



高等职业技术学院规划创新教材

模拟电子实用技术

张转社 张 欢 编著

陕西师范大学出版社



高等职业院校规划创新教材

模拟电子实用技术

张转社 张 欢 编著

陕西师范大学出版社

图书代号 JC9N0029

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子实用技术/张转社,张欢编著. - 西安:陕西师范大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-5613-4523-8

I. 模... II. ①张... ②张... III. 模拟电路-电子技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 000549 号

模拟电子实用技术

张转社 张欢 编著

策划人	李慧娜
责任人	田均利
视觉设计	吉人设计
出版发行	陕西师范大学出版社
社址	西安市陕西师大 120 信箱(邮政编码:710062)
网 址	http://www.snupg.com
印刷	西安建科印务有限责任公司
开本	787mm×1092mm 1/16
印张	11.5
字数	240 千
版次	2009 年 4 月第 1 版
印次	2009 年 4 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978-7-5613-4523-8
定价	20.00 元

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社教材中心联系、调换。

电 话:(029)85307826 85303622(传真)

E-mail:jcc@snnup.net

编写说明

课程性质、目的和任务

“模拟电子实用技术”是适合职业技术学院电气、电子信息类专业在电子技术方面入门性质的技术基础课,它具有自身的体系,是实践性很强的课程。

“模拟电子实用技术”的基本任务是使学生获得电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能,培养学生分析问题和解决问题的能力,为以后深入学习和应用打好基础。

注重技能的培养是职业教育的根本要求。让知识贴近实际,走进生活,在培养学生为就业掌握一技之长的同时要引导学生情感态度与价值观的形成。

教学基本要求

1. 问题引导、任务驱动。

每个知识单元由一个具体的制作任务开始,教师提出任务项目及任务要求,引导学生在完成任务的过程中发现、提出、分析、探究、解决遇到的问题。充分体现职业教育的技能培养特别是动手能力的培养。

2. 弱化理论,注重实践。

通过实际任务的完成过程,总结归纳学习,构建知识体系。在完成任务的过程中遇到什么样的问题? 解决这些问题需要些什么知识? 除了掌握的知识我们还有什么不足? 带着问题主动探究知识,从感性到理性,从实际任务到知识模块,再到整个模拟电路系统,所形成的完整的知识系统进一步反馈于制作任务的过程,指导激励学生大胆创新,挑战具有高度和深度的任务,在挑战中感受成功的喜悦。由此看出弱化理论并不等于不要理论。没有理论的实践是没有高度的。必要的理论不但要掌握,还得系统化。

3. 教学内容,先进实用。

以应用为目的、以够用为尺度。适当去除理论性过强、过高、过深的内容及一些陈旧的内容和对于定量推导的过程等等。比如,去掉对有些器件内部的电路结构与原理的探究,仅关注电路模块的输入/输出端口和外特性。增加反映目前模拟电子发展水平的部分内容和电脑仿真实训。使必需学习的教学内容既反映学科的系统性,又适应职业教育特点、学生特点及电子技术发展水平。既提高能力,又开拓知识面。

4. 职业素质,创新技能。

重视课内与课外、校内与校外、课程学习与创新制作、职业能力训练与道德素质培养的结合。重视情感态度与价值观的形成。

5. 初步掌握一般电子电路原理分析的基本方法。根据制作任务,分析电路原理,确定制作方案,掌握一些电路的一般规律。及时总结制作心得,能对制作结果做出正确评价。

6. 培养一定的自学能力和独立分析问题、解决问题的能力。学会自己对制作过程中遇到的问题,通过“观察、判断,试验、再判断”的基本方法独立思考,并学会查阅知识库、参考资料及网络资源,寻找答案。在这里要特别强调的是网络资源的共享,网络资源已成为学习知

识技能的最大资源库。充分利用网络资源,跟踪学科最新动态和发展趋势。通过网络手段交流与分享,实时更新知识储备,达到学习与研究之目的。

鉴于本教材由作为教学及学习目的试用的讲义改编而来,除编者提供的内容以外,部分内容收集于网上。在试用过程中教师要把握教材编写意图,引导学生尽可能自学,尽可能地上网及时更新充实学习内容,尽可能地动手实训。为此目的编者在网络上转载的内容无意侵害原作者版权;未完整注明作者或出处的文章,并非不尊重作者或者文章来源,而是某些资料来源信息不全所致。如发现涉及版权等问题持有异议者请及时联系我们,经确认后 will 充分尊重原作者,立即更新、更改或删除。

