

实验一 常用电子仪器的使用

2022 秋季学期 自动化系

一、实验目的

1. 了解示波器、函数信号发生器、数字万用表等常用电子仪器的基本功能和主要技术指标。
2. 熟悉示波器使用方法。包括：
 - (1) 输入通道、输入耦合方式的选择。
 - (2) 垂直 (Y 轴)、水平 (X 轴) 的定标。
 - (3) 触发方式的设定原则, 如触发源、触发电平、触发类型和斜率等。
 - (4) 波形数据的读取与保存等。
3. 掌握示波器内置信号发生器的使用方法。包括：
 - (1) 波形输出通道的选择。
 - (2) 波形类型的选择。
 - (3) 波形幅度与频率的调整。
 - (4) 波形直流偏移的设定及占空比的调整等。
4. 掌握用示波器测量正弦波、矩形脉冲波主要参数的方法。

二、预习任务

1. 阅读网络学堂中《数字示波器用户指南》, 完成以下内容：
 - (1) 了解示波器、信号发生器的基本功能与用途。
 - (2) 阅读《数字示波器用户指南》P27 和 P35, 熟悉示波器的前面板和屏幕显示信息定义。
 - (3) 阅读《数字示波器用户指南》P43~P44, 了解示波器 XY 模式测量相位差的方法。
2. 阅读网络学堂中《几种函数波形的电参数及其测量方法》, 完成以下内容：
 - (1) 了解函数波形的幅度、周期、相位差等主要电参数的测试点及其测量方法。
 - (2) 画出矩形脉冲波、锯齿波和正弦波, 并根据实验任务要求在波形上标注待测电参数的测试点。
3. 写出选做任务 1 输入信号 v_{I1} 和 v_{I2} 的类型、幅度和频率, 并设计数据记录表格。
4. 写出选做任务 2 输入信号 v_I 的类型、幅度和频率, 计算图 7 电路中 v_I 与 v_O 的相位差及 v_O 的幅度。
5. 线上同学完成上述任务之余, 还需查看《口袋仪器使用说明书》和《口袋仪器使用视频》; 实验任务参见第八项。

三、必做任务

由函数信号发生器产生各函数波形, 用示波器测试各波形的电参数。为测量准确, 示波器屏幕上所显示的波形在垂直方向占 4 大格以上, 水平方向显示 1-3 个周期。

1. 用示波器通道 1 测量 Demo2 波形

- (1) 观测波形并记录以下数据。

示波器的水平定标	_____	$\mu\text{S}/\text{DIV}$
Demo2 的周期 T	_____	mS
Demo2 的脉宽 t_w	_____	mS
示波器的垂直定标	_____	V/DIV
Demo2 的幅度 V_m	_____	V
示波器的触发源	_____	通道

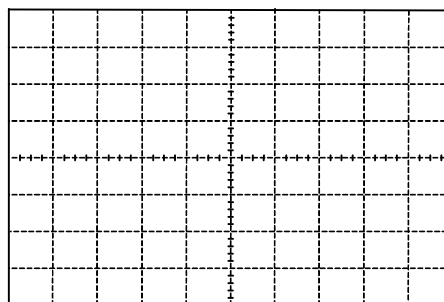


图 1 Demo2 波形

(2) 记录 Demo2 波形于图 1 中，并标出所测 V_m 、 T 、 t_w 的测试点和零电平指示的位置。

2. 用示波器通道 1 测量信号发生器产生的矩形脉冲波

调节信号发生器（以下简称信号源），使其输出矩形脉冲波 V_{m1} ，幅度为 5V、频率为 1kHz。用示波器测量波形参数，记录仪器菜单的设置和数据于表 1 中。测试中注意观察零电平位置及示波器的相关设置。

表 1 矩形脉冲波 V_{m1}

信号源设置	示波器设置	示波器测量波形参数			
偏移 / 低电平	通道 1 菜单：耦合方式	幅度 V_m	周期 T	脉宽 t_w	占空比 q
/					

3. 测量 2. 中矩形脉冲波的上升/下降时间

(1) 用示波器测量 V_{m1} 信号的上升时间 t_r ，记录以下数据及单位。

水平定标 _____
 上升时间 t_r _____
 触发源 _____ (trigger 菜单)
 触发斜率 _____ (trigger 菜单)

(2) 记录测量 t_r 时的波形于图 2 中，标出 t_r 的测量点。

(3) 测量 V_{m1} 信号的下降时间 t_f

下降时间 t_f _____
 触发斜率 _____ (trigger 菜单)

