

电路电磁场学习考试指南

宿延吉 李志明 编著 朱涤心 审校

黑龙江科学技术出版社



内 容 提 要

本书内容丰富,叙述简明扼要,一书在手即能对电工原理课程进行系统的复习。全书分为三篇,共18章。其内容有:电路分析导论、正弦稳态电路分析、互感耦合电路与理想变压器、电路中的谐振、三相电路、非正弦周期电流电路和信号频谱、电路的时域分析,拉普拉斯变换,网络图论和网络方程、双口网络及多端元件,静电场、恒定电场、恒定磁场、边值问题、时变场、平面电磁波、均匀传输线中的导行电磁波等。本书最后还收集了1987年部分院校报考硕士学位研究生入学考试试题,以供读者自我检查。

本书精华是对近年来报考硕士学位研究生入学考试试题进行了精选和归类,其类型多样,各具特色,解题详尽,思路灵活。试题具有指导性、针对性、实用性、灵活性。

本书不仅适合于报考研究生的读者的需要和教师的教学参考,而且也适合于在校大学生学习参考。

责 任 编 辑:张丽生

封 面 设 计:张可欣

电 路 电 磁 场 学 习 考 试 指 南

宿延吉 李志明 编著

朱涤心 审校

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

黑龙江大学印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 24.75印张 600千字

1987年9月第1版·1987年9月第1次印刷

印数:1—10000册

书号:15217·333 定价:5.85元

前 言

目前, 电路电磁场的教材、习题集虽屡见不鲜, 但是指导综合复习的电路、电磁场书籍尚不多见。本书就是针对这种情况, 并根据我院近年来辅导报考硕士研究生的《电工原理》讲义, 考虑到学生在学习这门课程时所存在的问题和疑难而编写的。

全书分为电路、电磁场、1987年报考硕士学位研究生入学考试试题汇编三篇, 共18章。第一篇、第二篇各章由内容提要、基本理论概念巩固与应用指导、分析与计算四部分组成。第一部分说明了大纲要求的内容; 第二部分阐述了本章的重点内容、基本理论概念; 第三部分针对读者存在的疑难问题, 以选择题、填空题的形式进行指导; 第四部分对研究生入学试题, 进行分类归纳总结。第三篇收集了西安交通大学、华南工学院、天津大学、重庆大学、合肥工业大学、航天部一院十三所等院校、研究所1987年报考硕士学位研究生入学考试《电路》、《电工基础》试题, 共14份。因此, 本书即不是一本教材, 也不是一本单纯的题解。它对电路、电磁场这门课作了系统、全面的复习, 归纳起来, 有以下几个特点:

一、重视三基, 突出实际能力的培养

本书重点立足现代, 重视基本理论、基本概念、基本解题方法和运算技巧, 注意解题规范和培养读者的逻辑思维能力。为了使读者在学习完本书之后, 取得事半功倍之效, 具有“举一反三”的能力, 还注意了选材“有的放矢”, 精选了研究生入学考试典型试题和部分难度大, 技巧性强的题目, 融会了各种解题方法和技巧, 充分反映了近年来对报考硕士研究生入学考试的要求。

二、重视启发诱导, 便于自学

本书力求内容精练, 在解题思路和技巧上注意揭示规律, 讲清思路的来胧去脉, 循循善诱, 便于自学。

三、取材恰当, 适用面广

本书是根据全国工科电路、电磁场的内容, 由浅入深地编排, 概括了电工原理内容。事实上, 本书对电路、电磁场教材也是一种有益补充。它不仅适合于报考研究生的读者的需要和教师的教学参考, 而且也适合于在校大学生学习参考。

本书在编写过程中, 参考了全国各院校研究生入学考试试题、国内外电工书籍, 并得到了东北电工理论学会理事朱涤心副教授, 费正生教授, 重庆大学出版社贾肇武同志的关心和支持。朱涤心副教授在百忙中对本书进行了审校。全书插图由戴钦芬、王玉芝两同志绘制。在此一并致谢。

