

学院	信息科学与技术	专业	自动化
学生姓名		学号	
设计题目	数字电子设计题目：三位同步二进制加法器和串序列发生电路设计 模拟电子设计题目：占空比可调矩形波发生电路设计		
内容及要求： 1. 数字电子部分 - 由所给的约束项，列写时序图，根据时序图利用卡诺图得到各个触发器状态方程，并由此生成驱动方程。检查电路设计能否自起，并做相应的修改。画出电路图等待实践验证。 - 由给出的所要检测的序列信号画出原始状态图，根据状态图利用卡诺图，求出驱动方程。检查电路设计能否自起，并做相应的修改。画出电路图等待实践验证。 - 在实验板上搭接电路设计电路并分析结果，验证电路。 2. 模拟电子部分 - 采用 multisim 仿真软件建立各设计电路模型； - 对电路进行理论分析、计算； - 在 multisim 环境下分析仿真结果，并与之前的理论计算值进行比较，给出仿真波形图。 进度安排： 第一周：数字电子设计 第 1 天： - 布置课程设计题目及任务。 - 查找文献、资料，确立设计方案。 第 2~3 天：			

1. 熟悉 JK 触发器的原理及其工作状态，熟练掌握各逻辑门电路的接法。
2. 画出时序图，列出真值表，画出各次态的卡诺图，获得各个触发器驱动方程。
3. 画出电路图，等待验证。

第 4 天：

1. 根据电路图，结合驱动方程，搭接电路，验证电路。
2. 分析设计结果。

第 5 天：

1. 课程设计结果验收。
2. 针对课程设计题目进行答辩。
3. 完成课程设计报告。

第二周：模拟电子设计

第 1 天：

1. 布置课程设计题目及任务。
2. 查找文献、资料，确立设计方案。

第 2~3 天：

1. 安装 multisim 软件，熟悉 multisim 软件仿真环境。
2. 在 multisim 环境下建立电路模型，学会建立元件库。

第 4 天：

1. 对设计电路进行理论分析、计算。

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

2. 在 multisim 环境下仿真电路功能，修改相应参数，分析结果的变化情况。

第 5 天：

1. 课程设计结果验收。
2. 针对课程设计题目进行答辩。
3. 完成课程设计报告。

指导教师（签字）：

年 月 日

分院院长（签字）：

年 月 日

1 数字电子设计部分

1.1 课程设计的目的与作用

数字逻辑电路是实践性很强的一门学科，通过实践可以大大提高学生的理论水平和实际动手能力。通过本次课程设计，使学生能够巩固已学专业基础课的理论知识，锻炼学生的实践动手能力，培养学生对电子电路的设计能力，加强学生在分析问题、解决问题能力上的训练和培养，为启发学生的创新意识和培养创新能力起到重要的作用，为其专业学习研究打下良好的基础。

同时培养学生科学实验研究的认真精神，使之明白理论与实践的紧密联系，使其养成良好的作业习惯，为其以后的工作研究打下良好的基础。

时序电路，触发器，序列发生器，是数电技术的基础，熟练掌握其工作特性才能为其以后在数电上的发展打下基础。

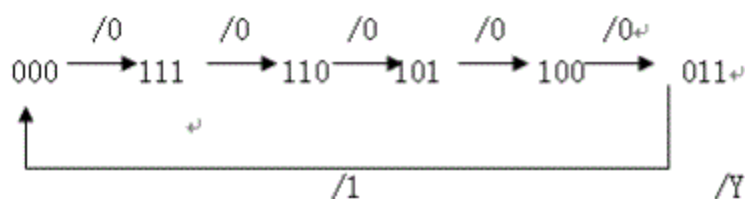
1.2 设计任务

1. 利用在理论课上所学到的知识，结合对数字电子器件的认识，利用 JK 触发器，各种逻辑门电路设计出以 010、001 为无效态的三位二进制同步减法计数器。并检查能否自启动，检查完毕，搭接电路，进行验证。
2. 利用 JK 触发器，各种逻辑门电路设计出串行序列发生电路，使其发生 100111 序列，并检查能否自启动，检查完毕，搭接电路，进行验证。

