



职教高考专业课总复习用书

装备制造类	一本通
	模拟训练卷
电子信息类	一本通
	模拟训练卷

职教高考
电子信息类
复习一本通

主编
韦静坚
黄利



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

职教高考

电子信息类复习一本通

主编 韦静坚 黄利

- 编者**阵容强大**，凝聚**名师智慧**
- 依据**最新考纲**，契合**最新考情**
- 精析**考试要点**，全面**覆盖考点**

赠册 参考答案及解析

免费提供
精品教学资料包
服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-32900-4



9 787313 329004 >

定价: 65.00元



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

职教高考

电子信息类复习一本通

主编 韦静坚 黄 利

赠册

参考答案及解析



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

《职教高考电子信息类复习一本通》是为参加职教高考电子信息类专业理论考试的考生量身定做的复习用书,共分为“电工电子技术基础与技能”“程序设计基础”和“计算机网络基础”三大部分,每一部分又分为若干项目。编者依据最新考试大纲的要求,并结合历年考试重点、难点,梳理出了考试大纲所要求的知识点。全书知识讲解深入浅出,既全面透彻,又通俗易懂,方便考生迅速厘清头绪,准确把握考试脉络,有针对性地进行复习。

本书既可以作为考生参加职教高考的复习用书,也可以作为考生参加其他相关考试的复习用书。

图书在版编目(CIP)数据

职教高考. 电子信息类复习一本通 / 韦静坚, 黄利

主编. -- 上海: 上海交通大学出版社, 2025. 7.

ISBN 978-7-313-32900-4

I. G718.3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20257U32A4 号

职教高考电子信息类复习一本通

ZHIJIAO GAOKAO DIANZI XINXILEI FUXI YIBENTONG

主 编: 韦静坚 黄 利

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 880 mm×1 230 mm 1/16

字 数: 411 千字

版 次: 2025 年 7 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-32900-4

定 价: 65.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

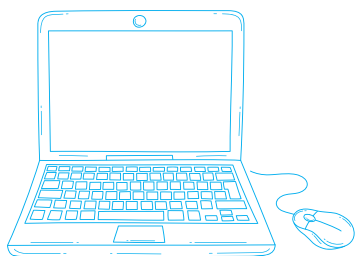
印 张: 16.5

印 次: 2025 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0316-3655788



为适应社会对人才的需求,同时也为扶持中等职业学校的发展、满足中职学生升学深造的愿望,国家教育部出台了职教高考政策。中职学生在完成本专业课程之后,可参加统一的升学考试,进入高等院校继续相关专业的学习。

电子与信息大类专业基础综合课是职教高考对口考试科目,包括电工电子技术基础与技能、程序设计基础、计算机网络基础三门课程,注重考查电工电子技术的基本理论、技能及典型电路的分析能力;在C语言编程环境下基本流程结构的程序设计能力,简单算法程序的编写能力;计算机网络基础知识、搭建配置技能、网络工具使用及网络安全意识。

从考试内容上来看,参加电子信息类专业考试的考生将面临一定的挑战,多数考生为如何在短期内熟悉考试内容、把握考试重难点、弥补“短板”备受困扰,必须通过高效的学习来快速提升应试能力,在考试中脱颖而出。

为了帮助广大考生在较短的时间内高效、便捷、准确地把握考试的脉络,我们特组织多所重点中等职业学校的任课教师根据电子信息类专业基础综合课的考试大纲,深入研究了近年来有关省份的命题情况和历年真题,针对命题出现的最新变化,精心编写了这本《职教高考电子信息类复习一本通》,供广大考生备考使用。

本书具有以下鲜明特色。

1. 名师精研,凝结智慧

本书编者系中等职业学校的骨干教师,他们始终工作在教学一线,熟悉考情和考生的备考情况,在长期的教学实践中,总结出了丰富的教学经验,拥有先进的编写理念和系统的编写思路,这使得本书具有较高的参考价值。其中,韦静坚、黄利担任主编,覃健华、冯生、庞汉宇担任副主编,卢远志参与了编写。

2. 体例科学, 结构合理

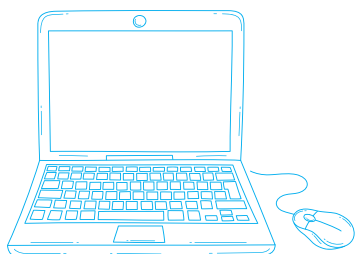
在体例结构上, 全书各项目分别设置了“考纲要求”“知识脉络”“知识精讲”“例题精选”“专项训练”。“考纲要求”整理了考试大纲对该部分知识的具体要求, 使学生的复习更有针对性; “知识脉络”将重点知识以思维导图的形式呈现, 便于学生从整体上掌握各知识点; “知识精讲”根据大纲要求, 全面、系统地整理、筛选考试重点知识, 使学生的复习更有效率, 这部分是教材的主体内容; “例题精选”挑选了与知识点对应的例题, 并给出详细的解析, 可以让学生掌握命题规律; “专项训练”是根据每个专题重点知识, 设置了相应的习题, 另外, “专项训练”附赠一册参考答案及解析, 其答案及解析详细、独到, 重点突出, 既可以方便考生核对正误, 又可以帮助考生查漏补缺, 矫正解题思路, 为考生提供更优质、更完善的复习体验。

3. 知识点翔实, 讲解深入浅出

本书涵盖考纲要求的所有考点, 在内容结构上, 全书包括“电工电子技术基础与技能”“程序设计基础”和“计算机网络基础”三门学科, 每一门学科分专题进行知识梳理与讲解。全书知识讲解深入浅出, 既全面透彻, 又通俗易懂, 方便考生迅速厘清头绪, 准确把握考试脉络, 有针对性地进行复习。

在编写本书的过程中, 我们广泛征求一线教师的意见, 秉承高效、实用的理念打造精品。我们衷心地希望本书能成为考生学习之路上的一盏明灯, 引领考生在知识的海洋中扬帆远航!

编 者



Contents

目 录

第一部分

电工电子技术基础与技能

项目一 电路基本概念与直流电路	2	例题精选	28
考纲要求	2	专项训练	30
知识脉络	2	项目三 直流稳压电源	32
知识精讲	2	考纲要求	32
一、电路中的常用物理量	2	知识脉络	32
二、万用表的测量	3	知识精讲	33
三、欧姆定律	5	一、二极管基础知识	33
四、电阻的连接	6	二、稳压二极管的应用	34
五、基尔霍夫定律	9	三、整流二极管的应用	36
例题精选	12	四、发光二极管的应用	40
专项训练	15	五、二极管的检测及判断	40
项目二 单相正弦交流电路和瞬态电路	18	六、三端集成稳压器及其稳压电路	42
考纲要求	18	七、直流稳压电源	43
知识脉络	18	例题精选	43
知识精讲	19	专项训练	46
一、正弦交流电基础知识	19	项目四 三极管放大电路	48
二、感抗与纯电感电路	21	考纲要求	48
三、容抗与纯电容电路	22	知识脉络	48
四、涉及感抗和容抗的其他电路	23	知识精讲	48
五、瞬态电路	25	一、三极管基础知识	48
		二、三极管的检测及判断	52



三、共射放大电路	54	一、数字逻辑基础	76
例题精选	57	二、逻辑门电路	77
专项训练	60	三、逻辑函数的表示方法	78
项目五 集成运算放大电路	62	四、逻辑函数的化简	81
考纲要求	62	例题精选	82
知识脉络	62	专项训练	83
知识精讲	62	项目七 组合逻辑电路和时序逻辑电路	85
一、集成运算放大器的电路结构	62	考纲要求	85
二、集成运算放大器的符号	67	知识脉络	85
三、集成运算放大器的理想特性	68	知识精讲	85
四、反相比例放大器	69	一、组合逻辑电路的分析与设计	85
五、同相比例放大器	70	二、编码器	87
六、电压比较器	71	三、译码器	89
例题精选	72	四、数据选择器	90
专项训练	74	五、基本 RS 触发器	91
项目六 逻辑代数及门电路基础	76	六、555 定时器及其应用	93
考纲要求	76	例题精选	95
知识脉络	76	专项训练	97
知识精讲	76		

第二部分

程序设计基础

项目八 基本程序结构和设计规范	100	知识脉络	110
考纲要求	100	知识精讲	110
知识脉络	100	一、常量和变量	110
知识精讲	100	二、基本数据类型	111
一、计算机程序基本知识	100	三、运算符和表达式	115
二、程序设计基本知识	103	四、格式化输入函数 scanf()	120
三、程序设计基本结构流程图	104	五、格式化输出函数 printf()	121
四、C 语言程序的结构	105	六、字符输入和输出函数	121
例题精选	106	例题精选	122
专项训练	107	专项训练	124
项目九 顺序结构程序设计	110	项目十 选择结构程序设计	127
考纲要求	110	考纲要求	127



知识脉络	127	四、字符数组	161
知识精讲	127	例题精选	162
一、关系运算符和关系表达式	127	专项训练	164
二、逻辑运算符和逻辑表达式	128	项目十三 函数	166
三、if 语句	129	考纲要求	166
四、条件运算符和条件表达式	132	知识脉络	166
五、switch 语句	133	知识精讲	166
例题精选	134	一、函数	166
专项训练	138	二、对被调用函数的声明和函数原型	170
项目十一 循环结构程序设计	143	三、函数的嵌套及递归调用	170
考纲要求	143	四、数组作为函数参数的方法	172
知识脉络	143	五、局部变量和全局变量	175
知识精讲	143	例题精选	176
一、循环语句	143	专项训练	178
二、循环语句的嵌套	146	项目十四 文件	181
三、break 语句和 continue 语句	147	考纲要求	181
例题精选	148	知识脉络	181
专项训练	151	知识精讲	181
项目十二 数组	156	一、文件的定义及分类	181
考纲要求	156	二、文件的打开及关闭	182
知识脉络	156	三、文件的顺序读写	183
知识精讲	156	四、文件的随机读写	186
一、数组概述	156	例题精选	187
二、一维数组	156	专项训练	187
三、二维数组	159		

第三部分

计算机网络基础

项目十五 认知计算机网络	192	五、OSI 参考模型	201
考纲要求	192	六、TCP/IP 参考模型	202
知识脉络	192	七、常见网络信息编码形式	204
知识精讲	193	八、存储单位	204
一、信息系统	193	九、计算机及移动终端接入互联网的方式	205
二、计算机网络技术	193	十、操作系统概述	205
三、计算机网络概述	195	十一、安装、卸载应用程序、驱动程序和常用服务	206
四、数制及其转换	200		

十二、管理信息资源	207	例题精选	240
十三、管理网络资源	208	专项训练	241
例题精选	208	项目十八 了解物联网	243
专项训练	210	考纲要求	243
项目十六 小型网络的搭建与配置	212	知识脉络	243
考纲要求	212	知识精讲	243
知识脉络	212	一、物联网概述	243
知识精讲	213	二、物联网的应用	244
一、局域网概述	213	三、物联网的体系结构	245
二、计算机网络传输介质	214	四、常见物联网组件	245
三、IP 地址概述	215	例题精选	246
四、网络设备	220	专项训练	247
五、网络连接和配置的基本方法	223	项目十九 网络安全	249
六、网络故障诊断工具	226	考纲要求	249
七、网络故障的排除方法	229	知识脉络	249
八、互联网服务的工作机制	229	知识精讲	250
例题精选	231	一、网络安全基础知识与现状	250
专项训练	233	二、计算机网络面临的安全威胁类型	250
项目十七 运用网络工具	236	三、网络安全相关的法律、政策法规	251
考纲要求	236	四、区分虚拟社会与现实社会身份差别的方法	251
知识脉络	236	五、网络安全等级保护	252
知识精讲	236	六、网络信息系统安全防范的方法	252
一、进行网络交流	236	七、网络安全应急响应的方法	253
二、使用云协作	238	例题精选	254
三、数字化学习	239	专项训练	255
四、网络交流和网络信息发布	240		



