

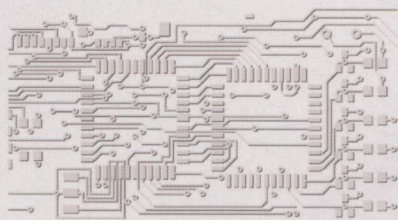


普通高等教育“十二五”规划教材

模拟电路实验教程

MONI DIANLU SHIYAN JIAOCHENG

主编 刘文博
参编 王 涛 蔡 宁



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十二五”规划教材

模拟电路实验教程

主 编 刘 文 博

参 编 王 涛 蔡 宁



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书主要由模拟电路实验用仪器仪表的使用、模拟电路实验和虚拟实验 3 部分组成。本书适合普通高等学校电类专业师生使用,也可供科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电路实验教程 / 刘文博主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-5635-4375-5

I. ①模… II. ①刘… III. ①模拟电路—实验—高等学校—教材 IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 121200 号

书 名: 模拟电路实验教程
著作责任者: 刘文博 主编
责任编辑: 刘 颖
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京睿和名扬印刷有限公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 8.5
字 数: 211 千字
版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4375-5

定 价: 19.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

模拟电路课程是实践性很强的专业基础课,实验是模拟电路课程教学的重要组成部分。通过实验,学生能够验证和巩固所学的理论知识,提高动手能力,并培养严谨的科学作风。

本书分为3章。第1章是模拟电路实验用仪器仪表的使用,主要介绍了模拟电路实验中使用的数字万用表、交流毫伏表、函数信号发生器、示波器等仪器的原理和使用。第2章是模拟电路实验,介绍了20个具体的实验,主要介绍了常用的电子仪器、仪表的使用以及基本电路的搭建和测量。第3章是虚拟实验,对Multisim 10软件进行了介绍,并且设计了6个基本的实验来学习Multisim 10软件的使用。

本书可作为电气信息类和测控技术与仪器专业模拟电路课程的实验教材。不同学科专业根据实际情况,可选择不同项目、不同内容的实验。

本书由刘文博任主编,负责全书的编写和定稿,王涛和蔡宁负责对全书进行整理和校对。本书的编写得到了西北民族大学电气工程学院各位老师的支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,企盼使用本书的广大教师和同学批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 模拟电路实验用仪器仪表的使用	1
1.1 VC9208 数字万用表	1
1.2 交流毫伏表	3
1.3 EE1642B1 型函数信号发生器的原理与应用	5
1.4 示波器的原理和使用	12
第 2 章 模拟电路实验	19
实验一 电工实验装置和万用表的使用	19
实验二 单级共射放大电路	24
实验三 射极跟随器	29
实验四 负反馈放大器	32
实验五 差动放大器	36
实验六 集成运算放大器指标测试	40
实验七 模拟运算电路	45
实验八 有源滤波器	50
实验九 电压比较器	53
实验十 波形发生器	57
实验十一 共射-共集放大电路	61
实验十二 RC 正弦波器	65
实验十三 LC 正弦波振荡器	68
实验十四 集成稳压电路	71
实验十五 串联稳压电路	74
实验十六 直流稳压电源	76
实验十七 波形转换电路	81
实验十八 OTL 功率放大器	86
实验十九 电流/电压转换电路	90

实验二十 电压/频率转换电路.....	92
第 3 章 虚拟实验	96
3.1 Multisim 10 电子电路仿真软件简介	96
3.2 Multisim 10 实验.....	115
参考文献.....	127

1.1 VC9208 数字万用表

1. 数字万用表的结构和工作原理

数字万用表主要由液晶显示屏、模拟/数字(A/D)转换器、电子计数器、转换开关等组成。被测模拟量先由 A/D 转换器转换成数字量,然后通过电子计数器计数,最后把测量结果用数字直接显示在显示屏上。可见,数字万用表的核心部件是 A/D 转换器。目前,教学、科研领域使用的数字万用表大都以 ICL7106、ICL7107 大规模集成电路为主芯片。该芯片内部包含双斜积分 A/D 转换器、显示锁存器、七段译码器、显示驱动器等。双斜积分 A/D 转换器的基本工作原理是在一个测量周期内用同一个积分器进行两次积分,将被测电压 U_x 转换成与其成正比的时间间隔,在此间隔内填充标准频率的时钟脉冲,用仪器记录的脉冲个数来反映 U_x 的值。

