

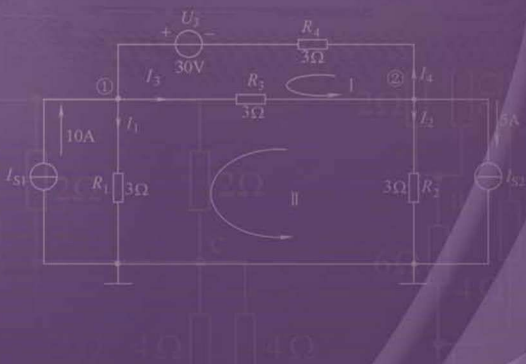


世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

DIANLU FENXI JICHU

电路分析基础

主 编 甘祥根
副主编 程 艳 刘 广
陈丽红 郭亚红



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

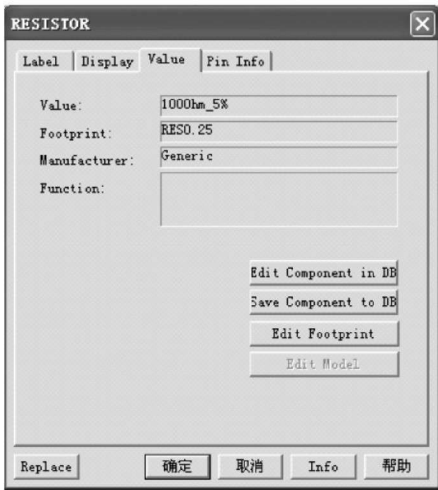


图 A.16 元件编辑

A. 4 Multisim 电路仿真

A. 4.1 给电路增加仪表

对电路进行仿真分析,除了完成原理图的设计以外,还必须往电路中添加仪表来测试电路的行为。这些仪表的使用、读数、感觉与实验室中的真实仪表一模一样,但使用更简单、便捷和安全。

