实验一 电压源的特性参数测试（15%）

电源是各种电子、电器设备工作的动力，直流稳压电源是实验室最常用的电子设备，是能为负载提供稳定直流电压的电子装置。直流稳压电源的[供电电源](http://baike.baidu.com/item/%E4%BE%9B%E7%94%B5%E7%94%B5%E6%BA%90)大都是交流电源，当交流供电电源的[电压](http://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%8E%8B)或负载电阻变化时，[稳压器](http://baike.baidu.com/item/%E7%A8%B3%E5%8E%8B%E5%99%A8)的直流输出电压都会保持稳定。直流稳压电源主要有输出电压的准确性、稳定性、输出噪声、电压特性、负载特性、电流输出能力、效率等特征参数。研究掌握稳压电源的特性，设计稳压电源电路是电子技术重要的组成部分。

线性直流稳压电源电路中包含变压器降压、二极管整流、电容滤波、稳压器稳压等环节。

**1.预习要求**

1. 查资料、观察日常生活及工作中使用的电压源的类型及其特点；
2. 学习了解线性直流稳压电路的结构、功能及参数计算方法；
3. 查询LM7805、LM1117、LM317等稳压器件的功能及性能；
4. 了解直流稳压电源输出噪声、电压特性、负载特性等主要特性参数的定义及测量方法。

**2.实验任务**

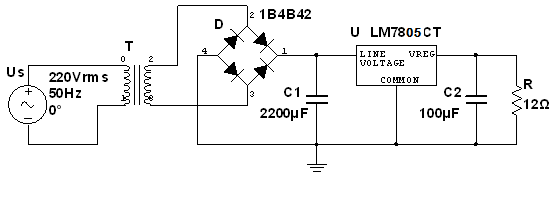
1. 设计一个输出电压为5V、输出电流200-300mA的直流稳压电源；
2. 在Multisim软件中设计并仿真运行，用软件中的虚拟仪器测量降压、整流、滤波、稳压后的信号波形；
3. 在面包板上搭试实现直流稳压电路，由实验室配置的直流稳压源供电，经过LM7805稳压器稳压获得；
4. 测量几种不同电源（USB开关电源、自制线性直流稳压电源、实验室配置的直流稳压电源）的主要参数：输出电压的准确度、稳定度、输出电压的噪声、负载特性等。
5. 提高要求：在Multisim软件中设计实现输出电压在5~10V间可调的直流稳压电源。

**3.实验要求**

1. 在软件中设计直流稳压源的路，并用软件中的虚拟仪器测量降压、稳压、滤波、稳压后的信号波形；
2. 分析上述波形与理论分析是否符合，为什么？
3. 以LM7805为稳压器件实物搭试完成直流稳压电源电路，实验室配置的直流稳压源的输出代替整流后的直流电压；测试电源的参数是否满足设计要求；
4. 自拟测试方案测试USB开关电源、自制线性直流稳压电源、实验室配置的直流稳压电源等电压源的主要参数，比较测试结果，分析优劣及适用范围；
5. 撰写实验报告。

**4.教学要点**

1. 电源的主要特性参数：输出电压范围、输出功率范围、输出电压稳定度和准确度，纹波电压、负载特性等；
2. 78XX、79XX系列稳压器件，LM1117稳压器件，LM317的使用方法；
3. 线性直流稳压电源变压器降压、二极管稳压、电容滤波、稳压器稳压等环节电路工作原理，交流电压、变压器变比、电容器容量、负载电阻阻值等参数对电压源特征参数的影响。



**5.任务分析**

在了解电压源工作原理及分类，理解电源主要参数，比较分析各种电源的特点及适用范围的基础上，通过查阅器件手册，自行设计电压可调的直流稳压电源，确定参数，硬件搭接电路，调试电路，达到设计要求的参数，并测试结果，实现对稳压电源电路的深入理解。

