流一直流），又称离线式开关电源（direct-off-line switching power supply）；

（2）DC-DC（直流一直流），又称模块电源；

（3）DC-AC（直流一交流），又称逆变电源(UPS)；

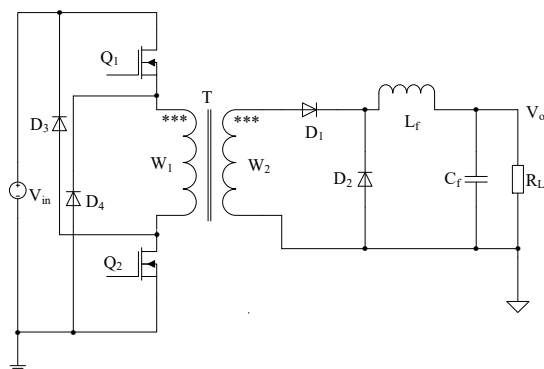
（4）AC-AC（交流--交流）。

5. 画出离线式开关电源的结构框图？



6. 画出双管正激变换器的拓扑结构，并列输入和输出的基本关系式。

>>>双管正激变换器的拓扑结构如下：



输入输出电压之间的关系为：
$$V_o = \frac{V_{in}}{N} D$$

7. 简述反激变换器和正激变换器的区别。

>>>反激变换器和正激变换器的区别是正激变压器的一次绕组的电流由励磁电流和负载电流两部分组成，在一次绕组有电流的同时，二次绕组也有电流，一次侧负载电流分量去平衡次级电流，激励电流分量会使磁芯顺着磁滞回线移动。而一次侧负载安匝数相互抵消，它们不会使磁芯顺着磁滞回线来回移动，而励磁电流占一次侧总电流很小一部分，一般不大于总电流 10%，因此不会造成磁芯饱和。而反激式变换器大不相同，它的工作分成两步：（1）开关管导通，母线通过一次绕组将电能转换为磁能储存起来。（2）开关管关断，存储的磁能通过二次绕组给电容充电，同时给负载供电。

8. PWM 控制芯片通常有哪两种控制方法？每一种方法的应用场合？

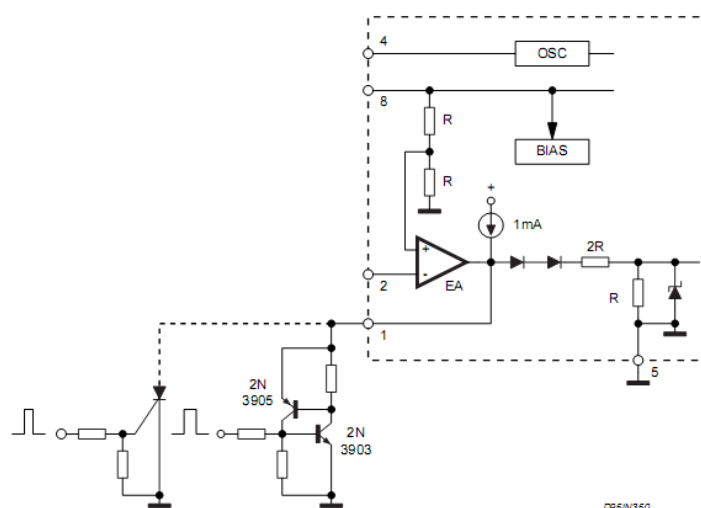
>>>控制芯片通常有 PWM 和 PFM 两种控制，即脉冲宽度调制和脉冲频率调制，PWM 主要应用在 DC-DC 和 PFC 电路中，PFM 主要应用在 PFC 电路和谐振电路中

9. 简述 PWM 控制芯片 UC3842 的 8 个引脚名称及作用。

引脚号	引脚名称	说明
1	补偿	该引脚为误差放大器输出，并用于环路补偿。
2	电压反馈	该引脚是误差放大器的反相输入，通常通过一个电阻分压器连接到开关电源输出端。
3	电流取样	一个正比于电感电流的电压接至此输入，脉宽调制器使用此信息中止输出开关的导通。
4	R_T/C_T	通过将电阻 R_T 连接至 V_{ref} 以及电容 C_T 连接至地，使振荡器频率和最大输出占空比可调。工作频率可达 500KHz。
5	地	该引脚是控制电路和工作电源的公共地。
6	输出	该输出直接驱动功率 MOSFET 的栅极，高达 1.0A 的峰值电流经此管脚

