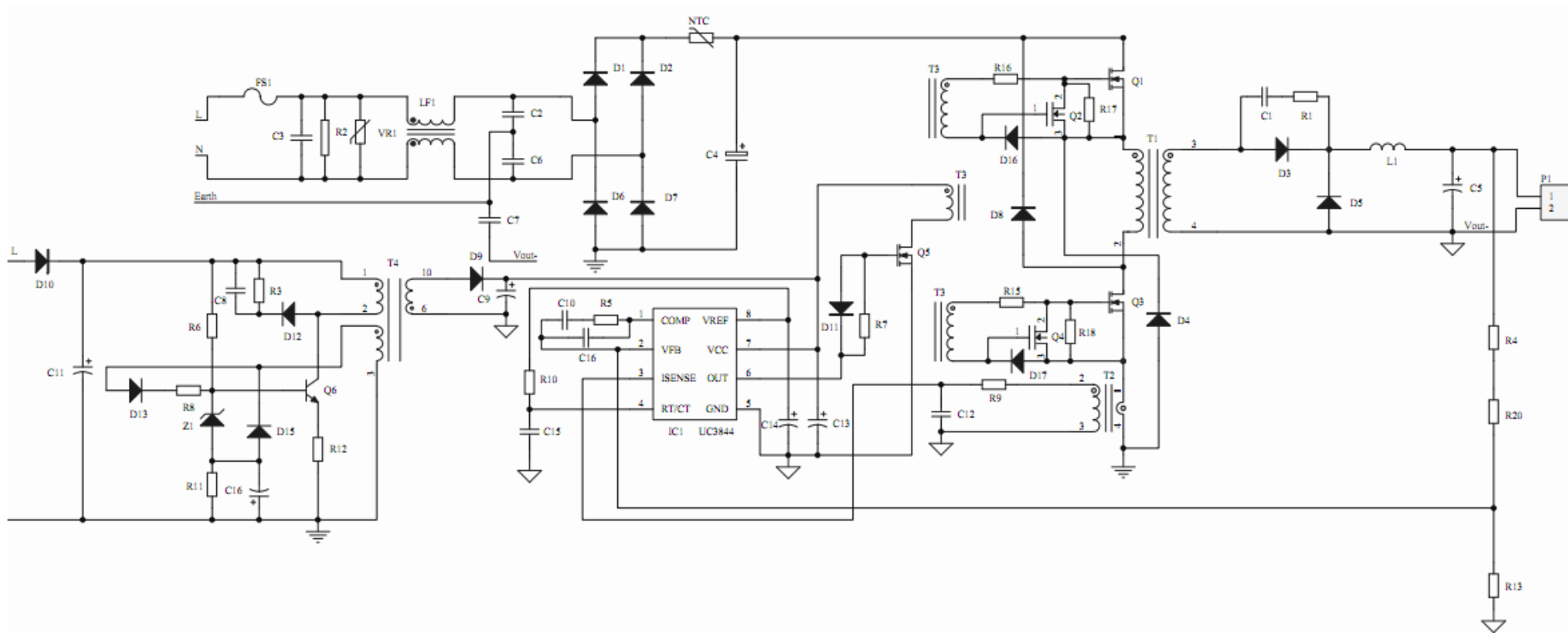


学习情境三 正激式电源电路的分析（二）



双管正激电源电路



双管正激电源电路的学习分解成三个任务：

任务一 双管正激变换器的介绍

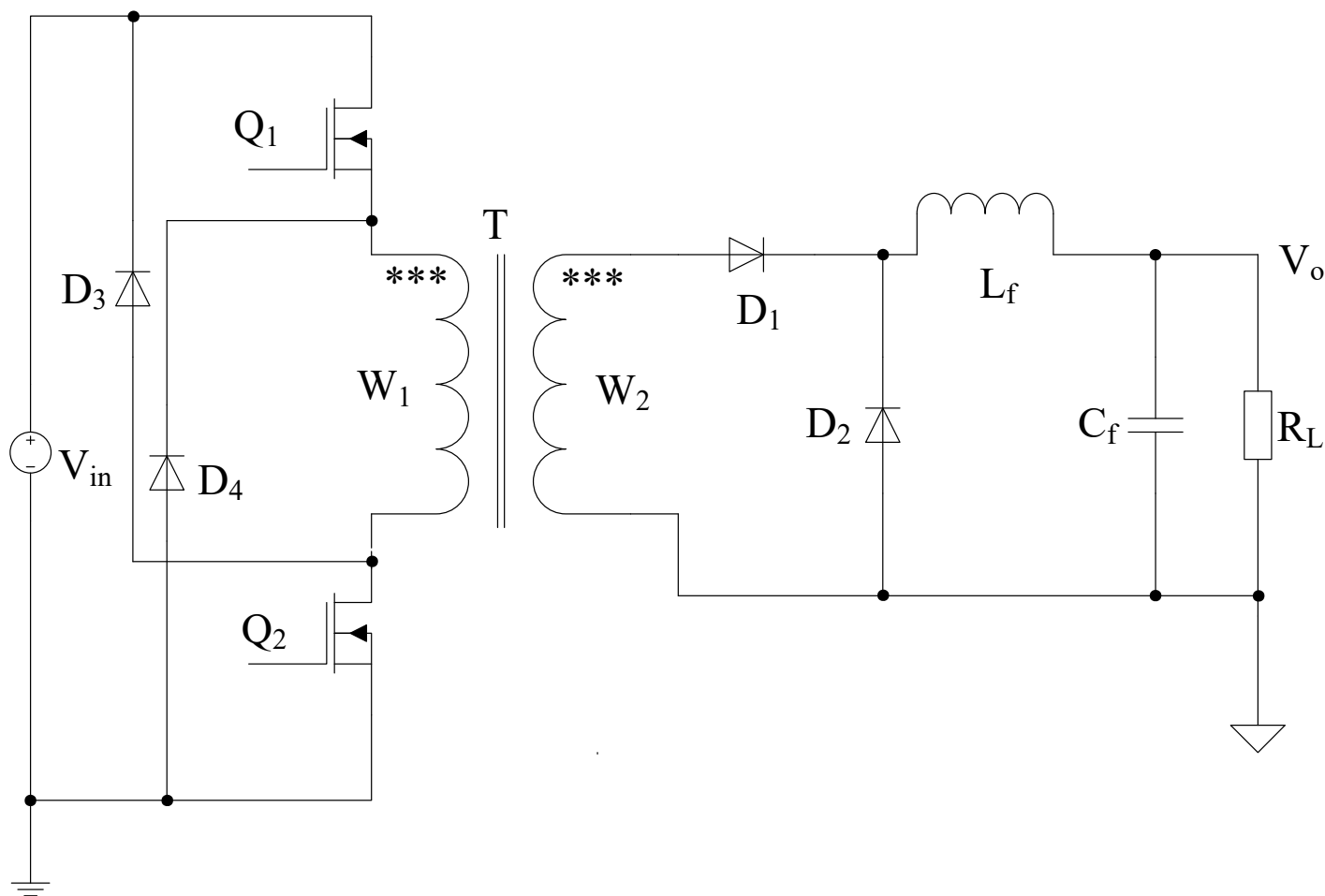
任务二 双管正激电源电路的分析

任务三 正激变换器和反激变换器的比较

任务一 双管正激变换器的介绍— double Forward converter

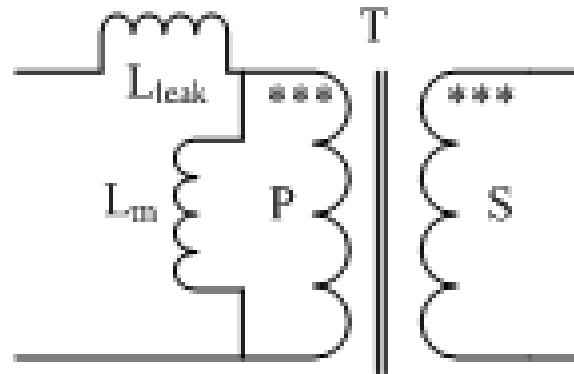


1. 电路结构





回顾：正激式变压器的等效电路：



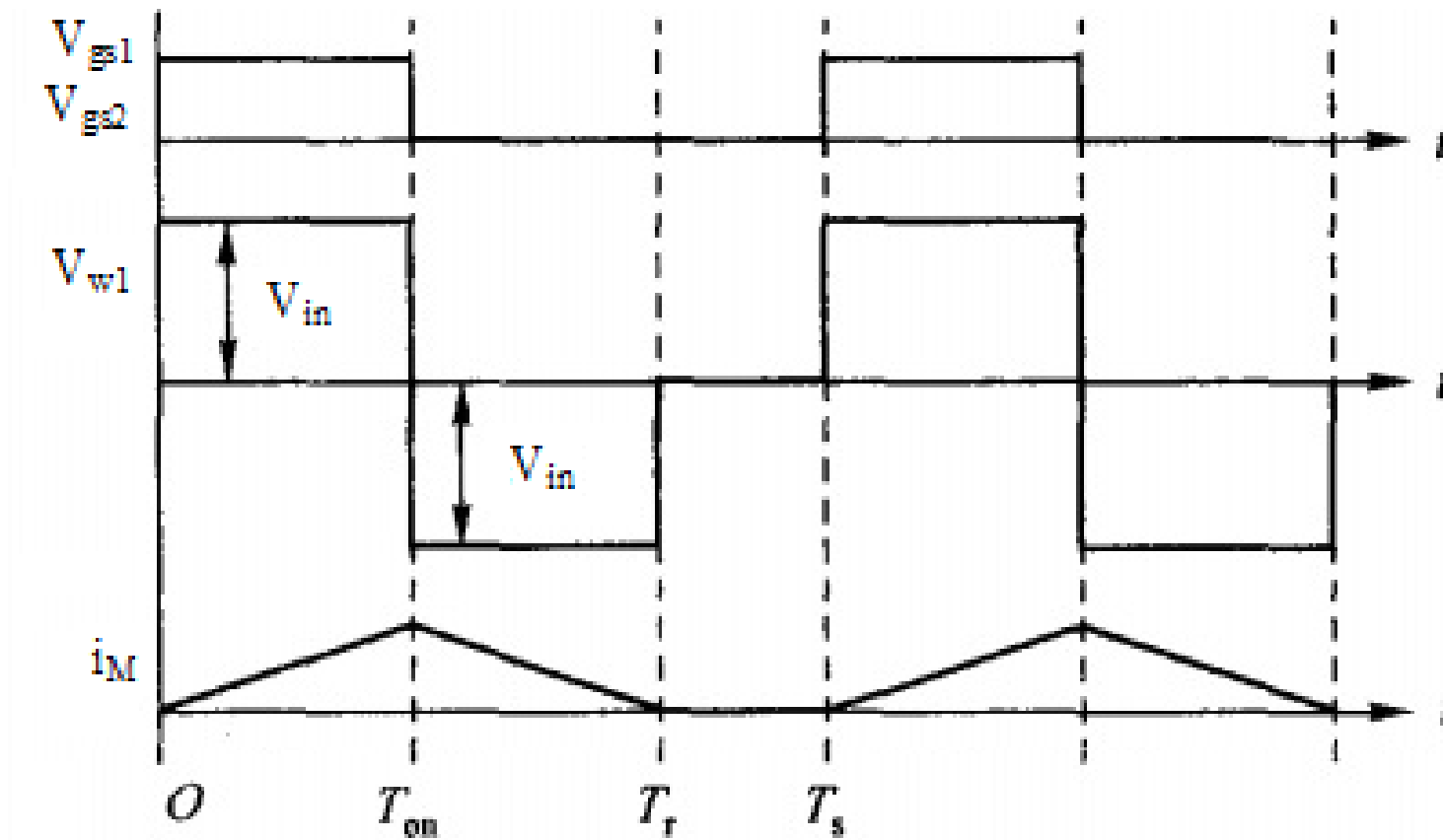
问题：

- 1.分析正激变换器中最大占空比为多少？
