



南京邮电大学
Nanjing University of Posts and Telecommunications

电工电子实验报告

课程名称： 电工电子实验（一）
实验项目： 交流信号幅度判别电路的设计

学 院： 贝尔英才学院
班 级：
学 号：
姓 名：
学 期： 2021-2022学年第1学期

交流信号幅度判别电路的设计

一、实验目的

- 1.掌握用集成运算放大器构成电压放大电路的设计方法;
- 2.熟悉电压比较器的原理和应用方法;
- 3.熟悉集成运放构成精密整流电路的原理和方法。

二、主要仪器设备

- 1.双踪示波器;
- 2.函数信号发生器;
- 3.直流稳压电源;
- 4.交流毫伏表;
- 5.实验箱;
- 6.万用表;
- 7.阻容元件及导线若干。

三、实验原理

利用运算放大器构成的精密整流电路、比例运算电路、电压比较器,设计一个交流信号幅度判别电路,该电路可以通过不同指示灯的亮灭组合反映输入电压的幅度范围。该电路可以作为温控电路的输出部分,将输入的电压信号进行一定的放大,通过对输出电压幅度范围的区分,从而反映输入端电压的变化范围;也可以作为数字交流电压表电路的输入部分,通过判断输入信号电压的幅度范围,实现不同电压测量挡位的自动切换。

1.全波精密整流电路的工作原理

图 6.22 所示是一全波精密整流电路,该电路是由半波整流和加法器构成的。该电路的输入为正弦,集成运放的开环增益很高,使二极管导通所需的输入电压极小,所以该电路可以实现对小信号的整流。其工作原理为:

$$(1) \text{当 } u_i > 0 \text{ 时, } u_{o1} = -u_i, u_o = -u_i - 2u_{o1} = -u_i + 2u_i = u_i \quad (6.7.1)$$

$$(2) \text{当 } u_i < 0 \text{ 时, } u_{o1} = 0, u_o = -u_i = -(-|u_i|) = |u_i|$$

$$\text{所以 } u_o = |u_i|. \quad (6.7.2)$$

该电路的输出波形是脉动直流,它含有直流分量和谐波分量,输出波形如图 6.23(a)所示,需要用低通滤波器滤除谐波分量,图 6.22 中 R_8 和 C_1 就是一个简单的低通滤波器,其输出为直流电压。输出波形如图 6.23(b)所示。