(1) 从电路窗口的右侧仪表栏中点击所需的仪器或将 Simulate 菜单中的仪器库(Instruments)点亮后点击所需的仪器,如图 A.17 所示。

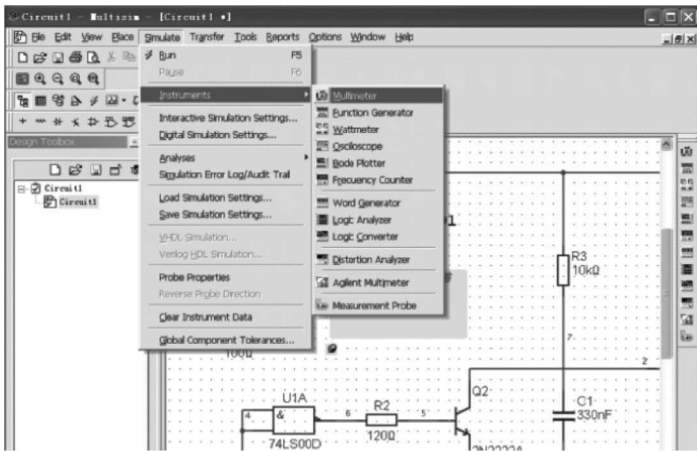


图 A.17 仿真仪表

(2) 单击示波器按钮,移动鼠标至电路窗口电路中要测试点附近位置单击鼠标,示波器图标就出现在电路窗口。

(3) 将示波器的 A、B 通道分别与电路中的节点 6 和节点 2 连接起来,如图 A. 18 所示。

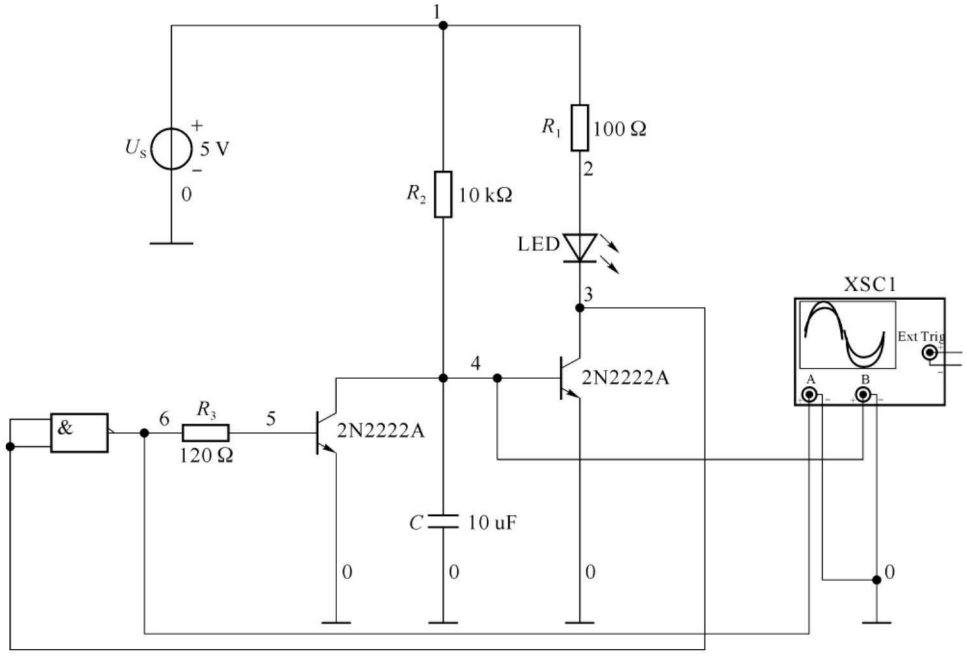


图 A. 18 添加仪表

(4) 双击示波器图标,并对示波器进行设置。在本仿真实验中,使用 A 通道对节点 6 电压进行仿真测试时,将时基幅度选择为 500 μ s/Div,幅度刻度设置为 2 V/Div,单击 DC,如图 A. 19 所示;使用 B 通道对节点 2 的电压进行仿真测试时,时基幅度选为 50 μ s/Div,幅度刻度设置为 500 mV/Div,并单击 DC,如图 A. 20 所示。

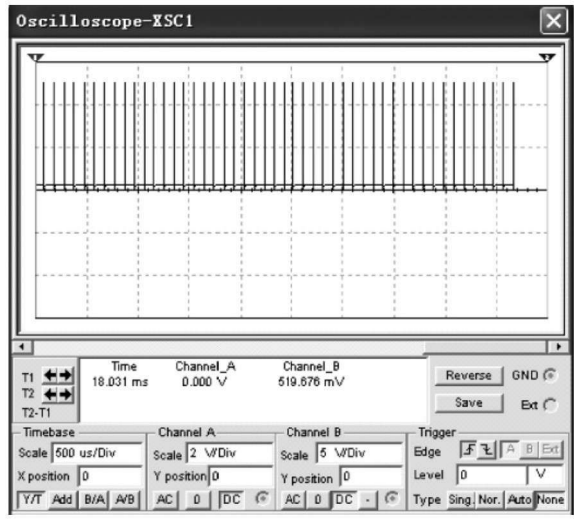


图 A. 19 示波器设置及节点 6 仿真

A.4.2 电路仿真

前面已经为电路仿真做好了准备。下面开始电路仿真,并观察仿真结果。

(1) 电路仿真。单击 Simulation 中的“Run”按钮进行仿真,再次按下“Run”按钮时仿真停止;或点击“Pause”按钮停止仿真,再次点击“Pause”按钮,仿真又重新进行。

(2) 仿真结果的观察。利用两通道的示波器(如图 A.18 所示)进行观察得:节点 6 的电压波形如图 A.19 所示,节点 2 的电压波形如图 A.20 所示;利用万用表电压档进行数据实测得:节点 6 的电压为 1.333 mV 左右,节点 2 的电压为 600 mV 左右,如图 A.21 所示。

