

整流滤波电路及应用

PB2100026 胡文悦 少年班学院 1 班

1 实验目的

了解交流信号的几个参数，学习整流滤波电路的基本工作原理及制作一台直流电源。了解正弦交流电的特性，学会应用整流电路把交流电转换成直流电，了解简单的滤波电路，分析电容和频率对滤波效果的影响。

2 实验原理

1. 交流电路

正弦交流电的表达式为 $i(t) = I_p \sin(\omega t + \varphi_1)$, $u(t) = U_p \sin(\omega t + \varphi_2)$ 正弦交流电的三要素是幅值、频率和初相位。

(a) 幅值

峰值或最大值，记为 U_P 或 I_P ，峰点电位之差称为“峰-峰值” $U_{PP} = 2U_P$, $I_{PP} = 2I_P$ 。

(b) 平均值

令 $i(t), u(t)$ 分别表示交流电流和电压，则它们的平均值分别为 $\bar{i} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt$, $\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$

(c) 有效值

实际应用中交流电路中的电流或电压多用有效值而非幅值来表示。许多交流电流或电压测量设备的读数均为有效值。定义： $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$, $U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$

2. 整流和滤波

整流电路把交流电转换成直流电，严格地讲是单方向大脉动直流电，而滤波电路把大脉动直流电处理成平滑的脉动小的直流电。

(a) 整流原理

i. 半波整流

连接电路，输入交流电 $u(t) = U_p \sin \omega t$ ，则输出 $u_0(t) = U_p \sin \omega t (0 \leq \omega t \leq \pi)$; $u_0(t) = 0 (\pi \leq \omega t \leq 2\pi)$ 。

ii. 全波桥式整流

连接电路，输入交流电 $u(t) = U_p \sin \omega t$ ，则输出 $u_0(t) = U_p \sin \omega t (0 \leq \omega t \leq \pi)$; $u_0(t) = -U_p \sin \omega t (\pi \leq \omega t \leq 2\pi)$ 。

(b) 滤波电路

i. 电容滤波电路

电容滤波器是利用电容充电和放电来使脉动的直流电变成平稳的直流电。二极管 D 并不是在整个半周内都导通，由于电容器的电压不能突变，故在一小段时间内，它可被看成是一个反电动势（类似蓄电池）。由电容两端的电压不能突变的特点，达到输出波形趋于平滑的目的。

ii. π 型 RC 滤波想减少脉动可利用多级滤波方法，此时在电容滤波之后又加了一级 RC 滤波，使得输出电压更平滑（但输出电压平均值要减少）。

(c) 纹波系数

$$K_u = \frac{\text{交流电压有效值}}{\text{直流电压}} \times 100\%$$

3 实验仪器

信号发生器，示波器，万用表（直流电压档、交流电压档），电阻箱，面包板，整流二极管，电容，电阻，导线若干。

4 实验步骤

1. 打开示波器，用示波器观测信号源功率输出端输出纯正弦函数波形，把此正弦波峰峰值固定在 $10V$ ，频率为 $400Hz$ 。
2. 在面包板上把元件分别连成半波、全波整流电路，把信号源接入到电路的输入端；用示波器分别观察初始信号、半波、全波整流的输出端信号 u_0 ，分别拍下 u_0 的波形（示意图）。
3. 在全波整流电路中，输出端接入 $1\mu F$ 电容进行滤波，用示波器观察、拍下输出端波形，再用万用表测量负载上的直流和交流电压并记录数据。
4. 断开信号源，将电容换为 $10\mu F$ 电容，用示波器观察、拍下输出端波形，再用万用表测量负载上的直流和交流电压并记录数据。
5. 在全波整流电路中用两个 $10\mu F$ 的电容连接 π 型 RC 电路进行滤波，用示波器观察、画出并拍下输出端波形，再用万用表测量负载上的直流和交流电压并记录数据。
6. 整理仪器和实验桌面。
7. 进行数据处理和误差分析。

5 数据处理

1. 整流实验
波形示意图见附件。
2. 滤波实验
波形示意图见附件。

电容 $1\mu F$ 时	负载直流电压 /V	负载交流电压有效值 /V	纹波系数
电容滤波	2.546	0.578	22.70%
π 型 RC 滤波	1.480	0.056	3.78%

电容 $10\mu F$ 时	负载直流电压 /V	负载交流电压有效值 /V	纹波系数
电容滤波	2.922	0.079	2.70%
π 型 RC 滤波	1.594	0	0

可以看出， π 型 RC 电路的负载直流电压和负载交流电压有效值低于电容滤波，纹波系数也低于它。

6 误差分析

1. 导线和面包板内导线均存在电阻，引起误差。
2. 信号源输出时电压不稳定，引起误差。
3. 电容大小的误差。
4. 万用表未调零。
5. 因接触不良引起的误差。

7 思考题

1. 整流、滤波的主要目的是什么？
整流电路把交流电转换成单方向大脉动直流电，而滤波电路把大脉动直流电处理成平滑的脉动小的直流电。使电流更加稳定。
2. 滤波电路中电容是否越大越好？请根据实验过程简述理由。
滤波电路中电容不是越大越好。虽然电容越大使波纹系数减小，但电容变大使电压变小，示波器无法很好地观测到波动大小。且电压减小产生浪费。