

- 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

- 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、低电平电平值。

- 1) 在这个实验中我们不能选择AC输入耦合方式，因为Tektronix示波器机内校准信号是方波含有直流分量，需要选择DC输入耦合方式才能得到更精确的结果。如果选择了AC输入耦合方式，信号中的直流分量被过滤，而能只观测到交流分量，输出波形

会整体向下偏移。信号中测得的峰峰值没有改变，低电平电压和高电平电压会相应降低。

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，计算示波器扫描速率取 2ms 、 1ms 、 0.5ms 、 0.2ms 时测量的相对误差分别为：

$$\text{扫描速率为} 2\text{ms/DIV} \text{时相对误差} = \frac{\pm 0.1}{1/2} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{扫描速率为} 1\text{ms/DIV} \text{时相对误差} = \frac{\pm 0.1}{1/1} \times 100\% = 10\%$$

$$\text{扫描速率为} 0.5\text{ms/DIV} \text{时相对误差} = \frac{\pm 0.1}{1/0.5} \times 100\% = 5\%$$

$$\text{扫描速率为} 0.2\text{ms/DIV} \text{时相对误差} = \frac{\pm 0.1}{1/0.2} \times 100\% = 2\%$$

则测量频率为 1kHz ，周期为 1ms 的方波时选择扫描速率为 0.2ms 时测量误差最小。在测试中，选择的扫描速率略大于 0.2ms ，误差偏大；考虑到要在示波器的显示屏上至少显示出一个完整的周期，则实验中选择的扫描速率是合适的。

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。

基本步骤：该实验使用CH1通道测试示波器机内校准信号。在正确连线后，调节电平旋钮，位移旋钮，垂直电压灵敏度旋钮和扫描时基因数旋钮，使信号波形以合适的大小稳定地出现在屏幕中间。必要时可以使用暂停键稳定波形。

读出低电平线与高电平线之间竖直方向所占的格数，用格数与垂直电压灵敏度旋钮的指示值相乘即为该波形的峰峰值。

将输入耦合方式选择在GND，记下地线所在的位置，然后再将输入耦合方式转到DC，读出波形的高电平线到地线所占的格数，用格数与垂直电压灵敏度旋钮的指示值相乘即为该波形的高电平值。将垂直电压灵敏度调高，在DC输入耦合方式下读出波形的低电平线到地线所占的格数，用格数与垂直电压灵敏度旋钮的指示值相乘即为该波形的低电平值。

对于频率和周期的测量，可以通过调节扫描时基因数旋钮，使一个上升波形恰好与显示器中的一格相同。记录此时的扫描速率，由此计算信号的频率和周期。

使用“Measure”按钮测量示波器测量机内补偿信号时，选择CH1通道，点击屏幕右侧第二个按钮选中想要测量的物理量，在屏幕的右边栏就会出现相应的测量数据。这种测量方法更加方便快捷，准确度也会相应的提高。

注意要点：

- ① 本次实验中的输入耦合方式为DC
- ② 调节旋钮时要使测量线和信号波形尽量贴合，提高测量的准确性
- ③ 使用“Measure”按钮进行测量时，要选择正确的信号通道

4. TTL脉冲信号测量

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。

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 (us)	频率 (Hz)	正脉宽 (us)	负脉宽 (us)	占空比 (%)	上升时间 (ns)	下降时间 (ns)
10×10^5	50	5	5	0	1	1M	500	500	50	14.4	14.4
	20	5	5	0	1	1M	200	800	20	14.4	14.4

5. 叠加在直流上的正弦波的测试

- 1) 调节Multisim中的Agilent函数发生器，产生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。Multisim界面如图3，测量数据填入表4。

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	1V	4V	1.41V	2ms	500Hz
万用表	1V	-----	1.4142V	2ms	500Hz

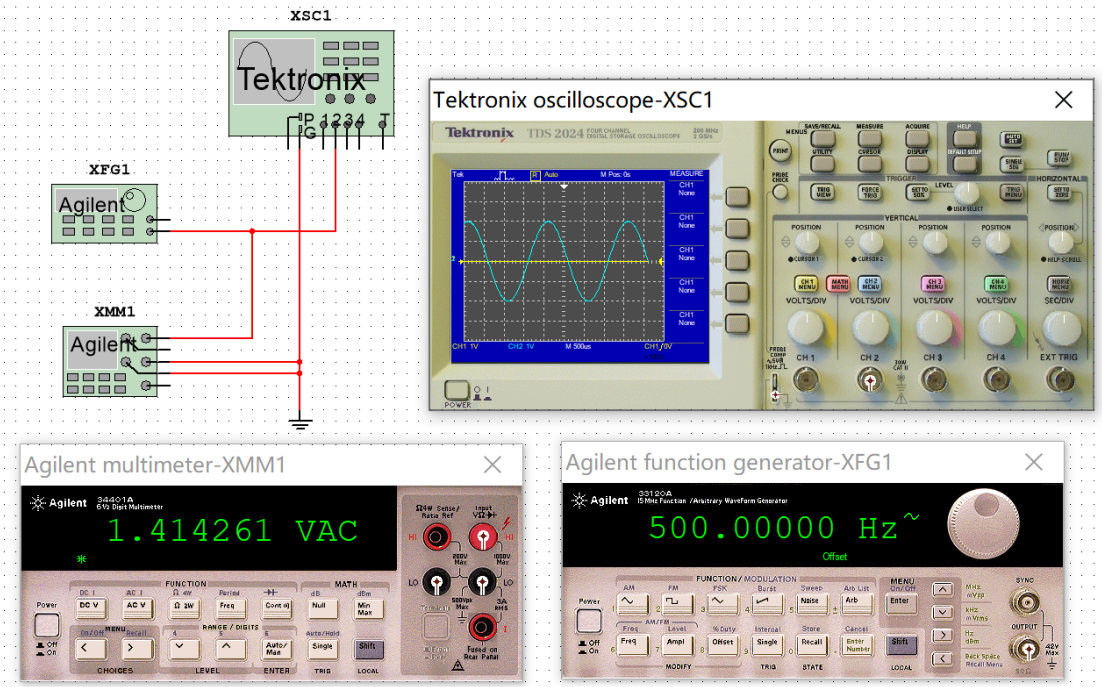


图3

三. 实验分析

由实验结果可以看出, 该设计可以完美实现实验要求的功能。

本次实验较为简单, 实验旨在引导学生熟悉并掌握Multisim软件中信号源, 示波器和万用表的使用方法。要求在熟练掌握Multisim软件使用方法的基础上, 准确快速地根据老师的指示完成实验操作。实验难点就在于准确清晰地了解各个元件中按键和旋钮的功能和操作方式, 在此基础上进行正确的操作, 完成实验要求的功能。

四. 实验小结

完成情况较好。本次实验旨在引导学生熟悉并掌握Multisim软件中信号源, 示波器和万用表的使用方法。实验过程中遇到的最大难点, 就是了解各个元件中按键和旋钮的功能和操作方式。由于电脑分辨率过高, Multisim中的信号源, 示波器和万能表的惭怍界面都比较小, 影响了实验课程中跟随老师的同步操作。课下我解决了电脑分辨率的问题, 查找相关资料并且向同学询问了一下操作上的细节问题, 成功完成了本次实验。

五. 参考资料

- [1] 东南大学电子电工学院. 《数字逻辑设计教材》. 2020
- [2] 东南大学电子电工学院. 《数字逻辑电路实验C开课准备事项》. 2020
- [3] 《Multisim操作指南》