1.3 三位同步二进制减法计数器电路设计

1.3.1 抽象状态图获得驱动方程

1. 已知三位同步二进制减法计数器的无效状态为 010、001，则抽象出状态图为



1.3.1 三位二进制减法计数器状态图

排列: Q_2, Q_1, Q_0

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

2. 根据三位同步二进制减法计数器状态图可得输出状 Y 的次态卡诺图。

Q_1, Q_0		Q_2			
		00	01	11	10
Q_2	0	111	xxx	000	xxx
	1	011	100	110	101

1.3.2 输出状态 Y 的卡诺图

3. 将输出状 Y 的次态卡诺图分解可得 $Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$ 的次态卡诺图。

Q_1, Q_0		Q_2			
		00	01	11	10
Q_2	0	1	x	0	x
	1	0	1	1	1

1.3.3 输出状态 Q_2^{n+1} 次态图

Q_1, Q_0		Q_2			
		00	01	11	10
Q_2	0	1	x	0	x
	1	1	0	1	0

1.3.4 输出状态 Q_1^{n+1} 次态图

$Q_1 Q_0^{n+1}$					
Q_2^n		00	01	11	10
	0	1	x	0	x
	1	1	0	0	1

1.3.5 输出状态 Q_0^{n+1} 次态图

4. 根据图 1.3.2、1.3.3、1.3.4、1.3.5 中的输出状态 Y 及 $Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$ 的次态卡诺图，可分别得到三位同步二进制减法计数器的输出状态 Y 的状态方程和三个 JK 触发器的驱动方程。

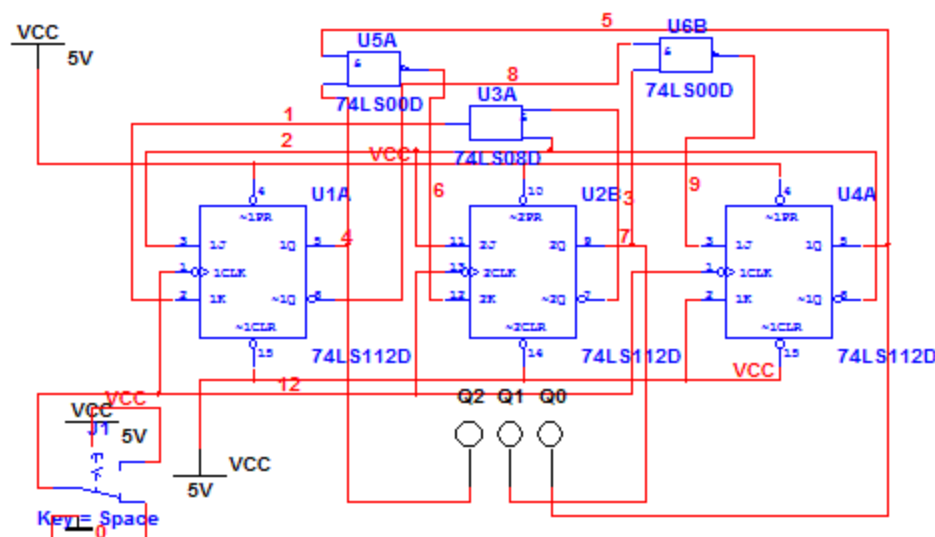
$$\begin{aligned} \text{状态方程} \quad Q_2^{n+1} &= \overline{Q_0^n} \overline{Q_2^n} + \overline{Q_0^n} \overline{Q_1^n} \overline{Q_2^n} \\ Q_1^{n+1} &= \overline{Q_0^n} Q_1^n + Q_0^n \overline{Q_2^n} \overline{Q_1^n} \\ Q_0^{n+1} &= \overline{Q_2^n} \overline{Q_1^n} \overline{Q_0^n} \end{aligned}$$

则驱动方程为

$$\begin{aligned} J_2 &= \overline{Q_0^n} & J_1 &= \overline{Q_0^n} & J_0 &= \overline{Q_2^n} \overline{Q_1^n} \\ K_2 &= \overline{Q_0^n} \overline{Q_1^n} & K_1 &= Q_0^n \overline{Q_2^n} & K_0 &= 1 \end{aligned}$$