- 2.驱动信号如何同时驱动两个MOS管？

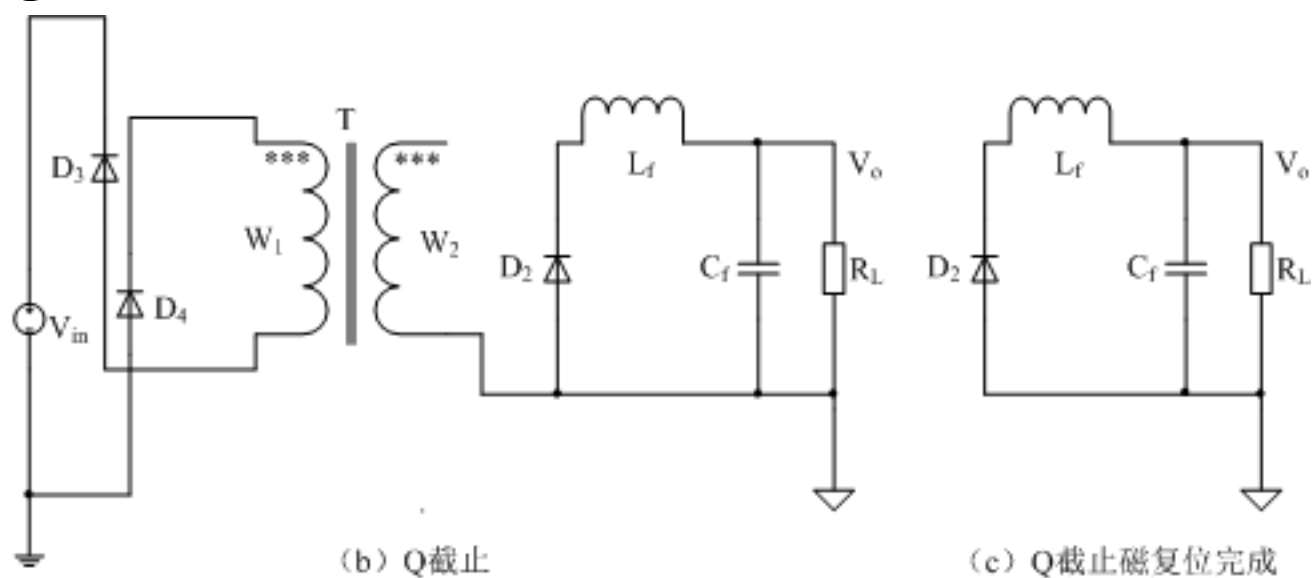
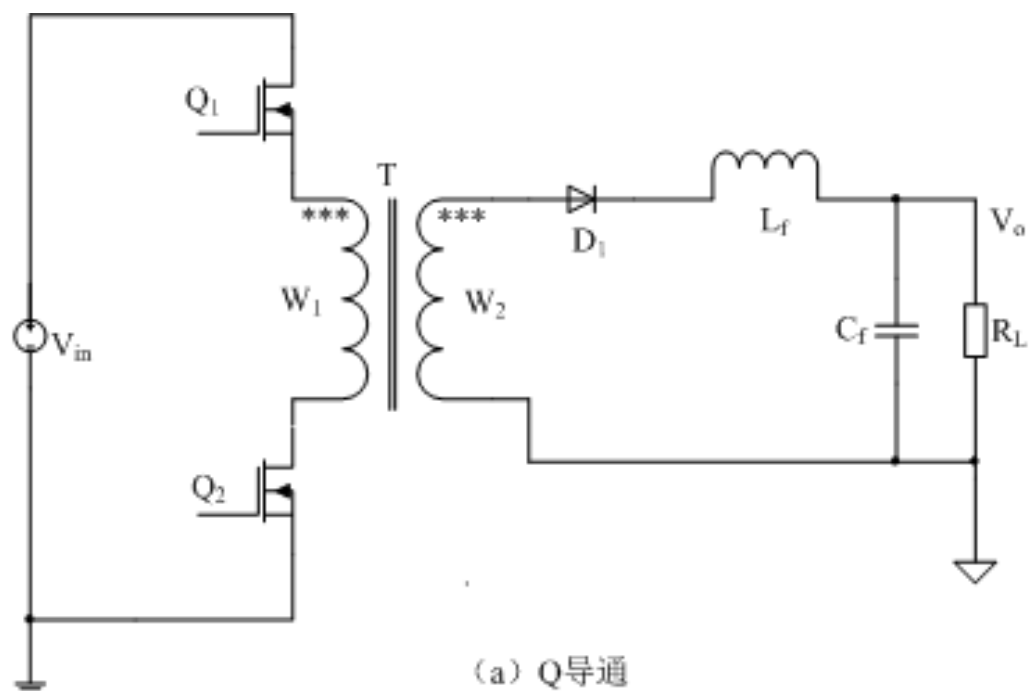


2. 双管正激变换器工作原理的分析

正激变换器的主要理论波形



等效电路



(c) Q截止磁复位完成



工作原理分析：

(1) MOS管导通时，电源电压加在原边绕组W1上，变压器储存能量，磁通量增加。在导通期间，磁通的增加量为：

$$\Delta\Phi (+) = \frac{V_{in}}{W_1} * D * T_s$$

此过程中，副边绕组的电压为 V_{in}/N （ N 为原边和副边匝数比），整流二极管D3导通，给电感、电容充电和负载供电。



(2) MOS管截止时，变压器原边励磁电感中的电流不能跃变（方向不变，大小连续变化），通过二极管D1和D2继续流通。此时，变压器进行磁复位，变压器上的电压为 $-V_{in}$ 。磁通量的减小量为：

$$\Delta\Phi \quad (-) = \frac{V_{in}}{W_1} * \Delta D * T_s$$

副边绕组W2，同名端的电压为负，整流二极管D3截止，续流二极管D4导通，电感和电容释放能量，给负载供电。



最大占空比的确定

变压器要进行磁复位，也就是增加的磁通量等于减小的磁通量，即： $\Delta\Phi(+) = \Delta\Phi(-)$

$$\frac{V_{in}}{W_1} * D * T_s = \frac{V_{in}}{W_1} * \Delta D * T_s \Rightarrow D = \Delta D$$

