

# 整流滤波 实验报告

作者：罗四维 PB23000013

院系：少年班学院

指导教师：祝巍

**摘要：** 整流滤波电路是一种生产生活中的重要电路. 本实验通过搭建半波整流和全波整流两种方式分析整流的作用, 观察了两种方式整流输出电压对应波形; 分别采用单电容 RC 滤波和  $\pi$  型电容 RC 滤波的方法, 观察输出电压对应波形的同时改变电容, 信号源频率, 通过计算纹波系数, 探究多种因素对整流滤波产生直流电效果的影响. 最终得到了两种整流方式得到的输出电压波形和两种滤波方式后输出电压波形, 并通过改变电容和信号源频率, 得到了电容越大, 信号源频率越高, 滤波效果越好的结论.

**关键词：** 整流; 滤波; RC 滤波器

**Abstract:** The rectification and filtering circuit is an important circuit in production. This experiment analyzes the effect of rectification by constructing two methods: half wave rectification and full wave rectification, and observes the corresponding waveform of the rectified output voltage in both methods; by using single capacitor RC filtering and  $\pi$  type capacitor RC filtering methods respectively, the waveform corresponding to the output voltage was observed while changing the capacitance and signal source frequency. By calculating  $K_u$ , the influence of various factors on the DC effect of rectification filtering was explored. Finally, the output voltage waveforms obtained by the two integral current methods and the output voltage waveforms after the two filtering methods were obtained. By changing the capacitance and signal source frequency, the conclusion was drawn that the larger the capacitance, the higher the signal source frequency, and the better the filtering effect is.

**Keywords:** rectification; filtering; RC filtering

## 引言

在现代工农业生产和日常生活中, 广泛地使用着交流电. 主要原因是与直流电相比, 交流电在生产、输送和使用方面具有明显的优点和重大的经济意义. 例如在远距离输电时, 采用较高的电压可以减少线路上的损失. 对于用户来说, 采用较低的电压既安全又可降低电气设备的绝缘要求. 这种电压的升高和降低, 在交流供电系统中可以很方便而又经济地由变压器来实现. 此外, 异步电动机比起直流电动机来, 具有构造简单、价格便宜, 运行可靠等优点. 在一些非用直流电不可的场合, 如工业上的电解和电镀等, 也可利用整流设备, 将交流电转化为直流电.

本实验的目的是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.<sup>1</sup>

本实验的第一部分是整流, 包含半波整流和全波桥式整流两种方法, 通过对两种方法输出电压  $u_o$  的波形图的观察和原理的相关计算, 综合对两种方法进行比较, 可以得到桥式整流后的直流电压脉动大大减少, 平均电压比半波整流提高了一倍.

本实验的第二部分是滤波, 是将「脉动」的直流电减少波动的过程. 本实验分别采用单电容滤波电路和  $\pi$  形 RC 滤波电路的方法通过观察波形图, 测量交流电压分量有效值  $\tilde{U}$  和直流电压分量  $U$ , 并通过

$$K_u = \frac{\tilde{U}}{U} \times 100\%$$

计算纹波系数, 比较不同电容下纹波系数  $K_u$  的差异, 是表征直流电源品质的一个重要参数.

# 1 实验仪器与原理

## 1.1 实验仪器

信号发生器, 示波器, 数字电压表 (直流电压档、交流电压档), 电阻箱, 可变电容箱, 面包板, 整流二极管, 电容, 电阻, 导线若干.<sup>1</sup>

## 1.2 实验原理

### 1.2.1 正弦交流电

正弦交流电的表达式为

$$u(t) = U_P \sin(\omega t + \varphi_u), i(t) = I_P \sin(\omega t + \varphi_i).$$

其中  $u(t), i(t)$  表示电压 (流) 在某时刻  $t$  的量值, 称为**瞬时值**, 正弦电压的特征需要用  $U_p, \omega, \varphi_u$  三个量来表示, 这三个量称为正弦电压的**三要素**.

$U_p$  是正弦电压的最大值, 称为**幅值或峰值**, 最高峰和最低峰的差值  $U_{pp} = U_p - (-U_p) = 2U_p$  称为**峰峰值**.

$\varphi_u$  称为正弦电压的**初相**. 正弦电压变化的过程取决于角度  $\omega t + \varphi_u$ , 这个角度被称为电压的**相位**.

$\omega$  称为正弦电压的**角频率**. 当时间  $t$  经过正弦函数的一个周期  $T$  时, 对应相位变化  $2\pi$ , 有关

$$[\omega(t + T) + \varphi_u] - [\omega t + \varphi_u] = 2\pi,$$

得到关系

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f.$$

其中  $f$  是正弦电压在单位时间内变化的循环数, 称为**频率**.

同样, 所有的正弦量都需用振幅、初相和角频率这三要素来表示其变化规律. 计算正弦电流电路时不仅关心各正弦量的振幅, 还要计算它们之间的相位关系. 下面分别讨论与正弦量振幅和相位有关的问题.

如果我们需要关心正弦电压 (流) 的**平均值**, 根据数学的相关定义, 我们有

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T \sin(\omega t + \varphi_u) dt.$$

因为正弦函数对其一个周期的积分一定是 0, 所以对于用正弦函数表示的电压或电流, 其平均值一般为 0.

