



# 重慶理工大學

## 实验报告

| 实验课堂表现 |       |       | 实验报告成绩 | 实验总成绩 |
|--------|-------|-------|--------|-------|
| A ( )  | B ( ) | C ( ) |        |       |

实验名称: 交流电压自动增益控制放大器

专业班级:

学 号:

姓 名

联系电话:

指导老师:

实验时间:



电气与工程学院 电工电子技术实验中心

【成绩】

【教师签名】

### 【实验目的】

要求设计一个交流电压自动增益控制放大器,实现功能为:

(1) 对于不同的输入信号自动变换增益。

a. 当输入信号峰值为0-1V, 增益为3; b. 当输入信号峰值为1-2V, 增益为2。

c. 当输入信号峰值为2-3V, 增益为1; d. 当输入信号峰值为3V以上, 增益为0.5。

(2) 通过数码管显示当前放大电路的放大倍数。用0, 1, 2, 3分别表示0.5, 1, 2, 3倍。

### 【实验原理及内容】

交流电压自动增益控制放大器由以下五个单元电路组成。

(1) 峰值检测电路: 对输入信号的峰值进行提取, 产生输出  $V_{ol} = V_{peak}$ , 为了实现这样的目标, 电路输出值会一直保持, 直到一个新的更大的峰值出现或电路复位。

$V_{IA}$  和  $V_{IB}$  组成一个采样保持电路。 $V_{IA}$  组成一个比较器,  $V_{IB}$  组成一个电压跟随器。一开始, 为了保持电压大于比较电压 (0V) 时, 用输出为正电压 ( $+V_{cc}$ ),  $C_1$  充电, 如果  $V_{IA}$  峰值小于  $V_{peak}$ ,  $V_{IA}$  输出为负电压 ( $-V_{cc}$ ),  $D_1$  截止,  $C_1$  通过  $R_2$  放电, 这样形成了动态平衡, 因此只要  $V_{IA}$  峰值不变,  $C_1$  上电压基本不变, 为  $V_{peak}$ ,  $V_{ol}$  也为  $V_{peak}$ ,  $R_2$  和  $C_1$  组成的 RC 放电电路时间常数较大, 可设置为1秒以上。这样就把交流信号转换为直流信号。

(2) 电压比较器, 其中峰值检测电路的输出送入比较器 1439 的同相输入端, 反相输入端接分压电阻的分压电路, 当输入的峰值电压大于对应分压电压时, 比较器输出为正, 反之为零。根据题目要求的电压等级为 1V, 2V, 3V, 则对应的电阻可先  $10k\Omega$ ,  $10k\Omega$ ,  $10k\Omega$ ,  $20k\Omega$ 。对应不同的交流信号, 输出不同的 0, 1 组合, 这样就实现了交流信号的 A/D 转换。

(3) 组合逻辑电路: 根据分析, 可以列出输入信号峰值与比较器电路输出以及译码器输入的对立关系如表

| 输入信号 | C (比较器输出) | A (比较器输出) | $A_3 A_2 A_1 A_0$ (74LS48 输入) | 数码管显示 |
|------|-----------|-----------|-------------------------------|-------|
| 0-1V | 0         | 0         | 0 0 1 1                       | 3     |
| 1-2V | 1         | 0         | 0 0 1 0                       | 2     |
| 2-3V | 1         | 1         | 0 0 0 1                       | 1     |
| 3V以上 | 1         | 1         | 0 0 0 0                       | 0     |

真值表

| A | B | C | P |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |

卡诺图

| P | BC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|----|----|----|----|----|
| 0 | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 1 | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |

$$P = A'B + B'C'$$

| R | BC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|----|----|----|----|----|
| 0 | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 1 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |

$$R = B'$$

列真值表, 画卡诺图, 列写 P 和 R 与 ABC 之间的逻辑表达式。

(4) 译码显示电路

把 74LS48 接成译码方式, 把 P, R 接到  $A_0$  和  $A_1$ ,  $A_2$  和  $A_3$  接地, 所以输入变化

范围为 0000-0011, 输出显示范围也是 0-3。

(5) 放大电路:  $V_{IC}$  与  $V_{OC}$  组成自动增益控制放大器, 反馈电阻为  $R_F$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$  其中  $R_{10}$  由  $R(B)P(A)$  的组合来选, 如  $R_P = 10 \times 2 (15k\Omega)$  与  $R_{11} (10k\Omega)$  相连,  $R_F$  电阻为  $R_{10} (10k\Omega)$  此时增益为  $R_F/R_{11} = 2$  倍。



## 【实验设备】

1. 集成数信号发生器
2. 双踪示波器
3. 数字万用表
4. 面包板
5. 芯片 1A324, 1A339, 74LS00, CD4052, 74LS48;  
共阴极数码管、电阻 5.1k, 10k, 100, 20k, 2.30k, 1M;  
电容 1uF (105); 二极管 1N4148; 电位器 10k.