最大占空比

$$D + \Delta D \leq 1 \Rightarrow D_{\max} = 50\%$$

通常，双管正激变换器中，最大占空比为46%左右。



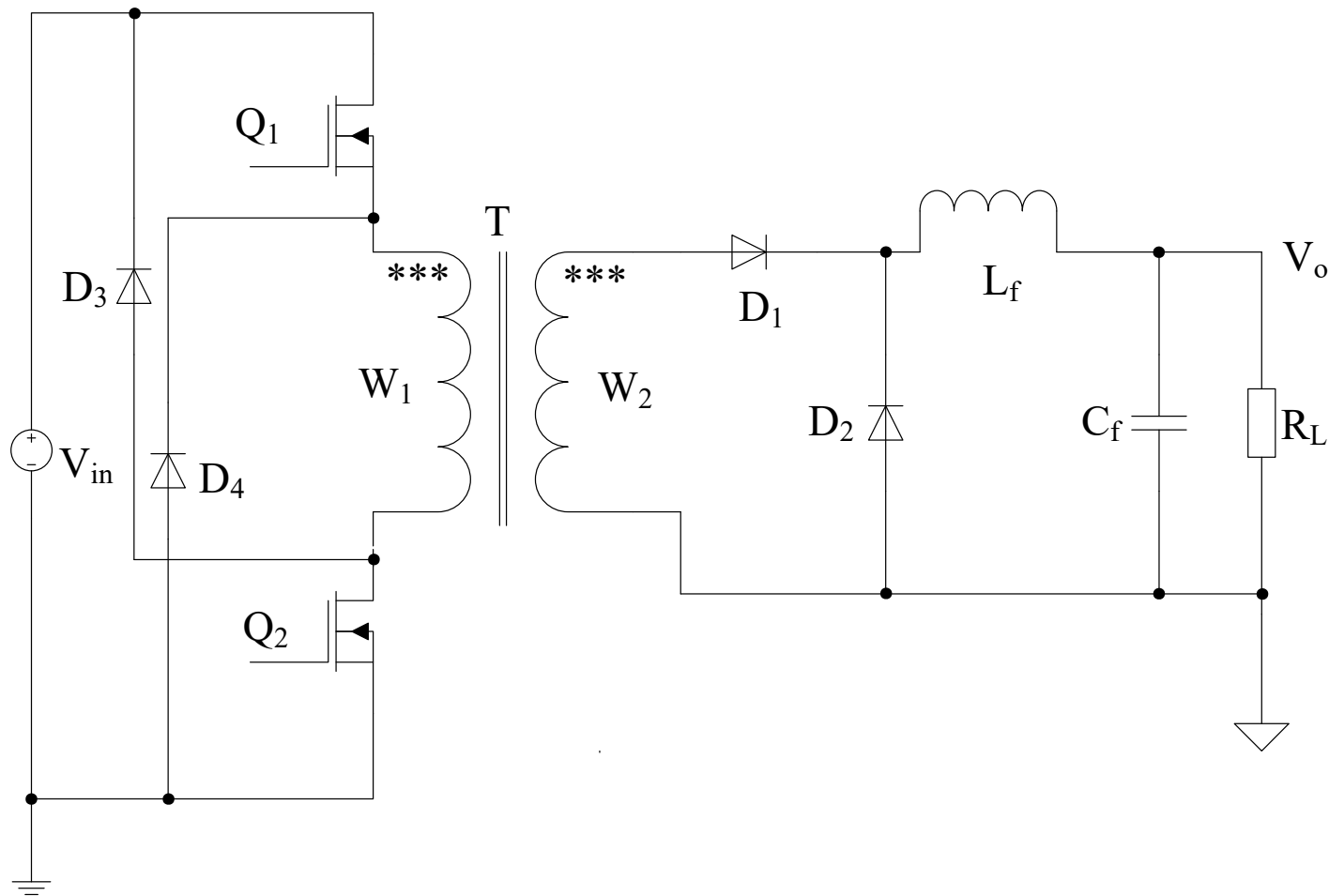
3. 基本关系式

从前面的分析知，forward变换器实际上是一个隔离的Buck变换器，其输入输出电压之间的关系为：

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{N} * D_y$$



3. 基本关系式的推导







电路工作原理分析