**6.教学目标**

1. 了解直流稳压电源的主要特性参数；
2. 学习直流稳压电源的设计方法；
3. 掌握直流稳压电源参数的测试方法。

实验二 运算放大器的基本应用（30%）

运算放大器（简称“运放”）是具有很高放大倍数的[电路](http://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E8%B7%AF" \t "_blank)单元。在实际电路中，通常结合反馈网络共同组成某种功能模块。它是一种带有特殊耦合电路及反馈的放大器。其输出信号可以是输入信号加、减或微分、积分等数学运算的结果。由于早期应用于模拟计算机中，用以实现数学运算，故得名“运算放大器”。运放是一个从功能的角度命名的电路单元，可以由分立的器件实现，也可以实现在[半导体芯片](http://baike.baidu.com/item/%E5%8D%8A%E5%AF%BC%E4%BD%93%E8%8A%AF%E7%89%87" \t "_blank)当中。随着[半导体技术](http://baike.baidu.com/item/%E5%8D%8A%E5%AF%BC%E4%BD%93%E6%8A%80%E6%9C%AF)的发展，大部分的运放是以单芯片的形式存在。运放的种类繁多，广泛应用于电子行业当中。

**1.预习要求**

1. 查阅μA741运放的数据手册，自拟表格记录相关的直流参数、交流参数和极限参数，解释参数含义；
2. 了解反相、同相比例放大器的结构及其差异；
3. 设计一个反相比例放大器，要求：|AV|=10，Ri>10KΩ，RF=100 kΩ，并用multisim仿真；
4. 设计一个同相比例放大器，要求：|AV|=11，Ri>10KΩ，RF=100 kΩ，并用multisim仿真。

**2.实验任务**

1. 反相比例运算电路及其各项参数测量。

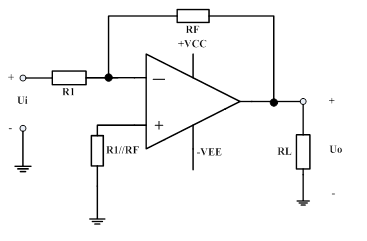


图1 反相输入比例运算电路

* + 图1中电源电压±15V，R1=10kΩ，RF=100 kΩ，RL＝100 kΩ，RP＝10k//100kΩ。按图连接电路，输入直流信号Ui分别为－1V、0.5V，用万用表测量对应不同Ui时的Uo值，列表计算Au并和理论值相比较。其中Ui通过电阻分压电路产生。
  + Ui输入0.2V（有效值）、 1kHz的正弦交流信号，在双踪示波器上观察并记录输入输出波形，在输出不失真的情况下测量交流电压增益，并和理论值相比较。
  + 输入信号频率为1kHz的正弦交流信号，增加输入信号的幅度，观察失真状况；记录正常及失真波形。

1. 同相比例运算电路实现：

设计一个同相输入比例运算电路，放大倍数为21，且RF=100kΩ。输入信号幅度Ui＝0.1Vpp不变；在改变输入信号频率时，观察并记录输出信号幅度、输出信号与输入信号间相位差的变化。

1. 提高要求：加法器电路设计：

设计电路满足以下加法运算关系（预习时设计好电路图，并用Multisim软件仿真) ：

Ui1接入方波信号，从示波器的校准信号获取，Ui2接入5kHz，0.1V（峰峰值）的正弦信号，用示波器观察输出电压Uo的波形，画出波形图并与理论值比较。实验中如波形不稳定，可微调Ui2的频率。

**3.实验要求**

1. 设计反相比例放大电路，计算电路中各元件参数。
2. 在Multisim软件平台中对所设计的电路作仿真，调整参数。其中阻容元件参数必须符合电阻、电容参数规范。
3. 在面包板上搭试、调试电路。
4. 用运算放大器设计反相比例、同相比例、加法等电路的方法及实验测量技能。