1.3.2 根据驱动方程画出电路图

由于我们做的是三位同步二进制减法计数器，所以设计的电路所需的脉冲 $CP_1=CP_2=CP_3=CP$ ，所以选用一个就可以了。因为是同步计数器所以 $\overline{SD}$ 和 $\overline{RD}$ 端接入高电平，JK 触发器输出与指示灯相连。除此之外，根据驱动方程可知，我们还需要一个与门集成电路 74LS08 和两个与非门集成电路 74LS00。三位同步二进制减法计数器的电路如下图 1.3.6 所示。

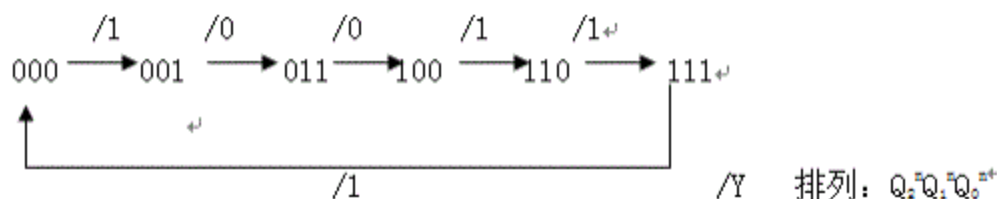


1.3.6 三位二进制同步减法计数器电路图

1.4 串行序列发生器设计电路

1.4.1 串行序列发生器设计电路状态图及卡诺图获得状态方程

已知我们所设计的串行序列发生器所发生的序列为 100111，则我们可以在三位二进制减法器的基础上进行设计得到设计电路即可。抽象出状态图为



1.4.1 串行序列发生器状态图

根据状态图画出串行序列发生器卡诺图为

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
0		1	x	1	x
1		1	1	0	0

1.4.2 串行序列发生器卡诺图

根据串行序列发生器卡诺图得到其状态方程为

$$Y = \overline{Q_1^n} Q_2^n Q_3^n$$

1.4.2 串行序列发生器设计电路图

根据 1.4.1 状态方程，我们可知在三位二进制减法计数器的基础上，我们还需要两个与非门集成电路 74LS00 和一个指示灯。串行序列发生器设计电路图如图 1.4.2 所示。

1.5 搭接电路及结果分析

1.5.1 三位二进制同步减法计数器搭接电路及结果分析

1. 按照图 1.3.6 三位二进制同步减法计数器电路图。

2. 获得结果真值表

CP	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
0	0	0	0
1	1	1	1
2	1	1	0
3	1	0	1
4	1	0	0
5	0	1	1
6	0	0	0

1.5.1 三位二进制同步减法计数器真值表

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致, 下载高清无水印

3. 结果分析，由表 1.5.1 可知，所设计的电路与设计要求吻合，完成了预期目标，三位二进制同步减法计数器设计成功。

1.5.2 串行序列发生器搭接电路及结果分析

1. 按照图 1.4.3 串行序列发生器电路图。

2. 获得结果真值表

CP	Y
0	1
1	0
2	0
3	1
4	1
5	1

1.5.2 串行序列发生器

4. 结果分析，由表 1.5.2 可知，所设计的电路与设计要求吻合，完成了预期目标，串行序列发生器设计成功。

1.6 课程设计总结及体会

2 模拟电子设计部分

2.1 课程设计占空比可调矩形波发生器的目的与作用

2.1.1 设计目的

1. 掌握占空比可调矩形波发生器的设计原理和设计方法。

2. 掌握模拟仿真软件 multisim 的应用。

3. 能够综合运用所学知识指导实践。

2.1.2 设计作用

占空比可调矩形波发生器是占空比可调的矩形波的信号源。它可以产生占空比可调的矩形波，可以官方应用于生产测试、实验室、仪器维修等诸多方面，是电子技术中不可或缺的一种信号源。