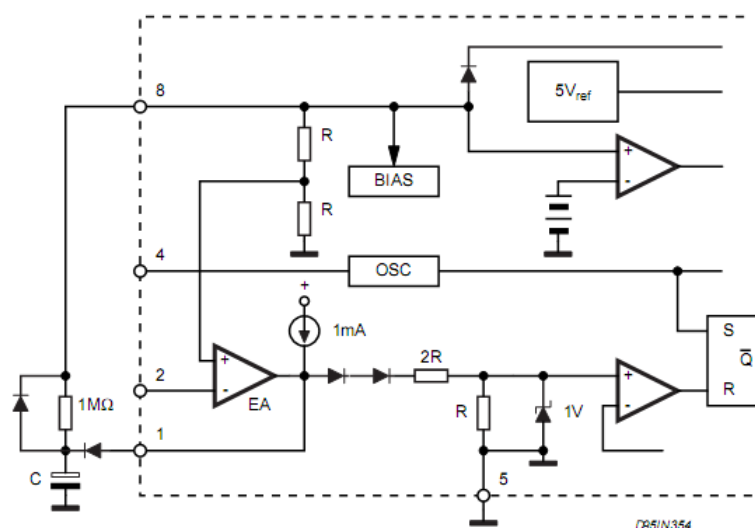
		拉与灌。
7	V_{CC}	该引脚是控制集成电路的正电源。
8	V_{ref}	该引脚是参考输出，它通过电阻 R_T 向电容 C_T 提供充电电流。

10. 简述下面保护电路是如何控制 UC3842 的第一引脚，也就是外部信号为高电平和低电平时，pin1 的工作状态。



>>>当外部信号为高电平时，NPN 三极管导通，把发射极电平拉低，PNP 三极管导通，把引脚 1 电平拉低，芯片 UC3842 就停止工作；当外部信号为低电平时，NPN 三极管就截止，PNP 三极管也截止，芯片 UC3842 就维持原来的工作。

11. PWM 控制芯片 UC384X 系列，实现软启动（soft start）电路如下，分析其电路的工作原理。两个二极管的作用有何不同。



12. EMI 的全称，中文意思。

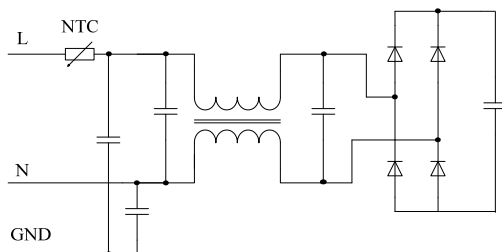
>>>EMI 的全称是 Electromagnetic Interference，中文意思：电磁干扰。

13. 简述浪涌电流产生的原因。

>>>输入交流电压的任意时刻通过开关管的控制传递能量给负载，电路刚开始启动工作时，大的储能电容相当于短路，如果在这时输入电压的峰值给电容充电，就会产生一个很大的电流，该电流由 EMI 滤波器的电阻和其它整流器之前的电阻所限制，该浪涌电流可能是额定情况下系统峰值电流的 20~1000 倍，可能对储能电容、整流器和功率开关管造成破坏性影响。

14. 画出一一种抑制浪涌电流的电路。

>>>抑制浪涌电流的电路如下：



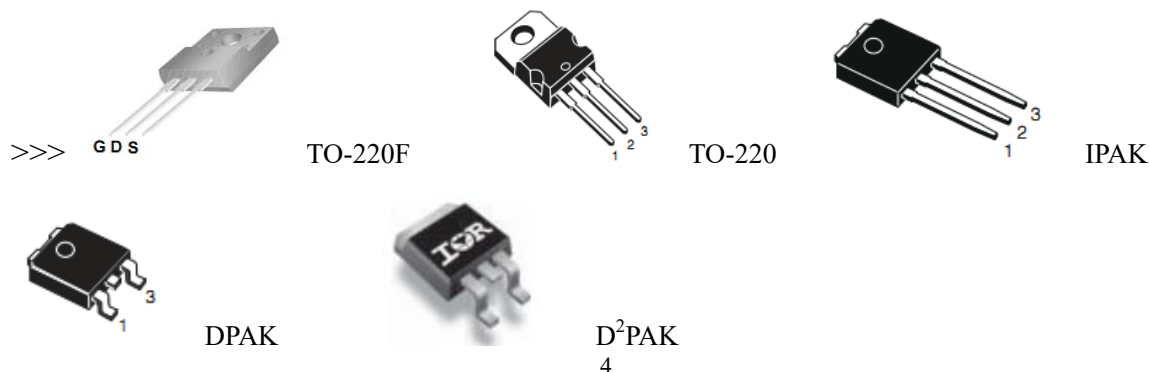
15. 通常讲一个电阻的功率多大，指什么温度下的功率。当电阻温度升高时，功率会如何变化？

>>>指温度低于 75 度时下的功率，当电阻温度升高时，功率会降低。

16. 如何区分二极管的极性及判断是否正常？（从外形和万用表两方面）

>>>外形：有标记的一端为阴极，另外一端为阳极。数字万用表测量：红表笔和黑表笔各接一端，再反过来接一次，显示为 500—600 和 1 两种数据，说明二极管正常；否则就不正常。显示为 500—600 时，红表笔接的是阳极，黑表笔接的是阴极。