第一部分

电工电子技术 基础与技能



项目一

电路基本概念与直流电路

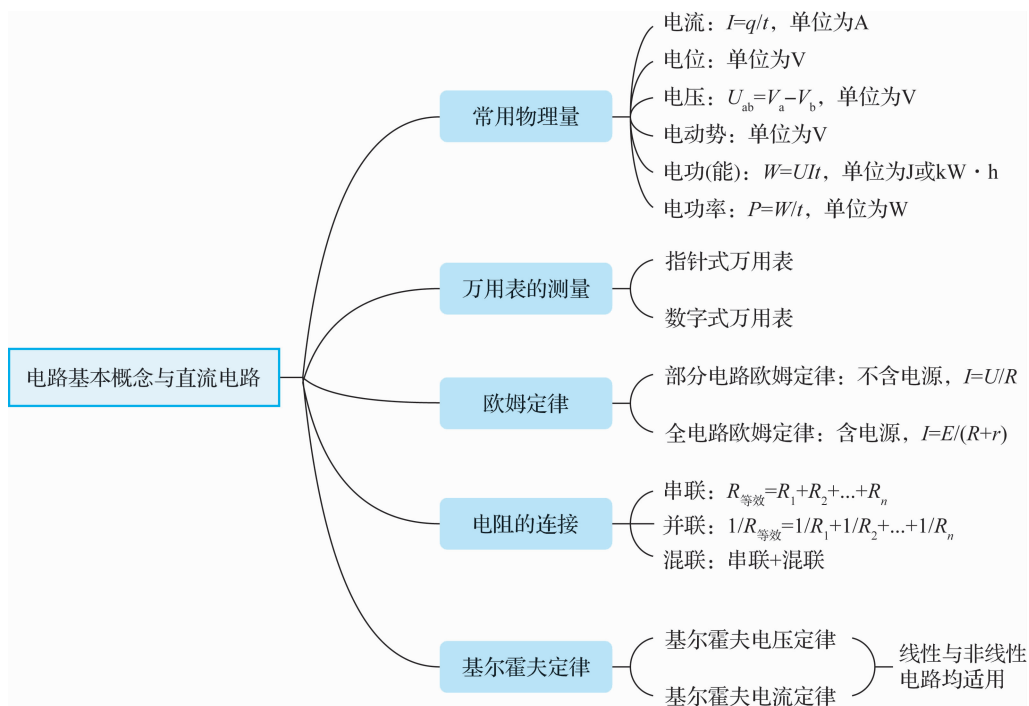


考纲要求

- (1)理解电路中电流、电压、电位、电动势、电能、电功率等常用物理量的概念；
- (2)掌握使用万用表测量电阻、电压、电流的技能；
- (3)理解欧姆定律；
- (4)掌握电阻串联、并联、混联的等效电阻计算方法；
- (5)了解基尔霍夫电压定律和基尔霍夫电流定律。



知识脉络



知识精讲

一、电路中的常用物理量

1. 电流

电流是指单位时间内通过导体横截面的电荷量,即



$$I = \frac{q}{t}$$

式中: I 为电流, A; q 为电荷量, C; t 为时间, s。

电荷的定向移动形成电流, 一般规定正电荷的移动方向为电流的方向。大小和方向都不随时间而改变的电流, 称为**直流**。大小和方向随时间做周期性变化的电流, 称为**交流**。

2. 电位

电位是指电路中某一点相对于**参考点**的电压, 如电路中某一点 a 的电位可以表示成 V_a , 单位为 V。电位**没有方向**, 但有相对于参考点的正、负电位, 规定高于参考点的电位为正, 反之为负。

3. 电压

电压是指电路中任意两点之间的电位之差, 即

$$V_a - V_b = U_{ab}$$

电压的单位为 V。电压的方向由**高电位点指向低电位点**。

4. 电动势

电动势是指静电力把正电荷由负极经过电源内部移到正极所做的功与被移送的电荷量之间的比值。电动势用 E 表示, 其单位为 V。电动势的正方向由**电源的负极(低电位点)指向正极(高电位点)**。

5. 电功

电功, 也称电能, 是指在电场力作用下, 正电荷定向移动形成的电流所做的功, 即

$$W = UI t$$

式中: W 为电功(电能), J; U 为电路两端的电压, V; I 为电路中的电流, A; t 为通电时间, s。

在生活中, 电功的常用单位是 **kW · h(千瓦时, 俗称度)**, 它和焦耳的换算公式为

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

6. 电功率

电功率是指负载设备(用电器)在单位时间内所消耗的电能, 即

$$P = \frac{W}{t} = UI$$

式中: P 为电功率, W; W 为电功(电能), J; t 为完成电功所用的时间, s。

二、万用表的测量

常用的万用表有指针式和数字式两种。

1. MF47 型指针式万用表

1) 主要结构

MF47 型万用表的基本结构分为面板、表头与表盘、测量线路及转换开关等四个部分。MF47 型万用表面板结构如图 1-1-1 所示。

MF47 型万用表有六条标度尺(见图 1-1-2), 它们分别代表了各自的测量项目。在欧姆标度尺上只有一组数字, 为测量电阻专用。转换开关选择“ $R \times 1$ ”挡时, 应在标度尺上直接读取数据。在选择其他挡位时, 应乘以相应倍率。例如, 选择“ $R \times 1 \text{ k}$ ”挡时, 就要对已读取的数据乘以 1 000。

这里注意, 欧姆标度尺的刻度是不均匀的, 当指针停留在两条刻度线之间的某位置时, 估读数据要根据左边和右边刻度缩小和扩大的趋势进行, 尽量减小读数误差。

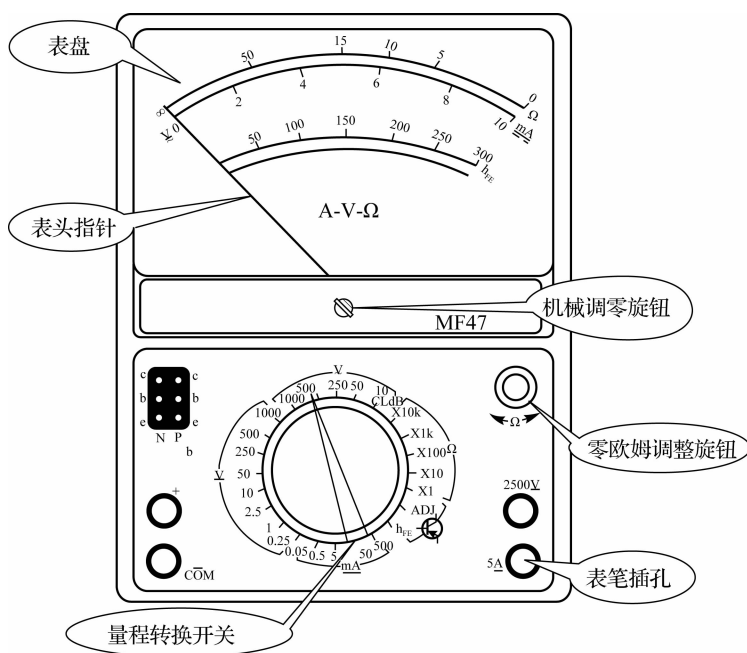


图 1-1-1 MF47 型万用表面板结构图

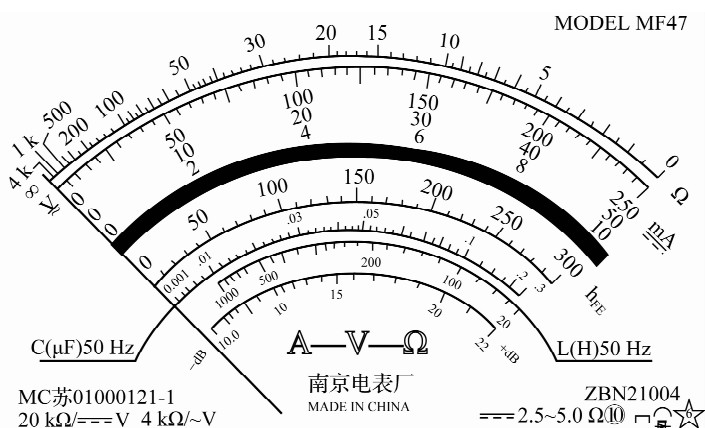


图 1-1-2 MF47 型万用表的表盘示意图

2) 使用及测量注意事项

- (1) 对于指针式万用表,使用前应先检查其指针是否指在零点,若不在零点,应先进行机械调零。
- (2) 红表笔插入万用表面板上“+”插孔,黑表笔插入“-”插孔。在测量直流电压或电流时,要注意红表笔接电路正极、黑表笔接电路负极,以免指针式万用表指针反转。但在指针式万用表内部,红表笔与内部电池的负极相接,黑表笔与内部电池的正极相接。
- (3) 测量时,应根据被测量的种类和量程,调准转换开关的位置。合适的量程标准:测量电压、电流时,一般以万用表的指针偏转到满刻度的 $\frac{2}{3}$ 左右位置时为合适量程。测量电阻时,以万用表的指针偏转到电阻挡中心位置时为合适量程。
- (4) 测量电压时,表笔应与被测电路并联。
- (5) 测量电流时,万用表串联到被测电路中。
- (6) 测量电阻时,直接将表笔跨接在被测电阻的两端。测量前或每次更换倍率挡时,都应重新调整欧姆零点。还应注意,不允许用手同时触及被测电阻两端,以避免并联上人体电阻使读数减小,造成测量误差。



(7)万用表测量完毕,应将转换开关置于交流电压的最高量程挡。

2. DT-890B⁺型数字万用表

1) 主要结构

DT-890B⁺型数字万用表是性能稳定、可靠性高且具有高度防震的多功能、多量程测量仪表,其面板结构如图 1-1-3 所示,包括 LCD 液晶显示器、电源开关、量程转换开关、电容插孔等。

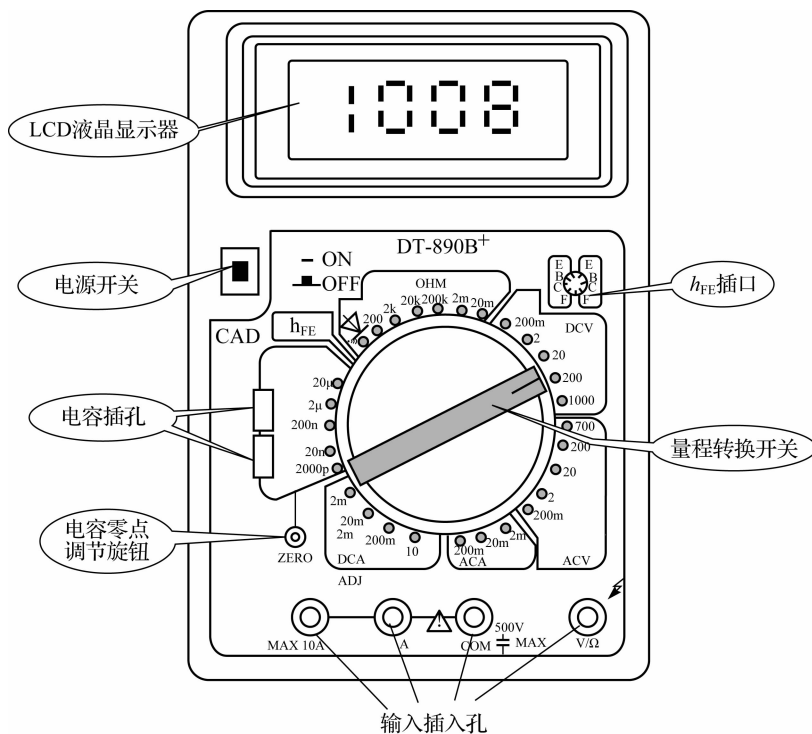


图 1-1-3 DT-890B⁺型数字万用表面板结构图

2) 使用注意事项

- (1)将电源开关置于 ON 状态,液晶显示器应有符号显示。若此时显示电池形符号,应更换表内的电池。
- (2)表笔插孔旁的符号,表示测量时输入电流、电压不得超过量程规定值,否则将损坏内部测量线路。
- (3)测量前转换开关应置于所需量程。若显示器只显示“1”,表示量程选择偏小,转换开关应置于更高量程。
- (4)测量完毕,应将转换开关置于“OFF”挡。