本次设计是利用 multisim 仿真软件，运用所学知识自主设计并进行仿真实践设计占空比可调的矩形波发生电路。在设计及实践中，可以使学生熟练掌握 multisim 软件的应用，掌握占空比可调矩形波发生器的波形发生原理，了解其内部结构以便更加良好的应用占空比可调的矩形波发生器。

同时，在设计过程中还可以培养学生的动手能力，科学实验的认真精神和自主研究的独立基础，锻炼学生的科学精神，检验学生的理论知识基础以及培养学生的科学态度为其以后的科学研究打下基础。

2.2 设计任务、及所用 multisim 软件环境介绍

2.2.1 设计任务

要求：

1. 幅值为 5V。
2. $f_0 = 100 \sim 500\text{Hz}$ 。
3. 占空比可调的矩形波发生电路。

2.2.2 multisim 软件环境介绍

Muhisim 10 [仿真](#)设计软件提供了全面集成化的设计环境、方便简洁的操作界面、数量丰富的元器件库、种类齐全的仪器仪表、功能多样的分析工具，将功能强大的 SPICE 仿真

和原理图捕获集成在高度直观的 PC 电子实验室中，可以实现电路设计、电路仿真、虚拟仪器测试、射频分析、单片机等高级应用。与该软件以前版本相比，[Multisim 10](#) 不仅在电子电路仿真设计方面有诸多功能的完善和改进，其在虚拟仪器、单片机仿真等技术方面亦有更多的创新和提高，属于 EDA 技术的更高层次范畴。

multisim 10 概述

- 通过直观的电路图捕捉环境，轻松设计电路
- 通过交互式 SPICE 仿真，迅速了解电路行为
- 借助高级电路分析，理解基本设计特征
- 通过一个工具链，无缝地集成电路设计和虚拟测试
- 通过改进、整合设计流程，减少建模错误并缩短上市时间

直观的捕捉和功能强大的仿真：

NI Multisim 软件结合了直观的捕捉和功能强大的仿真，能够快速、轻松、高效地对电路进行设计和验证。凭借 NI Multisim，您可以立即创建具有完整组件库的电路图，并利用工业标准 SPICE 模拟器模仿电路行为。借助专业的高级 SPICE 分析和虚拟仪器，您能在设计流程中提早对电路设计进行的迅速验证，从而缩短建模循环。与 NI LabVIEW 和 SignalExpress 软件的集成，完善了具有强大技术的设计流程，从而能够比较具有模拟数据的实现建模测量。

2.3 电路模型的建立

2.3.1 电路组成

占空比可调的矩形波发生电路如图 2.3.1 所示。电路实际上是由一个滞回比较器和一个 RC 充放电回路组成。其中集成运放和电阻 R_1R_2 组成滞回比较器，电阻 R 和电容 C_1 组成充放电回路，电位器 R_w 和二极管 D_1 、 D_2 的作用是将电容充电、放电的回路分开，并调节充电和放电两个时间常数的比例，稳压管 VD_z 和电阻 R_3 的作用是钳位，将滞回比较器的输出电压限制在稳压管的稳定电压值 $\pm U_z$ 。

2.4 理论分析即计算

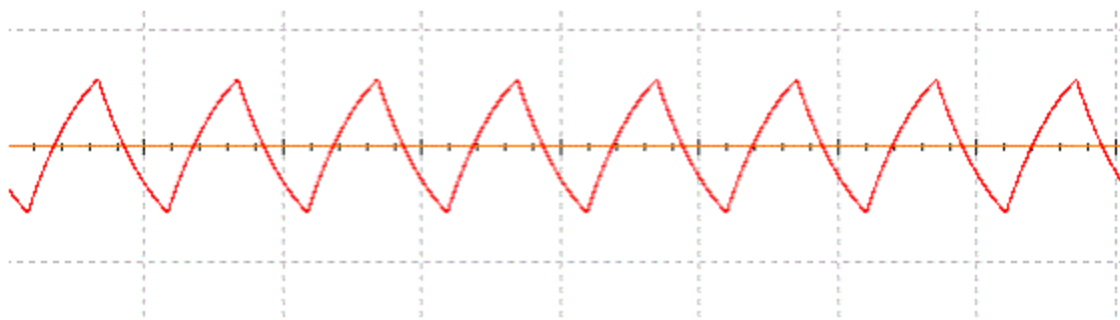
2.4.1 电路工作原理

$$u_+ = \frac{R1}{R1 + R2} u_x$$
$$u_+ = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} u_z$$