分析电路的基本方法：先从整体上分析电路的结构（说清楚具体的结构），再从局部（或控制芯片引脚的功能）分析每一部分或每个元件的作用。

电路组成结构：

EMI整流滤波电路、双管正激变换器、控制电路、芯片V_{cc}辅助电源电路四部分构成。

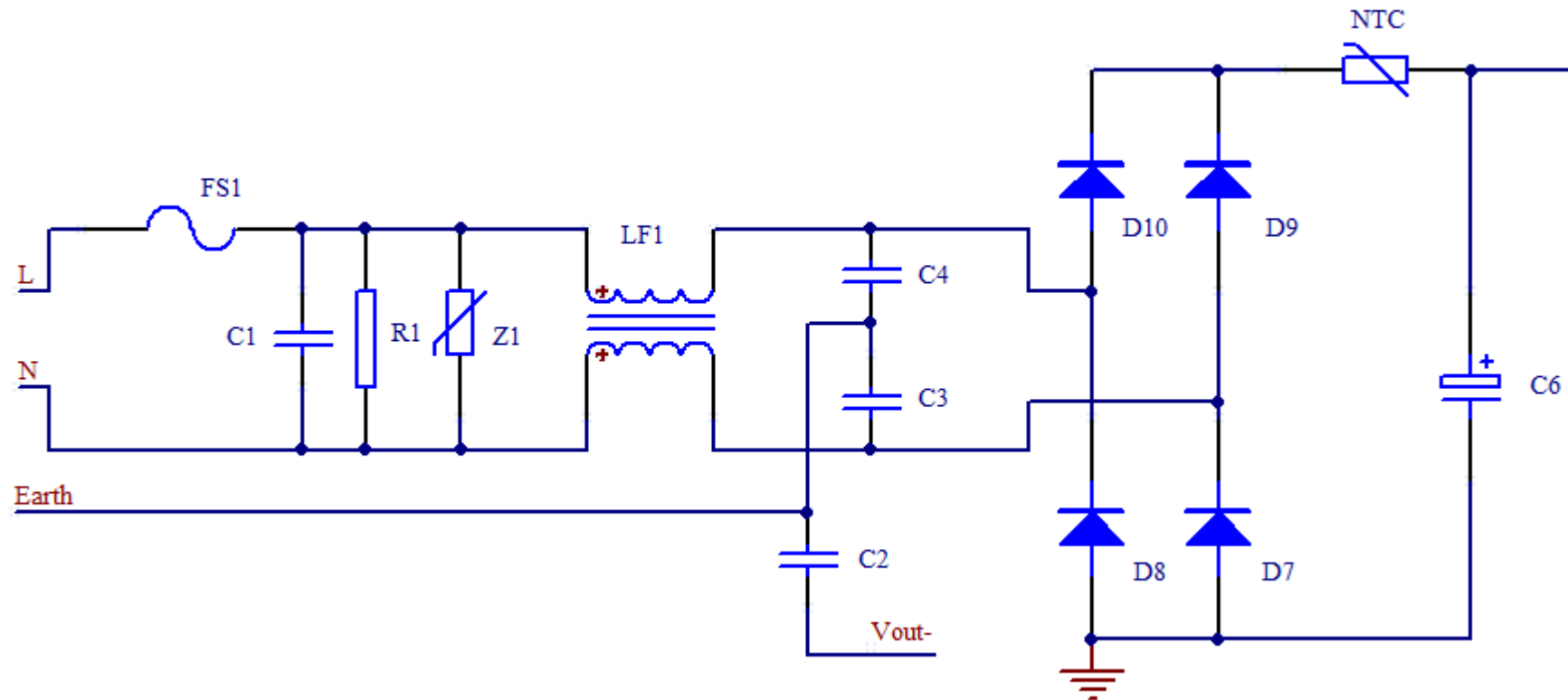


控制芯片与功率电路（或拓扑结构）的连接主要是：电流的采样、输出电压的采样、MOS管的驱动以及 V_{CC} 等。

若拓扑结构是隔离式变换器，控制芯片与拓扑结构原边或副边共地。



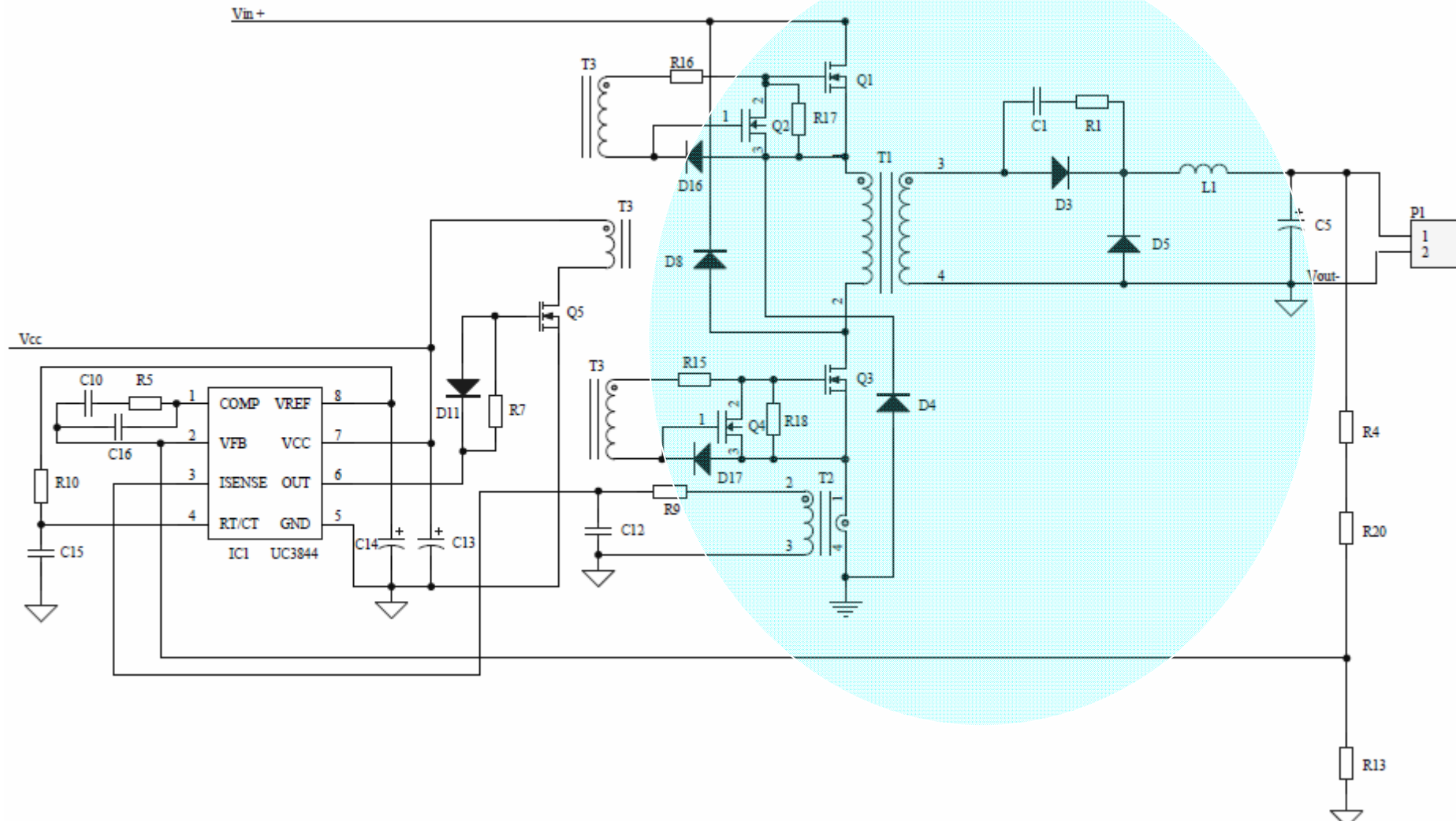
(1) EMI整流滤波电路



NTC抑制浪涌电流



