

第 13~17 教学周实验教学计划

因原定 13 周返校计划延后，所以将后面的实验进行相应调整，具体如下：

周次	内容	实验模式	学时	教材
13	仪器使用（Multisim）	远程授课	3	第 4、7 章
14	时序逻辑电路（广告流水灯）	远程授课	3	
15	时序逻辑电路（序列发生器）	远程授课	3	第 6、7 章
16	时序逻辑电路（曼切斯特码）	远程授课	3	
17	时序逻辑电路（简易数字钟）	远程授课	3	

说明

1. 原计划中的仪器使用改为 Multisim 虚拟仿真完成，请参看后面的具体实验内容
2. 增加简易数字钟实验

仪器使用

学习目标

1. 认识正弦信号及脉冲信号及其主要参数；
2. 学习阅读仪器说明书；
3. 掌握信号源和示波器的使用方法；
4. 掌握示波器测量波形参数的基本方法。
5. 掌握用示波器测量脉冲信号的基本方法；
6. 掌握万用表的使用方法；

时间要求：

1. 实验时间：第 13 周
2. 报告提交：第 14 周课内

实验预习

1. 了解正弦波信号、交直流叠加信号的参数定义：

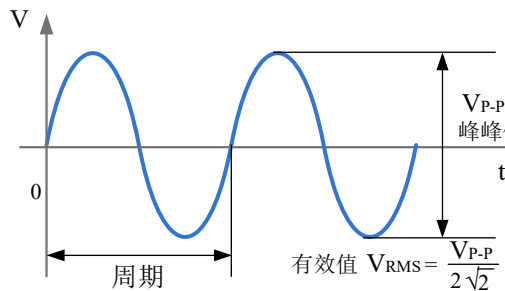


图 1 正弦波信号的参数定义

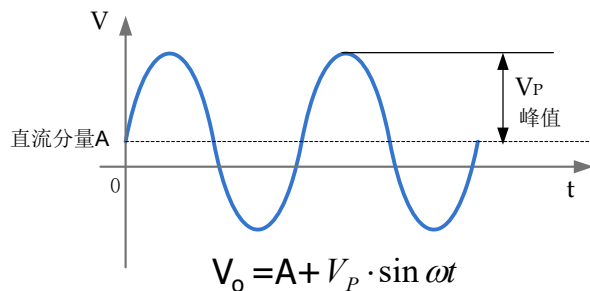


图 2 交直流叠加信号的参数定义

2. 了解脉冲信号的参数定义：

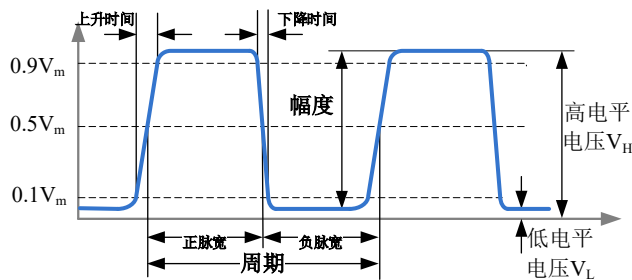


图 3 脉冲信号的参数定义

3. 学习《数字逻辑电路设计实践》第一章相关内容和仪器说明书，学习示波器的使用方法
 - 1) 了解面板上各按钮及旋钮的作用，各菜单的设置方法；
 - 2) 了解探头的作用及使用方法；
 - 3) 了解探头补偿，探头上衰减开关的作用及使用注意事项；
 - 4) 了解示波器垂直通道 DC 和 AC 耦合方式的区别，及如何选择正确的耦合方式；
 - 5) 了解示波器触发，触发边沿、触发源、触发电平的基本概念
 - 6) 了解示波器测量脉冲信号的基本方法和测量注意事项；

4. 了解函数/任意波形发生器的作用，查阅说明书，了解基本功能和使用方法。
 - 1) 了解面板上各按钮及旋钮的作用，各菜单的设置方法；
 - 2) 了解信号发生器与正弦波相关的参数和设置方法
 - 3) 学习教材第 1.2 章相关内容，了解脉冲信号的主要参数；
5. 阅读稳压电源和万用表说明书，了解其基本功能和使用方法；

必做实验

1. 观察你 Multisim 软件中 Tektronix 示波器面板，并填写下表

表 1 示波器参数

示波器厂家	示波器型号	示波器带宽	最大实时采样率

2. 检查示波器

- 1) 认识 Multisim 软件中 Tektronix 示波器前面板各按钮及名称。
- 2) 将机内的补偿信号输入到 CH1 通道，在示波器屏幕上观察该信号。

3. 测量示波器校准信号（必做）

测量 Tektronix 示波器机内校准信号，将测量值记录到表 2（老师验收），三种方法测的波形图，作为波形数据包含在实验报告中。

表 2 机内补偿信号的测量

测量方法	峰峰值			高电平电压			低电平电压			周期			频率
	档位	格数	计算值	档位	格数	计算值	档位	格数	计算值	档位	格数	计算值	
1													
2													
3													