2. VC9208 数字万用表操作面板简介

VC9208 数字万用表具有 $3\frac{1}{2}$ 位自动极性显示功能。该表以双斜积分 A/D 转换器为核心,采用 26 mm 字高液晶(LCD)显示屏,可用来测量交直流电压、交直流电流、电阻、电容、二极管的正向压降值、三极管的 h_{FE} 值、通断测试、温度及频率等参数。图 1.1 为其操作面板。

- (1) LCD 液晶显示屏:显示仪表测量的数值及单位。
- (2) POWER(电源)开关:用于开启、关闭万用表电源。
- (3) B/L(背光)开关:开启及关闭背光灯。按下“B/L”开关,背光灯亮;再次按下,背光取消。
- (4) 旋钮开关:用于选择测量功能及量程。
- (5) C_x (电容)测量插孔:用于放置被测电容。
- (6) 20 A 电流测量插孔:当被测电流大于 200 mA 而小于 20 A 时,应将红表笔插入此孔。
- (7) 小于 200 mA 电流测量插孔:当被测电流小于 200 mA 时,应将红表笔插入此孔。
- (8) COM(公共地):测量时插入黑表笔。

(9) V(电压)/ Ω (电阻)测量插孔:测量电压/电阻时插入红表笔。

(10) 刻度盘:共 8 个测量功能。“ Ω ”为电阻测量功能,有 7 个量程挡位;“DCV”为直流电压测量功能;“ACV”为交流电压测量功能,各有 5 个量程挡位;“DCA”为直流电流测量功能;“ACA”为交流电流测量功能,各有 6 个量程挡位;“F”为电容测量功能,有 6 个量程挡位;“hFE”为三极管 hFE 值测量功能;“ $\rightarrow$ ”为二极管及通断测试功能,测试二极管时,近似显示二极管的正向压降值,导通电阻小于 $70\ \Omega$ 时,内置蜂鸣器响。

(11) hFE 测试插孔:用于放置被测三极管,以测量其 hFE 值。

(12) HOLD(保持)开关:按下“HOLD”开关,当前所测量数据被保持在液晶显示屏上并出现符号 $\boxed{H}$;再次按下“HOLD”开关,退出保持功能状态,符号 $\boxed{H}$ 消失。

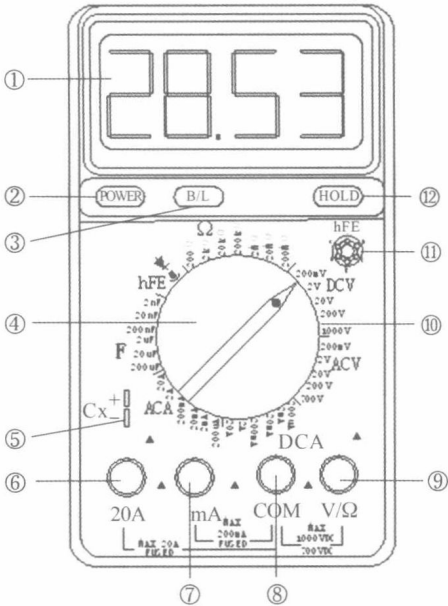


图 1.1 VC9208 数字万用表操作面板

3. VC9208 系列数字万用表的使用方法

(1) 电压的测量

直流电压的测量,如电池、随身听电源等。首先将黑表笔插进“COM”孔,红表笔插进“V Ω ”。把旋钮选到比估计值大的量程(注意:表盘上的数值均为最大量程,“V—”表示直流电压挡,“V~”表示交流电压挡,“A”是电流挡),接着把表笔接电源或电池两端,保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取,若显示为“1.”,则表明量程太小,那就要加大量程后再测量。如果在数值左边出现“-”,则表明表笔极性与实际电源极性相反,此时红表笔接的是负极。

交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样,不过应该将旋钮打到交流挡“V~”处所需的量程。交流电压无正负之分,测量方法跟前面相同。无论测交流还是直流电压,都要注意人身安全,不要随使用手触摸表笔的金属部分。

(2) 电流的测量

直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200 mA 的电流,则要将红表笔插入“10 A”插孔并将旋钮打到直流“10 A”挡;若测量小于 200 mA 的电流,则将红表笔插入“200 mA”插孔,将旋钮打到直流 200 mA 以内的合适量程。调整好后,就可以测量了。将万用表串进电路中,保持稳定,即可读数。若显示为“1.”,那么就要加大量程;如果在数值左边出现“-”,则表明电流从黑表笔流进万用表。