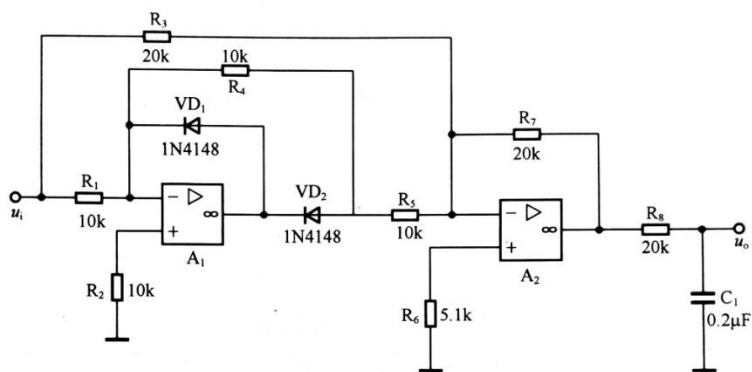


图 6.22 全波精密整流电路

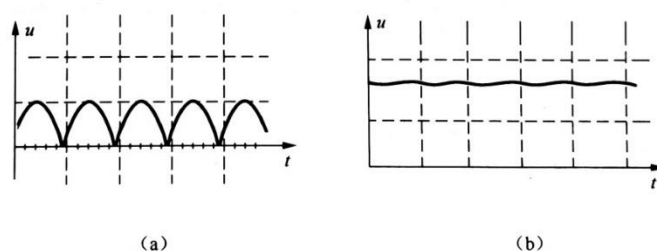


图 6.23 全波精密整流电路的输出波形

2. 输入信号幅度的判别

如图 6.24 所示,运算放大器 A_2, A_3, A_4 作为电压比较器,它们的反相输入端加基准电压为 $V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}$ 可以通过 R_5, R_6, R_7, R_8 分压得到。改变 R_5, R_6, R_7, R_8 的阻值,就可以改变基准电压 $V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}$ 的值。输入直流信号 U_i 经 A_1 反相比例器放大后,同时加在 A_2, A_3, A_4 的同相端, A_2, A_3, A_4 分别将 U_1 与 $V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}$ 进行比较,当 $U_1 < V_{ref1} < V_{ref2} < V_{ref3}$ 时, A_2, A_3, A_4 的输出都为低电平,指示灯都不亮;当 $V_{ref1} < U_1 < V_{ref2} < V_{ref3}$ 时, A_4 输出为高电平, A_2, A_3 的输出都为低电平,黄指示灯亮;当 $V_{ref1} < V_{ref2} < U_1 < V_{ref3}$, A_3, A_4 的输出都为高电平, A_2 的输出都为低电平,黄、绿指示灯亮;当 $V_{ref1} < V_{ref2} < V_{ref3} < U_1$ 时, A_2, A_3, A_4 的输出都为高电平,黄、绿、红指示灯都亮。所以,通过指示灯的亮火,可以判断出输入信号的幅值大小。