用数字示波器测量电压峰峰值、高电平、低电平的三种方法：

- 1) 在屏幕上先读出波形垂直所占格数或水平所占格数，然后用“格数 \times 档位（V/DIV，S/DIV）”方式计算相应电压或时间
- 2) 按下“Measure”按钮，调出菜单，在显示屏上读数
- 3) 用光标“Cursor”来测量

用“格数 \times 档位（V/DIV）”方式测量信号高、低电平时的步骤：

- 1) 将信号从某个通道输入
- 2) 将耦合方式调节到 DC 耦合

- 3) 调节电压档位开关使得波形上下展开
- 4) 调节上下位移旋钮使通道标记固定于某个标尺上，参考标尺读出高、低电平电压值。

实验结果分析：

1. 在这个实验中我们为什么不能选择 AC 输入耦合方式，如果选择了 AC 输入耦合方式，测得的峰峰值、低电平电压、高电平电压各会有什么变化。
2. 若示波器提供的标准信号是 $f=1\text{kHz}$ ， $U_{pp}=3\text{V}$ 的方波，假设示波器的读数误差为 ± 0.1 格，试计算示波器扫描速率取 2ms 、 1ms 、 0.5ms 、 0.2ms 时测量的相对误差是多少？并分析自己在测试中选择的扫描速率是否合适。
3. 总结一下示波器测量机内补偿信号的基本步骤和注意要点。

4. TTL 脉冲信号测量（必做）

从 Multisim 中 Agilent 函数发生器的“OUTPUT”口，输出一个峰峰值 5V ，Offset 为 2.5V 的方波信号以模拟 TTL 脉冲信号。信号接到示波器的输入端，根据表 3 的要求完成实验，将测量结果记录在表中，每个实验的波形保存并加入实验报告中；

表 3 TTL 脉冲信号测量

信号源		示波器									
频率 (Hz)	占空比 (%)	峰峰值 (V)	高电平 (V)	低电平 (V)	周期 (μs)	频率 (Hz)	正脉宽 (μs)	负脉宽 (μs)	占空比 (%)	上升时间 (ns)	下降时间 (ns)
10×10^5	50										
	20										

5. 叠加在直流上的正弦波的测试（必做）

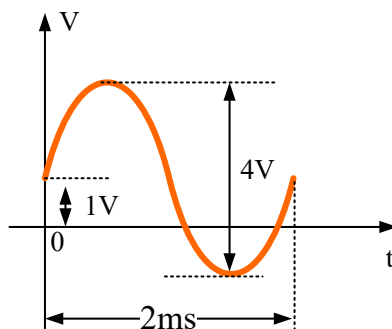


图 4 叠加在直流上的正弦波

- 1) 调节 Multisim 中的 Agilent 函数发生器，产生如图 4 所示叠加在直流上的正弦波信号，其中直流分量为 1V ，交流分量峰峰值为 4V ，信号频率为 500Hz ；
- 2) 用 Tektronix 示波器和 Agilent 万用表测出信号的相关参数，其中用示波器测量交流分量的有效值时，通道耦合方式选择 AC。测量数据填入表 3 中。（老师验收）

表 4 叠加在直流上的正弦波测量数据

使用仪器	直流分量	交流分量			
		峰峰值	有效值	周期	频率
函数发生器	1V	4V	-----	-----	500Hz
示波器					
万用表		-----		-----	

时序逻辑电路

学习目标

1. 掌握时序逻辑电路的一般设计过程；
2. 掌握时序逻辑电路的时延分析方法，了解时序电路对时钟信号相关参数的基本要求；
3. 掌握时序逻辑电路的基本调试方法；
4. 熟练使用示波器或逻辑分析仪观察波形图

时间要求：

1. 实验时间：第 14、15、16、17 周
2. 报告提交：第 18 周

预备知识

1. 实验教材：第 4 章

预习要求

1. 广告流水灯的设计方案、原理图、电路连接（第 14 周）
2. 序列发生器设计方案、原理图、电路连接（第 15 周）
3. 4 位并行输入-串行输出曼切斯特编码设计方案、原理图和电路连接（第 16 周）
4. 简易数字钟设计方案、原理图和电路连接（第 17 周）

必做实验

1、广告流水灯（第 14 周课内验收）

用触发器、组合函数器件和门电路设计一个广告流水灯，该流水灯由 8 个 LED 组成，工作时始终为 1 暗 7 亮，且这一个暗灯循环右移。

- 1) 写出设计过程，画出设计的逻辑电路图，按图搭接电路
- 2) 将单脉冲加到系统时钟端，静态验证实验电路
- 3) 用 Multisim 中 Agilent 函数发生器产生 TTL 连续脉冲信号加到系统时钟端，用 Tektronix 示波器观察并记录时钟脉冲 CP、触发器的输出端 Q2、Q1、Q0 和 8 个 LED 上的波形。
- 4) 用 Multisim 中的逻辑分析仪观察并记录时钟脉冲 CP、触发器的输出端 Q2、Q1、Q0 和 8 个 LED 上的波形（**选做**）