17. 列出五种不同封装的二极管型号及对应的封装形式。

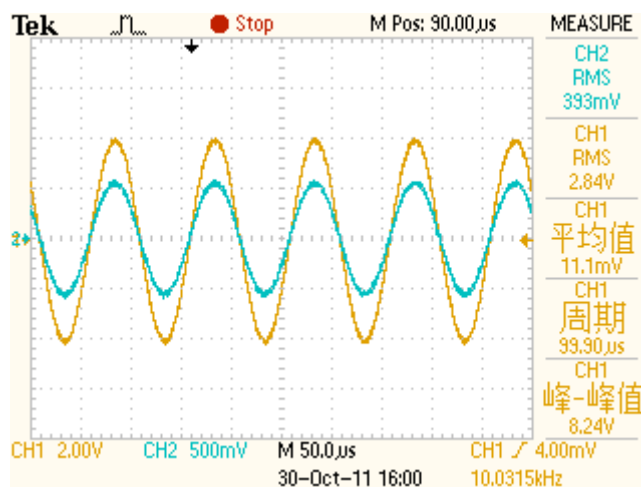


18. 如何测量变压器的原边电感和漏感？

>>>副边开路，用 LCR 电桥测量变压器原边，得到的就是原边电感；副边短路，测量原边得到的就是漏感。

19. 如何判断变压器的同名端和异名端？

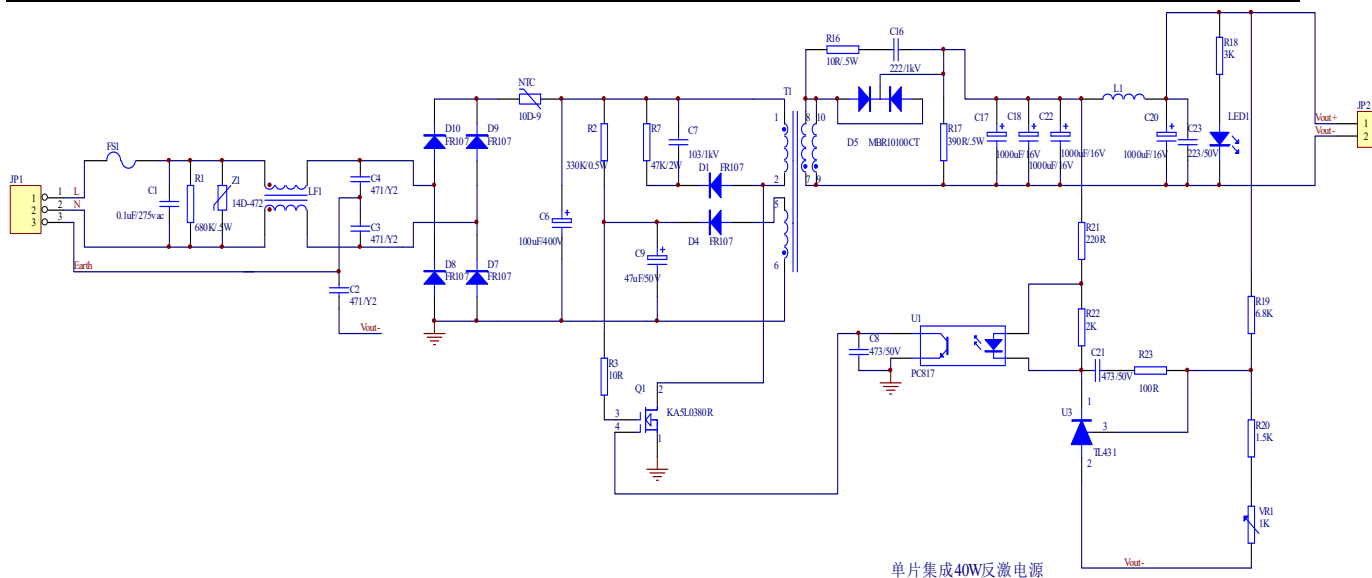
>>>有两种方法：（1）示波器+信号发生器判断：信号发生器输出一个 10KHz 正弦波，接到变压器的原边，示波器的两个通道分别接到原边和副边测得波形如下，同时接示波器通道的正极为同名端。另外，波形的幅值之比得出原副边匝数之比。



（2）用 LCR 电桥测量：分别测量原边和副边的电感为 L_1 和 L_2 ，原边和副边各一端连在一起，测量原副边另外一端，电感量为 L_3 。若 $L_1 + L_2 < L_3$ ，原副边连在一起的一端为异名端；若 $L_1 + L_2 > L_3$ ，原副边连在一起的一端为同名端。

20. 单片集成 40W 反激式电源如下图，如果把输出调到 5V/5A，需要调整电路中哪些参数？

如何调整？



>>>需要调整电路有：输出检测反馈网络及变压器参数。主要有 R_{17} 、 R_{18} 、 R_{19} 、 R_{21} 及变压器的原副边匝数之比及电感量。具体的计算过程可参考《开关电源原理与分析》，梁奇峰主编。