7. 掌握一般电子电路任务的制作流程以及安装、布线、焊接等基本技能。

8. 巩固常用电子仪器的正确使用方法。掌握常用电子器件和电路的测试技能。

9. 通过严格的科学训练和实践,逐步树立严肃认真、一丝不苟、实事求是的科学作风,并培养学生在实际工作中具有一定的经济观和全局观及协作精神。

教学内容要求

1. 培养学生的模拟电子线路识图、制作与调试能力。

2. 掌握电子线路的基本概念。

3. 学会电路的分析、应用与维修。

4. 借助 EWB 教学使学生熟悉并了解计算机电路仿真软件的使用方法,从而建立现代电路的设计与辅助分析理念。

5. 掌握基本的电路焊接、安装、调试等操作技能,为后续课程学习打好基础。

6. 掌握常用电路的电路原理、简单制作方法、故障分析与维修技能。

任务1和任务2主要针对学生前导课程动手能力训练少的实际,以及为使知识前后有效衔接而增加的过渡任务,可根据学生及教学实际适当增删。

本教材是在延安职业技术学院精品课《模拟电子实用技术》的建设过程中,根据模拟电子技术教学讲义逐步形成的。延安职业技术学院的领导给予全力支持,师范教育分院信息系《模拟电子实用技术》精品课建设的老师童强、吕应利、钟少铃、张涛、杨华、王红建等对教材的编写给予了巨大帮助。特别是网络资源的共享,可以说没有网络就没有这本教材。在此一并表示诚挚的谢意。

编者

2008年12月

目 录

任务 1	从简单的手电筒做起	(1)
任务 2	扬声器和麦克风	(18)
任务 3	最简易的充电器	(37)
任务 4	声光控开关的制作	(52)
任务 5	功放电路	(64)
任务 6	稳压器电路	(80)
任务 7	UPS 电路	(90)
任务 8	ATX 电源(1)—整流滤波	(112)
任务 9	ATX 电源(2)—辅助电源	(124)
任务 10	ATX 电源(3)—脉宽调制(PWM)	(133)
任务 11	电路仿真训练	(145)
任务 12	综合实训—电子镇流器	(165)

任务 1

从简单的手电筒做起

教学目标

- 掌握电源、电流、电压、电阻等概念。
- 熟练掌握电阻器的参数、作用及测量。
- 初步认识电路图、并学习简单绘制和分析。
- 复习并掌握欧姆定律和基尔霍夫定律。
- 学会多用电表的使用。
- 正确使用电烙铁。

教学重点

- 电源、电阻。

一、任务

制作一个手电筒。

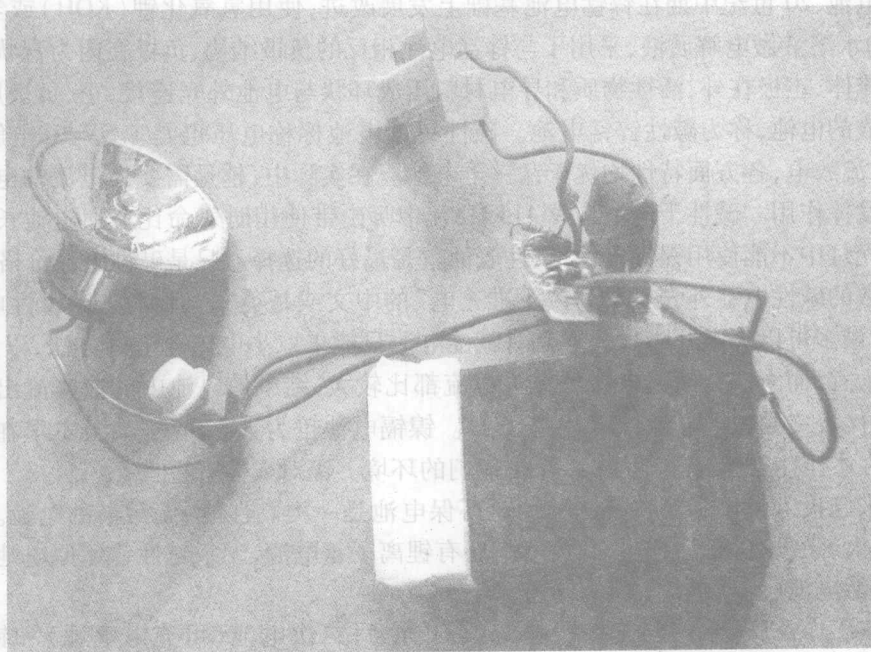


图 1-1

二、所用元件及工具

元件 电池、导线、电珠、开关、电位器等。

工具 电烙铁、镊子、尖嘴钳、小刀、酒精、脱脂棉、防静电腕带、焊锡丝、松香焊锡膏等必备;放大镜、吸锡带、注射器、硬毛刷、气吹等可选用。

元器件介绍

电池 (Battery/Cell): 电池有两个常用的参数, 分别为电压和容量。电压主要取决于正负极的材料。一般的干电池, 电压均为 1.5V, 而充电电池的电压为 1.2V。容量就是容纳多少电量, 用放电电流和放电时间的乘积表示。例如容量为 500mAh 的电池, 是指该电池用 500mA 的电流放电, 能使用 1 个小时。显然, 如果用 250mA 的电流放电, 就能使用 2 个小时, 以此类推。