交流电流的测量。测量方法与直流电流的测量方法相同,不过挡位应该打到交流挡位,电流测量完毕后应将红笔插回“V Ω ”孔。

(3) 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“V Ω ”孔中,把旋钮打旋到“ Ω ”中所需的量程,将表笔接在电阻两端

金属部位,测量中可以用手接触电阻,但不要把手同时接触电阻两端,这样会影响测量的精确度(人体是电阻很大,但是有限大的导体)。读数时,要保持表笔和电阻有良好的接触;注意单位:在“200”挡时单位是“ Ω ”,在“2 K”到“200 K”挡时单位为“ $k\Omega$ ”,“2 M”以上的单位是“ $M\Omega$ ”。

(4) 二极管的测量

数字万用表可以测量发光二极管,整流二极管……测量时,表笔位置与电压测量一样,将旋钮旋到“ ∇ ”挡;用红表笔接二极管的正极,黑表笔接负极,这时会显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降是 0.2 V 左右,普通硅整流管(1N4000、1N5400 系列等)约为 0.7 V,发光二极管为 1.8~2.3 V。调换表笔,显示屏显示“1.”则为正常,因为二极管的反向电阻很大,否则此管已被击穿。

(5) 三极管的测量

表笔位置与电压测量一样,其原理同二极管的测量,将旋钮开关置于 hFE 挡。先假定 A 脚为基极,用黑表笔与该脚相接,红表笔与其他两脚分别接触其他两脚;若两次读数均为 0.7 V 左右,然后再用红笔接 A 脚,黑笔接触其他两脚,若均显示“1”,则 A 脚为基极,否则需要重新测量,且此管为 PNP 管。然后将挡位打到“hFE”挡,可以看到挡位旁有一排小插孔,分为 PNP 管和 NPN 管的测量。前面已经判断出管型,将基极插入对应管型“b”孔,其余两脚分别插入“c”“e”孔,此时可以读取数值,即 β 值;再固定基极,其余两脚对调;比较两次读数,读数较大的管脚位置与表面“c”“e”相对应。

(6) MOS 场效应管的测量

N 沟道的有国产的 3D01、4D01,日产的 3SK 系列。G 极(栅极)的确定:利用万用表的二极管挡。若某脚与其他两脚间的正反压降均大于 2 V,即显示“1”,此脚即为栅极 G。再交换表笔测量其余两脚,压降小的那次测量,黑表笔接的是 D 极(漏极),红表笔接的是 S 极(源极)。

1.2 交流毫伏表

常用的单通道晶体管毫伏表,具有测量交流电压、电平测试、监视输出三大功能。交流测量范围是 100 mV~300 V、5 Hz~2 MHz,分为 1、3、10、30、100、300 mV,1、3、10、30、100、300 V 共 12 挡。

1. 开机前的准备工作

- (1) 将通道输入端测试探头上的红、黑色鳄鱼夹短接;
- (2) 将量程开关置于最高量程(300 V)。

2. 操作步骤

(1) 接通 220 V 电源,按下电源开关,电源指示灯亮,仪器立刻工作。为了保证仪器稳定性,需预热 10 秒钟后使用,开机后 10 秒钟内指针无规则摆动属正常。

(2) 将输入测试探头上的红、黑鳄鱼夹断开后与被测电路并联(红鳄鱼夹接被测电路的正端,黑鳄鱼夹接地端),观察表头指针在刻度盘上所指的位置,若指针在起始点位置基本没动,

说明被测电路中的电压甚小,且毫伏表量程选得过高,此时用递减法由高量程向低量程变换,直到表头指针指到满刻度的 $2/3$ 左右即可。

(3) 准确读数。表头刻度盘上共刻有四条刻度。第一条刻度和第二条刻度为测量交流电压有效值的专用刻度,第三条和第四条为测量分贝值的刻度。当量程开关分别选 1 mV 、 10 mV 、 100 mV 、 1 V 、 10 V 、 100 V 挡时,就从第一条刻度读数;当量程开关分别选 3 mV 、 30 mV 、 300 mV 、 3 V 、 30 V 、 300 V 时,应从第二条刻度读数(逢 1 就从第一条刻度读数,逢 3 从第二刻度读数)。例如,将量程开关置“ 1 V ”挡,就从第一条刻度读数。若指针指的数字是在第一条刻度的 0.7 处,其实际测量值为 0.7 V ;若量程开关置“ 3 V ”挡,就从第二条刻度读数。若指针指在第二条刻度的“ 2 ”处,其实际测量值为 2 V 。举例说明如下,当量程开关选在 1 V 挡位时,毫伏表可以测量的外电路电压的范围是 $0\sim 1\text{ V}$,满刻度的最大值也就是 1 V 。当用该仪表去测量外电路中的电平值时,就从第三、第四条刻度读数。读数的方法是,量程数加上指针指示值,等于实际测量值。