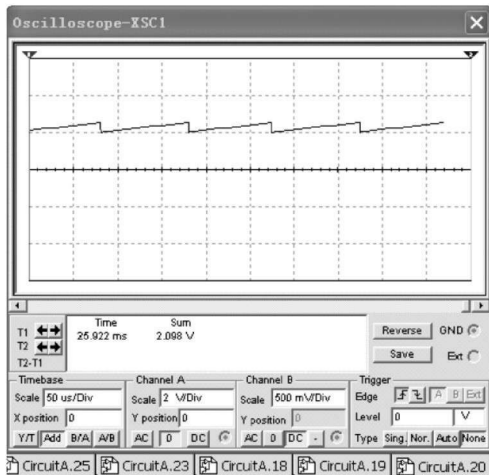


图 A.20 示波器设置及节点 2 仿真

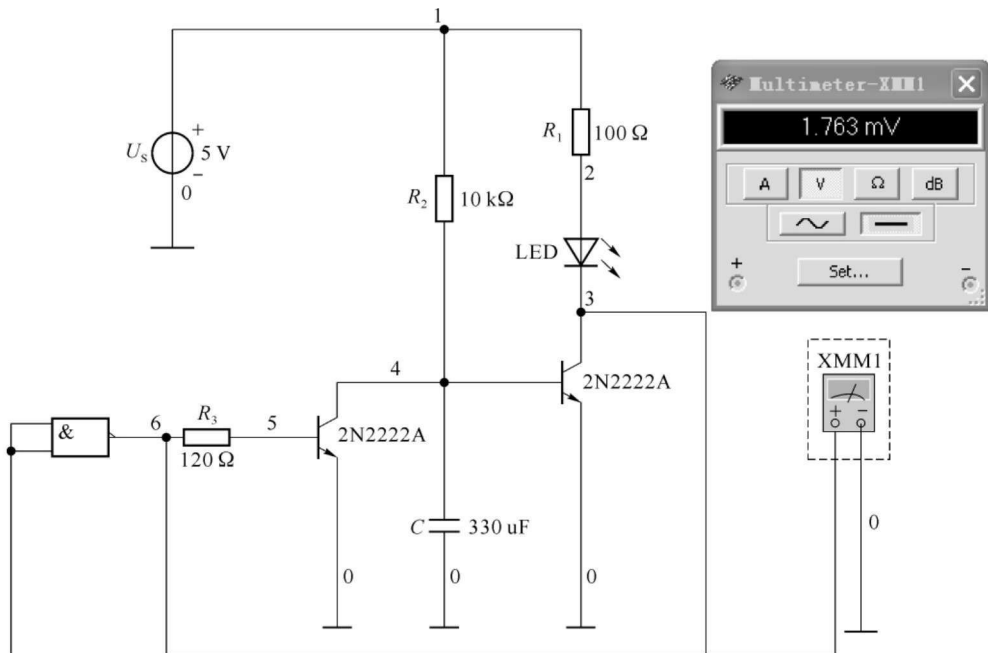


图 A.21 万用表设置及节点电压测试

A. 5 Multisim 电路分析

A. 5.1 电路分析相关设置

单击“Simulation”按钮,从弹出式菜单中选择 Transient Analysis,出现分析参数、输出、分析选择和概要对话框,如图 A. 22 所示。

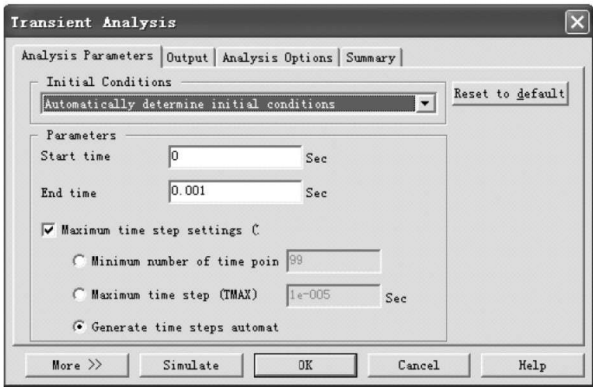


图 A. 22 暂态分析对话框

分析参数标签包括初始化条件、参数设置等,一般可使用默认方式。

接下来就是输出参数的选定。可以对电路变量及选择变量中的电压电流项、电压项、电流项、器件/模型参数和所有变量进行选择,同时需要对电路中的分析节点进行选定。如对电路图 A. 23 所示的节点 2、节点 3 进行分析的节点加载如图 A. 24 所示。