常见的电池有锰锌干电池, 碱性电池, 镍镉电池, 叠层电池, 钮扣电池等。

锰锌干电池, 又称勒兰社 (Leclanche) 电池, 是法国科学家勒兰社于 1868 年发明的由锌作负极, 二氧化锰为正极, 电解质溶液采用中性氯化铵、氯化锌的水溶液, 面粉、淀粉浆和纸板层作隔离层制成的电池称锌锰电池, 由于其电解质溶液通常制成凝胶状或被吸附在其他载体上而呈现不流动状态, 故称干电池。锰锌干电池标称电压 1.5V, 便宜, 但是连续放电性差, 不适合大电流放电, 而且不能充电, 只适用于一些小电流的电子电路。它有一个奇怪的特性, 间歇放电的时间总和比连续放电的时间要长, 这是一个使用普通干电池的诀窍啊。普通的锰干电池, 以 R 为型号, 常见的 R6P 是五号高容量电池。

碱性电池, 20 世纪中期在锌锰电池基础上发展改进, 使用氢氧化钾 (KOH) 或氢氧化钠 (NaOH) 的水溶液做电解质液, 采用了与锌锰电池相反的负极结构, 负极在内为膏状胶体, 用铜钉做集流体, 正极在外, 活性物质和导电材料压成环状与电池外壳连接, 正、负极用专用隔膜隔开制成的电池, 称为碱性锌锰电池。碱性锌锰电池标称电压也是 1.5V, 其电解液容量大, 能大电流放电, 各方面特性均优于锰锌干电池。在实际中, 越是需要大电流的电路, 碱性电池越能发挥作用。碱性干电池在 WALKMAN 中听磁带使用时寿命比普通电池长许多, 在照相机闪光灯中不能使用镍镉电池, 碱性电池就是最好的选择。只是碱性电池价格较贵。

大多数的碱性电池外壳上, 标有“不准充电”的中文或是英文, 但事实上, 碱性电池是可以充电的, 最多可以充电几十次。只是对碱性电池只能采取小电流充电的方法, 以 50mA 的充电电流为宜, 而大多数的充电器的充电电流都比较大, 结果使电池内的液体流出, 腐蚀电器。LR20 代表一号碱性电池, LR6 代表五号。镍镉电池也为大家所熟知, 日本早在 90 年代初就禁止在本土生产镍镉电池了, 以保护他们的环境。镉对人体有害!

近年来已投入使用和正在研制的绿色环保电池是一类高性能、无污染的电池。如镍氢电池, 容量大, 又没有记忆效应, 而且环保; 还有锂离子蓄电池, 无汞碱性锌锰原电池; 及燃料电池、太阳能电池 (光伏电池) 等。

电池按工作性质还可分为: 一次电池 (原电池); 二次电池 (可充电电池) 和铅酸蓄电池等。

开关 (Switch): 开关有多种多样, 如多位开关, 双控开关, 空气开关, 调光开关, 感应开

关,声控开关,光控开关,温控开关,触摸开关,遥控开关,定时开关……

电阻器(Resistor)和电位器(Potentiometer):



图 1-2

电阻器通常在电子产品中简称为电阻,是指电阻器这样一种电子元件(其实“电阻”说的是一种物理性质)。电阻的作用是在电路里起限制和稳定电流的作用,还可以起到分压的作用。

电位器是一种可调的电子元件,是可变电阻器的一种。由电阻体与转动或滑动系统组成,当电阻体的两个固定触点之间外加一个电压时,通过转动或滑动系统改变触点在电阻体上的位置,在动触点与固定触点之间便可得到一个与动触点位置成一定关系的电压。

但是一般认为电位器都是可以被手动调节的,而可变电阻一般都较小,装在电路板上不经常调节。可变电阻有三个引脚,其中两个引脚之间的电阻值固定,并将该电阻值称为这个可变电阻的阻值。第三个引脚与任两个引脚间的电阻值可以随着轴臂的旋转而改变。这样,可以调节电路中的电压(含直流电压与信号电压)或电流,达到调节的效果。