3. 注意事项

(1) 仪器在通电之前,一定要将输入电缆的红、黑鳄鱼夹相互短接。防止仪器在通电时因外界干扰信号通过输入电缆进入电路放大后,再进入表头将表针打弯。

(2) 当不知被测电路中电压值是大是小时,必须先将毫伏表的量程开关置最高量程,然后根据表针所指的范围,采用递减法合理选挡。

(3) 若要测量高电压,输入端黑色鳄鱼夹必须接在“地”端。

(4) 测量前应短路调零。打开电源开关,将测试线(也称开路电缆)的红、黑夹子夹在一起,将量程旋钮旋到 1 mV 量程,指针应指在零位(有的毫伏表可通过面板上的调零电位器进行调零,凡面板无调零电位器的,内部设置的调零电位器已调好)。若指针不指在零位,应检查测试线是否断路或接触不良,应更换测试线。

(5) 交流毫伏表灵敏度较高,打开电源后,在较低量程时由于干扰信号(感应信号)的作用,指针会发生偏转,称为自起现象。所以在不测试信号时应将量程旋钮旋到较高量程挡,以防打弯指针。

(6) 交流毫伏表接入被测电路时,其地端(黑夹子)应始终接在电路的地上(成为公共接地),以防干扰。

(7) 交流毫伏表表盘刻度分为 $0\sim 1$ 和 $0\sim 3$ 两种刻度,量程旋钮切换量程分为逢一量程(1 mV 、 10 mV 、 0.1 V ……)和逢三量程(3 mV 、 30 mV 、 0.3 V ……),凡逢一的量程直接在 $0\sim 1$ 刻度线上读取数据,凡逢三的量程直接在 $0\sim 3$ 刻度线上读取数据,单位为该量程的单位,无须换算。

(8) 使用前应先检查量程旋钮与量程标记是否一致,若错位会产生读数错误。

(9) 交流毫伏表只能用来测量正弦交流信号的有效值,若测量非正弦交流信号要经过换算。

(10) 注意:不可用万用表的交流电压挡代替交流毫伏表测量交流电压(万用表内阻较低,用于测量 50 Hz 左右的工频电压)。

4. 问题总结

(1) 如何读数(假设指针指向上圈 0.5 的位置,量程选在 10 V)?

利用测量换算公式:测量值=(指针读数/满量程读数) $\times$ 选择的量程。指针读数为 0.5 ,满量程读数取 1.0 (采用上圈刻度满量程读数取 1.0 ,采用下圈刻度满量程读数取 3.0),选择

的量程为 10 V,利用公式代入,得测量信号有效值为 5 V。

(2) 如何选择刻度?

刻度的选择取决于所选的量程。选择的量程是 10 的倍数的(如 1 V、10 V、100 V 等),读数的时候看上圈的刻度;选择的量程是 3 的倍数的(如 3 V、30 V、300 V 等),读数的时候看下圈的刻度。这样做是为了在利用测量换算公式的时候能够计算方便,减小误差。

(3) 如何测量信号的有效值?

将(2)中的量程打在 30 V 上,将信号接入(3)中,观察指针位置,使指针位置基本在刻度盘的中间,否则减小量程再观察。根据指针读数换算测量值。

(4) 如何利用交流毫伏表测量正弦波、方波、三角波有效值?

对正弦波而言,测量值就是其有效值,对方波、三角波,利用交流毫伏表得到的测量值并不是其有效值,但是可以根据该值换算得到其有效值。有效值换算公式:有效值=测量值 $\times 0.9\times$ 波形系数,方波波形系数为 1,三角波波形系数为 1.15。

1.3 EE1642B1 型函数信号发生器的原理与应用

1.3.1 EE1642B1 型函数信号发生器的组成及工作原理

EE1642B1 函数信号发生器是一种精密的测量仪器,能够输出连续信号、扫频信号、函数信号、脉冲信号等多种信号,并具有外部测频功能。在实验室中可用作信号源和频率计。