限于我们的水平, 书中不妥和错误之处可能不少, 诚望使用本书的读者指正。

哈尔滨电工学院

宿延吉 李志明

1987年6月

目 录

第一篇 电 路

第一章 电路分析导论	(1)
§ 1—1 内容提要.....	(1)
§ 1—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(8)
§ 1—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(13)
§ 1—4 分析与计算.....	(17)
一、电阻的计算.....	(17)
二、直流网络的分析计算.....	(24)
三、非线性电路的基本分析.....	(46)
第二章 正弦稳态电路分析	(54)
§ 2—1 内容提要.....	(54)
§ 2—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(56)
§ 2—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(56)
§ 2—4 分析与计算.....	(58)
一、相量分析.....	(58)
二、正弦交流电路参数.....	(61)
三、相位分析.....	(66)
四、功率、功率因数.....	(70)
五、戴维南定理.....	(72)
六、最大功率.....	(76)
七、复功率.....	(77)
八、迭加原理.....	(78)
第三章 互感耦合电路与理想变压器	(79)
§ 3—1 内容提要.....	(79)
§ 3—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(81)
§ 3—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(82)
§ 3—4 分析与计算.....	(83)
一、互感耦合电路.....	(83)
二、去耦(消磁)分析法.....	(85)
三、耦合电路的矩阵分析.....	(87)
四、理想变压器.....	(89)
五、空心变压器、反射阻抗.....	(90)
六、理想变压器的最大传输功率.....	(91)

第四章 电路中的谐振	(94)
§ 4—1 内容提要.....	(94)
§ 4—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(96)
§ 4—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(97)
§ 4—4 分析与计算.....	(98)
一、串并联谐振电路.....	(98)
二、频率选择.....	(103)
三、耦合电路的谐振.....	(103)
第五章 三相电路	(106)
§ 5—1 内容提要.....	(106)
§ 5—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(108)
§ 5—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(109)
§ 5—4 分析与计算.....	(109)
一、对称三相电路的分析.....	(109)
二、三相电路功率补偿分析.....	(111)
三、不对称三相电路的分析计算.....	(112)
四、三相电路相序分析.....	(114)
第六章 非正弦周期电流电路和信号频谱	(116)
§ 6—1 内容提要.....	(116)
§ 6—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(119)
§ 6—4 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(120)
§ 6—4 分析与计算.....	(122)
一、非正弦周期电源的级数表达式.....	(122)
二、非正弦周期波的指数形式.....	(124)
三、非正弦周期电路的稳态分析.....	(125)
四、戴维南定理的应用.....	(129)
五、非正弦周期三相对称电路.....	(130)
第七章 电路的时域分析	(133)
§ 7—1 内容提要.....	(133)
§ 7—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(135)
§ 7—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(137)
§ 7—4 分析与计算.....	(140)
一、一阶电路的时域分析.....	(140)
二、二阶电路的阶跃响应、冲激响应.....	(158)
三、全响应.....	(162)
第八章 拉普拉斯变换	
§ 8—1 内容提要.....	(170)
§ 8—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(174)
§ 8—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(175)

§ 8—4 分析与计算	(177)
一、零输入、零状态、全响应	(177)
二、网络函数、零、极点、自然频率	(180)
三、网络综合及参数分析	(183)
四、卷积	(186)
五、杜阿美尔积分	(186)
第九章 网络图论和网络方程	(188)
§ 9—1 内容提要	(188)
§ 9—2 基本理论概念巩固与应用指导	(190)
§ 9—3 基本理论概念巩固与应用指导 · 解答	(192)
§ 9—4 分析与计算	(195)
一、根据 A 、 B 进行网络图的分析	(195)
二、根据有向图进行 A 、 B 、 Q 、 KCL 、 KVL 分析	(198)
三、节点分析法	(199)
四、含受控源电路的节点分析法	(202)
五、改进的节点法	(208)
六、割集分析法	(211)
七、回路分析法	(212)
八、网孔分析法	(214)
九、常态网络的状态方程	(216)
十、非常态网络的状态方程	(219)
十一、非线性网络的状态方程	(220)
第十章 双口网络及多端元件	(222)
§ 10—1 内容提要	(222)
§ 10—2 基本理论概念巩固与应用指导	(226)
§ 10—3 基本理论概念巩固与应用指导 · 解答	(227)
§ 10—4 分析与计算	(231)
一、 Y 参数的分析与计算	(231)
二、 Z 参数的分析与计算	(231)
三、 A 参数的分析与计算	(233)
四、 H 参数的分析与计算	(234)
五、二端口网路的等效电路	(235)
六、影像函数	(235)
七、双口网络参数特性的应用	(236)
八、频率选择	(237)
九、网络函数	(239)
十、特勒根定理	(241)
十一、含运算放大器电路的分析	(242)
十二、含回转器电路的分析	(244)