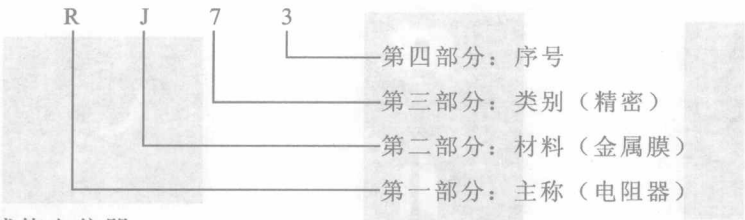
1. 电阻器和电位器的型号命名方法。

表 1 电阻器型号命名方法

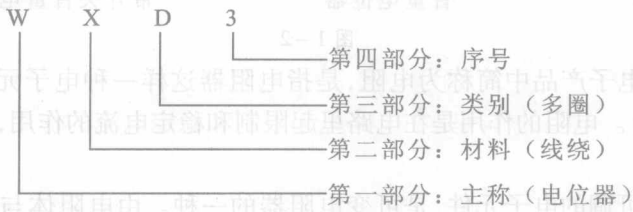
第一部分:主称		第二部分:材料		第三部分:特征分类		第四部分:序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	对主称、材料相同,仅性能指标、尺寸大小有差别,但基本不影响互换使用的产品,给予同一序号;若性能指标、尺寸大小明显影响互换时,则在序号后面用大写字母作为区别代号
W	电位器	H	合成膜	2	普通	
		S	有机实芯	3	超高频	
		N	无机实芯	4	高阻	
		J	金属膜	5	高温	
		Y	氧化膜	6	—	
		C	沉积膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	
		P	硼碳膜	9	特殊	
		U	硅碳膜	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		M	压敏	W	—	
		G	光敏	D	—	
		R	热敏	B	温度补偿用	
				C	温度测量用	
				P	旁热式	
				W	稳压式	
				Z	正温度系数	

示例：

(1) 精密金属膜电阻器



(2) 多圈线绕电位器



2. 电阻器的主要技术指标。

(1) 额定功率。

电阻器在电路中长时间连续工作不损坏,或不显著改变其性能所允许消耗的最大功率称为电阻器的额定功率。电阻器的额定功率并不是电阻器在电路中工作时一定要消耗的功率,而是电阻器在电路工作中所允许消耗的最大功率。不同类型的电阻具有不同系列的额定功率,如表 2 所示。

表 2 电阻器的功率等级

名称	额定功率(W)					
实芯电阻器	0.25	0.5	1	2	5	—
线绕电阻器	0.5	1	2	6	10	15
	25	35	50	75	100	150
薄膜电阻器	0.025	0.05	0.125	0.25	0.5	1
	2	5	10	25	50	100

(2) 标称阻值。

阻值是电阻的主要参数之一,不同类型的电阻,阻值范围不同,不同精度的电阻其阻值系列亦不同。根据国家标准,常用的标称电阻值系列如表 3 所示。E24、E12 和 E6 系列也适用于电位器和电容器。

表 3 标称值系列

标称值系列	精度	电阻器(Ω)、电位器(Ω)、电容器标称值(pF)							
E24	±5%	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
		2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3
		4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
E12	±10%	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7		
		3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2	—	—
E6	±20%	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	8.2	—

表中数值再乘以 10ⁿ,其中 n 为正整数或负整数。

(3) 允许误差等级。

表4 电阻的精度等级

允许误差(%)	± 0.001	± 0.002	± 0.005	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1
等级符号	E	X	Y	H	U	W	B
允许误差(%)	0.2	0.5	1	2	5	10	20
等级符号	C	D	F	G	J(I)	K(II)	M(III)

3. 电阻器的标志内容及方法。

(1) 文字符号直标法。

用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值、额定功率、允许误差等级等。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值,其文字符号所表示的单位如表5所示。如1R5表示 1.5Ω ,2K7表示 $2.7k\Omega$,

表5 电阻的文字符号直标法

文字符号	R	K	M	G	T
表示单位	欧姆(Ω)	千欧姆($10^3\Omega$)	兆欧姆($10^6\Omega$)	千兆欧姆($10^9\Omega$)	兆兆欧姆($10^{12}\Omega$)

例如:

RJ71—0.125—5k1—II

允许误差10%

标称阻值($5.1k\Omega$)