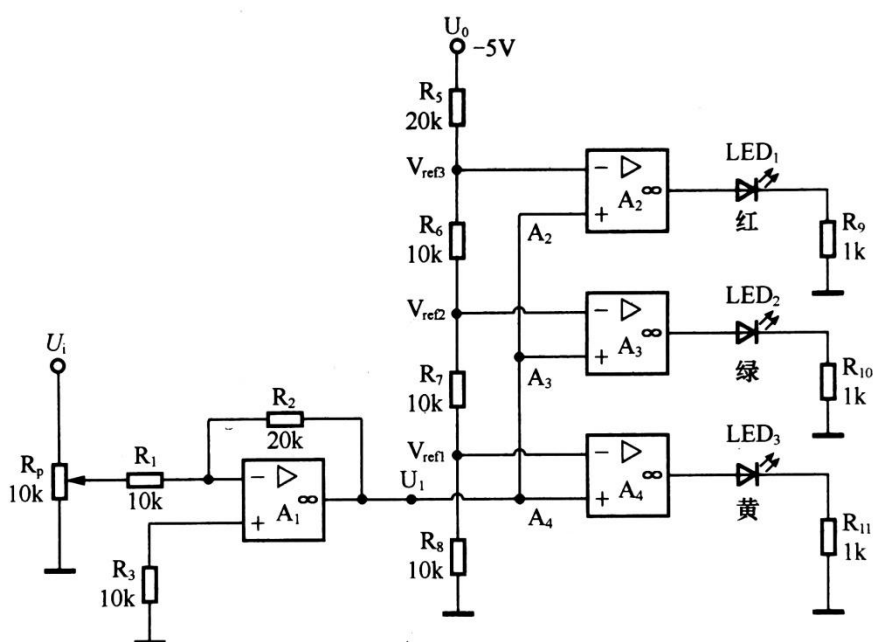


图 6.24 电压幅度判别电路

四、实验内容

设计一个电压幅度判别电路,输入信号是频率为 1kHz 的正弦信号。

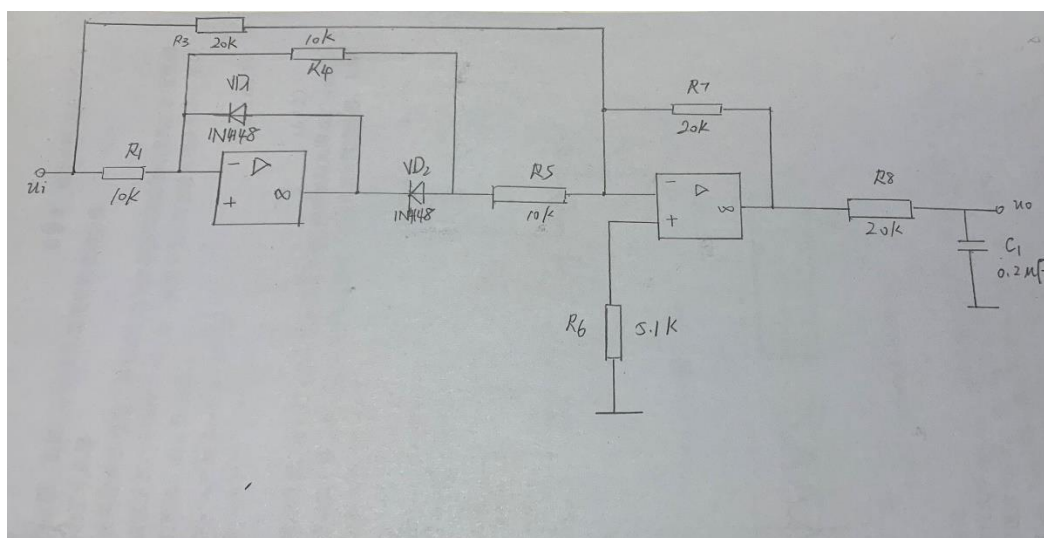
设计要求:当电路输入信号幅度 $U_i < 0.5V$ 时,红色指示灯灭,绿色指示灯灭,黄色指示灯灭

当电路输入信号幅度 $0.5 < U_i < 1V$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯灭,黄色指示灯灭。

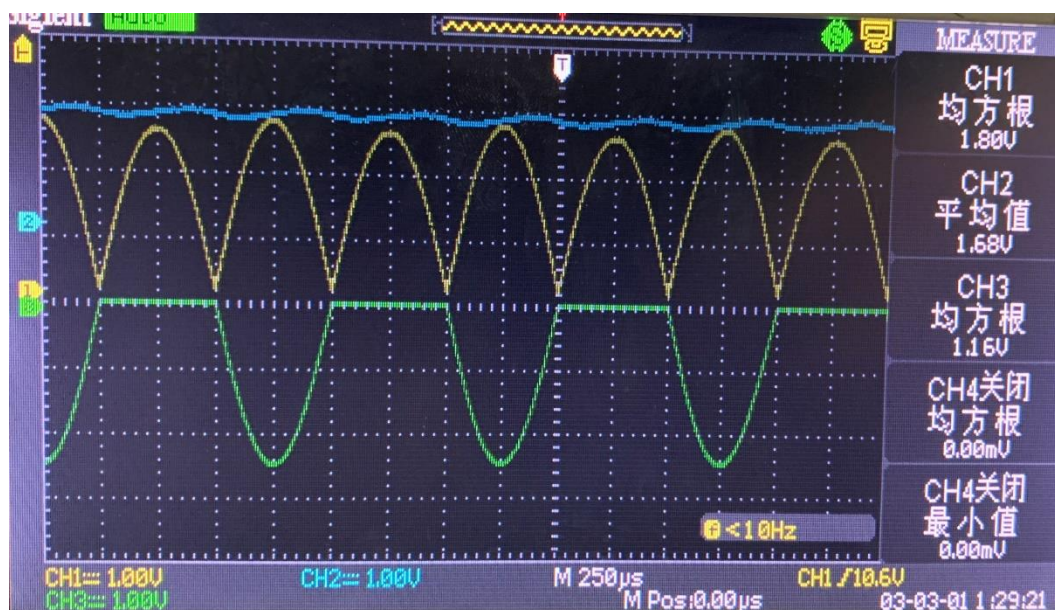
当电路输入信号幅度 $1 < U_i < 1.5V$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯亮,黄色指示灯灭。

当电路输入信号幅度 $1.5V < U_i$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯亮,黄色指示灯亮。