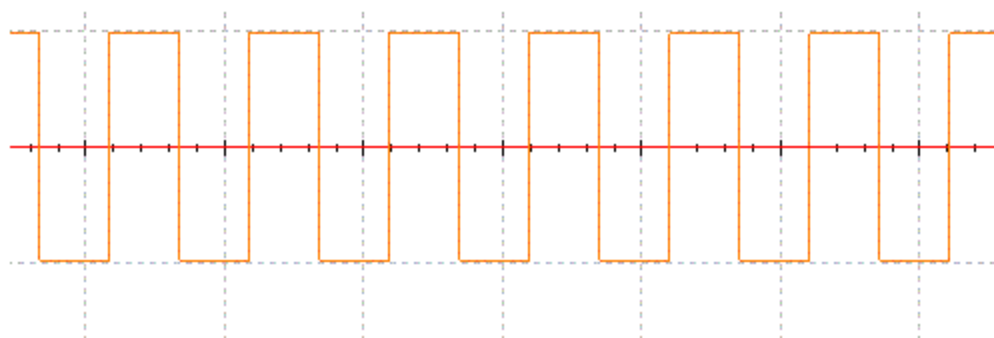
2

$U_0 = +U_z$ 。以后又重复上述过程。如此电容反复地进行充电和放电，滞回比较器的输出端反复的在高电平和低电平之间跳变，于是产生了正负交替的矩形波。

电容 C 两端的电压 U_c 以及滞回比较器的输出电压 U_0 波形图分别如图 2.4.1、2.4.2 所示。

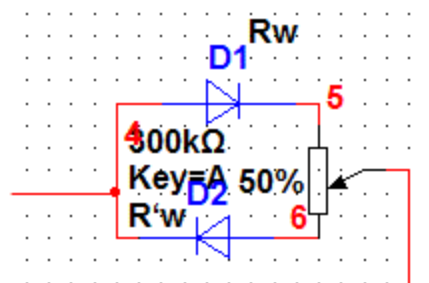


2.4.1 电容 C 两端的电压 U_c



2.4.2 滞回比较器的输出电压 U_0

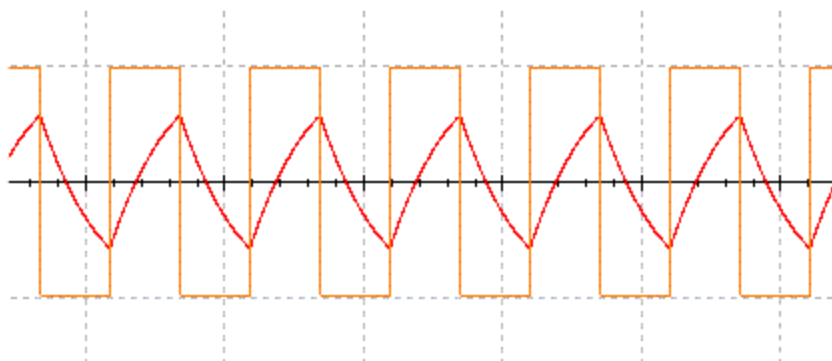
在图 2.4.3 中，电位器 R_w 和二极管 D_1 、 D_2 的作用是将电容充电和放电的回路分开，并调节充电和放电两个时间常数的比例。



2.4.3 占空比可调部分电路组成

2.4.2 振荡周期

如图 2.4.4 所示, 在电容充电过程中, 令容两端电压 U_c 从最低压 $-\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z$ 升高至 $+\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z$ 的时间为 T_1 ; 电容放电过程中, 令容两端电压 U_c 从最高电压 $+\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z$ 下降至最低电压 $-\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z$ 的时间为 T_2