当讨论正弦电流做功等问题时, 引用振幅来表征其量值会带来许多不便. 很明显, 假设某一交流的振幅与一直流的量值相等, 则它们做功的平均效果是不相等的. 因为交流的瞬时值只在个别瞬间才与振幅的量值相等, 其他时间都比振幅小. 因此需要重新规定一衡量交流大小的量, 即所谓**有效值**.

设周期电流  $i = f(t)$  和直流  $I$  分别通过相同的电阻  $R$ , 若二者做功的平均效果相同, 则将此直流  $I$  的量值规定为周期电流  $i$  的有效值. 下面根据这一概念来推导计算周期电流有效值的公式. 电流  $i$  在微分时间  $dt$  内所做的功

$$dW = i^2 R dt.$$

一个周期内做功

$$W = \int dW = \int_0^T i^2 R dt = W' = I^2 RT.$$

根据计算得到

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}.$$

也就是说, 周期电流的有效值乃是瞬时值的平方在一个周期内的平均值再开平方根. 带入  $i = I_p \sin(\omega t + \varphi_i)$ , 得到

$$I = \frac{I_p}{\sqrt{2}}$$

也就是正弦电路的有效值.

### 1.2.2 整流

整流电路的作用是把交流电转换成直流电, 严格地讲是单方向大脉动直流电. 利用二极管的单向导电性可实现整流. 本实验中分为半波整流和全波桥式整流.

**半波整流** 如果将  $D$  和  $R_L$  串联, 输入电压为串联后电压, 输出电压为负载两端电压,  $D$  是二极管,  $R_L$  是负载电阻, 如果输入交流电为  $u_i(t) = U_p \sin \omega t$ , 那么整流后输出电压  $u_o(t)$  在一个周期内为

$$u_o(t) = \begin{cases} U_p \sin \omega t, & 0 \leq \omega t \leq \pi, \\ 0, & \pi < \omega t \leq 2\pi. \end{cases}$$

相应的平均值称为**直流平均值**或**直流分量**, 计算为

$$\overline{u_o} = \frac{1}{T} \int_0^T u_o(t) dt = \frac{1}{\pi} U_p = 0.318 U_p.$$

**全波桥式整流** 前述半波整流只利用了交流电半个周期的正弦信号. 为了提高整流效率, 使交流电的正负半周信号都被利用, 则应采用全波整流. 全波整流的电路如图 1 所示, 其中  $D_1, D_2, D_3, D_4$  是四个二极管,  $R_L$  仍然是负载. 如果输入的交流电仍然为  $u_i(t) = U_p \sin \omega t$ . 那么输出电压为

$$u_o(t) = |U_p \sin \omega t| = \begin{cases} U_p \sin \omega t, & 0 \leq \omega t \leq \pi, \\ -U_p \sin \omega t, & \pi < \omega t \leq 2\pi. \end{cases}$$

我们计算全波桥式整流的直流分量

$$\overline{u_o} = \frac{1}{T} \int_0^T u_o(t) dt = \frac{2}{\pi} U_p = 0.637 U_p.$$

可以发现, 全波桥式整流的直流分量是半波整流的约 2 倍, 这里用“约”是因为二极管在电压  $U_D$  很小的时候, 即使方向正确, 也不导电,  $u_o(t)$  的表达式需要做出适当修正.

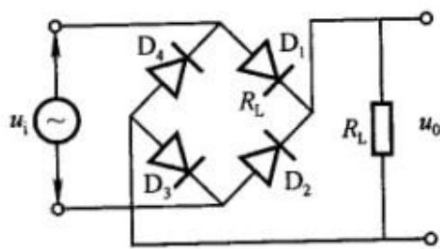


图 1. 全波桥式整流电路图

### 1.2.3 滤波

经过整流后的电压（电流）仍然是有“脉动”的直流电，为了减少被波动，通常要加滤波器，常用的滤波电路有电容、电感滤波等。本实验中采取单电容 RC 滤波和  $\pi$  型 RC 滤波两种滤波方式。

**单电容 RC 滤波** 采用如图 2 所示的电路图，根据电容器周期性的充电、放电过程和电压不能突变的特点，让输出电压  $u_o(t)$  的波形趋于平滑。

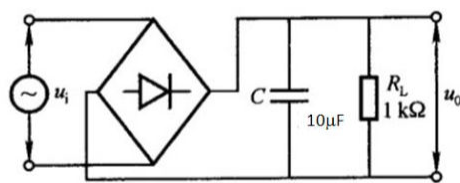
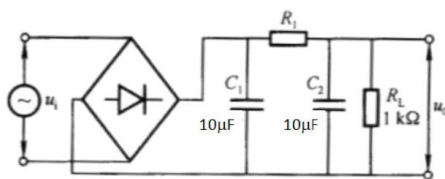


图 2. 全波整流后单电容 RC 滤波电路图

**$\pi$  型 RC 滤波** 前述电容滤波的输出波形脉动系统仍较大，尤其是负载电阻  $R_L$  较小时。为了减少输出电压  $u_o(t)$  的脉动现象，采用多级滤波方法，在单电容 RC 滤波的基础之上，再加一级单电容 RC 滤波，使得输出电压更加平滑。电路图如图 3 所示。