三、欧姆定律

1. 部分电路欧姆定律

如图 1-1-4 所示,在不含电源的电路中,电路中的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比,与电阻 R 成反比。这就是部分电路欧姆定律。

欧姆定律是电学中的一个基本定律,其表明电路中电流、电压和电阻三者之间的基本关系:在同一电路中,导体中的电流与导体两端的电压成正比,与导体的电阻成反比。其公式为

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

式中: I 为流过电阻器的电流,A; U 为电阻器两端的电压,V; R 为电阻器的电阻大小, Ω 。



2. 全电路欧姆定律

如图 1-1-5 所示,在含有电源的电路中,闭合电路中的电流与电源电动势成正比,与电路的总电阻成反比。这称为全电路欧姆定律,又称闭合电路欧姆定律。

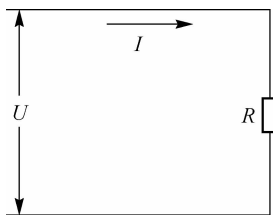


图 1-1-4 部分电路欧姆定律

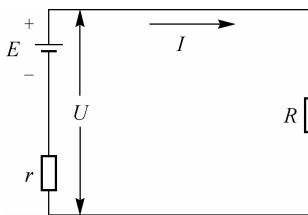


图 1-1-5 全电路欧姆定律

全电路欧姆定律表述为:闭合电路的电流与电源的电动势成正比,与电路的电阻之和成反比。公式为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

式中: I 为电路中电流, A; E 为电源电动势, V; R 为电源以外的总电阻, Ω ; r 为电源内阻, Ω 。

在含有电源的电路中,电源和其内阻称为内电路,内电路两端的电压为 $U_{\text{内}}$;电源和其内阻以外的部分称为外电路,外电路两端的电压为 $U_{\text{外}}$,又称为电源的端电压 U ,用公式表示为

$$U_{\text{外}} = U = E - Ir$$

式中: E 为电源电动势, V; I 为负载电流, A; r 为电源的内阻, Ω 。当 $I = 0$ 时, $U = E$ 。此时端电压 U 就是电源的开路电压。

四、电阻的连接

1. 电阻元件

1) 电阻与电阻器

电阻元件是电路中最基本的元件。在温度不变时,一定材料制成的导体的电阻与它的长度成正比,与它的横截面积成反比。这个实验规律称为电阻定律,公式为

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中: R 为导体的电阻, Ω ; ρ 为与制成导体的材料有关的物理量,称为电阻率或电阻系数, $\Omega \cdot \text{m}$; l 为导体的长度, m; S 为导体的横截面积, m^2 。

利用电阻的这种特性制成的元件成为电阻器,简称电阻。

提示

导体电阻的大小与温度有关。通常情况下,纯金属的电阻随温度的升高而增大。有的合金(如康铜和锰铜)的电阻与温度变化的关系不大,因此该材料适宜制造标准电阻器。而碳材料的电阻或半导体材料的电阻会随温度的升高而减小。有些材料的电阻在一定温度条件下会降为零,这种现象称为超导现象,这种材料称为超导材料。

2) 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值(简称阻值)、允许误差和额定功率等。电阻器阻值的标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法。

(1) 直标法。直标法是用数字和单位符号直接标称电阻值,并标注在电阻器上,如“15 W 0.1 Ω ”, 15 W

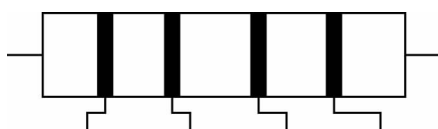


表示额定功率, $0.1\ \Omega$ 为标称阻值, J 表示允许误差 $\pm 5\%$ 。

(2) 文字符号法。文字符号法用数字和文字符号组合在一起, 文字符号前面的数字表示整数阻值, 文字符号后面的数字表示小数点后面的小数阻值, 文字符号表示单位, 如“5R60”, 表示标称阻值为 $5.6\ \Omega$, 其中, R 表示单位 Ω 。

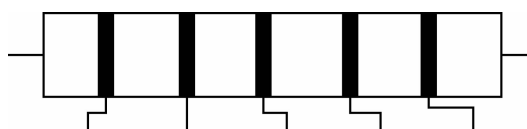
(3) 数码法。数码法用 3 位数码表示, 数码从左到右, 前两位表示电阻的有效值, 第三位表示倍率(即乘以 10 的多少次幂), 单位为 Ω , 如“201”表示标称阻值为 $20 \times 10^1 = 200(\Omega)$ 。

(4) 色标法。色标法使用颜色环表示电阻器的阻值和允许误差, 用不同的颜色代表不同的数值。普通电阻器采用**四色环标注法**, 精密电阻器采用**五色环标注法**, 分别如图 1-1-6 和图 1-1-7 所示。



颜色	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 倍率	第四色环 误差
黑	0	0	10^0	—
棕	1	1	10^1	—
红	2	2	10^2	—
橙	3	3	10^3	—
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	—
金	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$

图 1-1-6 四色环标注法



颜色	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 第三位数	第四色环 倍率	第五色环 误差
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	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	—
白	9	9	9	10^9	—
金	—	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$

图 1-1-7 五色环标注法

2. 电阻的串联

电阻串联电路具有以下特点。

(1) 电阻特点。串联电路的总电阻(等效电阻)等于各个电阻的阻值之和, 即

$$R_{\text{总}} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

(2) 电压特点。电路两端总电压等于各串联电阻两端电压之和, 即

$$U_{\text{总}} = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n$$

(3) 电流特点。串联电路中各个电阻上的电流都相等, 即

$$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$

(4) 功率特点。

① 电阻串联电路的总功率等于各电阻的功率之和, 即

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_n$$

② 串联电路中各电阻上消耗的功率与它的电阻成正比, 即

$$\frac{P_1}{R_1} = \frac{P_2}{R_2} = \frac{P_3}{R_3} = \cdots = \frac{P_n}{R_n}$$

(5) 分压特点(分压公式)。两个电阻串联, 则电阻 R_1 、 R_2 上的电压分别为



$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{\text{总}}$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{\text{总}}$$

3. 电阻的并联

电阻并联电路具有以下特点。

(1) 电阻特点。并联电路总电阻(等效电阻)的倒数等于各个支路电阻阻值的倒数之和,即

$$\frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

n 个阻值相同的电阻 R 并联后总电阻等于 R/n 。

(2) 电压特点。并联电路中电阻两端的电压相等,即

$$U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n$$

(3) 电流特点。并联电路中总电流等于各支路电流之和,即

$$I_{\text{总}} = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

(4) 功率特点。并联电路中电阻的总功率等于各电阻的功率之和,即

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_n$$

(5) 分流特点(分流公式)。两个电阻 R_1 、 R_2 并联,电阻 R_1 、 R_2 上分得的电流分别为

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_{\text{总}}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_{\text{总}}$$

4. 电阻的混联

在某一个电路中同时存在电阻串联和电阻并联,称为混联电路。

求混联电路的等效电路的步骤如下。

(1) 先把电阻的混联分解成若干个串联和并联,按照串、并联电路的特点进行计算,分别求出它们的等效电阻。

(2) 用已求出的等效电阻去取代电路中的串、并联电阻,得到电阻混联电路的等效电路。

(3) 如果所求得的等效电路中仍然包含着电阻的串联或并联,可继续用上面的方法来化简,以求得最简单的等效电路。

(4) 利用已化简的等效电路,根据欧姆定律算出通过电路的总电流,再算出各支路上的电流及各电阻两端的电压、功率等。

【例 1-1-1】 图 1-1-8(a)所示电路中, $U=24\text{ V}$, 求等效电阻 R_{ab} 及电路的总电流 I 。

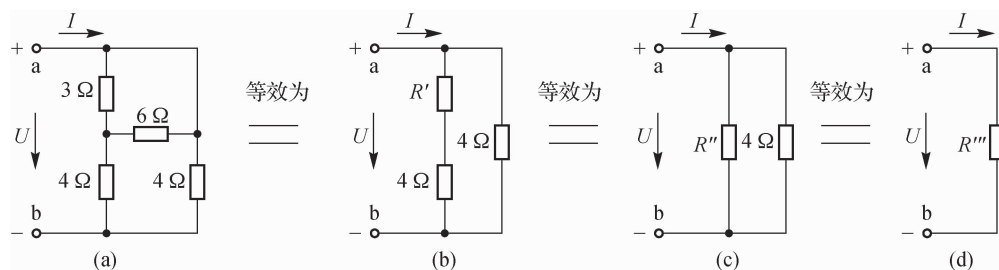


图 1-1-8 电阻混联电路的等效变换



【解析】(1)由图 1-1-8(a)所示电路知 $3\ \Omega$ 与 $6\ \Omega$ 这两个电阻是并联的,其等效电阻为

$$R' = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2(\Omega)$$

(2)由图 1-1-8(b)所示电路知 R' 与 $4\ \Omega$ 这两个电阻是串联的,其等效电阻为

$$R'' = 2 + 4 = 6(\Omega)$$

(3)由图 1-1-8(c)所示电路知 R'' 与 $4\ \Omega$ 这两个电阻是并联的,其等效电阻为

$$R''' = \frac{6 \times 4}{6 + 4} = 2.4(\Omega)$$

(4)由图 1-1-8(d)所示电路知电路的总电流为

$$I = \frac{U}{R'''} = \frac{24}{2.4} = 10(\text{A})$$

提示

对于较为复杂的电阻混联电路,一般不容易判断出各电阻的串、并联关系,就无法求得等效电阻。遇到这种情况,较为有效的办法就是画出等效电路图,即把原电路图整理为较为直观的串、并联关系的电路图,然后再计算其等效电阻。

五、基尔霍夫定律

基尔霍夫定律既适用于直流电路(线性电路),又适用于交流电路和含有电子元器件的非线性电路。

1. 电路结构中的几个名词

(1)支路。电路中每个流过同一个电流的分支称为支路,图 1-1-9 中 adc , abc , aR_3c 分别组成了三条支路。

(2)节点。三条或三条以上支路的公共连接点称为节点,图 1-1-9 中 a 和 c 都是节点,而 b 和 d 则不是节点。

(3)回路。电路中任一闭合的路径称为回路,如图 1-1-9 中 R_3cbaR_3 , $abcda$, aR_3cda 都是回路。只有一个回路的电路称为单回路。

(4)网孔。内部不含有支路的回路称为网孔,图 1-1-9 中 aR_3cba 和 $abcda$ 两个回路中均不含支路,是网孔。而回路 aR_3cda 中含有支路 abc ,因而不是网孔。网孔一定是回路,但回路不一定是网孔。

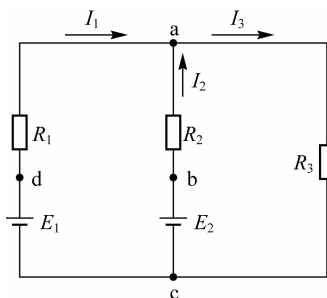


图 1-1-9 复杂直流电路图

2. 基尔霍夫第一定律(电流定律, KCL)

基尔霍夫电流定律简称 KCL, 又称节点电流定律, 其基本内容是: 在任意瞬间, 流进任一节点的电流之和恒等于流出这个节点的电流之和, 即



$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$$

在图 1-1-10 所示的电路中,对于节点 a,应用基尔霍夫电流定律可写出 $I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$,如果规定流入节点的电流为正值,流出节点的电流为负值,上式可改写为 $I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$,写成一般形式为

$$\sum I = 0$$

即在任意瞬间通过电路中任一节点的电流代数和恒等于零。这是 KCL 的另一种表达形式。

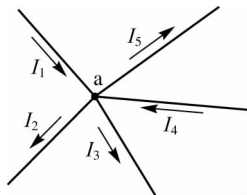


图 1-1-10 基尔霍夫电流定律示意图

提示

KCL 具有普遍意义,它通常用于电路中的节点,也可以将节点推广到电路中的一个闭合的假定封闭面,那么流入封闭面的电流等于流出封闭面的电流。

3. 基尔霍夫第二定律(电压定律,KVL)