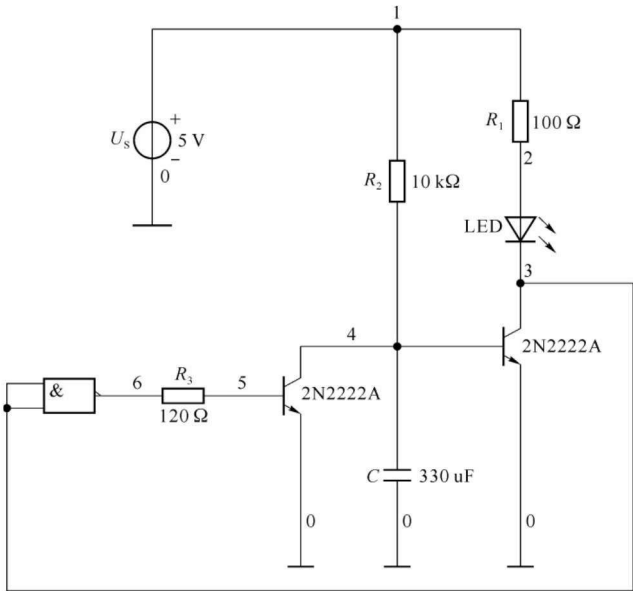


图 A. 23 电路暂态分析电路

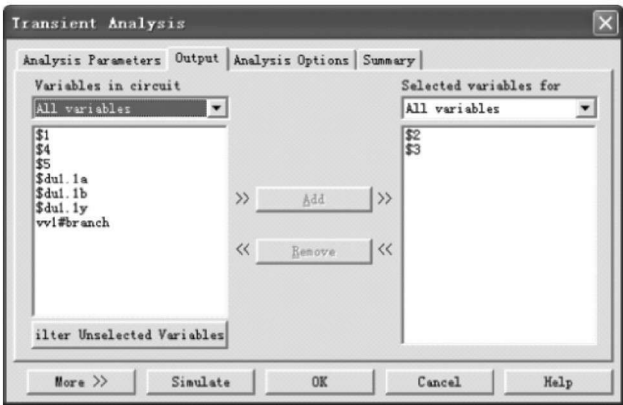


图 A.24 暂态分析节点选择

分析选择中的 SPICE 和 Other 选用 Multisim 默认方式,当然也可根据用户需要进行设置。概要即为所有设置的快速浏览,可用来观察设置的总体信息。

A.5.2 电路分析结果观察

单击“Simulation”按钮,会看到节点 2、3 的电压分析波形图如图 A.25 所示,波形图中△标示线表示电容器充电过程,没有△标示线表示三极管 Q₁ 集电极电压变化。

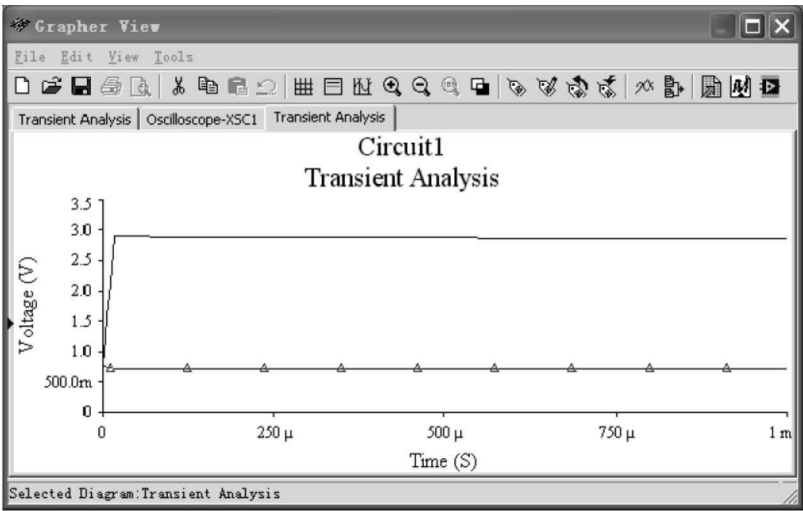


图 A.25 电压分析波形



习题答案

习题 1

略

习题 2

1、2、3 题略

4. 10 W(发出功率), 30 W(吸收功率), 6 W(吸收功率)