图 3. 全波整流后  $\pi$  型 RC 滤波电路图

### 1.2.4 纹波系数 $K_u$

为了衡量得到直流电的效果，表征直流电源品质，我们引入纹波系数  $K_u$ 。如果负载上交流电压有效值为  $\tilde{U}$ ，直流电压为  $U$ ，那么有公式

$$K_u = \frac{\tilde{U}}{U} \times 100\%.$$

## 2 实验过程

### 2.1 实验内容

- 基础性整流电路.** 分别采用半波整流和全波整流电路, 用示波器观测信号源功率输出端输出纯正弦函数波形 (无直流偏置), 并把此正弦波峰峰值固定在  $10\text{ V}$ , 频率为  $400\text{ Hz}$ , 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  $u_o$ , 并记录  $u_o$  的波形.
- 基础性滤波实验.** 在全波整流电路的基础之上, 接入  $1\text{ }\mu\text{F}$  的电容进行滤波, 用示波器观察输出端  $u_o(t)$  波形并记录, 同时用万用表测量负载上的直流和交流电压, 计算纹波系数  $K_u$ ; 再用  $1\text{ }\mu\text{F}$  的电容连接  $\pi$  型 RC 电路进行滤波, 用示波器观察输出端  $u_o(t)$  波形并记录, 同时用万用表测量负载上的直流和交流电压, 计算纹波系数  $K_u$ .
- 更换电容对滤波效果的影响.** 更换  $10\text{ }\mu\text{F}$  的电容, 重复 2. 基础性滤波实验的实验内容.
- 信号源频率对滤波效果的影响.** 固定电容为  $1\text{ }\mu\text{F}$ , 改变信号源频率从  $10\text{ Hz}$  到  $2000\text{ Hz}$ , 观察波形变化并计算对应频率下的纹波系数, 比较单电容和  $\pi$  型电容滤波效果的区别.
- 探究电容对滤波效果的影响.** 用并联电容的方式调整电容, 固定信号源频率  $400\text{ Hz}$  和峰-峰值  $10\text{ V}$  不变, 调节电容大小从  $1\text{ }\mu\text{F}$  到  $30\text{ }\mu\text{F}$ , 观测波形变化和交直流成分的变化, 分析纹波系数和电容的关系.

### 2.2 注意事项

- 电路的搭建在实验室提供的面包板上进行.
- 需要先用万用表明确二极管的 P 端和 N 端, 防止连错导致无法出现实验现象.
- 可以在面包板上运用跳线, 方便连接电路. 需要熟悉面包板上的等电位点.

## 3 实验结果与讨论

### 3.1 基础性整流电路

#### 3.1.1 信号源波形

在示波器上显示的信号源波形如图 4. 可以看到, 信号源的电压的峰峰值和频率符合设定.

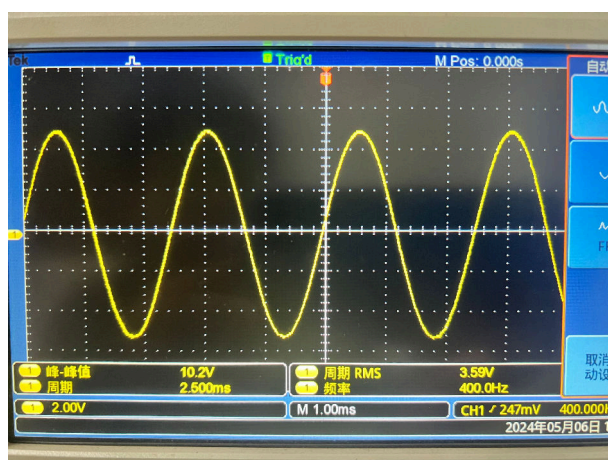


图 4. 信号源波形  $u_i(t)$

### 3.1.2 半波整流输出电压波形

采用半波整流电路，输出电压波形如图 5。通过观察波形我们可以发现，周期仍然如图 4 所示，约为 2.5 ms，通过示波器本身的测量功能，得到电压的峰值约为 4.2 V，通过光标功能测量得到一个脉冲的总时间约为 0.84 ms，考虑到二极管在电压  $U$  较小时， $I = 0$  的效应，示波器结果和实验原理相符合。

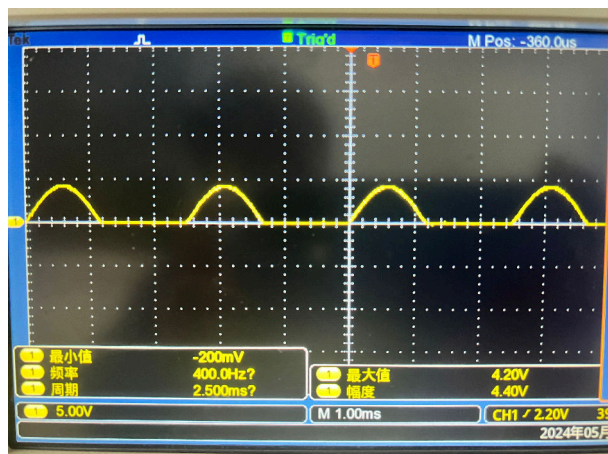


图 5. 半波整流输出电压波形  $u_o(t)$

### 3.1.3 全波整流输出电压波形

采用全波整流电路，输出电压波形如图 6。通过观察波形我们可以发现，周期仍然如图 4 所示，约为 2.5ms，通过示波器本身的电压测量功能，得到电压峰值约为 3.68V，通过光标功能测量得到第一个脉冲的总时间约为 0.80 ms，考虑到二极管在电压  $U$  较小时， $I = 0$  的效应，示波器结果和实验原理相符合。对比图 5 和图 6，可以发现全波整流的平均值约为半波整流的 2 倍的特点。