十三、含回转器电路的状态方程.....	(245)
---------------------	-------

第二篇 电磁场原理

第十一章 静电场	(247)
§ 11—1 内容提要.....	(247)
§ 11—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(249)
§ 11—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(251)
§ 11—4 分析与计算.....	(253)
一、场论分析.....	(253)
二、直接积分法.....	(256)
三、高斯定理.....	(258)
四、边界条件.....	(260)
五、一维边值问题的解.....	(263)
六、电像法.....	(273)
七、多导体带电系统.....	(284)
八、电场力的计算.....	(385)
第十二章 恒定电场	(287)
§ 12—1 内容提要.....	(287)
§ 12—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(287)
§ 12—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(288)
§ 12—4 分析与计算.....	(289)
一、恒定电场.....	(289)
二、接地电阻.....	(293)
第十三章 恒定磁场	(296)
§ 13—1 内容提要.....	(296)
§ 13—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(297)
§ 13—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答.....	(298)
§ 13—4 分析与计算.....	(300)
一、磁感应强度.....	(300)
二、迭加原理.....	(303)
三、恒定磁场的边界条件.....	(304)
四、镜像法.....	(304)
五、标量磁位、向量磁位.....	(305)
六、恒定磁场的磁通计算.....	(308)
七、电感及其计算.....	(309)
八、磁场能量与力.....	(312)
第十四章 边值问题	(313)
§ 14—1 内容提要.....	(313)
§ 14—2 基本理论概念巩固与应用指导.....	(314)

§ 14—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答·····	(315)
§ 14—4 分析与计算·····	(316)
一、直角坐标系的分离变量法·····	(316)
二、球坐标系的分离变量法·····	(317)
三、柱坐标系的分离变量法·····	(320)
四、有限差分法·····	(322)
第十五章 时变场 ·····	(324)
§ 15—1 内容提要·····	(324)
§ 15—2 基本理论概念巩固与应用指导·····	(326)
§ 15—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答·····	(327)
§ 15—4 分析与计算·····	(329)
一、时变电磁场的电磁感应·····	(329)
二、辐射·····	(332)
第十六章 平面电磁波 ·····	(335)
§ 16—1 内容提要·····	(335)
§ 16—2 基本理论概念巩固与应用指导·····	(336)
§ 16—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答·····	(337)
§ 16—4 分析与计算·····	(339)
第十七章 均匀传输线中的导行电磁波 ·····	(343)
§ 17—1 内容提要·····	(343)
§ 17—2 基本理论概念巩固与应用指导·····	(346)
§ 17—3 基本理论概念巩固与应用指导·解答·····	(347)
§ 17—4 分析与计算·····	(348)
一、均匀传输线的正弦稳态解·····	(348)
二、均匀传输线的参数·····	(349)
三、均匀传输线的匹配·····	(850)
四、无损耗线的入端阻抗·····	(352)
五、柏德生法则·····	(353)

第三篇 试题汇编

第十八章 1987年攻读硕士学位研究生试题汇编 ·····	(356)
西安交通大学·····	(356)
重庆大学·····	(364)
天津大学·····	(366)
合肥工业大学·····	(367)
上海工业大学·····	(369)
陕西机械学院·····	(371)
华南工学院·····	(372)
湖南大学·····	(375)

西北工业大学.....	(376)
沈阳工业大学.....	(379)
西安交通大学.....	(380)
水电部电力科学研究院.....	(382)
航天工业部一院十三所	(383)
重庆大学.....	(384)

第一篇 电 路

第一章 电路分析导论

§ 1—1 内容提要

一、电路和电路模型

电路 (circuit) 电路是由若干个各种电气设备或器件, 按照一定方式组合构成电流通路的总体。

在电路理论中, 在某些条件下, 各种实际电气器件的主要电气特性可以用一些数学模型 (*mathematical model*) 来表示。这些实际器件的主要模型有: 电阻 (*resistance*)、电感 (*inductance*)、电容 (*capacitance*)、独立电源、受控电源等。用抽象的理想元件及其组合近似地代替实际器件构成与实际电路相对应的电路, 称为电路模型。

二、电路的基本物理量及其参考方向

电路的基本物理量 在工程电路分析中, 用电流 (*current*)、电荷 (*charge*)、电压 (*Voltage*)、磁链 (*magnetic flux linkage*) 等基本物理量来描述电路电流、电压、功率、能量等过程。

参考方向 (reference direction) 一个电网络, 有时电流的真实流向、电位的真实高低难以直观判断, 为了分析电路, 事先任意选定其中某一个方向作为电流、电位方向, 称为电路的参考方向。

在学习参考方向时应注意以下几个问题:

(1) 参考方向是任意指定的。但不会影响分析结果的正确性。参考方向和电流、电位 (压) 值的正负结合, 可以判断电流的真实流向、电位 (压) 的真实高低。

(2) 学习时要和物理学中电压、电流的真实方向区别开来, 弄清电路中参考方向和物理学中实际方向之间的联系。

(3) 为了便于分析, 通常选择的关联参考方向是电流的参考方向和电压的参考方向相同。其优点是, 一个基本物理量的参考方向选定后, 另一个物理量的参考方向就知晓了。

