电子线路虚拟仿真实验项目

课程介绍及课件

|  |
| --- |
| **2-1名称**  **方波-三角波发生电路** |
| **2-2实验目的**  **⑴掌握集成运算放大器的特点、性能及使用方法；**  **⑵掌握电压比较器电路的分析和计算；**  **⑶学会测试同相滞回电压比较器的方法；**  **⑷掌握积分电路的测试和分析方法；**  **⑸在实现以上目标的基础上，进一步掌握由积分电路、同相滞回电压比较器构成的方波-三角波发生电路的结构特点和分析、计算、测试方法；**  **⑹掌握使用Multisim仿真软件完成上述电路的设计、仿真及测试，进一步加强掌握Multisim的各种仿真设计功能和基本操作方法。** |
| **2-3实验原理（或对应的知识点）**  **集成运算放大器是高电压放大倍数、高输入阻抗、低输出阻抗的多级直接耦合放大器，具有两个输入端和一个输出端，可对直流及交流信号进行放大，外接负反馈电路后，输出电压UO与输出电压Ui的运算关系仅取决于外接反馈网络和输入端的外接阻抗，而与运算放大器本身无关。运算放大器型号、品种繁多，应用十分广泛。本次实验采用通用型集成运放μA741。**      **图1 μA741电路符号**  **1．μA741外管脚意义**  **图1是μA741的引脚图，各引脚功能如下：**  **1、5 —— 运放调零端**  **2 —— 反相输入端**  **3 —— 同相输入端**  **4 —— 直流电源负端，通常为 -12V**  **6 —— 运放输出端**  **7 —— 直流电源正端，通常为+12V**  **2. 积分电路**  **利用集成运放作为放大电路，引入各种不同的负反馈，就可以构成具有不同功能的实用电路，例如比例、加减、积分、微分、对数和指数运算电路等。其中利用集成运放构成的积分运算电路如图2所示。**    **图2 积分电路**  **积分电路的运算关系：**  **3. 滞回电压比较器**  **电压比较器（通常称为比较器）的功能是比较两个电压的大小。例如，将一个信号电压ui和另一参考电压UR进行比较，在ui>UR和ui<UR两种不同情况下，电压比较器输出两个不同的电平，即高电平和低电平。常用的电压比较器有简单电压比较器、滞回电压比较器和窗口电压比较器。**  **滞回电压比较器是由集成运放外加反馈网络构成的正反馈电路，如图3所示。ui为信号电压，UR为参考电压值，输出端的稳压管使输出的高低电平值为±UZ。可以看出，此电路形成的反馈为正反馈电路。**    **图3 同相滞回电压比较器**  **电压比较器的特性可以用电路的传输特性来描述，它是指输出电压与输入电压的关系曲线，滞回电压比较器的电压传输特性曲线如图4所示。**  **同向滞回电压比较器**  **图4 电压传输特性曲线**  **同相滞回电压比较器的电压传输曲线表明，当输入电压由低向高变化，经过阀值UTH1时，输出电平由低电平（-UZ）跳变为高电平（UZ）。**    **当输入电压从高向低变化经过阀值UTH2时，输出电压由高电平跳变为低电平，**    **3． 电压比较器的测试**  **测试过零比较器时，可以用一个低频的正弦信号输入至比较器中，直接用双踪示波器监视输出和输入波形，当输入信号幅度适中时，可以发现输入电压大于零、小于零时，输出的高、低电平变化波形，即将正弦波变换为方波。**  **滞回电压比较器测试时也可以用同样的方法，但在示波器上读取上、下阀值时，误差较大。采用直流输入信号的方案较好，调节输入信号变化，测出输出电平跳变时对应的输入电压值即为阀值。**  **4．方波-三角波发生电路**  **集成运算放大器可构成方波和三角波的发生电路，其组成电路如图5所示，它包含两部分电路，前一部分为滞回电压比较器，后一部分为积分电路，同时输出方波和三角波。**    **图5 方波-三角波发生电路**  **设电路刚加电时，电容两端的电压等于0。**  **若uo1=UZ，则积分电路中的电容充电，uo 按线性规律下降，当uo下降到零以后再下降到一定程度，使A1的u+略低于u-(0)时，则uo1从+UZ跳变为-UZ，同时u+也跳变到更低的值（比零低很多）。在uo1变为-UZ后，电容放电，uo按线性规律逐渐上升，当uo上升到一定程度，使A1的u+略大于0时， uo1又从-UZ 变回UZ，使电路回到初始状态。如此周而复始，产生振荡，电路产生方波及三角波波形。**  **周期**  **三角波振荡幅度** |
| **2-4实验仪器设备（装置或软件等）**  **PC机**  **仿真软件：Multisim 13.0** |
| **2-5实验材料（或预设参数等）**  **输出波形种类：方波、三角波**  **输出电压：方波电压Vp-p≤12V，三角波电压Vp-p=10~12V** |