5. 10 V, 2 V

6. 元件 2 吸收功率 50 W

7. 略

8. 20, 1 A

9. 略

10. 9.42 m

11. 位置 1: 1 A, 9.9 V; 位置 2: 0 A, 10 V; 位置 3: 100 A, 0 V

12. -5 A, 2 A, 10 A

13. 4 个节点, 6 条支路, 6 个回路

14. 3 V

15. ① $I_5 = 9 \text{ A}$, $I_4 = 3 \text{ A}$; ② $I_1 = -\frac{5}{3} \text{ A}$, $I_2 = \frac{1}{3} \text{ A}$, $I_3 = \frac{4}{3} \text{ A}$

16. (a) $-\frac{40}{7} \text{ V}$; (b) 14 V

17. $-\frac{20}{13} \text{ V}$, 1 V

18. (a) 10 A, 100 V, 90 V, 10 V, 1 000 W(吸收功率), 900 W(发出功率), 100 W(发出功率); (b) 11 A, 1 A, 10 A, 10 V, 110 W(发出功率), 10 W(吸收功率), 100 W(吸收功率)

习题3

1. $0.5\ \Omega, 6.86\ \Omega, 20\ \Omega$
2. $1.8125\ \Omega$
3. $0.5\ \text{A}, 0\ \text{A}, 0.5\ \text{A}$
4. $-0.2\ \text{A}, 4.8\ \text{A}, 4.6\ \text{A}, 0.2\ \text{W}, 230.4\ \text{W}, 9.2\ \text{W}, 0.2\ \text{W}, 240\ \text{W}$
5. $-0.8333\ \text{A}, -0.1667\ \text{A}, -1\ \text{A}, -1.1667\ \text{A}, -0.6667\ \text{A}, -0.3333\ \text{A}, 0.6667\ \text{V}$
6. $6\ \text{A}, -1\ \text{A}, 7\ \text{A}, 3\ \text{A}$
7.
$$\left. \begin{aligned} I_a &= I_1 = 0.786\ \text{A} \\ I_b &= I_2 - I_1 = 0.357\ \text{A} \\ I_c &= I_2 - I_3 = 0.072\ \text{A} \\ I_d &= -I_3 = -1.071\ \text{A} \end{aligned} \right\}$$
8. $1.5\ \text{A}$
9. $0\ \text{A}, 2\ \text{A}, 2\ \text{A}$
10. $I_1 = 9.38\ \text{A}, I_2 = 8.75\ \text{A}, I_s = 10\ \text{A}, I = 28.13\ \text{A}; P_1 = 1055\ \text{W}, P_2 = 984\ \text{W}, P_3 = 1125\ \text{W}$
11. $2.67\ \text{A}$
12. $7.67\ \text{V}$
13. $2.8\ \text{V}$
14. $\frac{7}{5}\ \text{A}$
- 15、16、17 略

习题4

1. $311\ \text{V}, 50\ \text{Hz}, 314\ \text{rad/s}, -\frac{1}{3}\pi$
2. $i = 26.5\sin(\omega t - 70.8^\circ)\ \text{A}$
3. $i = 31.1\sin(628t + 60^\circ)\ \text{A}, 4.84\ \text{kW}$
4. $15.7\ \Omega, \dot{U}_L = 157e^{j90^\circ}\ \text{V}, 1570\ \text{var}$
5. $31.8\ \Omega, \dot{I} = 314 - j90^\circ\ \text{A}, 314\ \text{var}$
6. $78\ \text{mA}, 7.8\ \text{A}$
7. 电阻为 $8\ \Omega$, 电感 $19\ \text{mH}$
8. $19.7\sin(314t - 50.68^\circ)\ \text{A}$
9. $(5 - j2)\ \Omega, i = 57.8\sin(314t + 51.8^\circ)\ \text{A}$, 容性
10. $0.317\ \text{A}, 152\ \text{V}, 149.6\ \text{V}$
11. $44\angle -53^\circ\ \text{A}, 22\angle 37^\circ\ \text{A}, 49.2\angle -26.5^\circ\ \text{A}$
12. $0.455, 0.86$

13. 并联合适的电容, 电容的容量为 $7\,500\,\mu\text{F}$
14. $191\,\text{W}, 135\,\text{V}, 4.35\,\text{A}$
15. $5\,\text{A}, 2.5\,\text{A}$