EE1642B1 型函数信号发生器的原理框图如图 1.2 所示。整个系统由两片单片机进行管理和控制,包括:控制函数信号发生器产生信号的频率;控制输出信号的波形;测量输出信号或外部输入信号的频率并进行显示;测量输出信号的幅度并进行显示等。

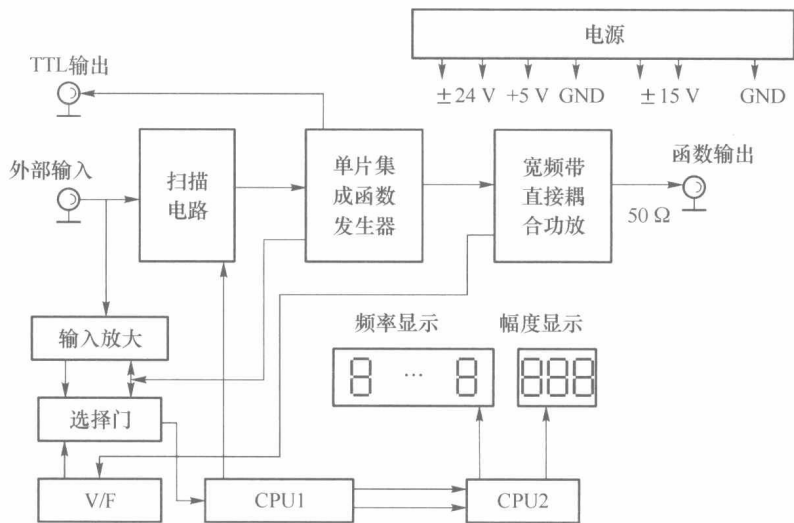


图 1.2 EE1642B1 函数信号发生器组成框图

函数信号由专用集成电路 MAX038 产生,该电路具有微机接口,可由微机进行控制,因此整个系统具有较高的可靠性。

扫描电路由多片运算放大器组成,以满足扫描宽度、扫描速度的需要,输出级采用宽带直接耦合功放电路,保证了输出端具有很强的带负载能力以及输出信号直流电平偏移的调整。

1.3.2 EE1642B1 型函数信号发生器主要技术指标

1. 函数信号发生器部分的技术指标

(1) 输出频率

0.1~15 MHz(正弦波),按十进制共分 8 挡,如表 1.1 所示。

表 1.1 EE1642B1 型函数信号发生器输出频率分挡情况

刻度	频率范围	刻度	频率范围
×1	0.2~2 Hz	×10 k	2~20 kHz
×10	2~20 Hz	×100 k	20~200 kHz
×100	20~200 Hz	×1 M	200 kHz~2 MHz
×1 k	200 Hz~2 kHz	×10 M	2~15 MHz

(2) 输出阻抗

- 函数输出:50 Ω。
- TTL 输出:600 Ω。

(3) 输出信号波形

函数输出(对称或非对称输出):正弦波、三角波和方波。

TTL 输出:矩形波。

(4) 输出信号幅度

- 函数输出

不衰减:($1V_{P-P} \sim 10V_{P-P}$) $\pm 10\%$ 连续可调。

衰减 20 dB:($0.1V_{P-P} \sim 1V_{P-P}$) $\pm 10\%$ 连续可调。

衰减 40 dB:($10 mV_{P-P} \sim 100 mV_{P-P}$) $\pm 10\%$ 连续可调。

将 20 dB 与 40 dB 两个按钮同时按下时其衰减为 60 dB。

- TTL 输出

“0”电平 $\leq 0.8 V$,“1”电平 $\geq 1.8 V$ (负载电阻 $\geq 600 \Omega$)。

(5) 函数输出信号直流电平偏移(offset)调节范围

关断或($-5 \sim +5 V$) $\pm 10\%$ (50 Ω 负载)。

关断位置时输出信号的直流电平 $< 0 V \pm 0.1 V$,负载电阻 $\geq 1 M\Omega$ 时,调节范围为($-10 \sim +10 V$) $\pm 10\%$ 。