| **2-6 实验教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）**   1. **同相滞回电压比较器** 2. **电路连接**   **通过在Multisim仿真软件中对电路的搭接，掌握741集成运算放大器各引脚功能，掌握同相滞回电压比较器电路组成及工作原理。**    **图6 利用Multisim仿真软件连接同相滞回电压比较器电路**  **（b）同相滞回电压比较器阈值测量**  **输入端正弦波信号ui幅值为2Vp-p，频率为500Hz。点击Simulate按钮，在双踪示波器上利用A/B通道同时观测输入、输出波形如图7所示，通过波形分析同相滞回电压比较器特点。掌握同相滞回电压比较器阈值的定义及测量方法，熟练Multisim中虚拟仪器示波器的使用方法，可利用示波器屏幕上两条可以左右移动的读数指针，快速方便的测量滞回电压比较器输出方波由正到负、以及由负到正跳变瞬间，输入正弦波的电压值，即为其阈值。**    **图7 正弦波输入及方波输出波形**  **输入端接通直流电源，改变输入直流电压的大小，测量uo由高电平变为低电平、以及由低电平变为高电平时的阈值。**    **图8 直流输入阈值测量电路**    **图9 示波器测量由低到高跳变瞬间阈值**  **将T2读数指针置于输出电平由低到高跳变位置，可以从示波器读数区域测出通道A幅值即为正阈值，约0.7V。**   1. **方波-三角波发生电路** 2. **电路连接**   **利用前面连接完成的积分电路、同相滞回电压比较器，组成正反馈闭环电路，连接完成方波-三角波发生电路。**  **（b）观测波形并测量相关参数**  **运行电路仿真开关，在示波器上可以显示出方波和三角波波形，如图11所示。利用示波器测量相关参数，包括方波和三角波的幅值、频率及周期等，与理论值进行比较。**    **图10 方波-三角波发生电路**    **图11 方波和三角波波形** |
| **2-7实验方法与步骤要求（学生操作步骤应不少于10步）**  **1．积分电路**  **按照图2连接积分电路，检查无误后接通±12V直流电源。**  **①取ui= -1V，用示波器观察波形uo，并测量运放输出电压的正向饱和电压值。**  **②取ui= 1V，测量运放的负向饱和电压值。**  **③将电路中的积分电容改为0.1μF，ui分别输入1kHz幅值为2V的方波和正弦信号，观察ui和uo的大小及相位关系，并记录波形。**  **④改变电路的输入信号的频率，观察ui和uo的相位，幅值关系。**  **2. 同相滞回电压比较器**  **①连接图3所示实验电路，接通直流电压源，测出u0由高电平变为低电平时的阀值。**  **②同上，测出uo由低电平跳变为高电平时的阀值。**  **③将信号发生器接入ui ，并使之输出频率为500Hz，电压有效值为1V的正弦信号，用示波器观察并记录ui和uo波形。利用示波器读取上、下阀值，并与①、②步骤测得的阀值进行比较。**  **④将实验结果与同相滞回比较器的理论分析结果进行比较，分析误差产生原因。**  **3. 方波-三角波发生电路**  **①将实验内容1、 2设计电路首尾相连，形成具有正反馈的闭环电路，构成如图5所示的方波-三角波发生电路。**  **②调整RP，用示波器观察方波、三角波幅值和频率将如何变化？分别实验并记录。**  **③改变积分电容C分别等于1**𝛍**F、10** 𝛍**F，重复实验步骤②，观察输出波形、幅值和频率的变化。** |
| **2-8实验结果与结论要求**  **根据实验步骤，首先对方波-三角波发生电路的两部分组成模块：积分电路、同相滞回电压比较器进行仿真，测量电路相关参数。在两部分组成模块测量完成的基础上，进一步连接完成方波-三角波发生电路，并对波形发生电路的参数进行测量，与理论值进行比较，将实验结果记录在自拟的表格中。** |
| **2-9考核要求**  **本虚拟仿真实验重点考核学生是否能够熟练使用Multisim的电路设计、仿真和测试功能，正确连接由多个元器件构成的电路，熟练使用虚拟仪器如示波器、函数信号发生器、数字万用表等，对各个电路波形进行观察并对波形的参数，包括幅值、频率和周期等进行测量的能力。通过此次实验，将大幅提高学生对模拟电路中相关电路原理知识的理解，加强对电路的结构特点和参数进行分析、计算和测试的能力，提高学生的动手实践和创新能力。** |
| **2-10面向学生要求**   1. **专业与年级要求**   **大二年级各专业学生**   1. **基本知识和能力要求等**   **学习并掌握模拟电路相关理论知识；**  **熟练掌握Multisim仿真软件的电路设计及基本操作方法。** |