习题 5

1. 略
2. 负载对称时
3. $U_{\text{AB}} = 1.732U, U_{\text{BC}} = U_{\text{CA}} = U$
4. (1)、(2)、(3) 三种情况下, 计算结果相同。 $I_l = I_p = 4.4\,\text{A}; U_l = 380\,\text{V}, U_p = 220\,\text{V}; P = 2\,323.2\,\text{W}$ 。
5. $\dot{I}_{\text{AB}} \approx 15.9 \angle -90^\circ \text{A}, \dot{I}_{\text{A}} \approx 27.5 \angle -120^\circ \text{A}$
6. (1) $6.1\,\text{A}$, (2) 约 $3\,350\,\text{W}$, (3) $18.2\,\text{A}, 6\,664\,\text{W}$, (4) $0\,\text{A}, 1\,666\,\text{W}$
7. $0.69, 5\,764\,\text{var}$
- 8、9. 略

习题 6

1. 略
2. (a) a 端与 d 端是同名端; (b) a 端与 d 端是同名端
3. (a) 图 $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}, u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt};$
 (b) 图 $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}, u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt};$
 (c) 图 $u_1 = -L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}, u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$
4. (a) 图 $9\,\text{H}$; (b) 图 $7\,\text{H}$
5. $L_{\text{ab}} = 0$
6. $L_{\text{ab}} = 5\,\text{H}$
7. (a) $\frac{j\omega(L_1 + L_2 - 2M)Z_2 - \omega^2(L_1L_2 - M^2)}{Z_2 + j\omega L_2};$
 (b) $\frac{\omega^2(M^2 - L_1L_2) + j\omega L_1Z_2}{Z_2 + j\omega(L_1 + L_2 + 2M)}$
8. $n = 3$
9. $200\,\Omega$
10. $39.22 \angle -11.31^\circ \text{V}$
11. $(200 - j9\,800)\,\Omega$
12. 电路对 $f_1 = 1\,959\,\text{kHz}$ 的信号发生谐振
13. $56.8\,\Omega, 63\,\text{mH}$

14. 1 100 kHz, 68.6

习题 7

1、2、3、4、5、6、7、8、9 略

10. $0.015\sqrt{2}\sin(314t+90^\circ)$ A, $0.15\sin(628t)$ W, $[0.000\ 24-0.000\ 24\sin(628t+90^\circ)]$ J

$$11. (1) i(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 \leq t < 1 \text{ s} \\ 0 & 1 \leq t < 2 \text{ s} \\ -1 & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

$$(2) p(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 2t & 0 \leq t < 1 \text{ s} \\ 0 & 1 \leq t < 2 \text{ s} \\ 2(t-2) & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

$$(3) w_C(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t^2 & 0 \leq t < 1 \text{ s} \\ 1 & 1 \leq t < 2 \text{ s} \\ (t-2)^2 & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

(4) 波形图略

$$12. (1) u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 \leq t < 2 \text{ s} \\ -2 & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

$$(2) p(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & 0 \leq t < 2 \text{ s} \\ 4(t-3) & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

$$(3) w_L(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{2}t^2 & 0 \leq t < 2 \text{ s} \\ 2(t-3)^2 & 2 \leq t < 3 \text{ s} \\ 0 & t \geq 3 \text{ s} \end{cases}$$

(4) 波形图略

13. $u(t) = (8 + 4.8e^{-10t})$ V, $u_C(0_+) = 4$ V, $i_C(0_+) = i_1(0_+) = 1$ A, $i_2(0_+) = 0$ A14. $\tau_{充} = R_2 C$, $\tau_{放} = (R_1 + R_2)C$ 15. $u_C(0_+) = 3$ V, $i_C(0_+) = 3$ A, $i_L(0_+) = 1.5$ A, $u_L(0_+) = 3$ V16. $u(t) = 6e^{-\frac{t}{3}}$ V, $i(t) = 2e^{-\frac{t}{3}}$ A, 变化曲线略17. $i_L(t) = 1.5(1 - e^{-4t})$ A, $u_L(t) = 6.0e^{-4t}$ V18. (1) $i(0_+) = 2.2$ A, $\tau = 50$ μ s, (2) $i = 0.11$ A, $u_C = 209$ V19. $u_C(t) = \left(\frac{40}{3} - \frac{10}{3}e^{-1.5 \times 10^3 t}\right)$ V20. $i_L(t) = 1 + 2e^{-3t}$ A21. $u(t) = 8 + 4.8e^{-10t}$ V