(6) 函数输出信号衰减

0 dB、20 dB 和 40 dB。

(7) 输出信号类别

单频信号、扫频信号和调频信号(受外控)。

(8) 函数信号输出非对称性(占空比)调节范围

关断或 20%~80% (“关断”位置时输出波形为对称波形,误差 $\leq 2\%$)。

(9) 扫描方式

- 内扫描方式:线性或对数。
- 外扫描方式:由 VCF 输入信号决定。

(10) 内扫描特性

- 扫描时间:(10 ms~5 s) $\pm 10\%$ 。
- 扫描宽度: >1 个频程。

(11) 外扫描特性

- 输入阻抗约 100 k Ω 。
- 输入信号幅度:0~2 V。
- 输入信号周期:10 ns~5 s。

(12) 输出信号特性

- 正弦波失真度: $<1\%$ 。
- 三角波线性度: $>99\%$ (输出幅度的 10%~90%区域)。
- 脉冲波上升沿、下降沿时间(输出幅度的 10%~90%): ≤ 30 ns。
- 脉冲波的上升、下降沿过冲: $\leq 5\%V_O$ (50 Ω 负载)。
- 测试条件:输出幅度 $5V_{P-P}$, 频率 10 kHz, 直流电平调节为“关断”位置, 对称性调节为“关”位置, 整机预热 10 分钟。

(13) 输出信号频率稳定度

$\pm 0.1\%$ /分钟, 测试条件同上。

(14) 幅度显示

- 显示位数:三位(小数字自动定位)。
- 显示单位: V_{P-P} 或 mV_{P-P} 。
- 显示误差: $V_O \pm 20\% \pm 1$ 个字(V_O 为输出信号的峰-峰值, 负载电阻为 50 Ω 。负载电阻 ≥ 1 M Ω 时, V_O 读数需 $\times 2$)。
- 分辨率(50 Ω 负载):0.1 V_{P-P} (衰减 0 dB);0.01 mV_{P-P} (衰减 20 dB);0.001 mV_{P-P} (衰减 40 dB)。

(15) 频率显示

- 显示范围:0.200 Hz~20 000 kHz。
- 显示有效位数:
五位(10 000~20 000 kHz);
四位(1 000~9 999 kHz);
三位 $[(5.00\sim 9.99) \times 10^n \text{ Hz}]$, 式中, $n=0, 1, 2, 3, 4, 5$ 。

2. 频率计数器部分的主要技术参数

(1) 频率测量范围

0.2 Hz~20 000 kHz。

(2) 输入电压范围(衰减器为 0 dB)

- 50 mV~2 V(10 Hz~20 000 kHz);

- $100\text{ mV}\sim 2\text{ V}(0.2\sim 10\text{ Hz})$ 。

(3) 输入阻抗

$500\text{ k}\Omega/30\text{ pF}$ 。

(4) 波形适应性

正弦波、方波。

(5) 滤波器截止频率

大约 100 kHz (带内衰减,满足最小输入电压要求)。

(6) 测量时间

$0.1\text{ s}(f_i\geq 10\text{ Hz})$;单个被测信号周期($f_i<10\text{ Hz}$)。

(7) 显示方式

- 显示范围: $0.200\text{ Hz}\sim 20\,000\text{ kHz}$ 。

- 显示有效位数:

五位 $10\text{ Hz}\sim 20\,000\text{ kHz}$;

四位 $1\sim 10\text{ Hz}$;

三位 $0.2\sim 1\text{ Hz}$ 。

(8) 测量误差

时基误差 $\pm$ 触发误差(单周期测量时被测信号的信噪比优于 40 dB ,则触发误差小于或等于 0.3%)。

(9) 时基

标称频率为 10 MHz ,频率稳定度为 $\pm 5\times 10^{-5}$ 。

3. 电源电压

- 交流: $220\text{ V}\pm 10\%$ 。
- 频率: $50\text{ Hz}\pm 5\%$ 。
- 功耗: $\leq 30\text{ W}$ 。

1.3.3 EE1642B1 型函数信号发生器使用说明

1. 前面板各部分的名称和作用

EE1642B1 函数信号发生器前面板如图 1.3 所示,现将各部分简要介绍如下。

(1) 频率显示窗口①:显示输出信号的频率或外测频信号的频率。

(2) 幅度显示窗口②:显示函数输出信号的幅度($50\text{ }\Omega$ 负载时的峰-峰值)。

(3) 扫描宽度调节旋钮③:调节此旋钮可以改变内扫描的扫频范围,在外测频时,逆时针旋到底(绿灯亮),外输入被测信号经过滤波器进入测量系统。

(4) 扫描速率调节旋钮④:调节此旋钮可以改变内扫描的时间长短。在外测频时,逆时针旋到底(绿灯亮),外输入被测信号经过衰减“ 20 dB ”后进入测量系统。

(5) 外部输入插座⑤:外扫描控制信号或外测频信号由此输入。

(6) TTL 信号输出端⑥:输出标准的 TTL 幅度的脉冲信号,输出阻抗为 $600\text{ }\Omega$ 。

(7) 函数信号输出端⑦:输出多种波形受控的函数信号,最大输出幅度 $20V_{\text{P-P}}$ ($1\text{ M}\Omega$ 负载), $10V_{\text{P-P}}$ ($50\text{ }\Omega$ 负载)。