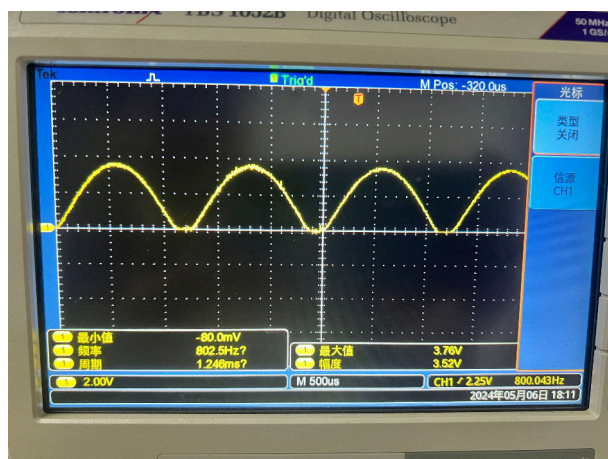


图 6. 全波整流输出电压波形  $u_o(t)$

## 3.2 基础性滤波实验

本子实验中，采用的电容均为  $1\ \mu\text{F}$ 。



### 3.2.1 单电容 RC 滤波

采用单电容 RC 滤波, 得到的输出电压如图 7 所示. 通过示波器自带的测量功能, 得到电压的峰值和谷值分别为 3.52V 和 1.6V, 第一次出现峰值的时间约为 0.22ms, 一个周期仍然为 1.25ms. 通过初步观察可以看到, 输出电压「脉动」的幅度仍然较大. 下面计算单电容 RC 滤波的纹波系数. 经

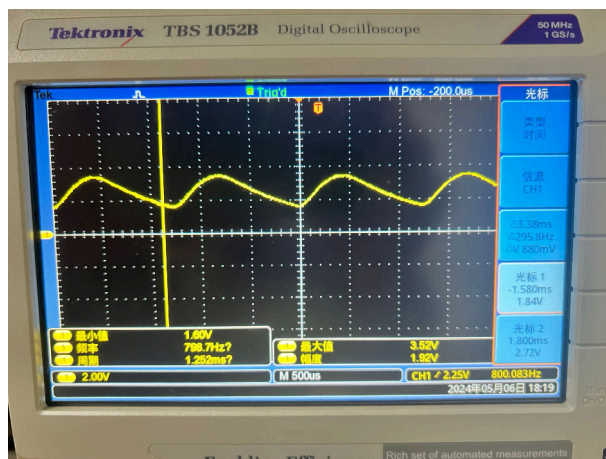


图 7. 全波整流单电容 RC 滤波输出电压波形  $u_o(t)$

过测量, 得到交流电压有效值约为 0.590V, 直流电压约为 2.55V, 纹波系数计算得到  $K_u = 23.1\%$ , 可以看到, 这个纹波系数是比较大的, 这也正好和示波器波形「脉动」较大的现象相对应.

### 3.2.2 $\pi$ 型电容 RC 滤波

采用  $\pi$  型电容 RC 滤波, 经过示波器测量, 得到的输出电压如图 8 所示. 通过示波器自带的测量功能, 得到电压的峰值和谷值分别约为 1.68V 和 1.28V, 通过初步观察, 并与单电容 RC 滤波进行对比, 可以发现, 输出电压「脉动」的幅度大大降低, 整体接近于直流电源. 下面计算  $\pi$  型电容 RC 滤波的纹波系数, 经过测量得到交流电压有效值约为 0.0660V, 直流电压约为 1.46V, 计算得纹波系数约为 4.52%, 可以看到这个纹波系数相比单电容 RC 滤波大大降低, 并和输出电压波形反应的较小的输出电压「脉动」形成对照.

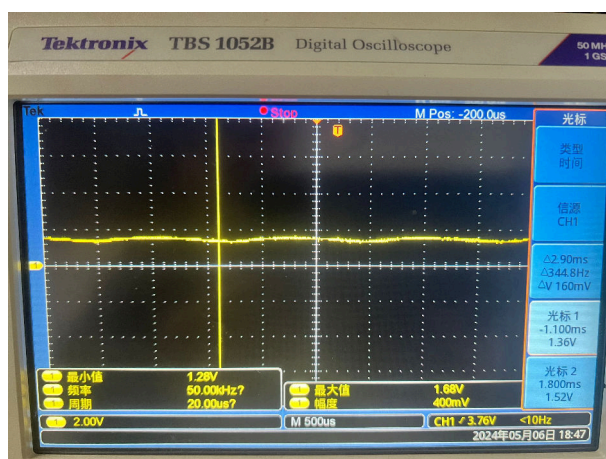


图 8. 全波整流  $\pi$  型电容 RC 滤波输出电压波形  $u_o(t)$

### 3.3 更换电容对滤波效果的影响

在本子实验中，更换电容为  $10\ \mu\text{F}$ ，重复使用单电容 RC 滤波和  $\pi$  型电容 RC 滤波进行实验，并进行分析。

#### 3.3.1 单电容 RC 滤波

采用单电容 RC 滤波，得到的输出电压（示波器显示图像并未在实验中用手机拍下，故只进行简单描述）。通过示波器自带的测量功能，得到电压的峰值和谷值分别为  $3.12\text{V}$  和  $2.8\text{V}$ ，一个周期仍然为  $1.25\text{ms}$ 。通过初步观察可以看到，输出电压「脉动」的幅度比较小。下面计算单电容 RC 滤波的纹波系数。经过测量，得到交流电压有效值约为  $0.0831\text{V}$ ，直流电压约为  $2.90\text{V}$ ，纹波系数计算得到  $K_u = 2.81\%$ ，可以看到，这个纹波系数比较小，这和输出电压在示波器上反映的波形相吻合。

