

22. 大数据专业群教师（电子与通信方向）1 岗位

试讲内容

注意事项：

1. 每位考生试讲时间为 8 分钟；
2. 试讲统一采用PPT讲授方式（自备U盘，如因U盘打不开课件，责任自负，U盘不能用考生姓名命名）；
3. 试讲的考生在候考室抽签结束后在教案封面填写抽签号提交教案打印件（一式 7 份）给工作人员。教案不能透露任何个人信息，考生不得穿制服、单位工作服或有明显文字或图案标识的服装参加面试，凡透露个人信息的考生，扣减面试成绩的 5%—20%，情节严重的，取消面试成绩。

教学内容：项目 1 直流稳压电源的制作与调试

1.4 滤波电路

1.4.1 电容滤波电路

教学重点：工作原理分析、输出电压估算、参数选择，可自备教具及自备案例

教材信息：教材名称《用微课学·模拟电子技术项目教程》，中国工信出版集团 电子工业出版社，2019.01 出版，2021.11 第 4 次印刷，周继彦、樊秋月主编。

教材封面



教学内容：项目 1 直流稳压电源的制作与调试

1.4 滤波电路 1.4.1 电容滤波电路



二极管平均电流是输出电流平均值的一半，故二极管的最大正向平均电流 I_F 取值范围为

$$I_F \geq 1.2 \frac{I_o}{2} = 1.2 \frac{0.45U_2}{R_L} \quad (1-14)$$

(2) 高反向电压 U_{RM} 的参数选择。在桥式整流电路中，二极管的最大反向电压就是变压器二次电压的最大值 $\sqrt{2}U_2$ ，故二极管的最高反向电压 U_{RM} 取值范围为

$$U_{RM} \geq 1.2\sqrt{2}U_2 \quad (1-15)$$

4. 桥式整流电路的特点

桥式整流电路输出电压的直流分量、纹波小，且每只二极管流过的平均电流也都小，因此桥式整流电路应用最为广泛。

【例 1-4】 设计一个输出电压为 24V，输出电流为 1A 的桥式整流电路，试确定变压器二次绕组的电压有效值 U_2 ，并选定相应的整流二极管。

解：变压器二次绕组电压有效值为

$$U_2 = \frac{U_o}{0.9} = \frac{24}{0.9} = 26.7 \text{ (V)}$$

考虑电网 20% 波动情况下，整流二极管承受的最高反向电压 U_{RM} 取值范围为

$$U_{RM} \geq 1.2\sqrt{2}U_2 \approx 1.2 \times 1.414 \times 26.7 = 45.3 \text{ (V)}$$

流过整流二极管的平均电流 I_F 取值范围为

$$I_F \geq 1.2 \frac{I_o}{2} = 1.2 \times \frac{1}{2} = 0.6 \text{ (A)}$$

因此，可选用四只型号为 2CZ11A 的整流二极管，其最大整流电路为 1A，最高反向电压为 100V。

1.4 滤波电路

经过整流电路后的输出电压是直流电压，但直流成分里含有较大的脉动成分，这样的直流电压不能保证仪器仪表正常工作，因此需要抑制输出电压中的脉动成分，同时还要尽量保留其中的直流成分，从而使得输出电压更加平滑，滤波电路可以实现这种功能。

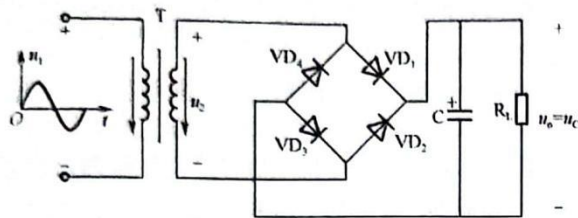
滤波电路一般由电容、电感、电阻等元器件组成。常用的滤波电路有电容滤波电路、电感滤波电路、 Π 形滤波电路等。