## 【实验方案及步骤】

### 1. 峰值检测电路:

$V_{cc}$  取 +5V,  $-V_{cc}$  取 -5V, 搭建峰值检测电路, 输入 1kHz 正弦波, 改变输入信号幅值, 测出其输出幅值, 读出其输出平均值, 记录到表。  
(改变输入信号的幅值依次为  $V_{pp} = 2V, 4V, 6V$ )

### 2. 数字信号变换电路.

数字信号变换电路包括比较器、组合逻辑电路、译码显示电路, 以下测试数据记录到表中。

1) 搭建比较器电路, 测量三个比较器的反相输入端为 1V, 2V, 3V, 在同相端输入不同的直流电压值, 可用电位器调节, 测量 ABC 的高低电平。

2) 再搭建组合逻辑电路, 同时测出 QP 值。

3) 继续搭建译码显示电路, 观察数码管显示数。

(同相端输入的直流电压值依次为 0.5V, 1.5V, 2.5V, 3.5V)

### 3. 放大电路

搭建放大电路, Pk 接高低电平, 输入 1kHz 峰峰值为 2V 的正弦波, 用示波器观察输入输出, 并记录一组波形。(QP 的输入分别为 00, 01, 10, 11)

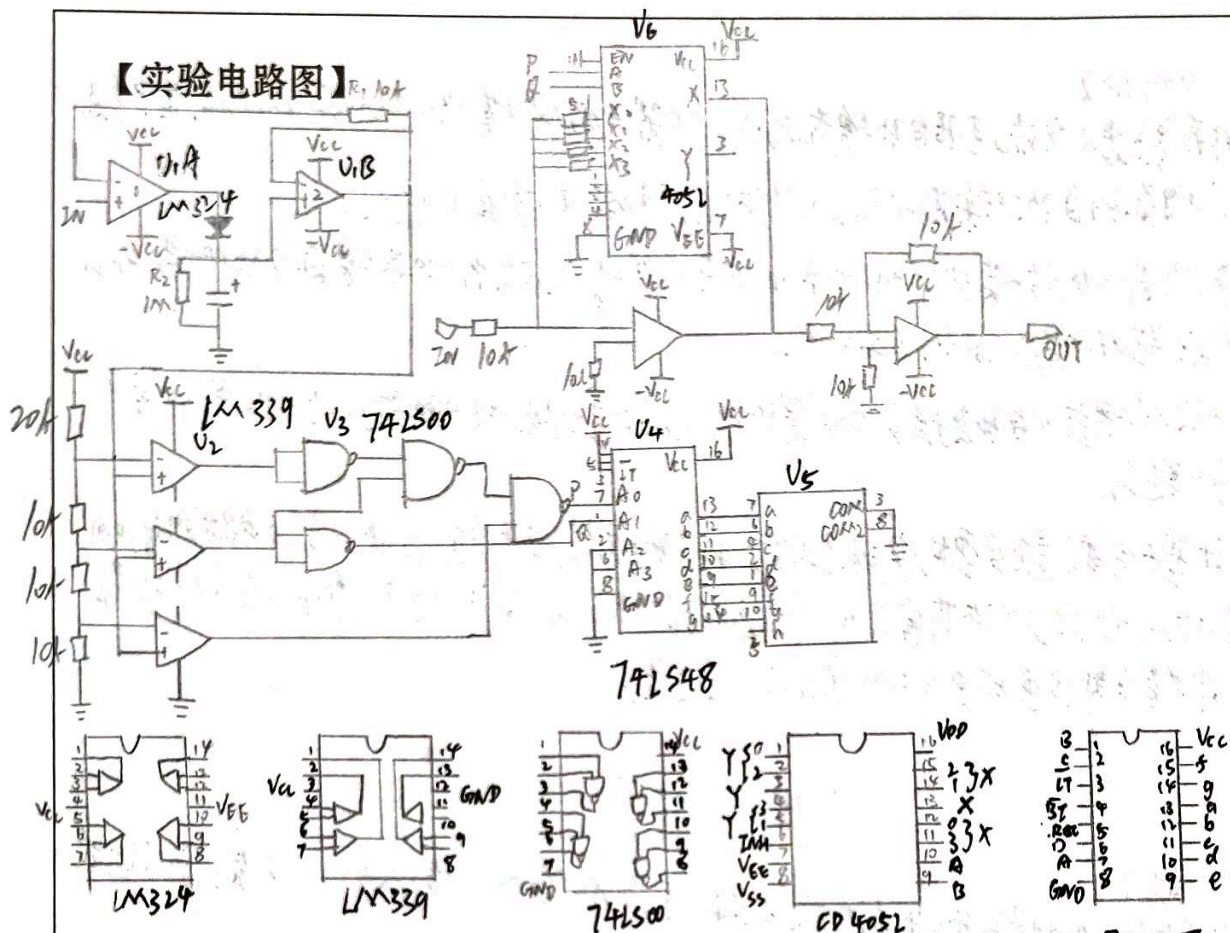
### 4. 系统测试.