#### 3.3.2 $\pi$ 型电容 RC 滤波

采用  $\pi$  型电容 RC 滤波，经过示波器测量，得到的输出电压如图 9 所示。通过示波器自带的测量功能，得到电压约为  $1.44\text{V}$ ，「脉动」幅度非常小，根据测量得到交流电压有效值为  $0.00152\text{V}$ ，对应的直流电压为  $1.59\text{V}$ ，计算得到纹波系数仅有约为  $0.0956\%$ ，这个非常小的纹波系数和几乎接近直流的示波器反应图 10 正好形成对应。

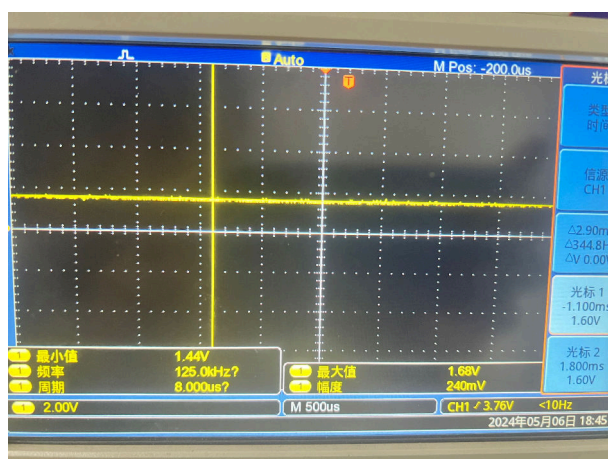


图 9. 更换电容  $10\ \mu\text{F}$  后全波整流  $\pi$  型电容 RC 滤波输出电压波形  $u_o(t)$

#### 3.3.3 更换电容前后结果不同的分析讨论与解释

比较 3.2 和 3.3 两个实验，所采用的电容分别为  $1\ \mu\text{F}$  和  $10\ \mu\text{F}$  的纹波系数，综合归纳，得到如表 1 所示的数据。分析表中数据可知， $\pi$  型电容的滤波效果好于单电容，且  $10\ \mu\text{F}$  电容的滤波效

纹波系数 $K_u/\%$	单电容	$\pi$ 型电容
$1\ \mu\text{F}$	23.1	4.52
$10\ \mu\text{F}$	2.81	0.0956

表 1. 更换电容和电容连接方式的纹波系数分析

果普遍比对应  $1\ \mu\text{F}$  电容的滤波效果好。



### 3.4 信号源频率对滤波效果的影响

采用  $1\ \mu\text{F}$  下的整流滤波电路, 分别在单电容 RC 滤波和  $\pi$  型电容滤波下, 将信号源频率  $f$  在 10 Hz 到 2000 Hz 进行改变, 测量交流电压有效值  $\tilde{U}$  和直流电压  $U$ , 计算纹波系数  $K_u$ , 并且探究纹波系数  $K_u$  和频率  $f$  的关系.

#### 3.4.1 单电容 RC 全波整流滤波电路

采用单电容 RC 全波整流滤波电路进行测量, 得到的数据如表 2 所示. 分别控制频率  $f$  在 10

频率 $f/\text{Hz}$	10	20	40	80	100	200	300	400	500
交流电压有效值 $\tilde{U}/\text{V}$	1.25	1.24	1.20	1.09	1.04	0.83	0.683	0.575	0.496
直流电压 $U/\text{V}$	1.94	1.96	2.04	2.06	2.105	2.307	2.457	2.562	2.636
纹波系数 $K_u/\%$	64.43	63.27	58.82	52.91	49.41	35.98	27.80	22.44	18.82
频率 $f/\text{Hz}$	700	900	1100	1300	1500	1700	1800	1900	2000
交流电压有效值 $\tilde{U}/\text{V}$	0.387	0.317	0.269	0.233	0.206	0.185	0.176	0.168	0.161
直流电压 $U/\text{V}$	2.727	2.778	2.810	2.831	2.845	2.854	2.858	2.862	2.864
纹波系数 $K_u/\%$	14.19	11.41	9.573	8.230	7.241	6.482	6.158	5.870	5.622