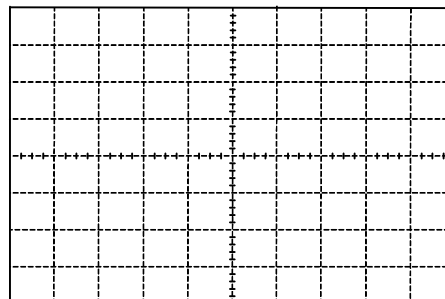


图 2 V_{m1} 上升时间 t_r 的测试

4. 用示波器通道 2 观察并测量波形的直流偏移

调节信号源使之产生 100Hz、0~5V（即低电平 0V、高电平 5V）锯齿波 V_{m2} 。

(1) 用示波器观测 V_{m2} ，记录以下数据及单位。

V_{m2} 的高电平 _____
 V_{m2} 的低电平 _____
 输入耦合方式 _____ (通道 2 菜单)
 触发源 _____ (trigger 菜单)

(2) 绘制 V_{m2} 波形于图 3 中，标出波形的最高值、最低值和零电平指示的位置。

(3) 改变示波器通道 2 菜单中的输入耦合方式为“AC”，观察实验现象。以文字说明或图片形式记录实验现象。

(4) 恢复“DC”耦合方式之后，调节信号源的输出波形【对称度】，观察波形的变化。以文字说明或图片形式记录实验现象。

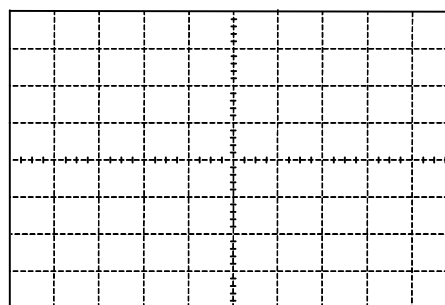


图 3 V_{m2} 的波形

5. 示波器的 YT 模式和 XY 模式

测试电路如图 4 所示。 v_i 是由函数信号发生器输出 100Hz、0~5V、对称性 50% 的锯齿波。

观测时将示波器的通道 1（X 输入）接输入 v_i ，通道 2（Y 输入）接输出 v_o 。CD4011 的引脚图如图 5 所示。

(1) 在示波器时基模式为“标准”（YT）模式时，观测并记录波形。

- (2) 在示波器时基模式为“XY”时，观测并记录波形。
- (3) 对照两种模式下的波形，试分析波形之间的对应关系。

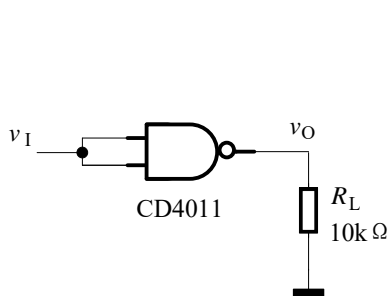


图 4 测试电路

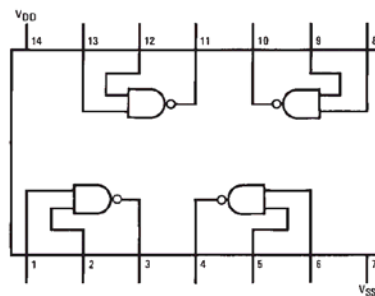


图 5 CD4011 的引脚图

四、选做任务

1. 研究示波器探头×1 档与×10 档对测量结果的影响

测试电路如图 6 所示。

(1) 当输入信号 $v_{I1}=1\sin(2\pi\times100\times10^3t)$ V 时，先后用示波器通道 1 探头的×1 档和×10 档测量输出电压 v_O 。

(2) 当输入信号 $v_{I2}=1\sin(2\pi\times500\times10^3t)$ V 时，重复上述操作。

(3) 总结示波器输入电容对测量结果的影响及如何正确选用探头的×1 档与×10 档。

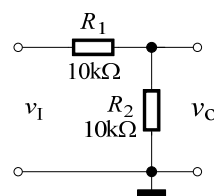


图 6 电阻分压网络

2. 测量正弦交流电压的相位差

测试电路如图7所示。输入信号 $v_I=2\sin(2\pi\times10\times10^3t)$ V，分别用以下两种模式进行观测。

(1) 在示波器时基模式为“标准”(YT)模式时，测量 v_I 、 v_O 的幅度及它们之间的相位差，记录波形和数据。

(2) 在示波器时基模式为“XY”时，测量与记录内容同(1)。

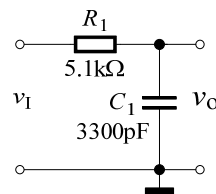


图 7 RC 电路

五、实验说明及注意事项

1. 示波器所配给的探头为 10:1/1:1 (通道 1) 和 10:1 (通道 2)。示波器内部的探头衰减常数应根据所用探头的比例状态予以设置。正确设置探头衰减常数才能直接获得准确的测量结果。