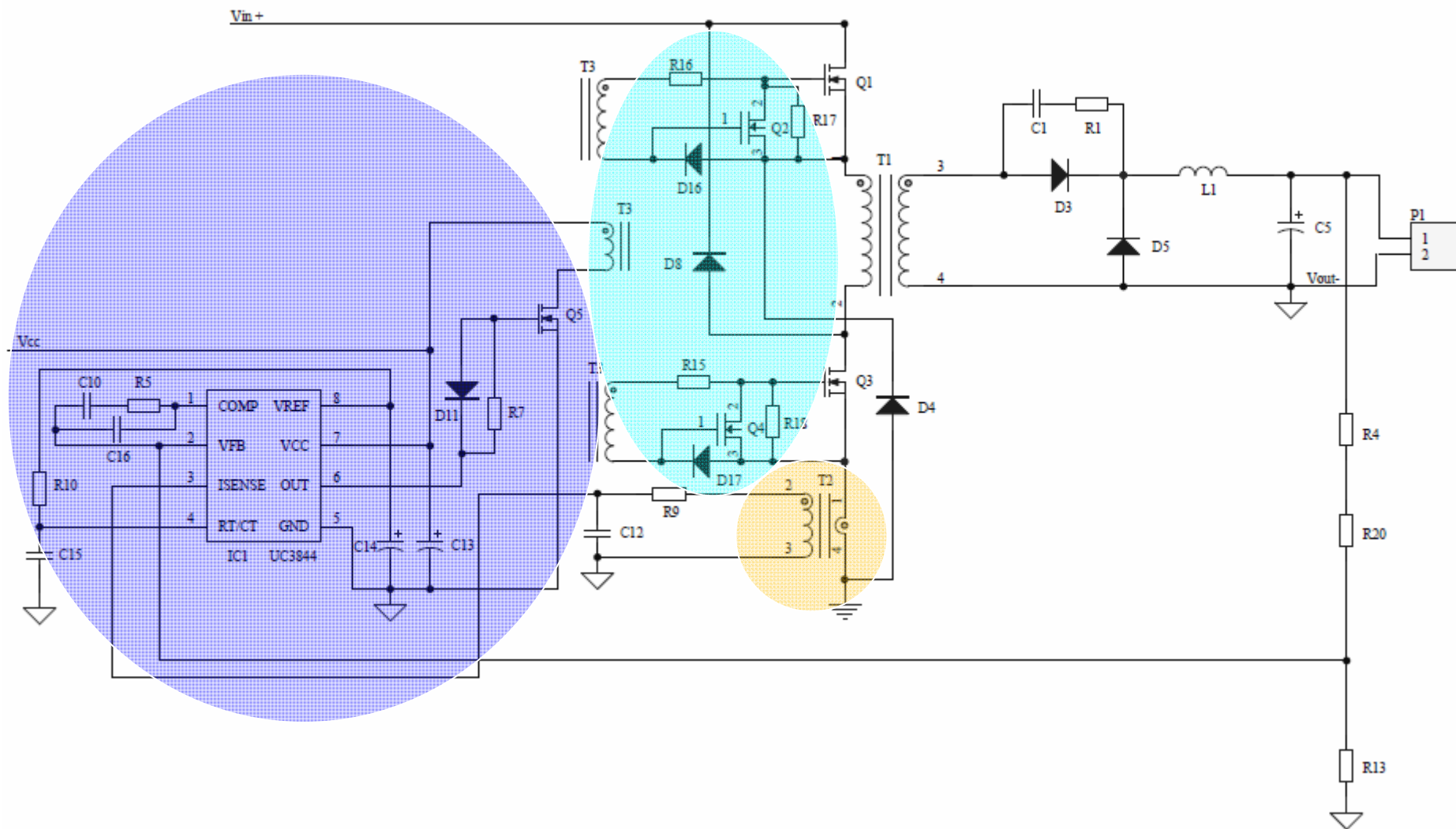
(2) 双管正激变换器





(3) 控制电路

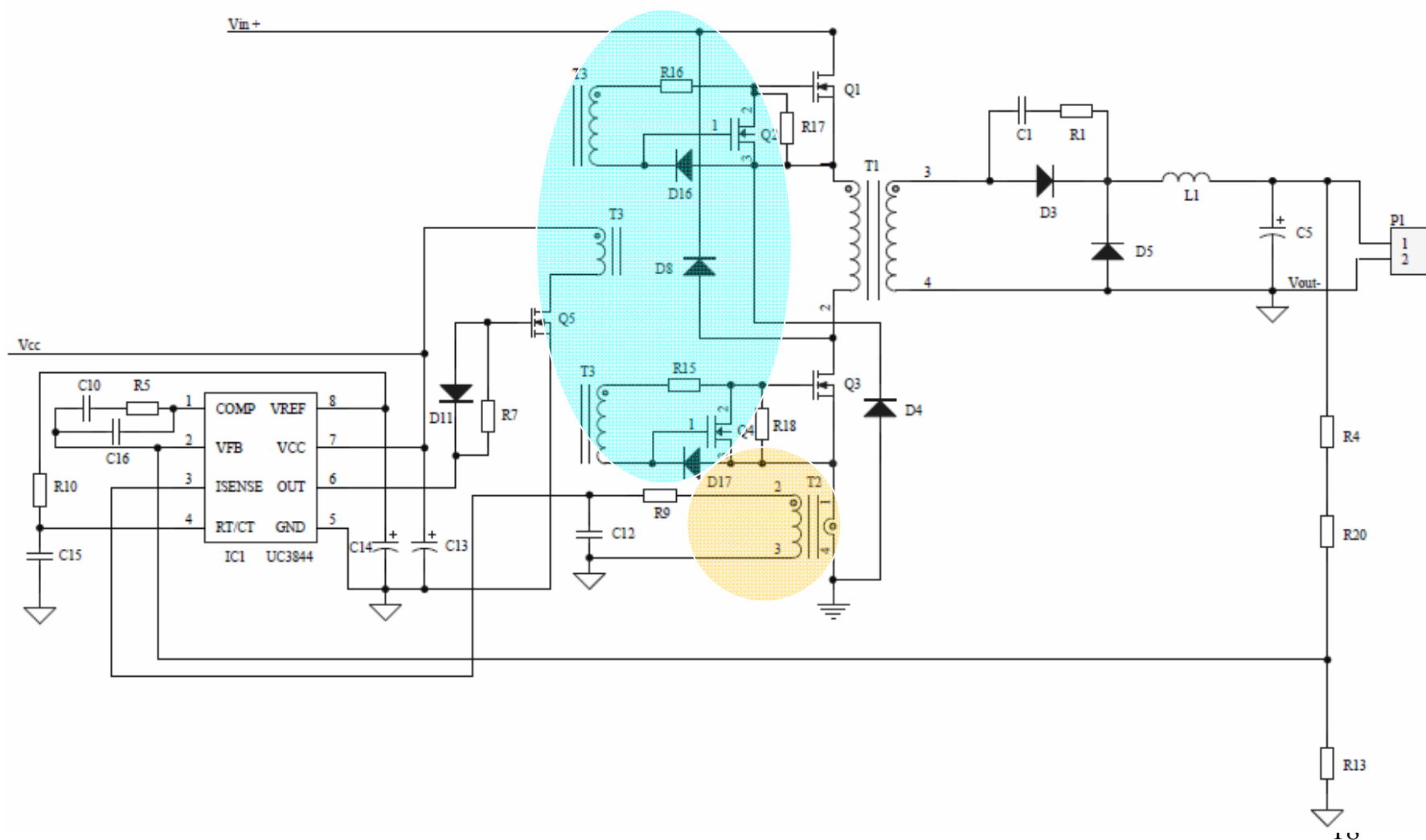
控制电路由UC3844构成的，如下标注





(3) 控制电路

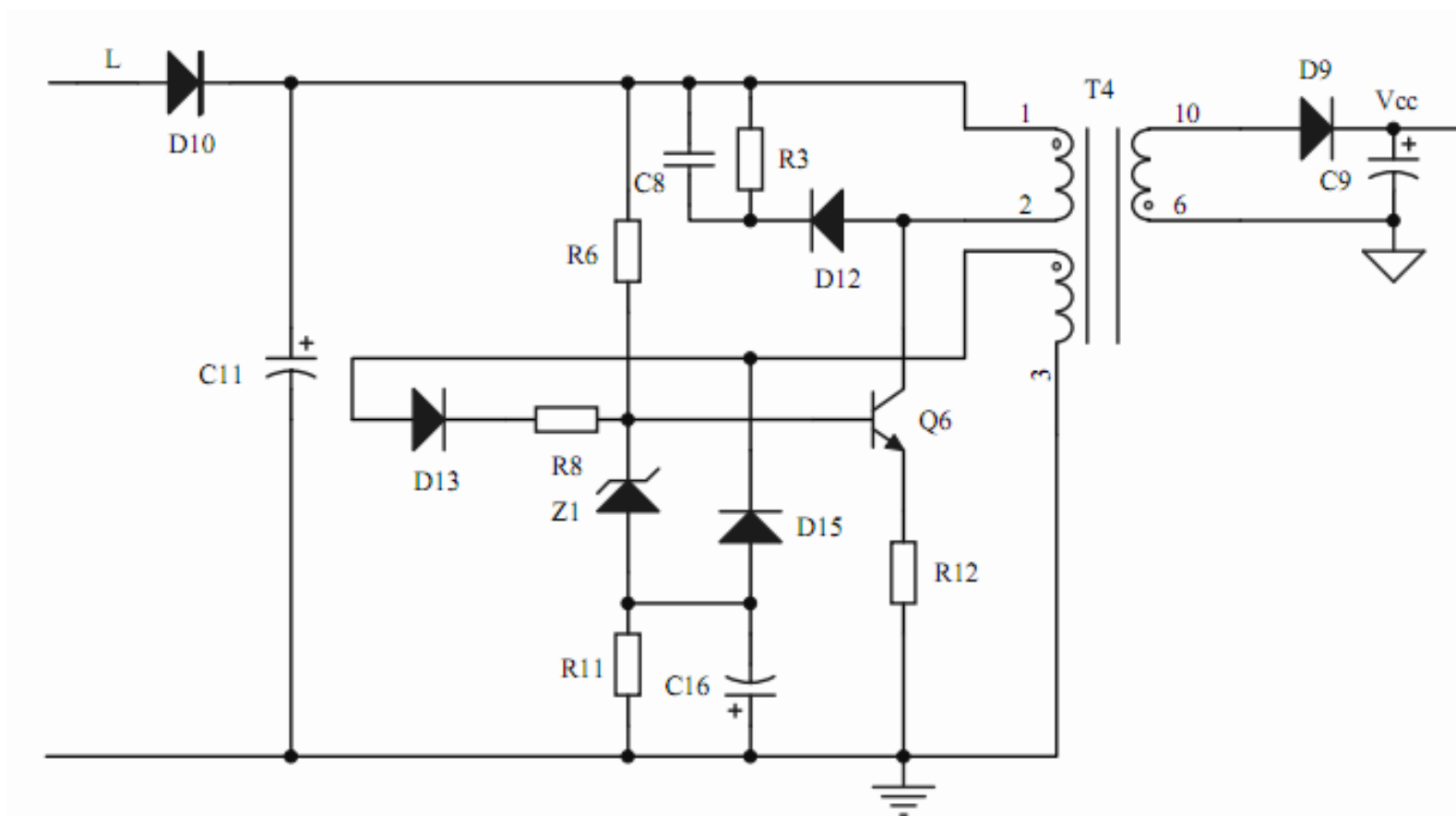
电流采样和MOS管驱动如标识





(4) 其它电路

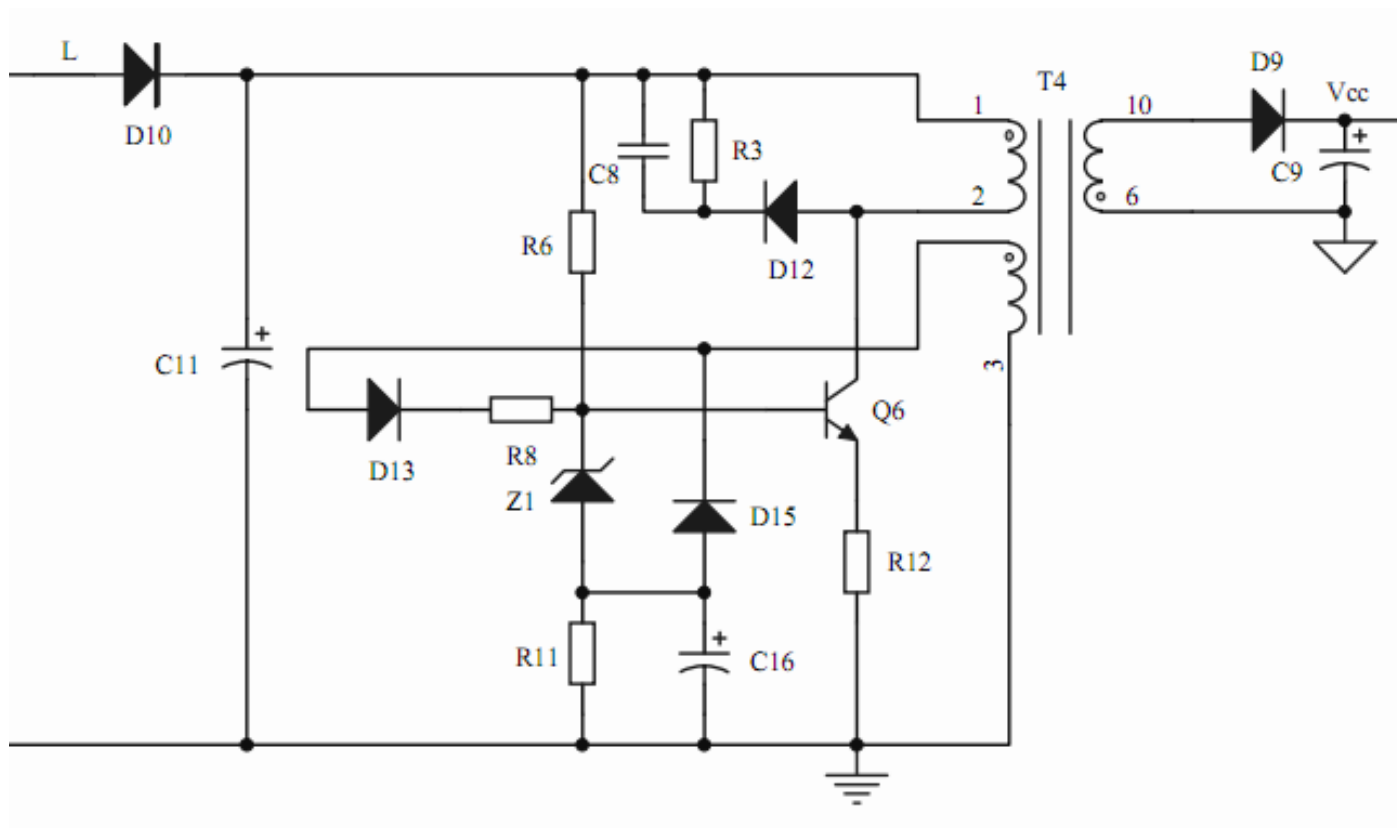
RCC电路（自激振荡反激电路）给控制芯片UC3844提供启动和工作电压。





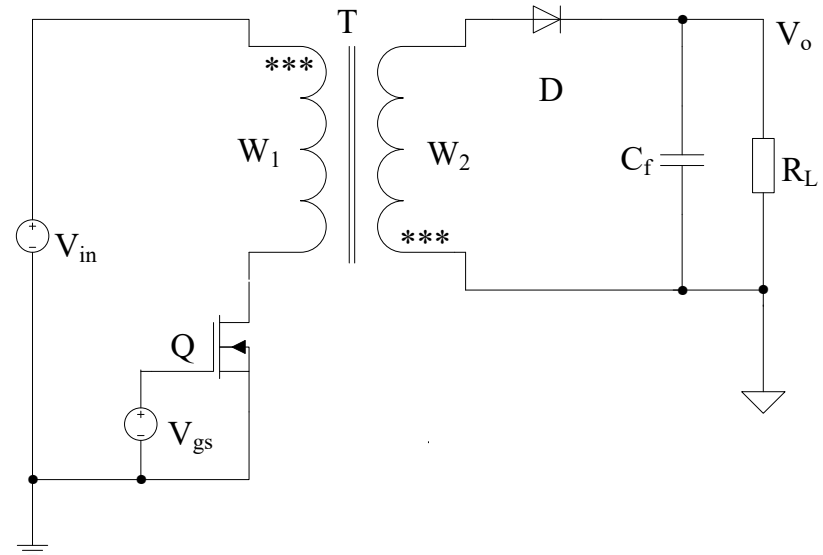