**4.教学要点**

1. 运算放大器的主要应用特征介绍：“虚短”及“虚断”；
2. 反相比例、同相比例、加法、减法等电路的设计方法；
3. 反相比例、同相比例放大器的公式推导；
4. 运算放大电路可能出现的故障检查及排除方法。
5. 了解运算放大器的主要直流参数（共模抑制比，开环差模电压增益、差模输入电阻、输出电阻等）、交流参数（增益带宽积、转换速率等）和极限参数（最大差模输入电压、最大共模输入电压、最大输出电流、最大电源电压等）的基本概念。
6. 熟练掌握运算放大电路的增益的测量方法。

**5.任务分析**

1. 分压电路产生方法

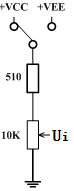
如图2所示，其中Ui通过电阻分压电路产生，串接固定电阻510Ω的目的是限流，避免烧坏器件和电源。

图2分压电路

1. 电压增益（电压放大倍数Au）测量方法

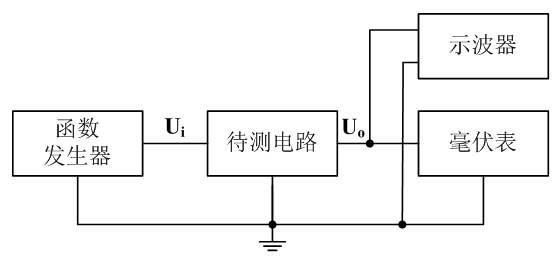
电压增益是电路的输出电压和输入电压的比值，包括直流电压增益和交流电压增益。实验中一般采用万用表的直流档测量直流电压增益，测量时要注意表笔的正负。

图3电压增益（电压放大倍数Au）测量

交流电压增益测量要在输出波形不失真的条件下，用示波器测量输入电压Ui（有效值）或Uim（峰值）或Uipp（峰-峰值）与输出电压Uo（有效值）或Uom（峰值）或 Uopp（峰-峰值），再通过计算可得。测试框图如图3所示。

1. 用示波器测量电压传输特性曲线的方法

双端口网络的输出电压值随输入电压值的变化而变化的特性叫做电压传输特性。示波器X-Y方式直接观察法：是把一个电压随时间变化的信号（如：正弦波、三角波、锯齿波）在加到电路输入端的同时加到示波器的X通道，电路的输出信号加到示波器的Y通道，利用示波器X-Y图示仪的功能，在屏幕上显示完整的电压传输特性曲线，同时还可以测量相关参数。测量方法如图4所示。



图4电压传输特性曲线测量

具体测量步骤如下：

* + 选择合理的输入信号电压，一般与电路实际的输入动态范围相同，太大除了会影响测量结果以外还可能会损坏器件；太小不能完全反应电路的传输特性。
  + 选择合理的输入信号频率，频率太高会引起电路的各种高频效应，太低则使显示的波形闪烁，都会影响观察和读数。一般取50～500Hz即可。
  + 选择示波器输入耦合方式，一般要将输入耦合方式设定为DC，比较容易忽视的是在X-Y方式下，X通道的耦合方式是通过触发耦合按钮来设定的，同样也要设成DC。
  + 选择示波器显示方式，示波器设成X-Y方式，对于模拟示波器，将扫描速率旋钮逆时针旋到底就是X-Y方式；对于数字示波器，按下“Display”按钮，在菜单项中选择X-Y。
  + 进行原点校准，对于模拟示波器，可把两个通道都接地，此时应该能看到一个光点，调节相应位移旋钮，使光点处于坐标原点；对于数字示波器，先将CH1通道接地，此时显示一条竖线，调节相应位移旋钮，将其调到和Y轴重合，然后将CH1改成直流耦合，CH2接地，此时显示一条水平线，调节相应位移旋钮，将其调到和X轴重合。

**6.教学目标**

1. 熟练掌握反相比例、同相比例、加法、减法等电路的设计方法。
2. 熟练掌握运算放大电路的故障检查和排除方法。
3. 了解运算放大器的主要直流参数（共模抑制比，开环差模电压增益、差模输入电阻、输出电阻等）、交流参数（增益带宽积、转换速率等）和极限参数（最大差模输入电压、最大共模输入电压、最大输出电流、最大电源电压等）的基本概念。
4. 熟练掌握运算放大电路的增益、传输特性曲线的测量方法。