表 2. 单电容 RC 全波整流滤波电路下信号源频率对滤波效果的影响

Hz 到 500Hz 之间、100Hz 到 2000Hz 之间作图, 得到  $K_u - f$  图像如图 10 所示. 通过观察图像可

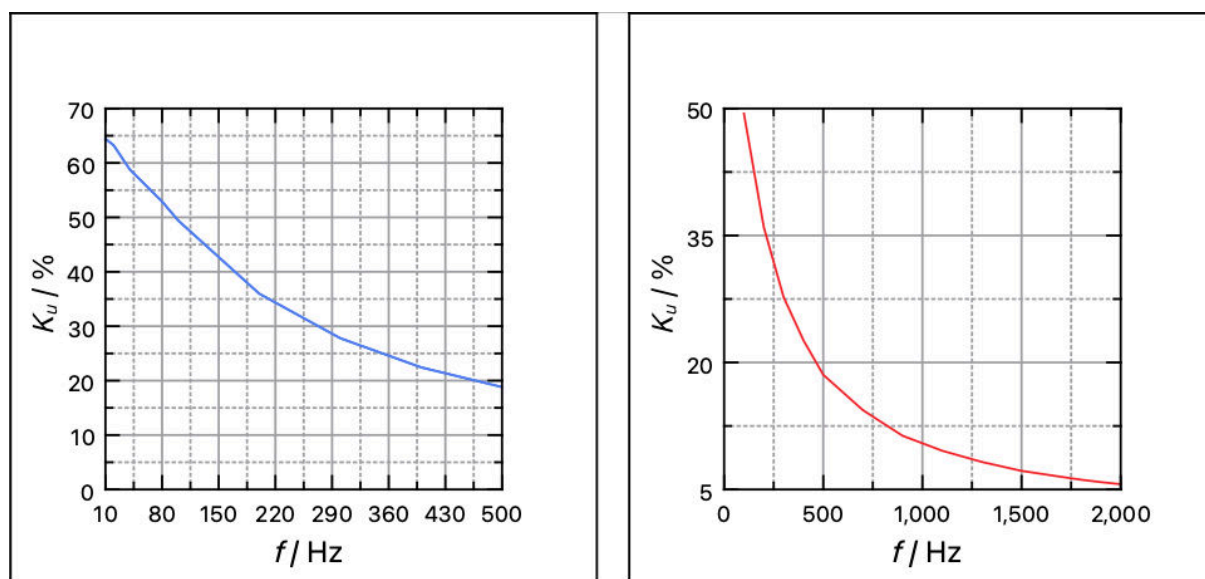


图 10. 单电容 RC 全波整流滤波电路下信号源频率对滤波效果的影响的  $K_u - f$  图像.

以发现, 随着频率  $f$  的不断增加,  $K_u$  越来越小, 说明直流电源品质越来越好. 且二者大致满足反比例关系.

#### 3.4.2 $\pi$ 型电容 RC 全波整流滤波电路

采用  $\pi$  型电容 RC 全波整流滤波电路进行测量, 得到的数据如表 3 所示. 分别控制频率  $f$  在 10 Hz 到 1000 Hz, 720 Hz 到 2000 Hz 之间, 作  $K_u - f$  图像如图 11 所示. 综合分析图像, 我们可以清晰地发现, 采用  $\pi$  型电容 RC 全波整流电路下信号源频率  $f$  越高, 纹波系数  $K_u$  越低, 可以认为滤波效果越好.

频率 $f/\text{Hz}$	10	20	40	80	160	320	640	720	1000
交流电压有效值 $\tilde{U}/\text{V}$	0.63	0.60	0.524	0.386	0.220	0.093	0.031	0.026	0.0145
直流电压 $U/\text{V}$	1.03	1.05	1.10	1.21	1.33	1.447	1.528	1.538	1.558
纹波系数 $K_u/\%$	61.17	57.14	47.64	31.90	16.54	6.427	2.029	1.691	0.9307
频率 $f/\text{Hz}$	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
交流电压有效值 $\tilde{U}/\text{V}$	0.0106	0.00931	0.00825	0.00738	0.00667	0.00608	0.00559	0.00523	0.00484
直流电压 $U/\text{V}$	1.565	1.568	1.571	1.573	1.575	1.576	1.577	1.578	1.580
纹波系数 $K_u/\%$	0.6773	0.5938	0.5251	0.4692	0.4235	0.3858	0.3544	0.3314	0.3063

表 3.  $\pi$  型电容 RC 全波整流滤波电路下信号源频率对滤波效果的影响

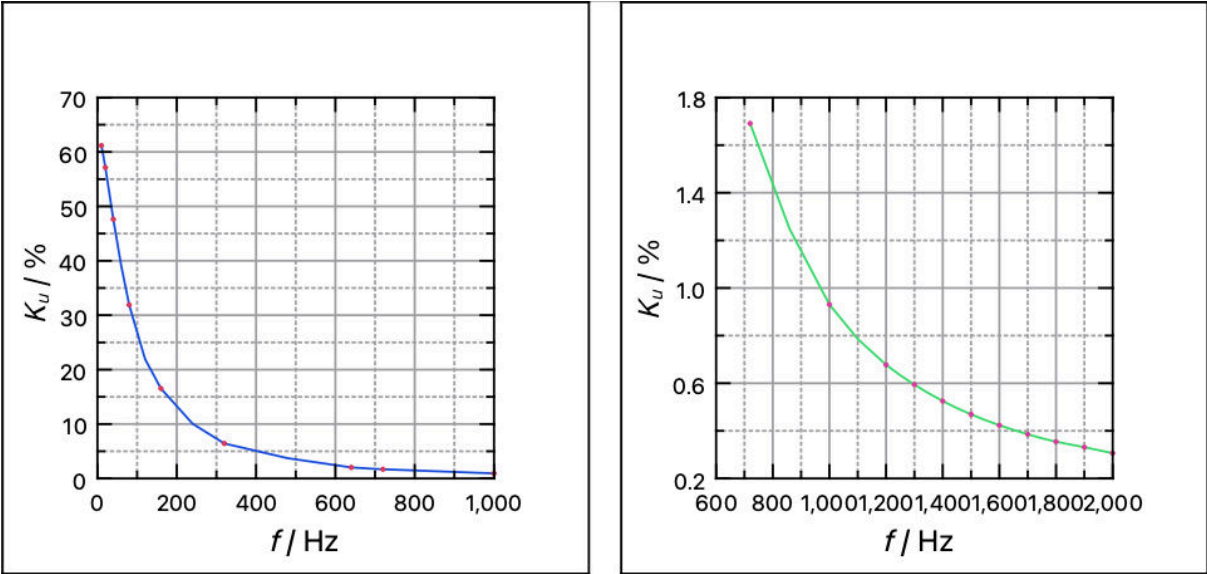


图 11.  $\pi$  型电容 RC 全波整流滤波电路下信号源频率对滤波效果的影响的  $K_u - f$  图像.