2、序列发生器（第 15 周课内实物验收）

分别用 MSI 计数器和移位寄存器各设计一个具有自启动功能的 01011 序列信号发生器

- 1) 写出设计过程，画出电路逻辑图
- 2) 搭接电路，并用单脉冲静态验证实验结果
- 3) 用 Multisim 中 Agilent 函数发生器产生 TTL 连续脉冲，用 Tektronix 示波器观察并记录时钟脉冲 CLK、序列输出端的波形。

3、4 位并行输入-串行输出曼切斯特编码电路（第 16 周课内验收，基础要求占 70%，扩展要求占 30%）

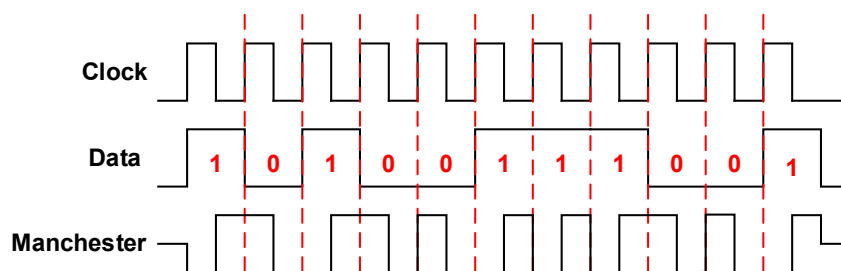


图 1 曼切斯特编码

在电信与数据存储中，曼彻斯特编码(Manchester coding)，又称自同步码、相位编码(phase encoding, PE)，它能够用信号的变化来保持发送设备和接收设备之间的同步，在以太网中，被物理层使用来编码一个同步位流的时钟和数据。曼彻斯特编码用电压的变化来分辨 0 和 1，从高电平到低电平的跳变代表 0，而从低电平到高电平的跳变代表 1。信号的保持不会超过一个比特位的时间间隔。即使是 0 或 1 的序列，信号也将在每个时间间隔的中间发生跳变。这种跳变将允许接收设备的时钟与发送设备的时钟保持一致，图 1 为曼彻斯特编码的例子。

设计一个电路，它能自动加载 4 位并行数据，并将这 4 位数据逐个串行输出（高位在前），每个串行输出位都被编码成曼切斯特码，当 4 位数据全部传输完成后，重新加载新数据，继续传输，如图 3.2 所示。

- 1) 写出设计过程，画出电路逻辑图，设计不允许手动加载数据。
- 2) 用 Multisim 中 Agilent 函数发生器产生 TTL 连续脉冲，用 Tektronix 示波器观察并记录时钟脉冲 CLK、串行数据输出端的波形。
- 3) 给串行数据增加起始位和结束位，其中起始位为“0”，结束位为“1”，起始和结束位同样要编码成曼切斯特码，波形图参看图 3（扩展部分，选作）

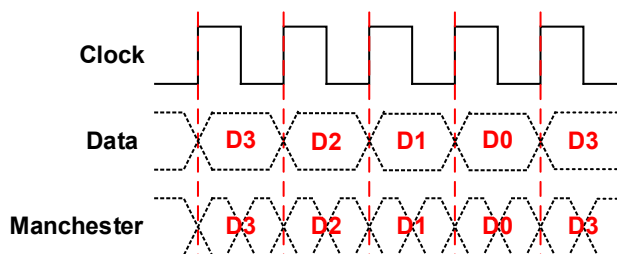


图 2 基础部分波形

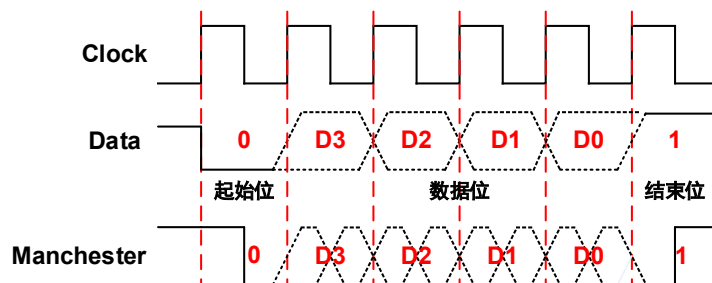


图 3 扩展功能波形

4、简易数字钟（第 17 周课内验收，基础要求占 70%，扩展要求占 30%）

基础：

设计一个只有小时和分钟功能的简易数字钟，4 位数码管用于显示，高 2 位显示小时(0~23)，低 2 位显示“分钟”(0~59)。

- 1) 设计电路，电路要求采用同步计数器设计
- 2) 搭试电路，验证电路结果。
- 3) 用 Multisim 中 Agilent 函数发生器产生 TTL 连续脉冲，用 Tektronix 示波器观察并记录“分钟”计数电路中的时钟脉冲及计数器的各输出波形
- 4) 用 Multisim 中 Agilent 函数发生器产生 TTL 连续脉冲，用 Tektronix 示波器观察并记录“小时”计数电路中的时钟脉冲及计数器的各输出波形

扩展：

增加手动校时和校分功能，通过按动按键，实现校时和校分