- 数字电子技术
- 模拟电子技术
- 应用电子技术
- 电子设计自动化
- 电路与电子技术简明教程
- 电工电子技术实训教程
- CATV安装与调试实训教程 (第2版)
- 数字电视实用技术 (第2版)
- 电路分析与应用基础
- 自动控制原理
- 自动测试与检测技术
- 单片机原理与应用技术
- 电子仪器与测量技术
- 电子产品结构与工艺
- PLC应用技术
- DSP原理与应用
- 电气设备
- 电子基础技能实训
- 模拟电视与数字电视技术
- 电子技术
- 电机与拖动技术
- 电机及控制技术
- 可编程控制器原理及应用
- 高频电子技术
- 电路CAD——基于Protel 99 SE
- 运动控制系统安装、调试及维修
- 自动控制技术
- 电路分析基础

DIANLU FENXI JICHU

策 划 人: 周虹霖
责任编辑: 周虹霖
封面设计: 七星工作室

ISBN 978-7-5635-2825-7



9 787563 528257 >

定价: 32.00 元



本书电子教案下载请登录
<http://www.buptpress.com>

21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

电路分析基础

主 编 甘祥根

副主编 程 艳 刘 广

陈丽红 郭亚红



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

内 容 提 要

本书是为满足高技能应用型技术人才培养需求,依据电路基础分析课程特点和学生学习规律而编写的。

本书主要内容包括电路基本元器件及常用仪表、电路基本概念及其基本定律、电路基本分析方法、正弦交流电路、三相交流电路、互感与谐振以及电路的暂态分析。书中每章之前有要点、重点、难点和阅读导言,章后附有小结和丰富的习题。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、应用型本科院校和成人高校的应用电子、电子信息工程、通信技术、机电、计算机应用等电类专业的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础/甘祥根主编. —北京:北京邮电大学出版社,2012.2

ISBN 978-7-5635-2825-7

I. ①电… II. ①甘… III. ①电路分析 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 229846 号

书 名: 电路分析基础

著作责任者: 甘祥根

责任编辑: 周虹霖

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:

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 13.5

字 数: 324 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2825-7

定 价: 32.00 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

本书依据教育部最新编制的关于高职高专电子与通信类专业课程教学基本要求编写而成,符合高技能应用型人才培养目标和教学特点。本书的编写既体现电路的经典理论,又适当融入现代的分析方法,同时力求理论联系实际。

全书共 7 章及 2 个附录。具体包括电路基本元器件及常用仪表、电路的基本概念及其基本定律、电路的基本分析方法、正弦交流电路、三相交流电路、互感与谐振以及电路的暂态分析。书中每章之前有要点、重点、难点和阅读导言,章后附有丰富的习题和小结;附录内容包括 Multisim 仿真软件简介和习题答案。这样安排能有效引导学生课前自学、课后练习和总结,以提高学生的学习效率。

本书充分注重学生技术应用能力和实践能力培养,强化基础训练和实验操作,使学生学完本课程后既能掌握必要的基础知识,又能使实践技能和运用现代 EDA 解决问题的能力得到显著提高。在编写过程中特别注意了以下特色的体现:

1) 注重言语的运用。在讲解基本概念、基本原理、基本规律和基本方法时,思路清晰、图文并茂、删繁就简,力求通俗易懂。

2) 内容篇幅适中,学时安排合理。本书编写过程中,考虑到应用型人才培养的教学实际,安排了 70 学时左右的教学内容。

3) 加强实训环节的教学。力求克服实际教学过程中的重理论轻实践的弊端,将实训项目穿插在章后,同时注重仿真软件应用,努力提高电路实训项目的开出率。

本书第 1 章由陈丽红工程师编写,第 2、3 章由刘广老师编写,第 4 章由程艳副教授编写,第 5、7 章由甘祥根教授编写,第 6 章由郭亚红副教授编写,附录 A 由陈丽红、甘祥根共同完成。甘祥根负责全书的审校和统稿工作。