3.4.3 综合分析两种滤波器对滤波效果的影响

通过分析、比较表 2 和表 3，我们可以发现，相同频率时， $\pi$  型电容 RC 全波整流滤波电路的滤波效果好于单电容 RC 全波整流滤波电路，并且二者的滤波效果都随着频率的增长变好. 并且根据观察可以得到，二者的  $K_u$  之差，在高频率、低频率下均较小，中间频率较高.

3.5 探究电容对滤波效果的影响

采用单电容 RC 全波整流滤波电路，固定信号源频率  $f = 400\text{ Hz}$  和峰峰值  $U_{pp} = 10\text{ V}$  不变，通过并联的方式条件电容  $C$  大小，测量交流电压有效值和支路电压，计算得纹波系数如表 4. 分析

电容 $C/\mu\text{F}$	1	2	3	10	11	12	13	20	30
交流电压有效值 $\tilde{U}/\text{V}$	0.576	0.343	0.245	0.081	0.074	0.067	0.062	0.041	0.039
直流电压 $U/\text{V}$	2.57	2.78	2.85	2.92	2.92	2.93	2.93	2.93	2.94
纹波系数 $K_u/\%$	22.41	12.34	8.596	2.774	2.534	2.287	2.116	1.399	1.327

表 4. 单电容 RC 全波整流滤波电路下采用电容对滤波效果的影响.

表中数据可知，当信号源频率固定时，电容越大，纹波系数越小，直流电源效果越好. 根据表 4 数据作出  $K_u - C$  图像如图 12.

根据图像初步分析，我们可以得到，固定  $f$  一定时， $C$  越大， $K_u$  越小，直流电源效果越好的结论. 并且我们可以发现，在  $C$  不超过  $10\mu\text{F}$  的情况下， $K_u$  下降更快，但是在  $C$  超过  $10\mu\text{F}$  后，

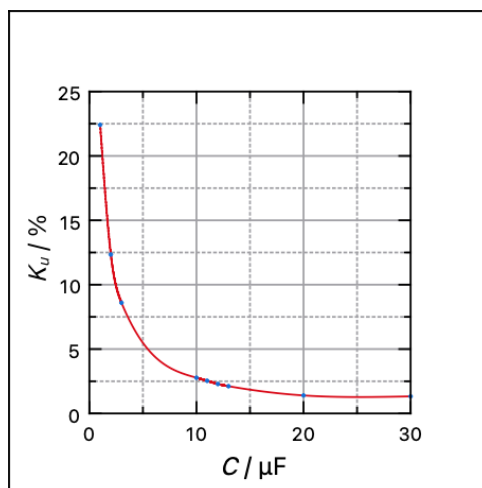


图 12. 单电容 RC 全波整流滤波电路下采用电容对滤波效果的影响的  $K_u - C$  图像.

$K_u$  下降速度逐渐放缓.

## 4 实验结论与思考

### 4.1 实验结论

半波整流和全波整流是整流的两种方式, 其中全波整流的平均值约为半波整流的两倍. 单电容 RC 全波整流滤波和  $\pi$  型电容 RC 全波整流滤波是两种不同的滤波方式, 其中在电容和信号源频率一定时, 后者比前者的滤波效果更好. 固定某种滤波器不变, 选用的电容越大, 信号源频率越高, 滤波效果越好.

### 4.2 思考题

下面是实验的两个思考题.

#### 4.2.1 整流、滤波的主要目的是什么?

整流的主要目的是将交流电化为「脉动」的直流电, 将交流信号转换为直流信号, 为电子设备和电力系统中的设备提供稳定的电源, 避免因电压和电流的突变导致设备损坏. 而滤波是尽可能消除直流电「脉动」, 得到波形为直线的直流电, 去除整流后直流信号中存在的高频噪声和谐波信号, 这些信号会干扰设备的正常工作, 降低性能, 甚至可能导致设备损坏; 通过选择性地阻止或传递电路中的特定频率范围的信号, 得到比较平滑的直流电压, 以满足电子仪器和自动控制设备的要求.

整流滤波的总体目的是: 获得稳定、平滑的直流电源, 保证设备的正常运行和延长使用寿命.

#### 4.2.2 滤波电路中电容是否越大越好?

滤波电路中电容并不是越大越好.

滤波电容的选择需要根据具体电路的频率范围来进行权衡取舍, 以达到最优效果. 虽然理论上, 根据实验 3.5 的结果, 滤波电容  $C$  越大, 纹波系数  $K_u$  越小, 可以更有效地降低电压纹波和噪声, 提高电路的稳定性, 但当电容大到一定程度 (实验 3.5 中为  $10 \mu\text{F}$ ) 后,  $K_u$  下降的幅度大幅放缓, 相同经济投入下带来的好处越来越小, 「性价比」降低, 而且可能导致充电电流过大, 影响电路的稳定性.