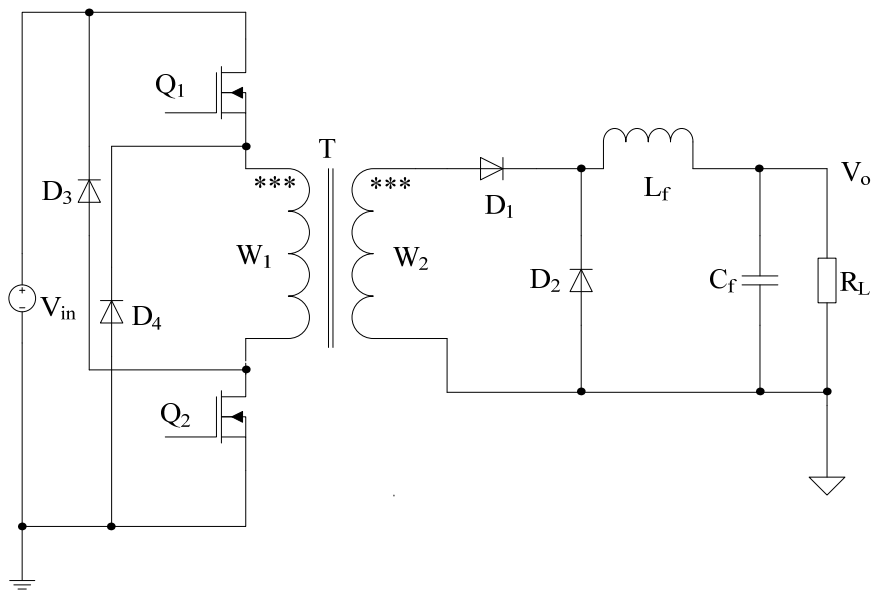
(4) 其它电路

自激振荡反激电路的分析：

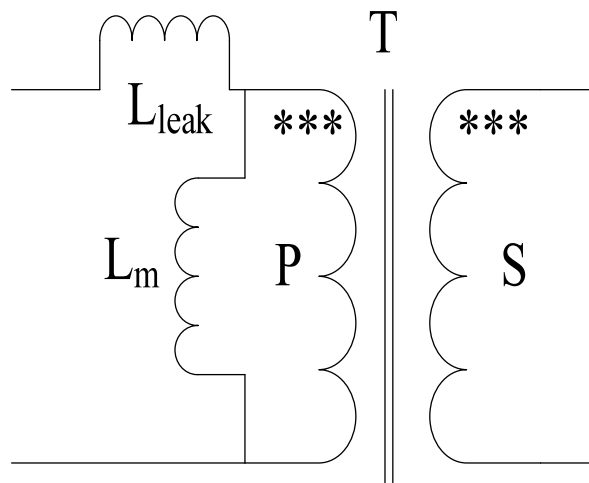




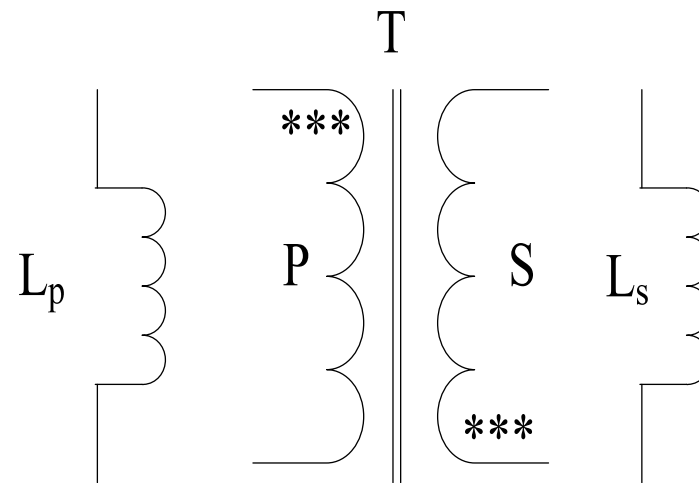
任务三 正激变换器和反激变换器的比较



1. 变压器的等效电路



(a)



(b)



2. 正激变换器中原边绕组的电流由两部分组成，一部分是负载电流分量，它的大小与副边负载有关；当副边电流加大时，原边负载电流分量也增加，以抵消副边电流的作用。另一部分是励磁电流分量，主要产生主磁通，在空载运行和负载运行时，该励磁分量均不变化。



3. 工作原理的比较:

反激式变换器工作过程分两步:

(1) MOS管导通, 初级绕组将电能转换为磁能存储起来;

(2) MOS管关断, 存储的磁能通过次级绕组给电容充电, 同时给负载供电。

正激式变换器工作过程分两步:

(1) MOS管导通, 初级和副级绕组同时工作, 将电能传递到储能电感上;

(2) MOS管关断, 副边(和、原边)不工作, 复位绕组(复位二极管)工作, 变压器进行磁复位。



4. 正激变压器不需要储存能量，但要进行磁复位，由于励磁电感储存了能量，在MOS管关断期间，必须释放完毕；反激变压器需要储存能量，原、副边交替工作。