- 1.根据已知条件和设计要求,选定电路方案,计算并选取元件参数,画出电原理图。
- 2.根据自己设计的电路图用仿真软件进行仿真并记录仿真结果,如果仿真结果不满足设计要求,须适当调整电路参数。
- 3.在实验箱上安装所设计的电路,测试该电路的性能指标,如果指标不满足要求,可以调整电路参数。



设计的全波精密整流电路手绘图

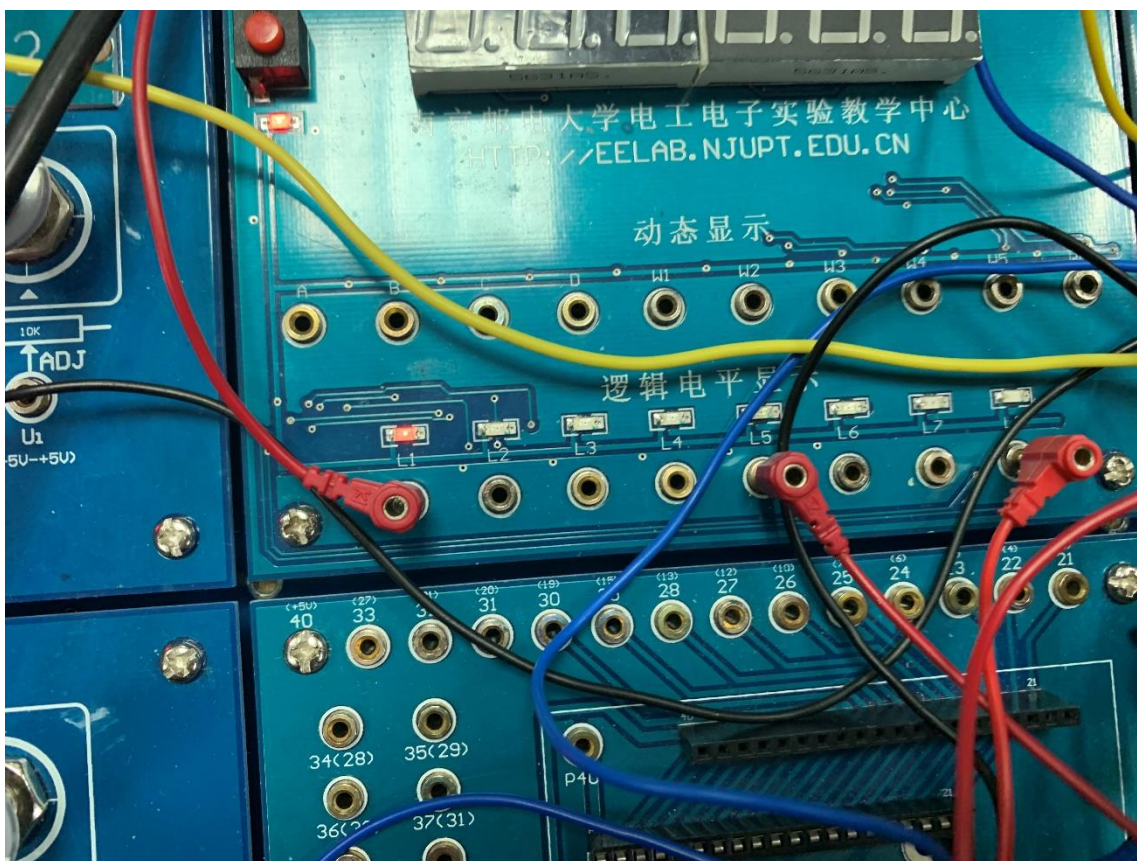


全波精密整流电路的输出波形

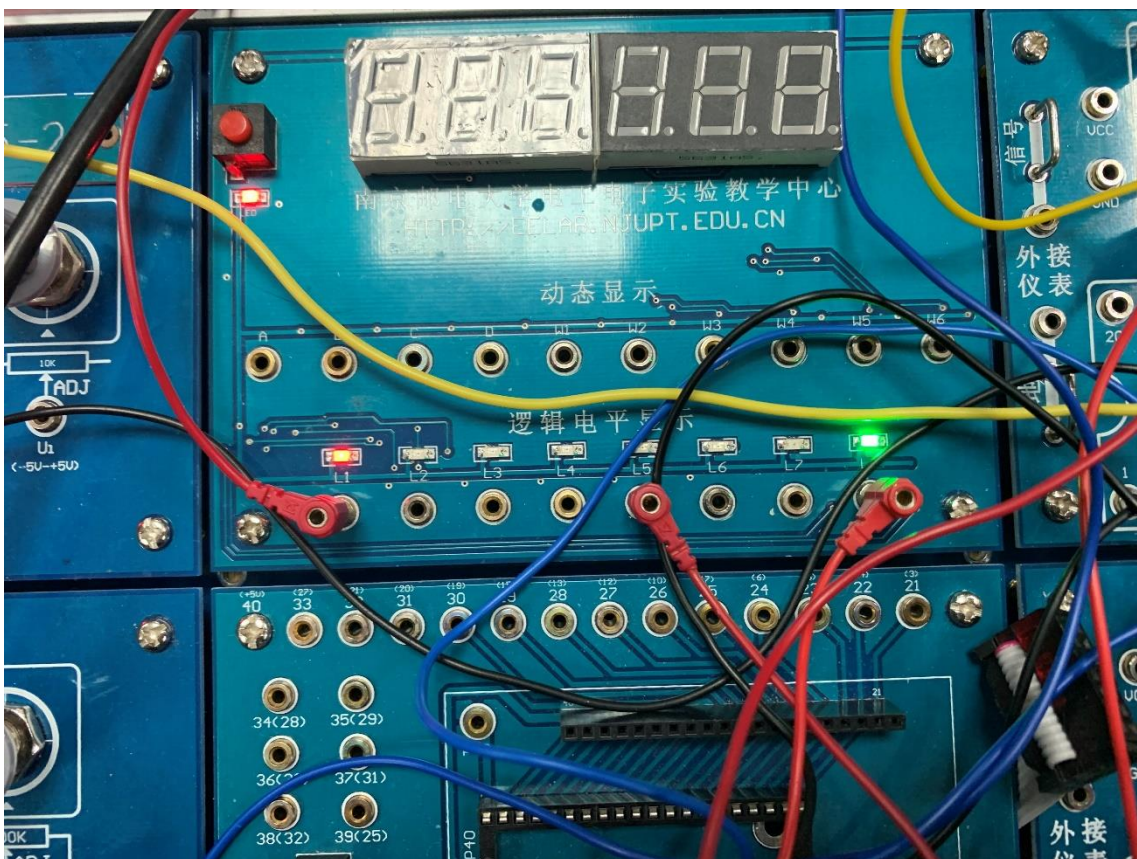
The diagram illustrates a 4-bit DAC circuit. The input voltage V_i is connected to a potentiometer with a total resistance of $10k$. The wiper of the potentiometer is connected to the non-inverting input of the first op-amp (A_1). The op-amp is configured as a voltage follower, with its output connected to the inverting input and also to the non-inverting inputs of the other three op-amps (A_2, A_3, A_4). The op-amp is powered by a $-5V$ supply. The output of the first op-amp is connected to the inverting input of the second op-amp (A_2). The output of the second op-amp is connected to the inverting input of the third op-amp (A_3). The output of the third op-amp is connected to the inverting input of the fourth op-amp (A_4). The output of the fourth op-amp is connected to the inverting input of the first op-amp (A_1). The outputs of the four op-amps are connected to four LEDs (LED1, LED2, LED3, LED4) through resistors $R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}$ respectively. The LEDs are labeled with their colors: LED1 (Red), LED2 (Green), LED3 (Blue), and LED4 (Yellow). The circuit is powered by a $-5V$ supply.