把各部分连接起来, 取 1kHz 正弦波, 改变输入信号的幅值, 观察放大倍数和数码管显示  
(输入的信号幅值分别为 1V, 3V, 5V, 7V)

5. 将所有数据进行整理, 记录和分析。



# 【实验电路图】



CD4052真值表

| INH | B | A | 输出    |
|-----|---|---|-------|
| 0   | 0 | 0 | 0x 0x |
| 0   | 0 | 1 | 1x 1x |
| 0   | 1 | 0 | 2x 2x |
| 0   | 1 | 1 | 3x 3x |
| 1   | x | x | None  |

## 【实验数据处理及分析】

(1) 峰值检测记录表

| 输入 | 输出(V)  |
|----|--------|
| 2V | 1.042V |
| 4V | 2.08V  |
| 6V | 3.12V  |

(4) 频率测试记录表

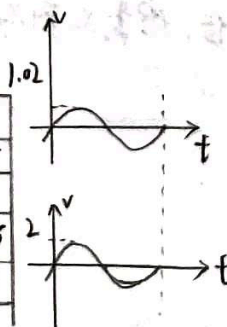
| 输入峰峰值(V)   | Vol(V) | A | B | C | Q P | 数码管 | 输出(V) |
|------------|--------|---|---|---|-----|-----|-------|
| 1V 峰值 0-1V | 0.53   | 0 | 0 | 0 | 11  | 3   | 3.280 |
| 3V 峰值 1-2V | 1.47   | 0 | 0 | 1 | 10  | 2   | 6.400 |
| 5V 峰值 2-3V | 2.51   | 0 | 1 | 1 | 01  | 1   | 5.360 |
| 7V 峰值 3-4V | 3.18   | 1 | 1 | 1 | 00  | 0   | 3.840 |

(2) 数字逻辑电路记录表

| 同相端输入 | A | B | C | Q P | 数码管 |
|-------|---|---|---|-----|-----|
| 0.5V  | 0 | 0 | 0 | 11  | 3   |
| 1.5V  | 0 | 0 | 1 | 10  | 2   |
| 2.5V  | 0 | 1 | 1 | 01  | 1   |
| 3.5V  | 1 | 1 | 1 | 00  | 0   |

(3) 放大电路记录表

| Q P | 输入峰峰值 | 输出峰峰值 | Au    |
|-----|-------|-------|-------|
| 00  | 2     | 1.02  | 0.505 |
| 01  | 2     | 2.12  | 1.06  |
| 10  | 2     | 4.05  | 2.025 |
| 11  | 2     | 6.05  | 3.025 |





## 【实验结论】

- (1) 了解并熟悉了交流电压自动增益控制放大器中的几个模块分别对应的功能,其中重点在于增益的自动切换能力和对交流信号的峰峰值的提取。
- (2) 增益可调的电路模块还可用于喇叭或音响等播放设备中,如果增益自动切换,那么当声音强时,增益减小,反之亦然。
- (3) 通过本次对增益可自动切换的放大器设计,认识到数字电子技术和模拟电子技术之间密不可分的联系。
- (4) 本设计基本完成了题目要求,实现了增益的自动控制,由于受到器件和部分电路的影响,误差略大,但仍在允许范围之内,可以使用更优性能的芯片,提高峰值检测的精度,或者在部分电路中给予一定的补偿误差。

## 【思考题】

- (1) 列出PQ与ABC之间的关系,并写出表达式,画出卡诺图,化简成2输入与非门的最简表达式

P:

| ABC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----|----|----|----|----|
| 0   | 1  | 0  | 1  | X  |
| 1   | X  | X  | 0  | X  |

$$P = B'C' + A'B$$

$$= [(B'C')' (A'B)']'$$

Q:

| ABC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----|----|----|----|----|
| 0   | 1  | 1  | 0  | X  |
| 1   | X  | X  | 0  | X  |

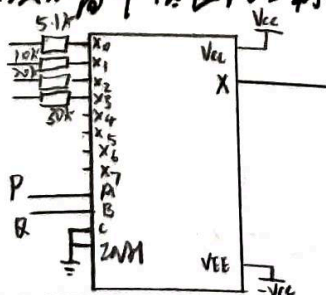
$$Q = B' + BC'$$

$$= \overline{B + BC'} = \overline{B(BC')'}$$

- (2) 如果 $R_2$ 和 $C_1$ 取值较小,如 $C_1$ 取 $0.01\mu F$ , $R_2$ 取 $1k$ ,峰值检测电路输出效果是怎样的?当 $R_2=1k$ , $C_1=0.01\mu F$ ,则时间常数相较于原电路变小,则RC放电回路的时间缩短,放电速度过快,峰值检测电路的输出无法保持接近一直线,所以无法保持稳定。

- (3) 若把4052改用4051可以实现吗?如果能,应该如何接线。

CD 4051是单8通道数字控制模拟电子开关,有三个二进制控制输入端ABC和INH输入, C,B,A依次从高到低,控制 $X_0$ 到 $X_7$ 的输出,所以把4052改用4051可以实现。接线图:





# 【原始记录】