综上所述，滤波电路中的电容并不是越大越好，而是要根据具体的电路进行取舍，达到最高的「性价比」。

## 5 致谢

本次实验是我截至目前在大学物理-基础实验 A 课程中，体验最好的一次实验。实验讲义编写地非常清晰、明了，十分方便预习；实验器材兼顾了实用和有趣，面包版的搭建令人耳目一新；祝巍老师细致的指导和关注令我倍感温暖和亲切。感谢大学物理实验中心和第一教学楼的课程设计，感谢祝巍老师的悉心教导，感谢我自己对大学物理实验的热爱。希望我能在这份热爱之下继续努力。

## 参考文献

- [1] 大学物理实验中心. 整流滤波实验讲义. [EB/OL]

## 附录

实验数据原始记载图 (扫描版)

## 整流滤波电路及应用实验数据

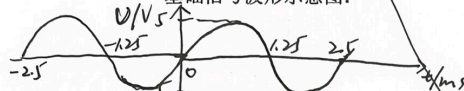
学号: P132300013 姓名: 覃安欣 学院: 计算机学院 日期: 2024.5.6

## 实验内容:

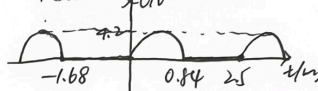
## 一、基础内容 (必做)

## 1. 整流实验:

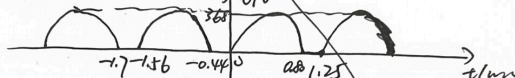
基础信号波形示意图:



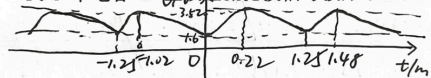
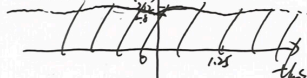
半波整流信号波形示意图:



全波整流信号波形示意图:



## 2. 滤波实验: (交流电压有效值和直流电压用台式万用表测量)

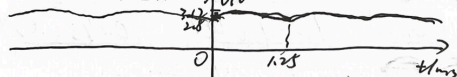
1  $\mu\text{F}$  单电容 RC 滤波信号波形示意图:双电容  $\pi$  型滤波示意图:交流电压有效值: ~~7.546~~ 0.590 V

直流电压: 2.55 V

纹波系数: 23.1 %

交流电压有效值: ~~0.176~~ 0.0660 V直流电压: ~~1.46~~ 1.46 V纹波系数: ~~18.8~~ 4.52 %

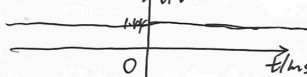
## 二、提升内容: (必做)

10  $\mu\text{F}$  单电容 RC 滤波信号波形示意图:

交流电压有效值: 0.0831 V

直流电压: 2.90 V

纹波系数: 2.87 %

双电容  $\pi$  型滤波示意图:

交流电压有效值: 0.00152 V

直流电压: 1.59 V

纹波系数: 0.0966 %

转背面



## 三、进阶内容（选做）

频率对滤波效果的影响： $1\mu\text{F}$  单电容 RC 全波整流滤波电路，信号源频率从

10~2000Hz,

频率 (Hz)	10	20	40	80	100	200	300	400	500
交流电压 (V~)	<del>1.25</del>	<del>1.24</del>	<del>1.20</del>	<del>1.09</del>	<del>1.54</del>	0.83	0.683	0.575	0.496
直流电压 (V)	1.94	1.96	<del>2.05</del>	2.106	2.105	2.307	2.457	2.562	2.636
频率 (Hz)	700	900	1100	1300	1500	1700	1800	1900	2000
交流电压 (V~)	0.387	0.317	0.269	0.233	0.206	0.185	0.176	0.168	0.161
直流电压 (V)	2.727	2.718	2.810	2.831	2.845	2.854	2.858	2.862	2.864

频率对滤波效果的影响： $1\mu\text{F}$  双电容  $\pi$  型全波整流滤波电路，信号源频率

从 10~2000Hz,

频率 (Hz)	10	20	40	80	160	320	640	720	1000
交流电压 (V~)	0.63	0.60	0.524	0.386	0.220	0.093	0.031	0.255	0.0145
直流电压 (V)	1.03	1.05	1.10	1.21	1.33	1.447	1.528	1.538	1.558
频率 (Hz)	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
交流电压 (V~)	0.0106	0.00931	0.00825	0.00738	0.00667	0.00608	0.00559	0.00523	0.00484
直流电压 (V)	1.565	1.568	1.571	1.573	1.575	1.576	1.577	1.578	1.580

## 四、高阶内容（选做）

固定频率，改变电容大小，观察波形变化和交直流成分的变化

$f = 400\text{Hz}$   $V_{pp} = 10\text{V}$   $\rightarrow$  利用可变电阻

电容 ( $\mu\text{F}$ )	20	10	20	11	12	13	30	3	30
交流电压 (V~)	0.044	0.081	0.343	0.576	0.074	0.067	0.062	0.245	0.039
直流电压 (V)	2.93	2.92	<del>2.92</del>	<del>2.92</del>	2.92	2.93	2.93	2.85	2.91

采用  $1\mu\text{F}$  单电容 RC 全波整流滤波电路!