实验三 用与非门设计数值判别电路 （15%）

组合逻辑电路设计，实际上是根据实际逻辑问题，用集成电路（基本都是门电路）设计出能实现这一逻辑功能的电路。

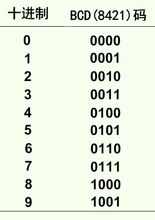
1. **预习要求**
2. 认识数字集成电路，能识别各种类型的数字器件和封装，熟练掌握74\*\*00，74\*\*04，74\*\*20（\*\*表示可以是HC系列也可以是LS系列）等芯片的引脚和功能。
3. 了解组合逻辑和逻辑函数的工程设计与实现方法。
4. 了解常用组合逻辑器件的功能和使用方法
5. 学习查找器件资料，通过器件手册了解器件。
6. **实验任务**
7. 了解组合逻辑电路设计的一般步骤。
8. 用门电路设计一个组合逻辑电路，它接收一位8421BCD码B3B2B1B0，仅当2 < B3B2B1B0 < 7时输出Y才为1。
9. 用门电路设计一个组合逻辑电路，它接收4位2进制数B3B2B1B0，仅当2 < B3B2B1B0 < 7时输出Y才为1。
10. **实验要求**
11. 分析电路的功能，列出真值表；写出电路的逻辑表达式，根据表达式合理设计出原理电路，再进行实现电路的简化；构思电路功能的测试方法；明确8421BCD码和4位2进制的区别；用LED指示灯指示输出为1和为0的状态；

真值表：表征逻辑事件输入和输出之间全部可能状态的表格。列出[命题公式](https://baike.baidu.com/item/%E5%91%BD%E9%A2%98%E5%85%AC%E5%BC%8F/756093)真假值的表。通常以1表示真，0 表示假。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入 | | | | 输出 |
| B3 | B2 | B1 | B0 | Y |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

1. 先仿真，后实物搭试第三个实验任务；
2. 设计数据表格，记录实验数据；
3. 根据实验数据给出分析结果。
4. **教学要点**
5. 示范解读器件手册，掌握74\*\*00，74\*\*04，74\*\*20等芯片的引脚和功能。
6. 了解组合逻辑电路设计的一般步骤。
7. 掌握组合逻辑电路的测试方法。
8. **教学目标**
9. 学习从数据手册中获取电路设计信息；
10. 学习逻辑状态输入、逻辑状态指示的方法；
11. 学习并掌握组合逻辑电路设计及简化的方法；
12. 学习利用有限器件资源进行逻辑转换与简化，最终实现电路；
13. 学习并掌握组合逻辑电路设计、实现及测试的基本方法。

二进制编码的十进制数，简称BCD码（Binary coded Decimal）。也就是将[十进制](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%81%E8%BF%9B%E5%88%B6)的数字转化为二进制, 但是和普通的转化有一点不同, 每一个十进制的数字0-9都对应着一个四位的二进制码,对应关系如下: 十进制0 对应 二进制0000 ;十进制1 对应二进制0001 ....... 9 1001 接下来的10就有两个上述的码来表示 10 表示为00010000 也就是BCD码是遇见1001就产生进位，不象普通的二进制码，到1111才产生进位10000。

最常用的BCD码称为8421BCD码。

ABCD码也叫8421码就是将十六进制的数以8421的形式展开成二进制，大家知道十六进制是0～F十六个数组成，这十六个数每个数都有自己的8421码

实验四 多路抢答器设计（40%）

抢答器是竞赛问答中一种常用的电子装置，它是一种典型的数字电路，包括组合逻辑电路和时序电路。当主持人启动抢答后，答题者按下按钮，产生抢答信号产生并保持，此后其他答题人再按下抢答按钮无效；答题者在限定时间内完成答题；由主持人判分，答题正确加分，答题错误不加分或减分。