图 1.3 EE1642B1 型函数信号发生器面板图

(8) 函数信号输出幅度调节旋钮⑧:调节范围为 20 dB。

(9) 输出函数信号的直流电平预置调节旋钮⑨:调节范围为 $-5 \sim +5$ V (50Ω 负载)。当电位器处在“关”的位置时,为 0 电平。

(10) 输出波形对称性调节旋钮⑩:调节此旋钮可改变输出信号的对称性。当电位器处于关的位置时,输出对称信号。

(11) 函数信号输出幅度衰减开关⑪:“20 dB”“40 dB”二键均不按,输出信号不衰减,直接输出到插座口。按下“20 dB”或“40 dB”键,则可选择 20 dB 或 40 dB 衰减。若上述二键同时按下,则衰减 60 dB。

(12) 函数输出波形选择按钮⑫:可选择输出正弦波、三角波或脉冲波。

(13) “扫描/计数”按钮⑬:可选择多种扫描方式和外测频方式。

(14) 频率范围选择按钮⑭:选择输出信号频率的范围。

(15) 频率调节按钮⑮:在选定的范围内调节输出信号频率。

(16) 电源开关⑯:此键按下时,接通电源,整机工作。此键释放关掉整机电源。

2. 50Ω 主函数信号输出

(1) 由前面板插座⑦连接测试电缆(一般要接 50Ω 匹配器),输出函数信号。

(2) 由频率选择按钮⑭选定输出函数信号的频段,由频率调节旋钮调整输出信号频率,直到所需之值。

(3) 由波形选择按钮⑫选定输出波形的种类:正弦波、三角波或脉冲波。

(4) 由信号幅度衰减器按钮⑪和幅度调节旋钮⑧调节输出信号的幅度。

(5) 信号直流电平调节旋钮⑨调整输出信号的直流电平。

(6) 输出波形对称调节旋钮⑩可改变输出脉冲信号占空比,与此类似,输出波形为三角波或正弦波时,可使三角波变为锯齿波,正弦波变为上升半周和下降半周分别为不同角频率的正弦波形。

3. TTL 脉冲信号输出

(1) 由输出插座⑥连接测试电缆(不接 50Ω 匹配器),输出 TTL 脉冲信号。

(2) 除信号电平为标准 TTL 电平外,其重复频率、操作方法与函数输出信号相同。

4. 内扫描扫频信号输出

- (1) “扫描/计数”按钮⑬选定为内扫描方式。
- (2) 分别调节扫描宽度调节旋钮③和扫描速率调节旋钮④获得所需的扫描信号输出。
- (3) 函数输出插座⑦、TTL 脉冲信号输出插座⑥均输出相应的内扫描的扫频信号。

5. 外扫描调频信号输出

- (1) “扫描/计数”按钮⑬选定为“外扫描方式”。
- (2) 由外部输入插座⑤输入相应的控制信号,即可得到相应的受控扫描信号。

6. 外测频功能检查

- (1) “扫描/计数”按钮⑬选定为“外计数方式”。
- (2) 用本仪器提供的测试电缆,将函数信号引入外部输入插座⑤,观察显示频率应与“内测量”时相同。

1.3.4 AFG310 型任意函数波形发生器简介

1. 概述

AFG310 型任意函数波形发生器是由泰克(Tektronix)公司生产的高档便携式信号发生器,它具有任意波形编辑功能和标准波形发生器功能,输出信号波形、频率和幅度可通过面板的按键选定,并在显示屏上直接显示出来。频率显示位数为 7 位,幅度显示位数为 4 位。

其主要特性如下。

- (1) 可产生正弦波、方波、矩形波、三角波、锯齿波以及直流和随机噪声七种标准函数波形。
- (2) 输出信号的频率最高达 16 MHz。
- (3) 输出阻抗为 50 Ω 。
- (4) 有三种编辑模式:连续模式、触发模式和脉冲模式。
- (5) 有四种调制函数:扫频、调频、移频键控和调幅。
- (6) 可通过编辑功能创建和编辑波形,具有 4 个用户波形存储器。
- (7) 具有 20 个设置存储器,用来存储和调用对输出信号的设置。

