

# 电子技术基础实验

## 实验一 常用测量仪器的使用

祝尔乐  
未央-电 01

2021 年 12 月 5 日

### 一. 实验目的

1. 熟悉示波器的使用, 掌握用示波器测量交流信号的幅度、频率等参数, 以及测量脉冲波形的上升沿、下降沿等参数的方法。2. 熟悉信号发生器的使用。

### 二. 实验内容

#### 2.1 测量示波器的校准信号 PROBE COMP

测量结果如下表:

表 1: 测量示波器标准信号

	峰-峰值/V	频率/kHz
自动测量	5.44	1.006
光标测量	5.42	1.005

#### 2.2 用示波器测量正弦信号参数

测量结果如下表:

表 2: 测量正弦信号参数

上峰值/V	下峰值/V	峰-峰值/V	有效值/V	周期/ $\mu s$	频率/kHz
0.520	-0.528	1.10	0.35	100.0	10.00

#### 2.3 测量不同频率下两正弦交流电压 $v_i$ 和 $v_o$

电路图如下:

分别在  $10Hz - 100Hz - 1kHz - 10kHz$  的频率的  $v_i$  下测量  $v_i$  (设定  $2V_{PP}$ ) 与  $v_o$  的有效值和相位差, 结果如下表: (相位差测量方式:  $\Delta\varphi = 2\pi f\Delta t$ )

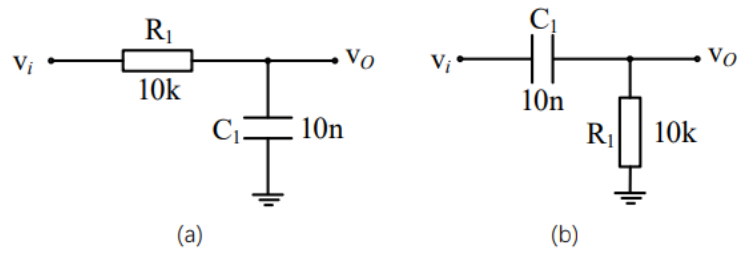
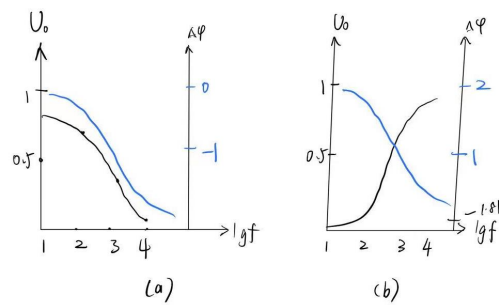


图 1 RC 网络

表 3: 正弦交流电下的电路参数测量

(a)				(b)		
$f/kHz$	$U_i/V$	$U_o/V$	$\Delta\varphi/rad$	$U_i/V$	$U_o/V$	$\Delta\varphi/rad$
0.01	0.714	0.709	0.01	0.712	0.004	-1.81
0.1	0.713	0.66	0.21	0.712	0.046	-1.63
1	0.712	0.41	0.72	0.714	0.28	-1.01
10	0.712	0.10	1.78	0.714	0.710	-0.13

画出 (a) 和 (b) 电路参数随着频率的变化曲线:



从数据和图像可以看出, 电路 (a) 的作用为低通滤波器, 即可以通过频率较低的信号, 频率较高的信号会被削弱;

电路 (b) 的作用为高通滤波器, 即可以通过频率较高的信号, 频率较低的信号会被削弱。

## 2.4 测量方波信号参数

实验电路如图 1(a) 所示,  $v_i$  是方波信号, 幅度 (即方波正半周电压) 为 1VP, 频率为 500Hz, 测量  $v_i$  与  $v_o$  的波形及其上升时间  $t_r$ 、下降时间  $t_f$ 。