2. 所有实验仪器、实验电路要接公共地 (简称共地)。

六、实验报告

在网络学堂规定时间内，提交实验终结报告，内容包括：

1. 原始数据记录，拍照或扫描附在报告中。
2. 整理记录的数据和波形。必做 1、3 和 4 要求手绘波形并对测量点做标注，必做 5 和选做 2 可拷贝也可手绘波形，仍需做标注。
3. 结合各项任务的波形、数据等，逐项做出说明、分析或得出结论。
4. 实验总结，包括：
 - (1) 示波器测量各波形参数的方法。
 - (2) 根据必做任务 4，归纳总结选取示波器“通道菜单”中输入耦合方式 (DC/AC) 的原则。
 - (3) 通过此次实验，其他需要总结的测试方法、注意事项或解决方案等。

5. 回答思考题。

七、思考题

1. 能否用带宽为 100MHz 的示波器准确观测到 100MHz 的矩形脉冲信号？如不行，请推荐所用示波器的带宽。
2. 在电子电路实验中，为什么电子仪器要与被测电路共地？
3. 示波器“通道菜单”的输入耦合方式分为直流（DC）耦合和交流（AC）耦合。试写出如测量图 8（a）、（b）、（c）三种波形，各应选择哪种输入耦合方式？

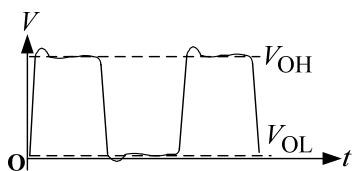


图 8（a）矩形脉冲波形

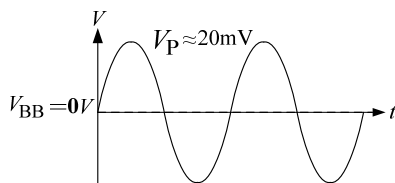


图 8（b）正弦波

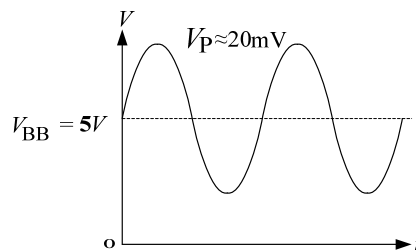


图 8（c）交直流叠加波形

八、口袋仪器实验（线上同学完成）

实验任务只需完成必做 2、必做 4、必做 5 和选做 2。

1. 必做 2 用口袋实验室的示波器通道 A 测量信号发生器产生的矩形脉冲波

口袋仪器和红色实验板右侧黑色插座相连接，用导线连接黑色插孔 AI1 和 AO1。

调节信号发生器（以下简称信号源），使其输出方波 V_{m1} ，幅度为 5V、直流分量为 2.5V、频率为 1kHz、占空比 50%。用示波器测量波形参数，记录菜单的设置和数据于表 2 中。测试中注意观察零电平位置及示波器的相关设置。截图或画图，并做好标注。

表 2 方波 V_{m1}

示波器设置			示波器测量波形参数		
通道增益	扫描频率	耦合方式 AC/DC	幅度 V_m	周期 T	脉宽 t_w
V/DIV	S/DIV				

2. 必做 4 用口袋实验室的示波器通道 B 观察并测量波形的直流偏移

口袋仪器和红色实验板右侧黑色插座相连接，用导线连接实验板上的黑色插孔 AI2 和 AO1。

测量内容和记录同真实仪器必做任务第 4 项。截图或画图，并做好标注。

3. 必做 5 示波器的 YT 模式和 XY 模式

测量内容和记录同真实仪器必做任务第 5 项。截图或画图，并做好标注。

4. 选做 2 测量正弦交流电压的相位差

测量内容和记录同真实仪器选做任务第 2 项，其中 XY 模式下只需记录波形。截图或画图，并做好标注。