2.4.4 电容 C 端的电压 U_c 和滞回比较器的输出电压 U_o

由图 2.3.5 可知, 当占空比 $D=1$ 时即电位器 R_w 在 50% 的位置是, 波形发生器发生的波形为标准矩形波。当 $t=0.5T$ 时

$$-\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z = \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}U_Z + U_Z\right) e^{-\frac{T}{2(R_w+R)C}} - U_Z$$

根据此式求的矩形波的振荡周期为

$$T = (2R + R_w)C \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

令 R_w 上部分 R_w' 为下部分为 R_w''

$$T_1 = (R + R_w')C \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

$$T_2 = (R + R_w'')C \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

则占空比为

$$D = \frac{T_1}{T} = \frac{R + R_w''}{R + R_w'}$$

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

改变电路中的电位器滑动端的位置即可调节矩形波的占空比，而总的振荡周期不受影响。

2.4.3 理论计算及分析

根据 2.4.1 公式 $u_+ = \frac{R1}{R1 + R2} u_z$ 电容两端电压幅值为

$$u_+ = \frac{R1}{R1 + R2} u_z = \frac{20K}{20K + 15K} * 4.3V = 2.45V$$

输出波形电压幅值 U_0 为

$$U_0 = 4.3V$$

$$\begin{aligned} T &= (2R + R_w) C \ln \left(1 + \frac{2R1}{R2} \right) \\ &= (2 * 100K + 300K) * 0.01\mu F \ln \left(1 + \frac{2 * 20k}{15k} \right) \\ &= 6.496ms \end{aligned}$$

当将电位器滑动端扳到 20% 的位置时 $R_w' = 60K$, $R_w'' = 240K$, 则

$$\begin{aligned} T_1 &= (R + R_w') C \ln \left(1 + \frac{2R1}{R2} \right) \\ &= (100k + 60k) * 0.01\mu F * \left(1 + \frac{2 * 20k}{15k} \right) \\ &= 2.079ms \end{aligned}$$

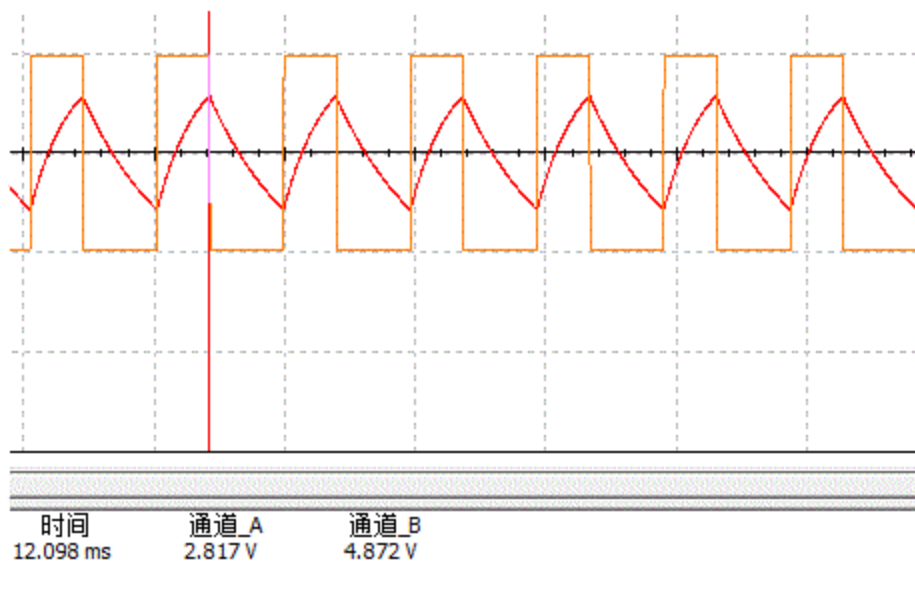
$$\begin{aligned} T_2 &= (R + R_w'') C \ln \left(1 + \frac{2R1}{R2} \right) \\ &= (100k + 240k) * 0.01\mu F * \left(1 + \frac{2 * 20k}{15k} \right) \\ &= 4.417 \end{aligned}$$

$$D = \frac{T_1}{T} = \frac{R + R_w''}{R + R_w'} = \frac{T_1}{T} = \frac{2.079ms}{6.496ms} = 0.320$$