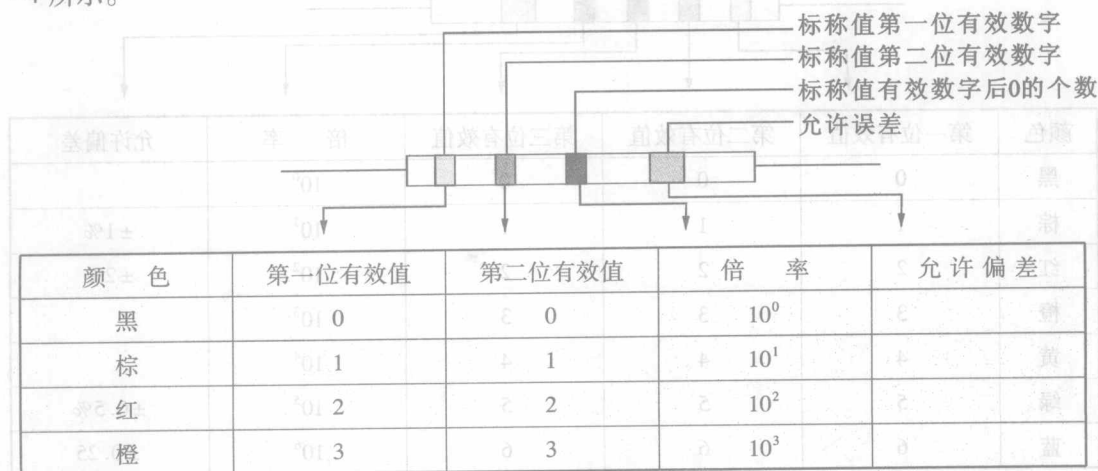
额定功率1/8W

型号

由标号可知,它是精密金属膜电阻器,额定功率为1/8W,标称阻值为 $5.1k\Omega$,允许误差为10%。

(2) 色标法。

色标法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值用颜色(色环或色点)标注在它的外表面上。色标电阻(色环电阻)器可分为三环、四环、五环三种标法。其含义如图1-3和图1-4所示。



颜 色	第一位有效值	第二位有效值	倍 率	允许偏差
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	$-20\% \sim +50\%$
金			10^{-1}	5%
银			10^{-2}	10%
无色				$\pm 20\%$

图 1-3 两位有效数字阻值的色环表示法

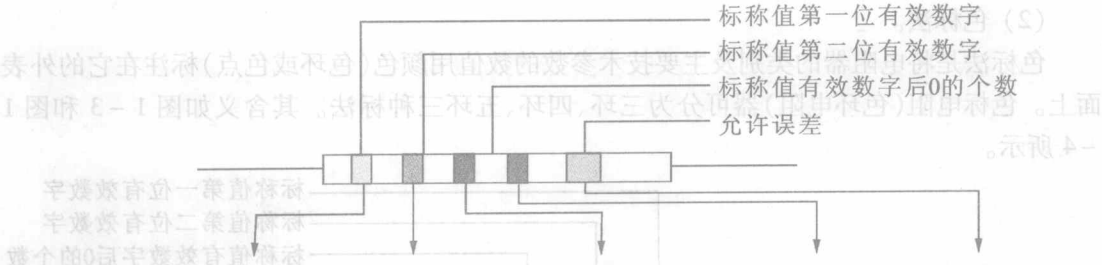
三色环电阻器的色环表示标称电阻值(允许误差均为 20%)。例如,色环为棕黑红,表示 $10 \times 10^2 = 1.0\text{k}\Omega \pm 20\%$ 的电阻器。

四色环电阻器的色环表示标称值(二位有效数字)及精度。例如,色环为棕绿橙金表示 $15 \times 10^3 = 15\text{k}\Omega \pm 5\%$ 的电阻器。

五色环电阻器的色环表示标称值(三位有效数字)及精度。例如,色环为红紫绿黄棕表示 $275 \times 10^4 = 2.75\text{M}\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

一般四色环和五色环电阻器表示允许误差的色环的特点是该环离其他环的距离较远。较标准的表示应是表示允许误差的色环的宽度是其他色环的(1.5~2)倍。

有些色环电阻器由于厂家生产不规范,无法用上面的特征判断,这时只能借助多用电表判断。



颜色	第一位有效值	第二位有效值	第三位有效值	倍 率	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$

颜色	第一位有效值	第二位有效值	第三位有效值	倍 率	允许偏差
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