基尔霍夫电压定律简称 KVL,又称回路电压定律,基本内容是:在任意瞬间沿电路中任一回路绕行一周,各段电压的代数和恒等于零,即

$$\sum U = 0$$

图 1-1-11 所示的电路,选取绕向为顺时针方向,则利用 KVL 可表示为

$$U_1 + U_2 + U_3 - U_4 - U_5 = 0$$

由于 $U_1 = I_1 R_1$, $U_2 = I_2 R_2$, $U_3 = I_3 R_3$, $U_4 = E_1$, $U_5 = E_2$,分别代入上述公式,可得

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2$$

写成一般形式为

$$\sum E = \sum IR$$

即在任一回路中,电动势的代数和恒等于各电阻上电压降的代数和,这是 KVL 的另一种表达形式。

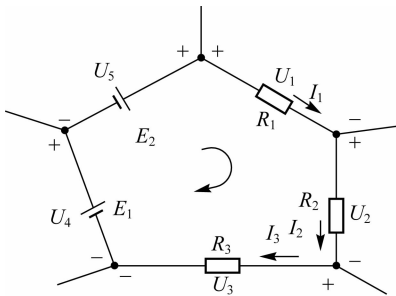


图 1-1-11 基尔霍夫电压定律示意图



提示

(1)在应用公式 $\sum U = 0$ 列电压方程时,首先要选取回路绕行方向,可按顺时针方向,也可按逆时针方向;其次确定各段电压的参考方向。这里规定,凡电压的参考方向和回路绕行方向一致时该电压取正值,反之则取负值。

(2)在应用公式 $\sum E = \sum IR$ 列方程时,要根据电位确定方向。当起点电位高于终点电位时,所取电压为正值;而当起点电位低于终点电位时,所取电压为负值。

(3)KVL 不仅可以应用于任一闭合回路,而且可以应用于任一不闭合的电路。基尔霍夫电压定律的推广定律:电路中某两点 a 和 b 之间的电压等于从 a 点到 b 点所经路径上全部电压的代数和。

4. 支路电流法

对于一个复杂电路,以各条支路为未知量,先假定各个支路的电流的参考方向和回路方向,再根据基尔霍夫定律列出方程式进行计算的方法称为支路电流法。

支路电流法求解电路的一般步骤如下:

(1)首先找出复杂电路的支路数 m 、节点数 n 和网孔数,然后任意假设各支路电流的参考方向和网孔的绕行方向。

(2)根据 KCL 列出 $n-1$ 个独立的节点电流方程。

(3)根据 KVL 列出 $m-(n-1)$ 个独立的回路电压方程。

(4)代入数据,联立方程组求得各支路电流。

注意

确定各支路电流的实际方向。当计算结果为正时,说明电流的实际方向和参考方向相同,若计算结果为负值,则说明电流的实际方向与假设的参考方向相反。

【例 1-1-2】 已知电路如图 1-1-12 所示, $E_1 = 12\text{ V}$, $E_2 = 12\text{ V}$, $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$ 。试用支路电流法求各支路电流的大小和方向。

【解析】 此电路的支路数 $m=3$,节点数 $n=2$,所以需列出 1 个节点的电流方程,2 个网孔的电压方程。标注电流参考方向、网孔和元件电压正负极的电路如图 1-1-13 所示。

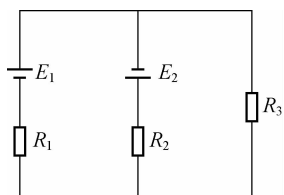


图 1-1-12 例 1-1-2 的电路

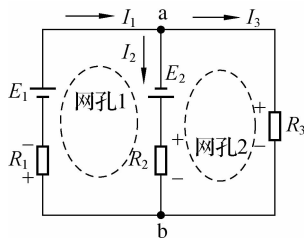


图 1-1-13 标注电流参考方向、网孔和元件电压正负极的电路

根据基尔霍夫定律列出三个方程

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ -E_2 + I_2 \times R_2 + I_1 \times R_1 - E_1 = 0 \\ I_3 \times R_3 - I_2 \times R_2 + E_2 = 0 \end{cases}$$

代入已知数据,解方程组,得



$$\begin{cases} I_1 = 3 \text{ A} \\ I_2 = 2.5 \text{ A} \\ I_3 = 0.5 \text{ A} \end{cases}$$

各支路电流均为正数,表明它们的实际方向与图中所标定的参考方向相同。

例题精选

1. 一段导线的电阻为 $10\ \Omega$, 将它均匀拉长为原来的 2 倍, 此时导线的电阻值为()。

- A. $10\ \Omega$
B. $5\ \Omega$
C. $20\ \Omega$
D. $40\ \Omega$

【答案】D

【解析】将导线拉长为原来的2倍时,横截面积减小为原来的一半,因此,电阻变为原来的4倍,即 $4 \times 10 = 40(\Omega)$ 。

2. 某标识为“470”的贴片电阻元件,其电阻值是()。

- A. $470\ \Omega$
B. $47\ \Omega$
C. $470\text{k}\Omega$
D. $47\ \text{k}\Omega$

【答案】B

【解析】 标识为“470”的贴片电阻元件,其电阻值为 $47 \times 10^0 = 47(\Omega)$ 。

3. 某标识为“220 V、50 W”的电器,接入交流 220 V 线路中,使用 24 h 消耗的电能是()。

- A. 1 200 度
B. 1 200 瓦
C. 1.2 度
D. 1.2 焦耳

【答案】 C

【解析】 $W=UIt=Pt=50\times 24=1.2(\text{kW}\cdot\text{h})=1.2(\text{度})$ 。如果以焦耳为单位,则 $W=1.2\times 3.6\times 10^6=4.32\times 10^6(\text{J})$ 。

4. 某四色环电阻两端电压为 4.7 V ,通过的电流为 0.1 A ,则这个电阻前三个色环颜色为()。

- A. 黄紫棕
B. 绿紫黑
C. 黄紫黑
D. 黄绿棕

【答案】 C

【解析】 四环电阻的编码规则: ①第一、二环分别代表电阻值的第一位和第二位有效数字; ②第三环代表倍率(即 10 的多少次幂); ③第四环代表电阻的误差。根据题目, 电阻两端的电压为 4.7 V, 通过的电流为 0.1 A, 所以电阻 $R = 4.7/0.1 = 47(\Omega)$ 。 $47 = 47 \times 10^0$, 4 对应黄色、7 对应紫色、0 对应黑色。

5. 图 1-1-14 所示电路中, 电流 I 的大小为()。

- A. 12 A
B. -2 A
C. -12 A
D. 2 A

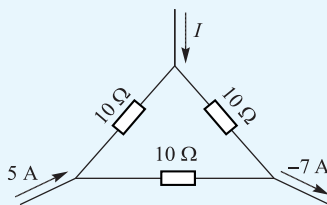


图 1-1-14

【答案】 C

【解析】 根据 KCL 定律, $I = -7 - 5 = -12(\text{A})$ 。这里应注意, KCL 定律可应用于任意假定的封闭面。

6. 单位是千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$)的物理量是()。

- A. 电压 B. 电能 C. 电功率 D. 电位

【答案】 B

【解析】 电功(电能)的单位是 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 电压和电位的单位都是 V, 电功率的单位是 W、kW。

7. 观察图 1-1-15 所示电路, 下列说法中, 正确的是()。

- A. 此电路为线性电路
B. 不可以应用基尔霍夫定律计算支路电压和电流
C. 此电路为非线性电路
D. 可以应用叠加定理计算支路电压和电流

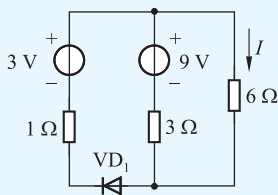


图 1-1-15

【答案】 C

【解析】 因为电路中存在二极管, 所以该电路是非线性电路。基尔霍夫定律可以应用于非线性电路。叠加定理只能应用于线性电路。

8. 电路中选择不同的参考点, 则两个节点之间的电压会发生变化。()

【答案】 ×

【解析】 无论我们选择哪个点作为参考点(零电位点), 电路中任意两点之间的电位差(即电压)都是不变的。

9. 串联电路和并联电路中, 消耗的总功率都等于各个电阻消耗功率的和。()

【答案】 ✓

【解析】 串联电路中, 各处的电流 I 相等, 总电压等于各分电压之和, 即 $U = U_1 + U_2 + \dots$, 电路消耗的总功率 $P = UI = (U_1 + U_2 + \dots)I = U_1I + U_2I + \dots = P_1 + P_2 + \dots$; 并联电路中, 各支路两端的电压相等, 干路电流等于各支路电流之和, 即 $I = I_1 + I_2 + \dots$, 电路消耗的总功率 $P = UI = U(I_1 + I_2 + \dots) = UI_1 + UI_2 + \dots = P_1 + P_2 + \dots$ 。因此, 无论是串联电路还是并联电路总功率等于各用电器消耗的电功率之和。



10. 在一段时间内,电路产生或消耗的电能与时间的比值称为电功率。()

【答案】✓

【解析】电功率是描述电路在单位时间内产生或消耗电能快慢的物理量。

11. 一个标有“220 V, 100 W”字样的白炽灯,正常工作时允许通过的额定电流为_____ A;当其两端加 110 V 的电压时,消耗的实际功率为_____ W。

【答案】0.45 25

【解析】 $I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{100}{220} = 0.45(\text{A})$, $R_0 = \frac{U_0^2}{P_0} = \frac{220^2}{100} = 484(\Omega)$, $P_1 = \frac{U_1^2}{R_0} = \frac{110^2}{484} = 25(\text{W})$ 。

12. 图 1-1-16 所示电路中,已知 $V_a = 10 \text{ V}$, $V_b = 2 \text{ V}$,则 c 点电位为_____。

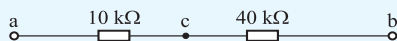


图 1-1-16

【答案】8.4 V

【解析】 $U_{ab} = V_a - V_b = 10 - 2 = 8(\text{V})$, $I_{ab} = U_{ab}/R_{ab} = 8/(10 + 40) = 0.16(\text{mA})$, $U_{ac} = I_{ab}R_{ac} = 0.16 \times 10 = 1.6(\text{V})$, $V_c = V_a - U_{ac} = 10 - 1.6 = 8.4(\text{V})$ 。

13. 图 1-1-17 所示电路中,已知 $E = 20 \text{ V}$, $R_0 = 8 \Omega$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$ 。

(1) 当 R_4 为多大时,可获得最大功率?

(2) 最大功率是多少?