2. 前面板各部分的名称和作用

AFG310 型任意函数发生器的前面板如图 1.4 所示,各部分的名称和作用如下。

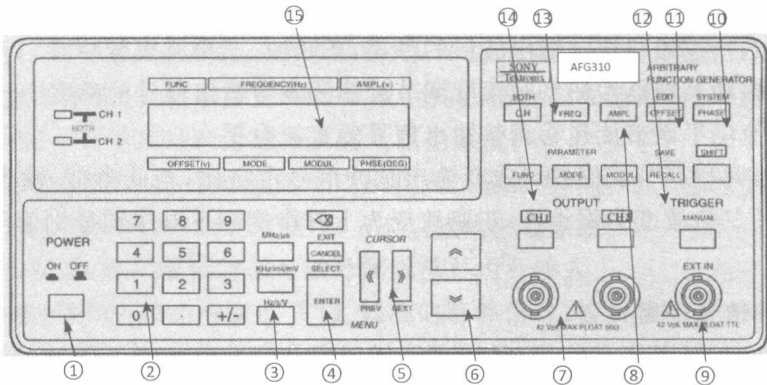


图 1.4 AFG310 型任意函数发生器面板图

- ① 电源开关(POWER)。
- ② 数字键:包括数字、小数点、符号输入键等。
- ③ 单位键:输入数字后需键入单位,有频率单位(MHz、kHz、Hz 等)、时间单位(μ s、ms 等)、电压单位(V、mV 等)三个键。
- ④ 确认键:包括回车(ENTER)、取消(CANCEL)、删除三个键。按回车键是确认输入数据有效,按删除键是删除光标左侧的数字、小数点、符号等,按取消键是取消前面输入的值。
- ⑤ 光标左、右移动键(《、》):用以改变屏幕上光标的左、右位置。
- ⑥ 光标上、下移动及数值增减键(≈、≈):用以改变屏幕上光标的上、下位置及改变数值。
- ⑦ 信号输出端口:输出阻抗为 $50\ \Omega$ 。其上方有一输出开关,开关按下时,输出端口可输出波形,CH1 指示灯亮。
- ⑧ 输出幅度设置键(AMPL):幅度设置范围为 $50\ \text{mV}$ 至 $10.00\ \text{V}$ (峰峰值),当输出端接 $50\ \Omega$ 负载时,输出幅度与屏幕上显示的值相一致。
- ⑨ 外触发输入端口:输入阻抗为 $10\ \text{k}\Omega$ 。
- ⑩ 相位设置键(PHASE)。
- ⑪ 直流偏置设置键(OFFSET)。
- ⑫ 设置存储/调出键。
- ⑬ 输出信号频率设置键(FREQ)。
- ⑭ 参数输入键:包括波形选择键(FUNC)、模式键(MODE)、调制选择键(MODUL)。
- ⑮ 屏幕显示窗:显示窗显示的内容如图 1.5 所示。

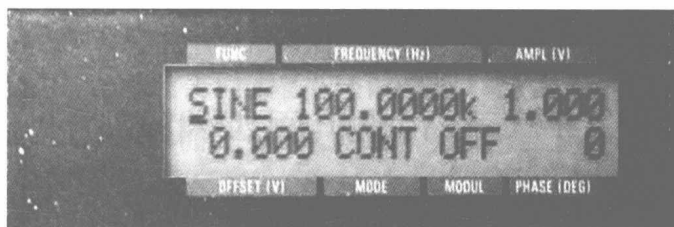


图 1.5 屏幕显示窗

3. 使用说明

下面以产生幅度为 $1.0\ \text{V}$ 、直流偏置量为 $0.5\ \text{V}$ 、频率为 $10\ \text{kHz}$ 的三角波为例来说明 AFG310 型函数波形发生器的使用方法。

注意,例中的幅度设置是在函数波形发生器的输出端接有 $50\ \Omega$ 匹配负载时的设置方法,如果输出端所接负载变化,其输出电压将随之变化。如输出端开路,输出电压及直流偏置量将是接有 $50\ \Omega$ 匹配负载时的两倍。

(1) 设置波形类型

按下波形选择键“FUNC”,此时液晶显示器 FUNC 的下方显示出“SINE”字样,且光标位于“SINE”处;再按光标上、下移动及数值增、减键(≈、≈),直到 FUNC 下方的显示变为