**1.预习要求**

1. 查询学习D触发器、多输入端与非门、计数器、加法器等器件的数据手册，了解器件的逻辑功能；
2. 学习设计脉冲信号产生、状态锁存、计数器、显示器等功能电路的设计，并仿真；

**2.实验任务**

1. 基本要求：

* 实现抢答信号的产生、保持、显示；
* 第一人抢答后封锁其他答题人的抢答信号；
* 实现主持人对抢答电路的初始化及启动；
* 共有3个抢答人。

1. 提高要求：

实现定时答题功能，在规定时间内答题有效，并显示减计时；

1. 扩展要求：

选手抢答后，主持人根据对错进行加减分，记录并显示答题成绩。

上述任务中需要的时基脉冲（秒脉冲）可以由信号发生器提供。

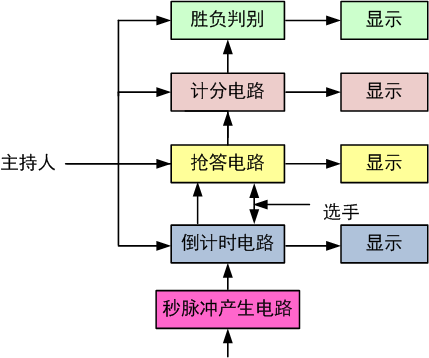
**3.实验要求**

1. 划分电路功能模块，分析各模块实现功能及工作原理；
2. 选择实现方案，在软件中设计实验原理框图，并进行软件仿真调试；
3. 在面包板上搭试电路，实现多路抢答器；
4. 撰写设计报告。

**4.教学要点**

多路抢答器是一个较综合的数字电路实验，学生可以自主选择设计的基本内容和扩展内容，根据多路抢答器系统的特点，提出多个设计方案进行论证，完成从单元到系统的设计、调试及总结等过程。

实验过程中要在以下几个方面加强对学生的引导：

1. 分析抢答器电路实际需求；
2. 掌握组合电路和时序电路基本设计方法；
3. 了解机械开关的结构，学习信号电平、脉冲信号的产生及消除接触抖动的方法；
4. 掌握D触发器的原理、作用，用触发器实现信号的保持、清除；
5. 学习用多输入端与非门实现对信号的封锁；
6. 掌握加减计数器的设计方法；
7. 学习信号的显示方法：发光二极管、数码管显示；
8. 学习加法器电路的应用。

**5.任务分析**

主要单元电路：

1. 抢答电路：主持人对抢答电路清零复位，抢答人在规定时间内实现抢答，抢答电路具有自锁和互锁功能；
2. 秒脉冲产生电路：由于系统时钟频率较高，故设计分频电路产生秒脉冲用于10s倒计时；
3. 倒计时电路：主持人对倒计时电路设定抢答开始，倒计时电路从10秒开始倒计时，在10s之内选手可以抢答，10s计时结束后，封锁抢答电路，不再允许抢答；
4. 计分电路：系统上电后，主持人对计分电路实现初始化，为了能实现减分，计分电路初始值设定为20分。选手回答后，主持人控制计分电路可以实现加1分和减1分功能，并将计分结果实时显示。如果减到0分，则不再减，加分到100分也不再加。扩展要求中根据题目难易程度，能实现加减2分，加减3分功能；
5. 竞赛结束后能实现胜负判断，选出分值最高的选手并显示。

本设计的基本部分原理较为简单，实现方案多样且灵活，提高要求和扩展要求中涉及的输入输出较多，条件也较多。设计时要求采用层次化设计方法，分模块设计，测试时，要求逐个模块进行测试，方便找出电路设计的问题所在。

**6.教学目标**

通过一个较完整的工程项目，了解小型数字系统设计过程，掌握可编程逻辑器件的使用方法，引导学生从方案分析、电路设计、元器件选用到电路调试全过程，培养学生的综合工程实践能力、理论联系实际和创新能力。