1.4.1 电容滤波电路

图 1-25 所示为桥式整流电容滤波电路原理图，电容器 C 与整流电路的负载并联。

1. 工作原理分析

电容滤波电路是根据电容器的端电压在电路状态改变时不能发生突变的原理工作的，下面分析其滤波原理。

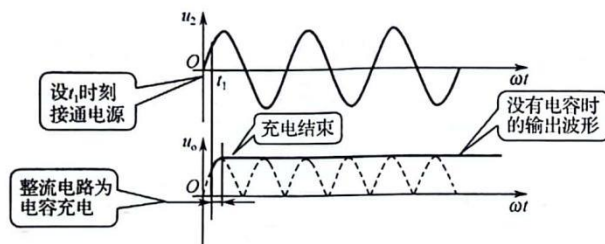


(微课视频:电容滤波电路

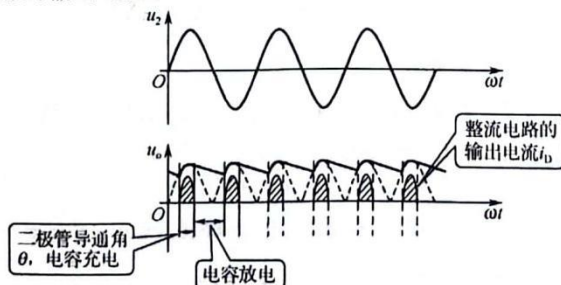
工作原理)

图 1-25 电容滤波电路原理图

(1) 未接入负载 R_L 时的情况如图 1-26 所示。设电容器两端初始电压为零, 若在 u_2 的正半周接通交流电源, u_2 通过 VD_1 、 VD_3 向电容器 C 充电; 若在 u_2 的负半周接通交流电源, u_2 通过 VD_2 、 VD_4 向电容器 C 充电, 充电时间常数为 τ , $\tau = R_n C$, 其中, R_n 包括变压器二次绕组的电阻和二极管的正向电阻。由于一般 R_n 很小, 因此电容器很快就充电达到交流电压 u_2 的最大值 $\sqrt{2}U_2$ 。由于未接入负载 R_L , 电容器无放电回路, 故输出电压 u_o (即电容器 C 两端的电压 u_c) 保持为 $\sqrt{2}U_2$, 输出为一个恒定的直流电压。

图 1-26 未接入负载 R_L 时的电容滤波电路工作波形

(2) 接入负载 R_L 时的情况如图 1-27 所示。设变压器次级电压 u_2 在 $t=0$ 时刻从 0 值开始上升 (即正半周开始), 这时接入负载 R_L , 且电容器在负载接入前已充电至 $\sqrt{2}U_2$, 故刚接入负载时 $u_2 < u_c$, 二极管 VD_1 、 VD_3 承受反向电压而截止, 电容器 C 经 R_L 放电。随着放电时间的推移, 电容电压两端电压下降, u_2 值在增加。当 $u_2 > u_c$ 时, 二极管导通, u_2 一方面经过整流电路给负载供电, 另一方面对电容 C 充电, 充电电流为 i_D , 充电电压 u_c 随着正弦电压 u_2 增大而增大, 而后 u_2 增大至最大值再下降, 当 u_2 再次小于 u_c 时, 重复上述过程, 这样周而复始, 在输出端得到较为平滑的输出电压。

图 1-27 接入负载 R_L 时的电容滤波电路工作波形



电容器放电过程的快慢程度取决于 R_L 与 C 的乘积, 即放电时间常数 $\tau = R_L C$ 。

τ 越大, 放电过程越慢, 输出电压越平稳。

2. 输出电压的估算

经电容滤波后, 负载 R_L 上电压平均值的大小与负载 R_L 的阻值有关。当 R_L 为无穷大时 (不接负载), 电容充电到最大值 $\sqrt{2}U_2$ 后, 无放电回路, 故 u_o 的平均值为 $\sqrt{2}U_2$, 而无滤波电容时, 桥式整流电容滤波的输出电压 u_o 的平均值为 $0.9U_2$, 由此可得工程实际中, 一般估算输出电压为

$$U_o \approx 1.2U_2 \quad (1-16)$$

需要注意的是, 在上述输出电压的估算中, 都没有考虑二极管的导通压降和变压器二次绕组的直流电阻。在设计直流电源时, 当输出电压较低时 (10V 以下), 应该把上述因素考虑进去, 否则实际测量结果与理论设计差别较大。实践经验表明, 在输出电压较低时, 按照上述公式的计算结果再减去 2V (二极管的压降和变压器二次绕组的直流压降之和), 可以得到与实际测量相符的结果。