图 1-4 三位有效数字阻值的色环表示法

4. 电位器的主要技术指标。

(1) 额定功率。

电位器的两个固定端上允许耗散的最大功率为电位器的额定功率。使用中应注意额定功率不等于中心抽头与固定端的功率。

(2) 标称阻值。

标在产品上的名义阻值,其系列与电阻的系列类似。

(3) 允许误差等级。

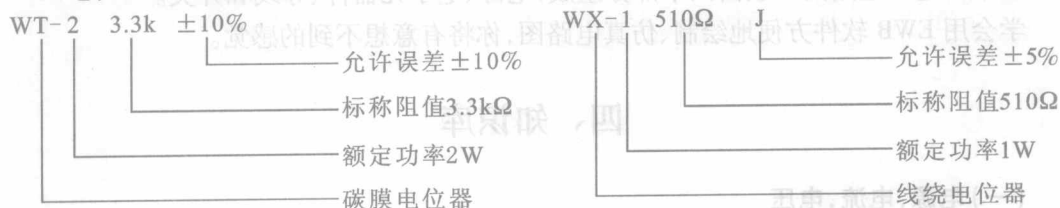
实测阻值与标称阻值误差范围根据不同精度等级可允许 20%、10%、5%、2%、1% 的误差。精密电位器的精度可达 0.1%。

(4) 阻值变化规律。

阻值随滑动片触点旋转角度(或滑动行程)之间的变化关系,这种变化关系可以是任何函数形式,常用的有直线式、对数式和反转对数式(指数式)。

在使用中,直线式电位器适合于作分压器;反转对数式(指数式)电位器适合于作收音机、录音机、电唱机、电视机中的音量控制器。维修时若找不到同类品,可用直线式代替,但不宜用对数式代替。对数式电位器只适合于作音调控制等。

5. 电位器的一般标志方法。



6. 特种电阻。

光敏电阻是一种电阻值随外界光照强弱(明暗)变化而变化的元件,光越强阻值越小,光越弱阻值越大。利用这一特性,可以制作各种光控的小电路来。事实上街边的路灯大多是用光控开关自动控制的,其中一个重要的元器件就是光敏电阻(或者是光敏三级管,一种功能相似的带放大作用的半导体元件)。光敏电阻是在陶瓷基座上沉积一层硫化镉(CdS)膜后制成的,实际上也是一种半导体元件。

热敏电阻是一个特殊的半导体器件,它的电阻值随着其表面温度的高低的变化而变化。它原本是为了使电子设备在不同的环境温度下正常工作而使用的,叫做温度补偿。新型的电脑主板都有 CPU 测温、超温报警功能,就是利用了热敏电阻。

三、任务分析

觉得太简单么？在网上搜一下，手电筒论坛的查询结果有 188000 条。99 春晚台词“还有一样家用电器……手电筒呗！”说明也许它是家里最早的电器呢！

只要从简单做起，也许你也会成为电子制作高手的。

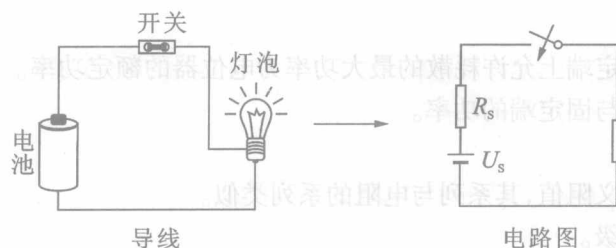


图 1-5

手电筒是电路组合最简单的电器。它由电源(干电池)、负载或称用电器(灯泡)、控制器(开关)及连接导线(金属外壳)组成。任务比较简单，只要按电路要求连接起来，电珠发亮就算完成任务了。但是简单中蕴含着深刻的道理，它体现了电子技术的核心：电子元器件和由它们按需要组合成的电路。

学会绘制和分析电路图。电路图就是电路原理图，它能够清楚标出用图形符号代表的电子元器件，在发挥某种作用的电路中的联结位置和连线走向。我们能够按照电路图标明的内容，选用相应的电子元器件，连接成实验电路装置，完成所需要的特定功能。

基本的电子电路图一般由四个部分组成：电源、电子元器件、导线和开关。

学会用 EWB 软件方便地绘制、仿真电路图，你将有意想不到的感觉。

四、知识库

(一) 电源, 电流, 电压

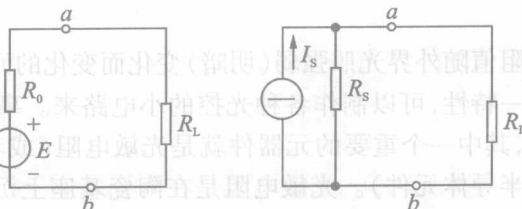


图 1-6

电源(Source):任何一个电源都含有电动势(Electromotive Force) E 和内阻 R_0 。在分析电路中，往往把它们看成由一个电动势 E 和一个内阻 R_0 串联所构成的等效电源，该电源称为电压源。当实际电压源的内阻 $R_0 = 0$ (相当于短路) 时， $U = E - IR_0$ 变成 $U = E$ 为一定值，