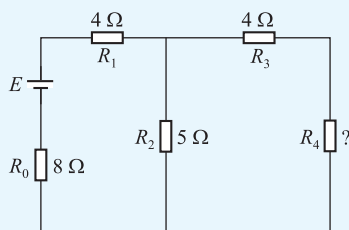


图 1-1-17

【参考答案】

(1) 设 $R_1 \sim R_4$ 混联后的电阻为 R_5 , 可得

$$R_5 = R_1 + \frac{R_2 \times (R_3 + R_4)}{R_2 + (R_3 + R_4)}$$

令 R_0 为电源的内阻, R_5 的功率为

$$P = I^2 R_5 = \left(\frac{E}{R_0 + R_5} \right)^2 \times R_5 = \frac{E^2}{\frac{(R_0 - R_5)^2}{R_5} + 4R_0}$$

可知,当 $R_5 = R_0$ 时, R_5 的功率最大,可得

$$R_5 = R_1 + \frac{R_2 \times (R_3 + R_4)}{R_2 + (R_3 + R_4)} = R_0 = 8(\Omega)$$

代入数据,求出 $R_4 = 16 \Omega$, 即当 R_4 为 16Ω 时,可获得最大功率。

(2) 最大功率为

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4R_0} = \frac{20^2}{4 \times 8} = 12.5(\text{W})$$



专项训练

一、单项选择题

1. 一根导体的电阻为 R , 若将其从中间对折合并成一根新导线, 其阻值为()。
A. $R/2$ B. R C. $R/4$ D. $R/8$
2. 导体的电阻是导体本身的一种性质, 以下说法中错误的是()。
A. 和导体截面积有关 B. 和导体长度有关
C. 和环境温度无关 D. 和材料性质有关
3. 在 1 min 内流过导体横截面的电荷量为 12 C , 则导体中的电流强度是()。
A. 12 A B. 0.2 A C. 1.2 A D. 1 A
4. 4 个电阻阻值均为 R , 并联后电阻的阻值为()。
A. R B. $4R$ C. $0.25R$ D. $2R$
5. 电路如图 1-1-18 所示, $I=(\quad)$ 。

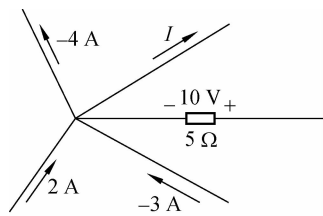


图 1-1-18

- A. -3 A B. 3 A C. 5 A D. -5 A
6. 电阻所标的色环为“黄紫金银”, 则该电阻的阻值为()。
A. $470\ \Omega$ B. $4.7\ \Omega$ C. $47\ \Omega$ D. $0.47\ \Omega$
7. 关于万用表, 下列说法中, 正确的是()。
A. 万用表是电压表、电流表、欧姆表共用一个表头改装而成的
B. 用万用表无论是测电压、电流还是测电阻, 红表笔的电势都高于黑表笔的电势
C. 万用表的电压挡、电流挡和欧姆挡都是靠外部提供电流的
D. 用万用表测电压、测电流和测电阻时, 电流都是从黑表笔流入的
8. 关于串联电路的特点, 下列说法中, 错误的是()。
A. 串联电路中电压处处相等
B. 串联电路中各个负载上的电流相等
C. 串联电路中的总电阻等于各个负载的电阻之和
D. 串联电路中的总功率等于各电阻消耗的功率之和
9. 关于基尔霍夫定律, 下列说法中, 错误的是()。
A. $\sum I = 0$
B. $\sum U = 0$
C. 阐明了电路中各部分电流和各部分电压之间的相互关系
D. 对非线性电路, 基尔霍夫定律不成立



10. 图 1-1-19 所示复杂电路中,说法错误的是()。

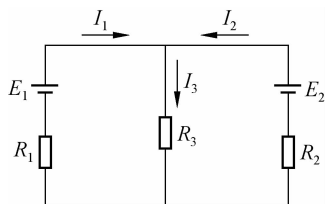


图 1-1-19

- A. $I_1 + I_2 = I_3$
- B. 图中有 6 个节点
- C. 图中有 3 个回路
- D. 沿图中任意回路绕行一周各段电路电压代数和都为零

二、判断题

1. 电路中某一点的电位具有相对性,只有参考点确定后,该点的电位值才能确定。 ()
2. 超导材料指的是当温度下降到临界温度时,其电阻值将突然降到零的金属材料。 ()
3. MF47 型万用表欧姆挡的黑表笔与内部电池的正极相接。 ()
4. 额定电压为 220 V,额定功率为 100 W 的用电设备,当实际电压为 110 V 时,负载实际功率是 50 W。 ()
5. 当 R_1 、 R_2 与 R_3 并联时等效电阻为 $R_1 R_2 R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)$ 。 ()
6. 用指针式万用表两表笔分别接触电阻两引脚,读出表盘上指针读数,该读数即为该电阻的阻值。 ()
7. 当外电路开路时,电源端电压等于零。 ()
8. $R = \frac{U}{I}$ 中的 R 是元件参数,它的值是由电压和电流的大小决定的。 ()
9. 电气设备上的直流电压用字母 AC 标注,交流电压用字母 DC 标注。 ()
10. 使用万用表测量电阻时,手指可以抓在被测电阻引脚的两端。 ()

三、填空题

1. 参考点的电位为 _____,高于参考点的电位取 _____ 值,低于参考点的电位取 _____ 值。
2. 电源电动势 $E=4.5\text{ V}$,内阻 $r=0.5\ \Omega$,负载电阻 $R=4\ \Omega$,则电路中的电流 I 为 _____ A,端电压 U 为 _____ V。
3. 图 1-1-20 所示电路中,电流 $I=$ _____ A。

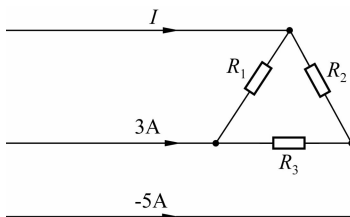


图 1-1-20



4. 家用电烤箱的额定功率为 2.2 kW ，额定电压为 220 V ；在额定工作状态下，通过电烤箱的电流为 _____ A ；若烤制食品半小时，则需耗电 _____ 度。
5. 电阻器常用的三项参数是 _____、_____ 和 _____。

四、应用题

图 1-1-21 所示电路中，已知 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \Omega$ ， $E_1 = 12 \text{ V}$ ， $E_2 = 9 \text{ V}$ ， $E_3 = 18 \text{ V}$ ， $E_4 = 3 \text{ V}$ ，用基尔霍夫定律求回路中的电流及 E、A 两端的电压。

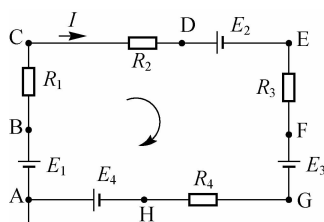


图 1-1-21



项目二

单相正弦交流电路和瞬态电路

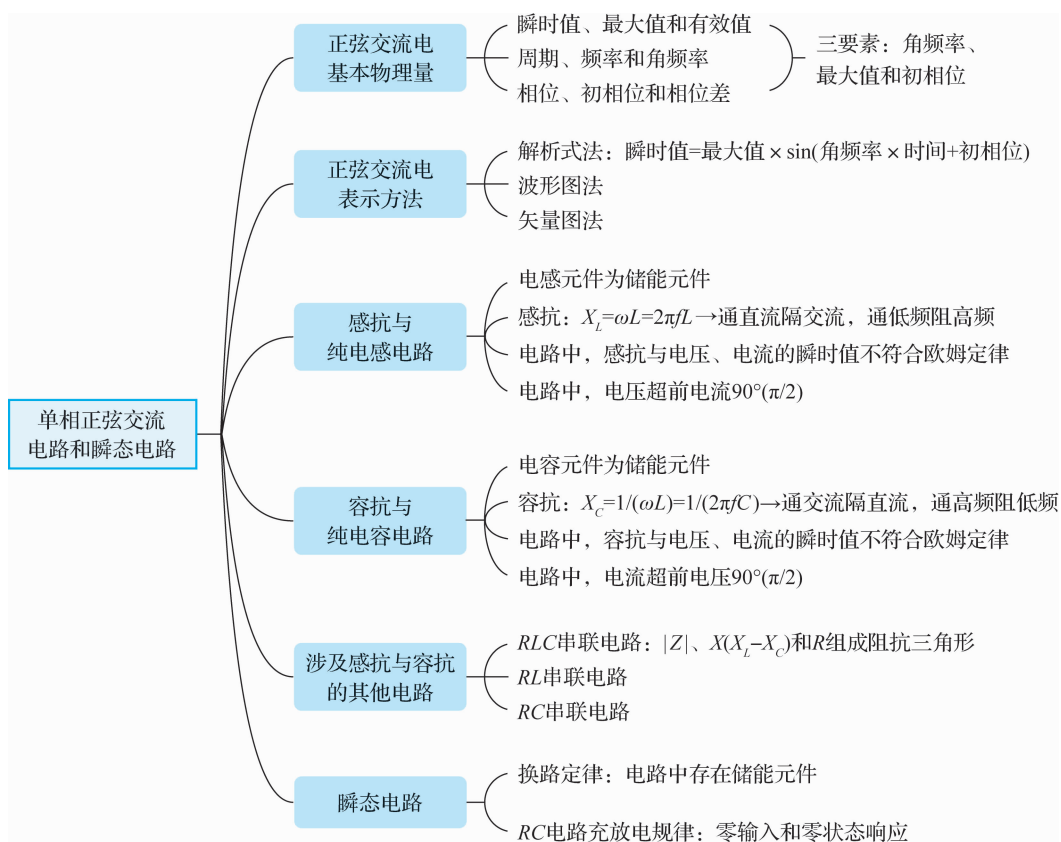


考纲要求

- (1)理解频率、角频率、周期的概念及其关系；
- (2)理解最大值、有效值的概念及其关系；
- (3)了解初相位、相位差的概念；
- (4)了解容抗、感抗的概念；
- (5)了解换路定律及其应用；
- (6)了解 RC 电路的充放电规律。



知识脉络





知识精讲

一、正弦交流电基础知识

凡大小和方向随时间作周期性变化的电流、电压和电动势统称为交流电。随时间按照正弦规律变化的交流电称为正弦交流电。在日常生活中广泛采用单相或三相正弦交流电。

1. 正弦交流电的基本物理量

1) 瞬时值、最大值和有效值

(1) 瞬时值。瞬时值是时间 t 的函数,用小写字母 e 、 u 、 i 表示。

(2) 最大值。最大值是指正弦交流电变化时出现的最大瞬时值,又称为峰值或幅值。最大值用带下标 m 的大写字母表示,如 E_m 、 U_m 、 I_m 。

(3) 有效值。交流电的有效值是根据它的热效应确定的。将交流电流 i 和直流电流 I 分别通过同一电阻 R ,若在相同的时间内产生的热量相等,则此直流电的数值即为该交流电的有效值。有效值用大写字母表示,如 E 、 U 、 I 。

理论分析表明,交流电的有效值和幅值之间有如下关系。

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707 U_m$$

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707 E_m$$

提示

通常说照明电路的电压是 220 V,就是指有效值,与其对应的交流电压的幅值是 311 V。各种交流电的电器设备上所标的额定电压和额定电流均为有效值。另外,利用交流电流表和交流电压表测量的交流电流和交流电压也都是有效值。

2) 周期、频率和角频率

(1) 周期。周期是正弦交流电完成一次周期性变化所需要的时间,通常用字母 T 表示,单位是 s。

(2) 频率。正弦交流电在 1 s 内完成周期性变化的次数即为频率,用 f 表示。频率的单位是赫兹,用符号 Hz 表示。

周期与频率之间的关系为

$$f = \frac{1}{T}$$

我国的电力系统中,工业交流电的标准频率为 50 Hz,简称工频,周期是 0.02 s。

(3) 角频率。角频率 ω ,即交流发电机的线圈旋转的角频率,单位是 rad/s。

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

3) 相位、初相位和相位差

正弦交流电流表达式为 $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$,其波形图如图 1-2-1 所示。

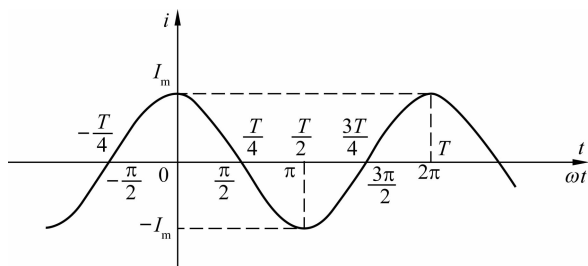


图 1-2-1 正弦交流电电流波形图

(1) 相位。在式 $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$ 中, 将 $\omega t + \varphi_0$ 称为相位, 它决定了正弦交流电的变化趋势, 可以反映出不同瞬间正弦电流的值。