2.5 仿真结果分析

2.5.1 仿真结果及数据即原因分析

仿真结果如图 2.5.1 所示，可得 $U_+=2.817\text{V}$, $U_0=4.872\text{V}$, $T=5.00\text{ms}$



2.5.1 仿真结果及数据

仿真结果与理论值有着一定差异，原因可能是由于元件本身的误差，仪器的误差，各种电子元件受温度的影响，由于本电路中电阻较大从几百千欧到几千欧不等，和仿真软件本身的精确程度等造成了理论值与仿真结果的差异。

2.6 设计总结和体会

通过本次设计我深刻的明白了学术研究所需的那种认真与执着。本次课程设计不仅加强了我的设计能力，逻辑思维，还锻炼了我的动手能力。我沉得做课程设计同时也是对课本知识的巩固和加强，由于课本上的知识太多，平时课间的学习并不能很好的理解和运用各个元件的功能，所以在这次课程设计过程中，我们了解了很多元件的功能，并且对于其在电路中的使用有了更多的认识。

平时看课本时，有时问题老是弄不懂，做完课程设计，那些问题就迎刃而解了。通过动手实践让我们对各个元件映象深刻。认识来源于实践，实践是认识的动力和最终目的，

实践是检验真理的唯一标准。所以这个期末测试之后的课程设计对我们的作用是非常大的。

在进行电路仿真时，误将稳压管的一端导线遗落，导致输出值严重过大，最后经过仔细检查，解决排除了错误，使我明白了无论你思维能力动手能力多强，认真的态度一丝不苟的工作精神是成功的基础。

通过这次课程设计使我懂得了理论与实际相结合是很重要的，只有理论知识是远远不够的，只有把所学的理论知识与实践结合起来，从理论中得出结论，才能真正为社会服务，从而提高自己的实际动手能力和独立思考的能力。

对我而言，知识上的收获重要，精神上的丰收更加可喜。挫折是一份财富，经历是一份拥有。这次课程设计必将成为我人生旅途上一个非常美好的回忆！

2.7 参考文献

- [1]华中理工大学电子学教研室编,康华光主编.陈大钦副主编(电子技术基础)(模拟部分)第四版.北京.高等教育出版社.1999
- [2]西安交通大学电子学教研室编,沈尚贤主编(电子技术导论),北京.高等教育出版社,1985
- [3]谢嘉奎主编:[电子线路](第四版),北京高等教育出版社,1999
- [4]北方交通大学,冯民昌主编:[模拟集成电路系统](第2版)北京中国铁道出版社1998
- [5]汪惠].王志华编著:[电子电路的计算机辅助分析与设计方法]北京.清华大学出版社1996
- [6]吴运昌编著:[模拟集成电路原理与应用],广州.华南理工大学出版社,1995
- [7]沙占友.李学芝.邱凯编著(新型数字电压表原理与应用),北京.国防工业出版社
- [8]王汝君.钱秀珍编:[模拟集成电子电路(上)(下)].南京,东南大学出版社1993

-
- [9]华中理工大学电子学教研室, 陈大钦主编. 杨华副主编, (模拟电子技术基础), 北京, 高等教育出版社, 2000
- [10]杨素行主编(模拟电子电路), 北京. 中央广播电视大学出版社. 1994
- [11]清华大学电子学教研室组编, 杨素行主编: (模拟电子技术简明教程) (第二版), 北京, 高等教育出版社, 1998
- [12]清华大学电子学教研组编, 童诗白主编: [模拟电子技术基础] (第二版)], 北京高等教育出版社, 1988
- [13]清华大学电子学教研组编, 童诗白主编(模拟电子技术基础) (上下册) 北京人民教育出版社, 1983
- [14]华成英主编(电子技术) 北京中央广播电视大学出版社, 1996