设计的电压幅度判别电路手绘图

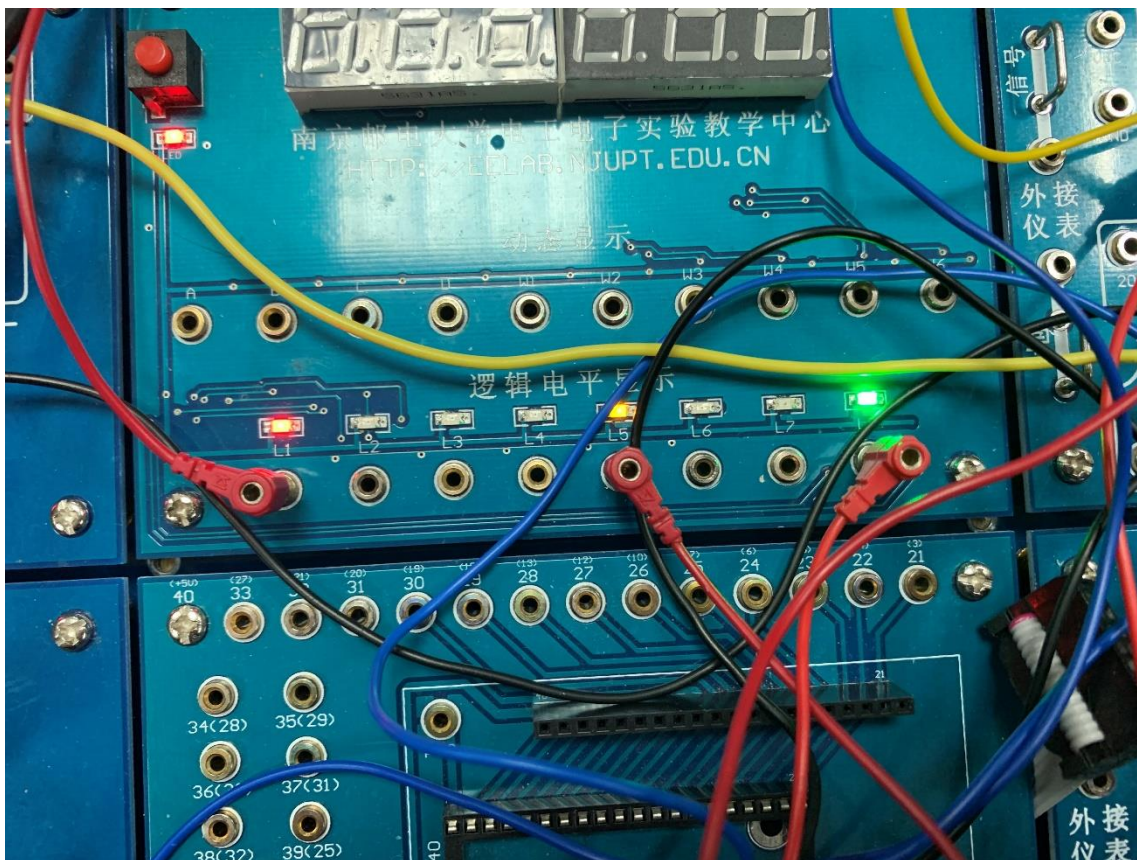
当电路输入信号幅度 $0.5 < U_i < 1V$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯灭,黄色指示灯灭。



当电路输入信号幅度 $1 < U_i < 1.5V$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯亮,黄色指示灯灭。



当电路输入信号幅度 $1.5V < U_i$ 时,红色指示灯亮,绿色指示灯亮,黄色指示灯亮。



电压判别完成

五、实验小结

通过搭建全波精密整流电路和电压幅度判别电路,掌握用集成运算放大器构成电压放大电路的设计方法,熟悉了电压比较器的原理和应用方法。了解了集成运放构成精密整流电路的原理和方法。对全波精密整流电路和电压幅度判别电路有了更深的认识。