(2) 初相位。初相位是 $t=0$ 时的相位, 用字母 φ_0 表示。初相位可以为正, 可以为负, 也可以是零, 但规定其绝对值不大于 180° 。

(3) 相位差。两个同频率正弦量的相位之差称为相位差, 如图 1-2-2(a) 所示。设 i_1 的相位为 $\omega t + \varphi_1$, i_2 的相位为 $\omega t + \varphi_2$, 则其相位差为

$$\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$$

相位差是两个频率相同的正弦量进行比较的重要参数。如图 1-2-2(b) 所示, $\varphi = 0$ 称为同相; 如图 1-2-2(c) 所示, $\varphi = \pm\pi$ 称为反相; 如图 1-2-2(d) 所示, $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$ 称为正交。

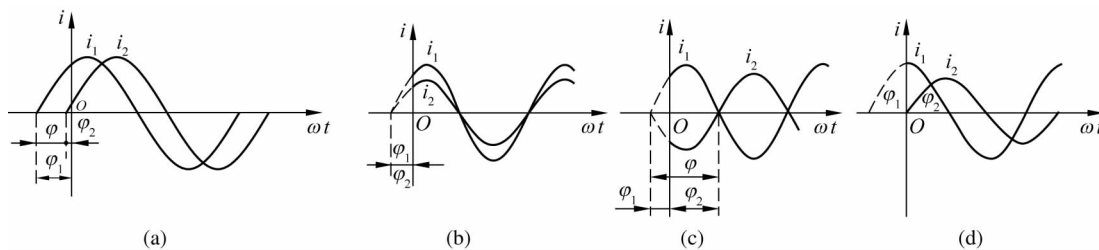


图 1-2-2 相位差示意图

提示

角频率、最大值和初相位能分别反映正弦交流电的特征: 变化快慢、变化幅度、起始状态, 故将其称为正弦量的三要素。若已知正弦量的三要素, 即可画出正弦量的波形图, 写出它的三角函数表达式, 还可以利用三要素区别两个不同的正弦量。

2. 正弦交流电的表示方法**1) 解析式法**

解析式法为用正弦函数式表示正弦交流电随时间变化关系的方法, 其表达式格式为

$$\text{瞬时值} = \text{最大值} \times \sin(\text{角频率} \times \text{时间} + \text{初相位})$$

如

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

2) 波形图法

图像法为用正弦曲线表示正弦交流电随时间变化的关系的方法, 也称波形图法, 如图 1-2-3 所示。

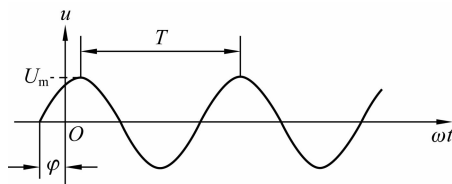


图 1-2-3 波形图

3) 矢量图法

矢量图法也称为旋转矢量法,是在一个直角坐标系中用绕原点旋转的矢量来表示正弦交流电的方法。其中,矢量的长度表示正弦量的有效值,矢量与 x 轴正方向的夹角表示正弦量的初相位,矢量的符号用电量符号加一圆点表示。例如,对于

$$u = 220\sqrt{2}\sin(\omega t + 53^\circ) \text{ V}, i = 0.41\sqrt{2}\sin \omega t \text{ A}$$

它们的有效值矢量图如图 1-2-4 所示。

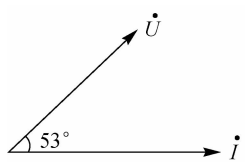


图 1-2-4 正弦交流电的有效值矢量图

二、感抗与纯电感电路

1. 电感元件

(1) 电感器的主要参数。电感用字母 L 表示。在国际单位制中,电感的单位为 H 。当线圈中电流变化率为 1 A/s ,产生 1 V 的感应电动势时,该电感线圈的电感为 1 H 。工程上也常采用 mH 和 μH ,它们之间的转换关系为

$$1 \text{ H} = 10^3 \text{ mH} = 10^6 \mu\text{H}$$

电感的参数还包括标称电流、品质因数(Q)等。标称电流是电感器长期正常工作所允许通过的最大电流。品质因数(Q)是指电感线圈中储存能量与消耗能量的比值。

提示

线圈的电感是由线圈本身的特性所决定的,它与线圈的尺寸、匝数和线圈中有无铁心有关,与线圈中有无电流及电流的大小无关。

(2) 电感器参数的标注方法。电感器参数的标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法。数码法中,用三位有效数字表示电感量大小,数码从左到右,第一、二位表示电感量的有效数字,第三位表示倍率,单位为 μH 。色标法中,电感器使用的色环颜色代表数字与电阻器相同,只是电感器的单位是 μH 。

(3) 电感器的特性。电感并不消耗功率,为储能元件。

2. 感抗与纯电感电路的概念及特点

在交流电路中,若用电感线圈作负载,且这些线圈的内阻忽略不计,则这个电路称为纯电感电路。把电感线圈对交流电的阻碍作用称为电感的感抗,简称感抗,用符号 X_L 表示,单位是 Ω 。实验证明,感抗的大小与电源频率成正比,与线圈的电感成正比,公式表示为



$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

式中: X_L 为线圈的感抗, Ω ; ω 为电源的角频率, rad/s ; f 为电源的频率, Hz ; L 为线圈的电感, H 。

对于直流电, 电感元件的感抗为零, 电感元件相当于短路; 对于交流电, 电感线圈有一定的感抗, 且交流电的频率越高, 电感线圈的感抗越大, 对电流的阻碍作用越大。因此, 电感元件具有“通直流隔交流, 通低频阻高频”的特性。

电感线圈的感抗与电压、电流的最大值和有效值之间满足欧姆定律, 即

$$I_m = \frac{U_m}{X_L}$$

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

这里需要注意, 它们的瞬时值不符合欧姆定律。

在纯电感电路中, 电压超前电流 $90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$, 或者说电流滞后电压 $90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$ 。

若选择电流为参考正弦量, 即电流 i 的初相为 0° , 电流的瞬时值表达式为 $i = I_m \sin \omega t$, 则电感元件两端电压的瞬时值表达式为 $u = U_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ 。

三、容抗与纯电容电路

1. 电容元件

(1) 电容。电容器所带的电荷 Q 与它两极间的电压 U 的比值称为电容器的电容, 即

$$C = \frac{Q}{U}$$

电容的单位是 F , 常用单位有微法 μF 和皮法 pF , 它们之间的转换关系为

$$1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF}$$

电容是表示电容器储存电荷能力的物理量, 电容是电容器的固有属性。

(2) 决定平行板电容器电容大小的因素。对于平行板电容器, 决定电容大小的因素是介质种类、极板正对面积和极板间距离, 即

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi Kd}$$

式中: C 为电容, F ; S 为极板面积, m^2 ; d 为两极板间距, m ; ϵ 为电介质常数, F/m ; K 为静电力常量。

(3) 电容的连接。电容器串联、并联电路的特点如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 电容器串联、并联电路的特点

物 理 量	串 联	并 联
电荷	$Q = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$	$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$
电压	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$
电容	$\text{由 } \frac{Q}{C_{\text{等效}}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \dots + \frac{Q_n}{C_n} \text{ 得}$ $\frac{1}{C_{\text{等效}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$\text{由 } C_{\text{等效}} U = C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + \dots + C_n Q_n \text{ 得}$ $C_{\text{等效}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

(4) 电容器的安全电压。电容器外壳上一般都标有它的额定工作电压值(安全电压), 使用电容器时加



在电容器上的电压不应超过它的额定工作电压值。电容器上所标明的额定工作电压,通常指的是**直流工作电压值**。如果电容器用在交流电路中,应保证交流电压的最大值不超过电容器的额定工作电压值,否则,电容器会被击穿。

(5)电容器的储能特性及能量转换。电路中,当电容器两端电压增加时,电容器从电源吸收能量并储存起来;当电容器两端电压降低时,电容器便把它原来所储存的能量释放出来。即电容器本身只与电源进行能量交换,并不损耗能量,因此电容器是一种**储能元件**。

(6)电容器参数的标注方法。电容器参数的标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法。数码法中,用三位有效数字表示容量大小,数码从左到右,第一、二位表示容量的有效数字,第三位表示倍率,单位为 pF。色标法中,电容器使用的色环颜色代表数字与电阻器相同,只是电容器的单位是 pF。

2. 容抗与纯电容电路的概念及特点

在交流电路中,若只用电容器作负载,且可以忽略介质的损耗时,则这个电路就称为纯电容电路。把电容对交流电的阻碍作用称为电容的容抗,用符号 X_C 表示,单位是 Ω 。

实验证明,容抗的大小与电源频率成反比,与电容的电容量成反比,公式表示为

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

式中: X_C 为电容的容抗, Ω ; ω 为电源的角频率,rad/s; f 为电源的频率,Hz; C 为电容的容量,F。

对于直流电,电容元件的容抗为无穷大,电容元件相当于断路;对于交流电,电容元件有一定的容抗,且交流电的频率越高,电容元件的容抗越小,对电流的阻碍作用越小。因此,电容元件具有“**通交流隔直流,通高频阻低频**”的特性。

电容的容抗与电压、电流的最大值和有效值之间满足欧姆定律,即

$$I_m = \frac{U_m}{X_C}$$

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

但它们的**瞬时值**不符合欧姆定律。

在纯电容电路中,电流超前电压 $90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$,或者说电压滞后电流 $90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$ 。

若设定电容元件两端电压的瞬时值表达式为 $u = U_m \sin \omega t$,则可得流出电容的电流的瞬时值表达式为 $i = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ 。

提示

在交流电路中,只含有电阻,而没有电感和电容的电路称为纯电阻电路。在纯电阻电路中,电阻端电压和流过电阻电流的瞬时值、最大值、有效值均符合欧姆定律,即

$$i = \frac{u_R}{R} = \frac{\sqrt{2}U_R \sin \omega t}{R} = \sqrt{2}I \sin \omega t, I_m = \frac{U_{Rm}}{R}, I = \frac{U_R}{R}$$

另外,在纯电阻电路中,流经电阻的电流与其端电压同相。

四、涉及感抗和容抗的其他电路

1. RLC 串联电路

由电阻、电感、电容相串联构成的电路叫作 RLC 串联电路(见图 1-2-5)。

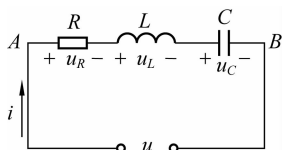


图 1-2-5 RLC 串联电路

根据基尔霍夫电压定律(KVL),在任意时刻总电压 u 的瞬时值为

$$u = u_R + u_L + u_C$$

1) 电压三角形

取电流 $\dot{I}$ 为参考矢量,画出矢量图,如图 1-2-6 所示。由于 $\dot{U}_L$ 与 $\dot{U}_C$ 总是反相,所以 $\dot{U}_L + \dot{U}_C$ 实际上是两者数值相减($U_L - U_C$)。电压矢量 $\dot{U}$ 、 $\dot{U}_R$ 、 $\dot{U}_L + \dot{U}_C$ 三者之间构成一个直角三角形,通常把这种三角形称为电压三角形, $\dot{U}$ 与 $\dot{U}_R$ 之间的夹角就是总电压与总电流的相位差 φ 。各电压之间的大小关系为 $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ 。

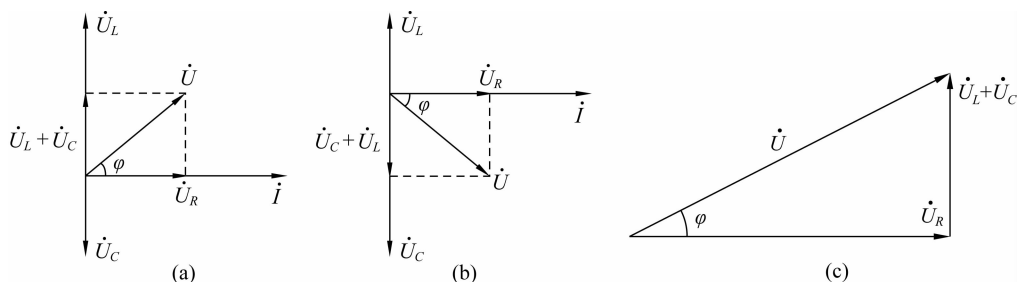


图 1-2-6 RLC 串联电路的矢量图

2) 阻抗三角形

电路的阻抗为

$$|Z| = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

上式称为阻抗三角形关系式, $|Z|$ 称为 RLC 串联电路的阻抗,其中 $X = X_L - X_C$ 称为电抗。阻抗和电抗的单位均是 Ω 。阻抗三角形的关系如图 1-2-7 所示。