3. 滤波电容和整流二极管参数的选择

(1) 滤波电容的选择。在负载 R_L 一定的条件下, 电容 C 越大, 放电常数越 τ 大, 滤波效果越好, 根据工程经验, 电容器 C 的容量选择应该满足

$$R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2} \quad (1-17)$$

式中, T 为交流电的周期, $T = 0.02s$ 。

电容的耐压值为 $U_C > \sqrt{2}U_2$

(2) 整流二极管的选择。如图 1-27 所示, 只有整流电路输出电压大于 u_o 时, 才有充电电流 i_D , 因此整流电路的输出电流是脉冲波。整流二极管导通角 θ 小, 冲击电流较大, 故一般选管时, 取

$$I_F = (5 \sim 7) \frac{I_L}{2} = (5 \sim 7) \frac{U_o}{2R_L} \quad (1-18)$$

【例 1-5】 单相桥式整流电容滤波电路的输出电压 $U_o = 30V$, 负载电流为 250mA, 试选择整流二极管的型号和滤波电容 C 。

解: (1) 考虑电网 20% 波动情况下, 选择整流二极管。

$$I_F \geq 1.2 \frac{I_o}{2} = 1.2 \times \frac{250}{2} = 150 \text{ (mA)}$$

整流二极管承受的最高反向电压 U_{RM} 。

$$U_2 = U_o / 1.2 = 25V, \quad U_{RM} \geq 1.2\sqrt{2}U_2 \approx 1.2 \times 1.414 \times 25V = 42.4V$$

查手册选用 2CP21A, 参数 $I_{FM} = 3000mA$, $U_{RM} = 50V$ 。

(2) 确定滤波电容大小。

$$R_L = U_o / I_o = 30 / 250 = 120 \text{ (}\Omega\text{)}$$

根据 $R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2}$, 取 $C = 2T / R_L$, 故 $C = 2T / R_L = 2 \times 0.02 / 120 = 333.3\mu F$



4. 电容滤波电路的特点

电容滤波电路结构简单,使用方便,但是当要求输出电压的脉动成分非常小时,则要求电容的容量非常大,这样不但不经济,甚至不可能。另外,当要求输出电流较大或输出电流变化较大时,二极管的脉冲峰值电流较大,电容滤波也不适用。此时,应考虑其他形式的滤波电路。

总之,电容滤波电路适合于负载电流小和输出电压较高的场合,如应用在各种家用电器的电源电路上。

1.4.2 其他类型的滤波电路

1. 电感滤波电路

图 1-28 (a) 所示为桥式整流电感滤波电路,电感 L 串联在负载 R_L 回路中。根据电感的特点,在整流后电压的变化引起负载的电流改变,电感 L 上将感应出一个与整流输出电压变化相反的反电动势,两者的叠加使得负载上的电压比较平缓,输出电流基本保持不变。

从另一角度分析,电感具有通直流阻交流的特性,即直流电阻很小,交流阻抗很大,因此直流成分经过电感后基本上没有损失,而交流分量大部分下降在电感上,所以减少了输出电压中的脉动成分,负载上得到了较为平滑的直流电压。电感滤波输出电压的波形如图 1-28 (b) 所示。

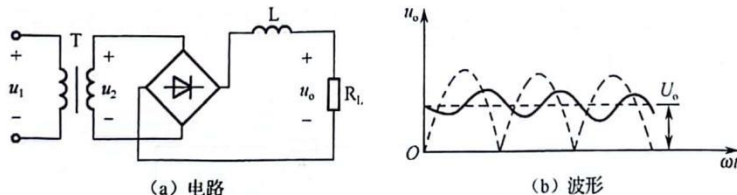


图 1-28 桥式整流电感滤波电路及其输出电压波形

在忽略滤波电感 L 上的直流压降时,输出的直流电压为

$$U_o \approx 0.9U_2 \quad (1-19)$$

整流二极管的导通角

$$\theta = \pi \quad (1-20)$$

电感滤波电路的优点是输出波形比较平坦,而且电感 L 越大,负载 R_L 越小,输出电压的脉动就越小,适用于电压低、负载电流较大的场合,如工业电镀等。其缺点是体积大、成本高、有电磁干扰。

2. Π 形滤波电路

为进一步减小负载电压中的纹波,可采用图 1-29 (a) 所示的桥式整流 Π 形 LC 滤波电路,这种滤波电路是在电容滤波的基础上再加一级 LC 滤波电路构成的。

桥式整流后得到的脉动直流电经过电容 C_1 滤波以后,剩余的交流成分在电感中受到感抗的阻碍而衰减,然后再次被电容滤波,使负载得到的电压更加平滑。当负载电流较小时,常用