本书在编写过程中,参考了诸多作者的文献,在此一并表示感谢。同时由于编者水平有限,书中尚有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者
2011 年 7 月

目 录

第 1 章 电路基本元器件及常用仪表	1
1.1 电子元器件介绍	1
1.1.1 电子元器件简介	1
1.1.2 电阻、电容、电感和导线	2
1.1.3 晶体管	5
1.2 常用仪表	7
1.2.1 万用表	7
1.2.2 示波器简介	10
1.2.3 信号发生器	15
1.2.4 直流稳压电源	16
1.3 本章实训 晶体管的检测	17
本章小结	19
习题	19
第 2 章 电路基本概念及基本定律	20
2.1 电路及其组成	20
2.1.1 电路及其组成	21
2.1.2 电路的功能	21
2.2 电路的基本物理量和参考方向	22
2.2.1 电流和电流的参考方向	22
2.2.2 电压和电压的参考方向	23
2.2.3 电功率	25
2.3 电阻、电感和电容	25
2.3.1 电阻元件	26
2.3.2 电感元件	27
2.3.3 电容元件	28
2.4 电路的基本定律	29
2.4.1 全电路欧姆定律	29
2.4.2 基尔霍夫定律	30
2.5 电路中电位的计算	35

2.6 电源	36
2.6.1 独立源	36
2.6.2 实际电源模型及等效变换	38
2.6.3 受控电压源和电流源	40
2.7 本章实训一 电路中电位的测量	41
2.8 本章实训二 基尔霍夫定律的验证	43
本章小结	45
习题	45
第3章 电路基本分析方法	50
3.1 电路等效	51
3.1.1 等效及化简	51
3.1.2 星形和三角形网络等效变换	54
3.2 支路电流法	55
3.2.1 支路电流法	55
3.2.2 应用举例	57
3.3 网孔电流法	59
3.3.1 网孔电流法	59
3.3.2 应用举例	60
3.4 节点电压法	61
3.4.1 节点电压法	61
3.4.2 应用举例	62
3.5 叠加原理	65
3.5.1 叠加原理	65
3.5.2 应用举例	66
3.6 等效电源定理	67
3.6.1 戴维南定理	68
3.6.2 诺顿定理	70
3.7 本章实训 戴维南定理的验证	72
本章小结	73
习题	74
第4章 正弦交流电路	79
4.1 正弦量	79
4.1.1 正弦量的三要素	80
4.1.2 正弦量的相位差	81
4.1.3 正弦量的有效量	83
4.2 正弦量的相量表示	84

4.2.1 复数及其运算	85
4.2.2 正弦量的相量表示法	87
4.3 单一参数的交流电路	89
4.3.1 电阻电路	89
4.3.2 电感电路	91
4.3.3 电容电路	94
4.4 电阻、电感和电容串联的交流电路	96
4.4.1 电压和电流的关系	96
4.4.2 功率关系	100
4.4.3 功率因数的提高	102
4.5 阻抗电路等效	103
4.5.1 阻抗串联	103
4.5.2 阻抗并联	104
4.6 非正弦周期信号电路分析	105
4.6.1 非正弦周期信号的分解和合成	105
4.6.2 非正弦周期信号的平均值、有效值和负载电路平均功率	107
4.7 本章实训 单相照明电路及功率因数的改善	108
本章小结	110
习题	111
第5章 三相交流电路	113
5.1 三相电路的基本概念	113
5.1.1 三相电源	113
5.1.2 三相电源联接方式	114
5.1.3 三相负载及其联接	116
5.1.4 三相线路联接方式	116
5.2 三相电路的计算	117
5.2.1 负载星形连接三相电路的计算	117
5.2.2 负载三角形连接三相电路的计算	119
5.3 三相电路的功率	120
5.4 安全用电常识	121
5.4.1 电流对人体的作用	121
5.4.2 触电方式	122
5.4.3 保护接地和接零	122
5.4.4 静电防护和电气防爆	123
5.5 本章实训 三相电路的研究	123
本章小结	126
习题	126