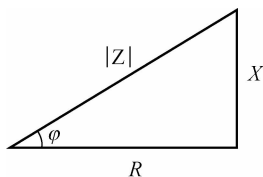


图 1-2-7 RLC 串联电路的阻抗三角形

3) 电路的性质

- (1) 电感性电路:当 $X > 0$ 时,即 $X_L > X_C$, $\varphi > 0$,电压 U 比电流 I 超前 φ ,称电路呈电感性。
- (2) 电容性电路:当 $X < 0$ 时,即 $X_L < X_C$, $\varphi < 0$,电压 U 比电流 I 滞后 $|\varphi|$,称电路呈电容性。
- (3) 谐振电路:当 $X = 0$ 时,即 $X_L = X_C$, $\varphi = 0$,电压 U 与电流 I 同相,称电路呈电阻性,电路处于这种状态时,称为谐振电路。

根据 $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$ 可得谐振时的频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。式中, f_0 称为电路的固有频率。



2. RL 串联电路与 RC 串联电路

RLC 串联电路中,若 $X_C=0$,则电路为纯电感电路;若 $X_L=0$,则电路为纯电容电路。RL、RC 电路串联电路的特点如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 RL、RC 电路串联电路的特点

项 目	RL 串联电路	RC 串联电路
阻抗值	$ Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$	$ Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$
阻抗角	$\varphi = \arctan \frac{X_L}{R}$	$\varphi = \arctan \frac{X_C}{R}$
电压与电流大小的关系	$I = \frac{U}{ Z }$	$I = \frac{U}{ Z }$
电压与电流相位的关系	电压超前电流 φ	电流超前电压 φ
总电压	$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$	$U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$

五、瞬态电路

1. 瞬态电路的概念

电路中的电压与电流恒定不变,或者随时间按周期规律变化的电路,其状态是稳定的,此时的状态称为稳定状态,简称稳态。

在含有储能元件(如电容、电感)的电路中,当电路状态发生变化(如切换开关、电源变化、电路变动、改变元件参数等)时,电路存在着从一个稳定状态向另一个稳定状态转变的过程,这个过程称为过渡过程或瞬态过程(简称瞬态),这种电路称为瞬态电路。电路状态的变化,统称为换路,一般假定换路是瞬间完成的。

2. 换路定律及其应用

电容电压的变化具有连续性,流过电感上的电流的变化也具有连续性,根据这些特性可得到电路在换路时所遵循的规律,即换路定律。连接了电容的电路,在换路后的一瞬间,如果电容中的电流保持为有限值,则电容上的电压应当保持换路前一瞬间的原有值而不能跃变,即电容上的电压不能跃变。同理,连接了电感的电路,在换路后的一瞬间,如果电感两端的电压保持为有限值,则电感中的电流应当保持换路前一瞬间的原有值而不能跃变,即电感中的电流不能跃变。

设 $t=0$ 为换路瞬间,以 $t=0_-$ 表示换路前的终了瞬间, $t=0_+$ 表示换路后的初始瞬间。

则换路定律的等式为

$$u_C(0_+) = u_C(0_-)$$

$$i_L(0_+) = i_L(0_-)$$

提示

电路在换路时,只有电容上的电压和电感中的电流是不能跃变的,电路中其他的电压和电流是可以跃变的。

可根据换路定律来确定 $t=0_+$ 时电路中电压和电流的值,即瞬态过程的初始值。确定各个电压和电流的初始值时,先由 $t=0_-$ 的电路求出 $i_L(0_-)$ 或 $u_C(0_-)$,而后由 $t=0_+$ 的电路在已求得的 $i_L(0_+)$ 或 $u_C(0_+)$ 的条件下求其他电压和电流的初始值。

【例 1-2-1】 确定图 1-2-8(a)所示电路中各电流和电压的初始值。设开关 S 闭合前电感元件和电容元



件均未储能。

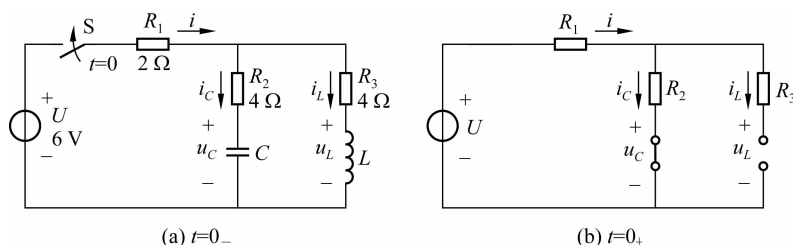


图 1-2-8 例 1-2-1 的电路

【解析】在图 1-2-8(a)所示电路中,开关未闭合,由此可知

$$i(0_-)=0, u_C(0_-)=0, i_L(0_-)=0$$

根据换路定律可知

$$u_C(0_+)=0, i_L(0_+)=0$$

在图 1-2-8(b)所示电路中,电容元件相当于短路,电感元件相当于开路,由此可知

$$i(0_+)=i_C(0_+)=\frac{U}{R_1+R_2}=\frac{6}{2+4}=1(\text{A})$$

$$u_L(0_+)=R_2 i_C(0_+)=4 \times 1=4(\text{V})$$

3. RC 电路的充放电规律

1) RC 电路的零输入响应

电路在没有独立电压源或电流源的情况下,仅由储能元件的初始储能引起的响应称为零输入响应。RC 电路的放电过程就是零输入响应。

在图 1-2-9 所示的电路中,开关 S 先置于位置 1,此时,电容 $u_C(0_-)=U_0$,其储存的电场能量 $W_C(0_-)=\frac{1}{2}CU_0^2$ 。然后,开关 S 置于位置 2,电容的电能通过电阻不断释放, u_C 和 i 均减小,电路进入过渡过程。

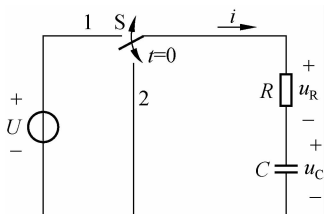


图 1-2-9 RC 放电电路

电容放电快慢取决于 R 与 C 乘积的数值,令 $\tau=RC$,可知 τ 是具有时间的量纲(单位为 s),它被称为 RC 电路的时间常数。

u_C 、 u_R 和 i 可分别表示为

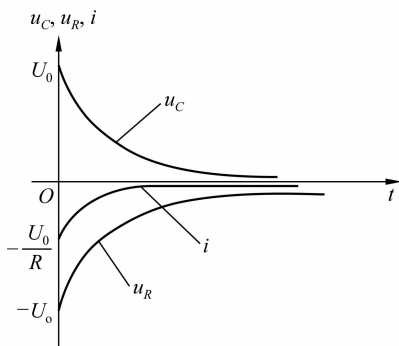
$$u_C(t)=U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_R(t)=-u_C(t)=-U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t)=\frac{u_R(t)}{R}=-\frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

u_C 、 u_R 和 i 随时间的变化曲线如图 1-2-10 所示。

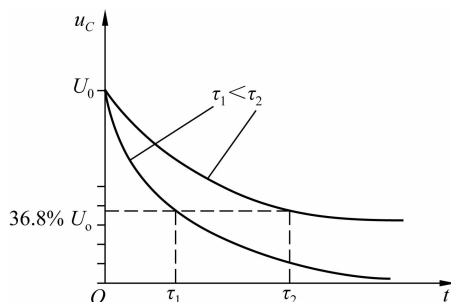
当 $t=\tau$ 时

图 1-2-10 u_C 、 u_R 和 i 随时间的变化曲线

$$u_C(\tau) = U_0 e^{-1} = 0.368U_0 = 36.8\%U_0$$

即从 $t=0$ 经过一个 τ 的时间, u_C 衰减到初始值的 36.8%。通常认为, 经过 $t=(3\sim 5)\tau$ 的时间, u_C 已衰减到初始值的 5% 以下, 电路已经基本到达稳定状态了。

u_C 衰减的快慢取决于电路的时间常数 τ 。 τ 值越小, u_C 衰减越快, 如图 1-2-11 所示。

图 1-2-11 不同时间常数时的 u_C 曲线

2) RC 电路的零状态响应

电路在电容元件未储能的情况下, 仅由电源激励所产生的电路响应, 称为零状态响应。RC 电路在充分放电后的充电过程就是零状态响应。

在图 1-2-9 所示的电路中, 开关 S 先置于位置 2, 此时, 电路处于稳定状态, 即电容器已充分放电。然后, 开关 S 置于位置 1, 电源开始对电容元件充电, u_C 增大, i 减小, 电路进入过渡过程。

设换路前电容元件未储有能量, 可得

$$u_C(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$u_R(t) = U_0 - u_C(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t) = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

u_C 、 u_R 和 i 随时间的变化曲线如图 1-2-12 所示。

当 $t=\tau$ 时

$$u_C(\tau) = U_0(1 - e^{-1}) = (1 - 0.368)U_0 = 63.2\%U_0$$

即从 $t=0$ 经过一个 τ 的时间, u_C 增长到稳态值的 63.2%。通常认为, 经过 $t=5\tau$ 的时间, u_C 已增长到稳态值的 99.3%, 电路已经基本到达稳定状态了。

与电容放电过程一样, 充电过程中的响应也都是时间的指数函数, 进行的快慢也取决于时间常数 τ 。



【答案】A

【解析】用交流电工仪表测量出来的电流、电压都是有效值。

6. 在 RLC 串联正弦交流电路中, 已知 $X_L=10\ \Omega$, $X_C=6\ \Omega$, $R=10\ \Omega$, 则电路呈电容性。()

【答案】×

【解析】因为 $X_L > X_C$, 即感抗大于容抗, 所以电路实际上是呈电感性的。

7. 某电器设备耐压值为 280 V , 可以将它接入交流 220 V 的线路中。()

【答案】×

【解析】因为电器设备的耐压值(280 V)低于交流 220 V 电压的最大值(约 311 V), 所以不能将其接入交流 220 V 的线路中。

8. 某正弦交流电路, 由阻性元件 A 和感性元件 B 串联接入 220 V 交流线路。检修时用万用表测得 A 元件两端电压有效值 $U_A=110\text{ V}$, B 元件两端电压有效值 $U_B=182\text{ V}$, 由于 $U_A+U_B > 220\text{ V}$, 则判断该电路工作不正常。()

【答案】×

【解析】在 RL 串联电路中, 总电压是阻性元件电压和感性元件电压的矢量和, 其有效值 $U_{\text{总}} = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = \sqrt{110^2 + 182^2} \approx 213(\text{V}) < 220(\text{V})$, 这说明该电路可以正常工作。

9. 已知正弦交流电压 $u_1=30\sqrt{2}\sin(314t+30^\circ)\text{ V}$, $u_2=50\sqrt{2}\sin(314t+120^\circ)\text{ V}$, 则 u_1 超前 u_2 的相位差为_____。

【答案】 90°

10. 图 1-2-13 所示 RL 串联电路中, 已知 $R=40\ \Omega$, 电感 L (忽略引线电阻) 的感抗为 $X_L=30\ \Omega$, 外加有效值 220 V 、频率为 50 Hz 的正弦交流电压。试计算:

(1) 电路的总阻抗 $|Z|$ 。

(2) 电路的电流有效值。

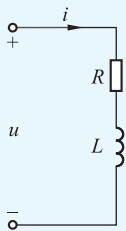


图 1-2-13

【参考答案】

(1) 电路的总阻抗为

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50(\Omega)$$

(2) 电路的电流有效值为

$$I = \frac{U}{|Z|} = \frac{220}{50} = 4.4(\text{A})$$



专项训练

一、单项选择题

- 确定正弦交流电的三要素是()。
A. 瞬时值 周期 初相位
B. 最大值 角频率 初相位
C. 有效值 周期 相位差
D. 最大值 频率 相位差
- 常用的交流电灯泡的额定电压是 220 V,它实际所承受的最大电压是()。
A. 380 V
B. 157 V
C. 311 V
D. 270 V
- 正弦交流电压,初相角为 30° ,当时间 $t=0$ 时,电压值为 2 V,则这个正弦交流电压的幅值为()。
A. 4 V
B. 2 V
C. 8 V
D. 0 V
- 两个同频率正弦交流电的相位差等于 180° 时,则它们相位关系是()。
A. 同相
B. 反相
C. 相等
D. 不确定
- 对于 RC 电路中电容的放电过程,从 $t=0$ 经过一个 τ 的时间, u_C 衰减到初始值的()。
A. 63.2%
B. 36.8%
C. 5%
D. 0.7%
- 电容在交流电路中具有的特性是()。
A. 通直流
B. 通交流
C. 通低频
D. 阻高频
- 对于纯电容电路,以下公式中,关系正确的是()。
A. $I_m = U_{Cm} / X_C$
B. $i = u_C / X_C$
C. $i = U_C / X_C$
D. $I = u_C / X_C$
- 将两个相同电容器串联后接在电源电压为 220 V 的电路中,总电容等于 $10 \mu\text{F}$,那么将这样两个电容器并联后接在电源电压为 110 V 的电路中,总电容等于()。
A. $10 \mu\text{F}$
B. $20 \mu\text{F}$
C. $40 \mu\text{F}$
D. $80 \mu\text{F}$
- 不影响平行板电容器电容大小的是()。
A. 两极板端电压
B. 两极板电介质的介电常数
C. 两极板正对面积
D. 两极板间距离
- 下列各项表述中,错误的是()。
A. 电容、电感都是储能元件
B. 电容是储能元件,电感是耗能元件
C. 电容具有隔直流通交流的作用
D. 电感线圈具有阻碍电流变化的作用

二、判断题

- 交流电气设备铭牌上所标示的电压值、电流值是最大值。()
- 一个正弦交流电,当它的最大值和初相位确定之后,这个正弦交流电的变化情况也就完全确定下来了。()
- 已知一正弦交流电动势 $e = 20\sin(314t + 30^\circ)$ V,其有效值为 20 V,频率为 50 Hz,周期为 0.02 s。()



4. 电工仪表中交流电压表测得的读数是交流电的有效值。 ()
5. 在纯电阻组成的正弦交流电路中,电压与电流的相位差为零。 ()
6. 标称值分别为“ $10\ \mu\text{F}/25\ \text{V}$ ”和“ $20\ \mu\text{F}/25\ \text{V}$ ”的电容器串联后,可以接入直流 $50\ \text{V}$ 线路中。 ()
7. 电容器上所标明的额定工作电压,通常指的是交流电压值。 ()
8. RC 电路中,电容放电快慢取决于 R 与 C 乘积的数值。 ()
9. 电容器的电容量不会随着电容器两端电压增大而增大。 ()
10. 电感器的电感量随着通过电感线圈的电流增大而增大。 ()

三、填空题

1. 正弦交流电的表示法有_____、_____和_____。
2. 当两个电容 C_1 、 C_2 串联时,其等效电容 $C =$ _____;若将它们并联,则等效电容 $C =$ _____。
3. 我国的电力系统中,工频是指频率为_____ Hz 的正弦交流电,其周期为_____ s ,角频率为_____ rad/s 。
4. 电路在没有独立电压源或电流源的情况下,仅由储能元件的初始储能引起的响应称为_____。
5. 在电路的瞬态过程中,电路的时间常数 τ 越大,则电路电压的衰减或增长就越_____。

四、应用题

在 RLC 串联交流电路中,已知 $R=30\ \Omega$, $L=127\ \text{mH}$, $C=40\ \mu\text{F}$, $u=220\sqrt{2}\sin(314t+20^\circ)\ \text{V}$ 。

- (1) 计算电流的有效值 I 。
- (2) 计算各部分电压的有效值。

(赠册)

**职教高考电子信息类
复习一本通
参考答案及解析**



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

目 录

第一部分 电工电子技术基础与技能	1
项目一 电路基本概念与直流电路	1
项目二 单相正弦交流电路和瞬态电路	1
项目三 直流稳压电源	2
项目四 三极管放大电路	3
项目五 集成运算放大电路	4
项目六 逻辑代数及门电路基础	5
项目七 组合逻辑电路和时序逻辑电路	5
第二部分 程序设计基础	6
项目八 基本程序结构和设计规范	6
项目九 顺序结构程序设计	8
项目十 选择结构程序设计	9
项目十一 循环结构程序设计	10
项目十二 数组	12
项目十三 函数	13
项目十四 文件	15
第三部分 计算机网络基础	16
项目十五 认知计算机网络	16
项目十六 小型网络的搭建与配置	17
项目十七 运用网络工具	19
项目十八 了解物联网	20
项目十九 网络安全	21

第一部分 电工电子技术 基础与技能

项目一 电路基本概念与直流电路

一、单项选择题

1. C 2. C 3. B 4. C 5. C

6. B 【解析】四色环电阻的编码规则:①第一、二环分别代表电阻值的第一位和第二位有效数字;②第三环代表倍率(即10的多少次幂);③第四环代表电阻的误差。黄色对应数字4,紫色对应数字7,金色对应 10^{-1} ,银色对应 $\pm 10\%$ 的误差。因此,该电阻的阻值为 $47 \times 10^{-1} = 4.7 (\Omega)$ 。

7. A

8. A

9. D

10. B 【解析】三条或三条以上支路的公共连接点称为节点。题目中电路图只有2个节点。

二、判断题

1. $\checkmark$ 2. $\checkmark$ 3. $\checkmark$ 4. $\times$ 5. $\times$

6. $\times$

7. $\times$ 【解析】当外电路开路时,电源端电压等于电源电压。

8. $\times$ 【解析】电阻值的大小由物质本身的材料、长度、横截面积,以及外界温度共同决定,与加在电阻上的电压、电流无关。

9. $\times$

10. $\times$ 【解析】使用万用表测量电阻时,不允许用手同时触及被测电阻两端,以避免并联上人体电阻使读数减小,造成测量误差。

三、填空题

1. 0 正 负

2. 1 4

3. 2

4. 10 1.1

5. 标称阻值 额定功率 允许误差

四、应用题

【参考答案】

(1)电路为单回路,电路中各元件通过同一电流 I ,按顺时针绕行方向,列出KVL方程为

$$-E_1 + IR_1 + IR_2 + E_2 + IR_3 + E_3 + IR_4 - E_4 = 0$$

即

$$I = \frac{E_1 - E_2 - E_3 + E_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = -0.3 (\text{A})$$

因为 I 计算结果为负值,所以回路中电流实际方向与参考方向相反,数值为 0.3 A 。

(2)可以通过两条路径计算 U_{EA} 。

通过回路EFGHA

$$\begin{aligned} U_{EA} &= IR_3 + E_3 + IR_4 - E_4 \\ &= -0.3 \times 10 + 18 - 0.3 \times 10 - 3 = 9 (\text{V}) \end{aligned}$$

通过回路EDCBA

$$\begin{aligned} U_{EA} &= -E_2 - IR_2 - IR_1 + E_1 \\ &= -9 + 0.3 \times 10 + 0.3 \times 10 + 12 = 9 (\text{V}) \end{aligned}$$

由以上计算看出,沿两条不同路径计算时,其结果是一样的,但在实际计算时,一般尽量选取较短的路径,以简化计算。

项目二 单相正弦交流电路和瞬态电路

一、单项选择题

1. B 2. C

3. A 【解析】设电压幅值为 U_m ,根据题意可知, $U_m \sin 30^\circ = 2 (\text{V})$,求出, $U_m = 4 (\text{V})$ 。

4. B

5. B

6. B 【解析】电容在交流电路中,“通交流、阻直流,通高频、阻低频”。

7. A 【解析】在纯电容电路中,电容电压和流过电容的电流的最大值和有效值之间的关系符合欧姆定律,但它们之间的瞬时值关系不符合欧姆定律。纯电感电路同理。

8. C 【解析】串联时总电容的倒数等于各电容倒数之和,并联时总电容等于各电容之和。设每个电容器的电容为 C ,根据电容器的串联特点可知: $1/$

$C_{\text{串}} = 1/C + 1/C$, 解得: $C = 20(\mu\text{F})$; 根据电容器的并联特点可知: $C_{\text{并}} = C + C = 40(\mu\text{F})$ 。

9. A 【解析】对于平行板电容器, 决定电容大小的因素是介质种类、极板正对面积和极板间距离。

10. B

二、判断题

1. $\times$

2. $\times$ 【解析】一个正弦交流电, 只有当它的角频率、最大值和初相位全都确定之后, 这个正弦交流电的变化情况就完全确定下来。

3. $\times$

4. $\checkmark$

5. $\checkmark$

6. $\times$ 【解析】两个电容器串联时, 电压分配与电容值成反比, 即

$$\begin{aligned} U_1 &= U_0 \times \frac{C_2}{C_1 + C_2} \\ &= 50 \times \frac{20}{10 + 20} \\ &= \frac{100}{3} (\text{V}) > 25 (\text{V}) \\ U_2 &= U_0 \times \frac{C_1}{C_1 + C_2} \\ &= 50 \times \frac{10}{10 + 20} \\ &= \frac{50}{3} (\text{V}) < 25 (\text{V}) \end{aligned}$$

由于其中一个电容器的分压超过 25 V (额定电容值), 因此, 它们不能安全地串联接入 50 V 的直流线路中。

7. $\times$ 【解析】电容器上所标明的额定工作电压, 通常指的是直流工作电压值。

8. $\checkmark$

9. $\checkmark$

10. $\times$

三、填空题

1. 解析式法 波形图法 矢量图法

2. $\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}$ $C_1 + C_2$

3. 50 0.02 314

4. 零输入响应

5. 慢

四、应用题

【参考答案】

感抗为

$$X_L = \omega L = 314 \times 127 \times 10^{-3} = 40 (\Omega)$$

容抗为

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \times 40 \times 10^{-6}} = 80 (\Omega)$$

阻抗为

$$\begin{aligned} |Z| &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\ &= \sqrt{30^2 + (40 - 80)^2} = 50 (\Omega) \end{aligned}$$

(1) 电流的有效值为

$$I = \frac{U}{|Z|} = \frac{220}{50} = 4.4 (\text{A})$$

(2) 电阻、电感、电容电压的有效值分别为

$$U_R = IR = 4.4 \times 30 = 132 (\text{V})$$

$$U_L = IX_L = 4.4 \times 40 = 176 (\text{V})$$

$$U_C = IX_C = 4.4 \times 80 = 352 (\text{V})$$

项目三 直流稳压电源

一、单项选择题

1. D 2. A 3. D 4. A 5. B

6. D 【解析】 π 型 LC 滤波电路中, 输入端电容在通电瞬间会快速充电, 导致整流二极管导通时产生较大的冲击电流。D 项说法错误。

7. D 【解析】单相半波整流滤波电路输出直流电压约为 U_2 , 单相桥式整流滤波电路输出直流电压约为 $1.2U_2$, 滤波电容的耐压值应不小于 $\sqrt{2}U_2$ 。A、B、C 三项说法错误。

8. A 【解析】在电感滤波电路中, 电感线圈与负载串联, 线圈的电感较大。

9. A 【解析】单相桥式整流电容滤波电路接入电容前, 输出直流电压为 $0.9U_2$; 接入电容后, 输出直流电压为 $1.2U_2$ 。

10. B