此时通过电压源的电流 I 则由负载电阻 R_L 和 U 共同确定,这样的电源称为理想电压源简称电压源。通常稳压电源也可认为是理想电压源。

当实际电源等效为一个电流源 I_S 和内阻 R_S 的并联电路时,其中电流分别为 I_S 和 $\frac{U}{R_S}$ 。这种用恒定不变的电流 I_S 和内阻 R_S 的并联来等效的电源,称为电流源。当内阻 $R_S = \infty$ (相当于开路)时, $I = I_S$ 为一定值,而电流源两端电压则由负载电阻 R_L 和 I 共同确定,这样的电源称为理想电流源简称电流源。通常晶体管可近似地认为是理想电流源。

若实际电源输出的电压变化不大,可用电压源和电阻相串联的电源模型表示,即实际电源的电压源模型;若实际电源输出的电流变化不大,则可用电流源和电阻相并联的电源模型表示,即实际电源的电流源模型。

我们经常用的电源,比如电池或自己做的稳压电路是电压源。其特性是输出端可以开路但不能短路。它的输出电压是恒定的,随负载的不同改变电流。比如,5V 电压源加上一个 1Ω 的负载流过的电流就是 $\frac{5V}{1\Omega} = 5A$,如果接的负载是 2Ω ,流过的电流就是 $\frac{5V}{2\Omega} = 2.5A$ 。

不同于电压源,电流源输出端不能开路,输出的电流是恒定的,不管负载大小,就是短路了,电流还是保持不变。随负载的不同改变的是电压。比如,一个 $1A$ 电流源接一个 1Ω 的电阻,输出的电压是 $1A \times 1\Omega = 1V$,当接上 10Ω 的电阻时,电压就是 $1A \times 10\Omega = 10V$ 。

电压源用在各种需要恒压的地方,如电脑等;电流源一般用在充电电路等需要恒流的地方。

电流 (Current): 电流是电荷在导体中定向移动形成的。表示电流的大小用电流强度,简称电流,符号 I 。计量单位是安培,符号 A ,辅助单位有毫安 (mA),微安 (μA),换算关系为:

$$1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$$

用安培命名电流的单位,是为纪念法国物理学家安培 (Ampe, 1775 - 1836) 对电学作出的突出贡献。

电压 (Voltage): 电压是衡量电场做功本领大小的物理量。也是电路中形成电流必不可少的条件:存在于导体两端的电势差 (又叫电位差)。电压符号 U 。计量单位是伏特,符号 V ,辅助单位有千伏 (kV),毫伏 (mV),微伏 (μV),换算关系为:

$$1V = 10^3 mV = 10^6 \mu V = 10^{-3} kV$$

用伏特命名电压的单位,是为纪念意大利物理学家伏特 (Volta, 1745 - 1827)。

电池的串并联

电池串联,电压相加,电流不变。

电池并联,电流相加,电压不变。不同电压的电池一般不允许并联。

(二) 导体与绝缘体,半导体

物质存在的形式多种多样,固体、液体、气体、等离子体等等。

我们通常把导电性、导热性差的 (物质) 材料,如金刚石、人工晶体、琥珀、陶瓷、橡胶等等,称为绝缘体或电介质。

而把导电、导热都比较好的金属如金、银、铜、铁、锡、铝等称为导体。在金属中,部分电子可以脱离原子核的束缚,而在金属内部自由移动,这种电子叫做自由电子。金属导电,靠的就是自由电子。

可以简单的把介于导体和绝缘体之间的材料称为半导体,其导电原因是半导体内的空穴和电子对。半导体随温度增高其电阻率逐渐变小,导电性能大大提高。

与金属和绝缘体相比,半导体材料的发现是最晚的,直到 20 世纪 30 年代,当材料的提纯技术改进以后,半导体的存在才真正被学术界认可。

(三) 电阻 (Resistance)

电阻是衡量导体对电流阻碍作用的物理量。通常缩写为 R ,它是导体的一种基本性质,与导体的尺寸、材料、温度有关。计量单位为欧姆,符号 Ω 。其辅助单位有千欧 ($k\Omega$),兆欧 ($M\Omega$),换算关系为:

$$1\Omega = 10^{-3} k\Omega = 10^{-6} M\Omega$$

电导 (Conductance) G ($G = \frac{1}{R}$),单位名称为西门子 S 。

(四) 欧姆定律

德国著名物理学家乔治·西蒙·欧姆 (Georg Simon Ohm, 1787 - 1854) 经历了一次次挫折,解决了一个又一个难题,终于从对导线中的电流与放置在周围磁针旋转角度的研究,得出如下公式:

$$S = rE$$

式中 S 表示电流, E 表示电动势 (导体两端加的电压, r 为导体的传导率 (电导,现在用 G 表示),其倒数即为电阻。该公式表述了流过导体的电流,与该导体两端的电压成正比,与导体的电阻成反比。这个结论就是欧姆定律最初的表达形式。用现在通用符号的数学表达式为:

$$I = \frac{U}{R}$$

还可表示为: $U = IR$

其含义为:当通过电阻的电流一定时,若电阻越大,则加于电阻两端的电压越大;反之,若电阻越小,则加于电阻两端的电压越小。

$$\text{还第三种表达式: } R = \frac{U}{I}$$

现在我们可回过头来,用欧姆定律描述手电筒的工作原理:当开关闭合后,具有一定电压的干电池“输出”的电流经金属外壳 (导体),流过负载灯泡,灯泡的灯丝具有一定的电阻值,当电流流过时受热发光。电流流回电池,此过程形成一个完整的电流的通路。

我们通常使用的手电筒是两节 1.5V 的电池,灯泡的额定电流是 0.1A,可计算出通电时灯泡灯丝的电阻值。

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1.5 \times 2}{0.1} = 30(\Omega)$$

欧姆定律揭示了在闭合电路中电流、电压、电阻三者之间的内在关系,是定量分析研究电路工作状态及原理的最基础的定律之一。

(五) 电功、电功率

功是能量的消耗,能量是做功的前提,功率反映能量利用的效率。

电流流过导体,导体内的自由电荷在电场力的作用下发生定向移动,在驱使自由电荷定

向运动的过程中,电场力对自由电荷做了功,简称为电功。电功是电能转化为其他形式能的量度。其计算公式: $W = qU$, $W = UIt$, $W = Pt$ 是普适公式而 $W = I^2 Rt$ 和 $W = \frac{U^2}{R}t$ 只适用于纯电阻电路的运算。单位: $1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$ 。

电功率是描述电流做功快慢的物理量。由功率公式 $P = \frac{W}{t}$ 得 $P = \frac{UIt}{t} = UI$, 这两个公式是普适公式,而 $P = I^2 R$, $P = \frac{U^2}{R}$ 只适用于纯电阻电路。单位:瓦(WATT),用 W 表示。1 瓦(W)相当于每秒消耗 1 焦耳(J)的能量。

(六) 电路原理图

为了能简明易懂地表示电路,人们将各种元、器件符号化,用图形符号表示电路结构,这就是电路原理图。

闭路(有载状态):电源与负载接通,构成回路,称为有载状态。电流的流通无论是单一路径的(如手电筒),还是多路径的(如收音机)都应该是完整闭合的,即电流从电源正极出发,流经控制器、负载等回到电源负极(在电源内部则是由化学能或机械能等转化为电能)。

用电设备都有限定的工作条件和能力,称为额定值。使用值等于额定值为额定状态;实际电流或功率大于额定值为过载;小于额定值为欠载。

开路(空载状态):电流路径途中有任何一处损坏(断开或烧毁),即电源与负载断开,称为电路开路(断路)。

开路状态电流为零,负载不工作 $U = IR = 0$, 而开路处的端电压 $U_0 = E$ 。

电源两端没有经过负载而直接连在一起时,电流未经负载就由正极经导线回到负极,称为短路状态。

短路是电路最严重、最危险的事故,是禁止的状态。

短路电流 $I_s = \frac{E}{R_0}$ 很大,如果没有短路保护,会发生火灾。

产生短路的原因主要是接线不当,线路绝缘老化损坏等。应在电路中接入过载和短路保护。各种电器的保险装置就是为避免短路时烧毁电源而设置的。

在电子电路中,常用 V_{CC} 表示接入电路的电压; V_{DD} 表示器件内部的工作电压; V_{SS} 表示电路公共接地端电压。

对于数字电路来说, V_{CC} 是电路的供电电压, V_{DD} 是芯片的工作电压, V_{SS} 是接地点。

有些 IC 既有 V_{DD} 引脚又有 V_{CC} 引脚,说明这种器件自身带有电压转换功能。

在场效应管(或 COMS 器件)中, V_{DD} 为漏极, V_{SS} 为源极, V_{DD} 和 V_{SS} 指的是元件引脚,而不表示供电电压。

下面是部分电气图形符号。

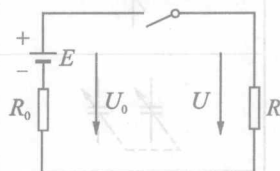


图 1-7

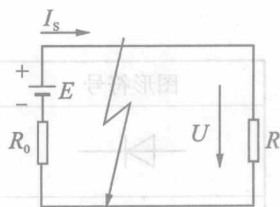


图 1-8

器商華友特到全



管對二容變