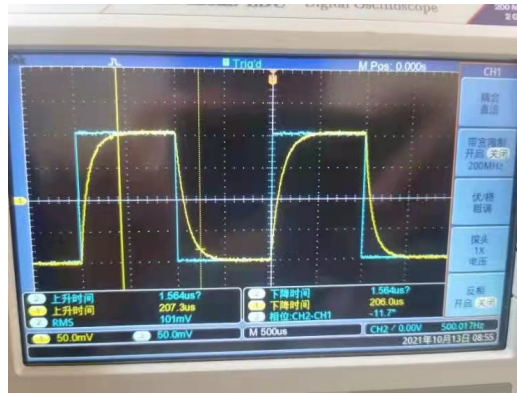
图像如下:

测量结果如下:

表 4: 方波信号参数

	$t_r/\mu s$	$t_f/\mu s$
$v_i$	1.56	1.56
$v_o$	207	206

可以看出经过大电容的方波信号出现了“失真”, 即上升和下降的过程被放大了。



## 2.5 电路级联

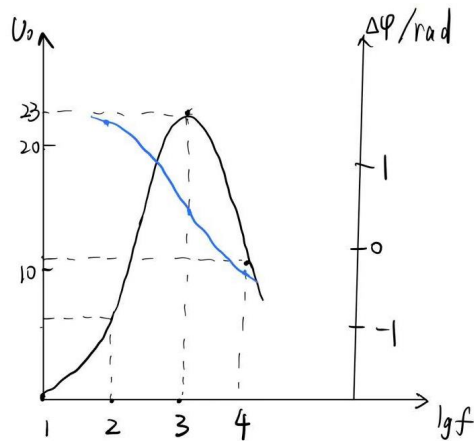
将 (a)(b) 的电路级联后测量电路参数。

级联后的结果如下：

表 5: 正弦交流电下的级联电路参数测量

$f/\text{kHz}$	$U_i/\text{V}$	$U_o/\text{V}$	$\Delta\varphi/\text{rad}$
0.01	0.712	0.01	—
0.1	0.712	6.4	1.48
1	0.713	23.0	0.36
10	0.712	10.3	-0.67

画出电路参数随频率变化的图像：



从数据和图像可以看出，级联后的电路为带通滤波器。即对于高频 ( $>10\text{kHz}$ )，以及低频 ( $<100\text{Hz}$ ) 的信号，电路通过的信号幅值较小，而对于中间的频率段 ( $100\text{--}10\text{kHz}$ ) 的信号，电路通过的信号幅值较大，即电路具有带通特性。

## 2.6 探究电路作用

搭建图 2 所示电路， $v_i$  输入正弦波信号 ( $1\text{kHz}$ )，调节其幅值分别为  $10\text{VPP}$ ， $15\text{VPP}$ ，观察  $v_o$  波形变化；在  $R_2$  上并联一个  $10\mu\text{F}$  电容，观察  $v_o$  波形变化。

由图可以看出电路的作用将输入电压的瞬时值控制在  $5\text{V}$  以下，加入大电容的作用是使得  $R_2$  的电压更加的稳定。

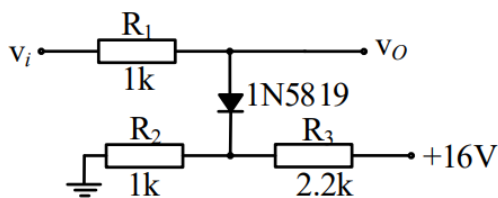


图 2

### 改进思路

由于二极管在正向导通的时候仍然有一定的电压 (不妨设为  $0.7V$ ), 于是实际控制的电压最大值并不是我们想要的  $5V$ , 而可能是  $5.7V$ , 我们可以针对二极管对电阻进行一定的调整。设二极管导通后的电压为  $U_D$ , 则为了使得电压满足预期,  $R_3$  满足的方程:

$$U_{set} = \frac{R_2}{R_2 + R'_3} 16 + U_T \quad (1)$$

令  $R_2 = 1k\Omega$ , 解得  $R'_3 = 2.72k\Omega$ 。

同样的, 如果我们想得到一个限压  $5V$  (绝对值) 的信号, 那么二极管应该再并联一个方向与之相反的相同的二极管, 这样限压特性才是对称的, 不会得到一个只是一边限压, 另一边为正常正弦波的不对称波形。