(4) 在电路中未标出电压、电流参考方向的情况下, 计算出的电压、电流正负值是没有实际意义的。

三、电路基本定律

欧姆定律 (Ohm's law) 线性电阻元件的特性方程, 在图 1—1 (a) 所示的关联参考方向时, $U = IR$ 或 $I = GU$; 在图 1—1 (b) 所示的非关联参考方向时, $U = -IR$ 或 $I = -GU$ 。

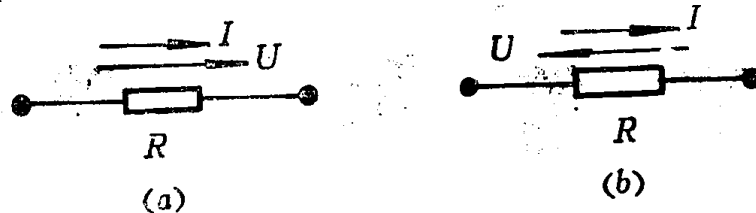


图 1-1

基尔霍夫电压定律和基尔霍夫电流定律；

基尔霍夫电流定律 (*Kirchhoff's current law*) 在集总参数 (*lumped circuit*) 电路条件下，网路中的任一节点在任一时刻的电流代数和恒等于零。其数学表达式为

$$\sum I = 0$$

基尔霍夫电压定律 (*Kirchhoff's voltage law*) 在集总参数电路条件下，在任一时刻，沿着任一回路的全部支路电压的代数和恒等于零。其数学表达式为

$$\sum U = 0$$

学习电路的基本定律应注意以下几个问题；

电路基本特性包括元件特性和电路整体规律这两方面的内容。它们是加在电网络中电压和电流上的两种约束。元件特性由元件自身约束决定，与电路的接入方式无关；基尔霍夫定律由电路的联接方式约束决定，与支路元件的特性无关。

$\sum I = 0$ ，实质是电流连续性的表现形式，可推广应用于虚拟节点 (*node*) —— 闭合包围面。

$\sum U = 0$ ，实质是电路中两点间的电压与所选择路径无关这一性质的表现，可推广应用于用假想的闭合路径。式中与回路绕行方向一致的电压降取正号，与绕行方向相反的电压降取负号。

四、电源特性网络的等效变换

电压源 (*voltage source*) 特性 理想电压源特性 $U = E$ (定值)，与流过电流无关，电流不是由本身电源决定的，而是由外电路确定的，如图 1-2 (a) 及 (b) 所示。

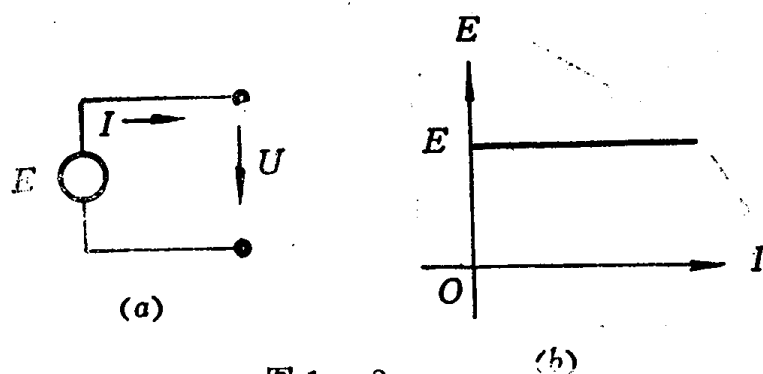


图 1-2

实际电压源近似于图 1-3 (a) 所示的电路模型。 $u-i$ 特性 (*u-i characteristic*) 方程 $U = E_s - RI$ 如图 1-3 (b) 所示。

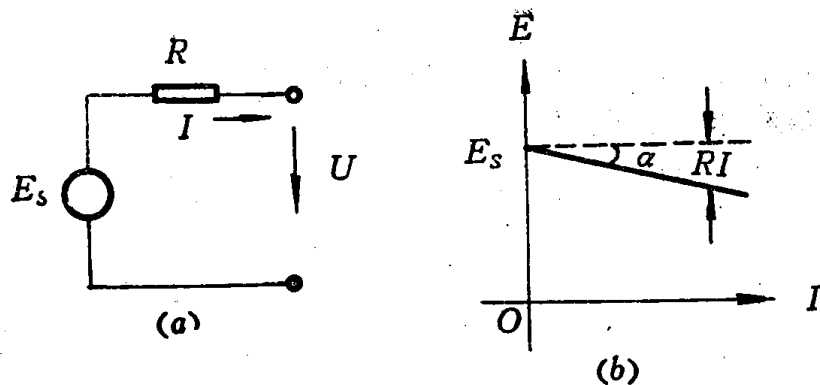


图 1—3

电压源特性 理想电压源特性 $U = U_s$ (定值) 由电源本身决定, 与电流无关, 电流 I 由外电路决定, 如图 1—4 所示。

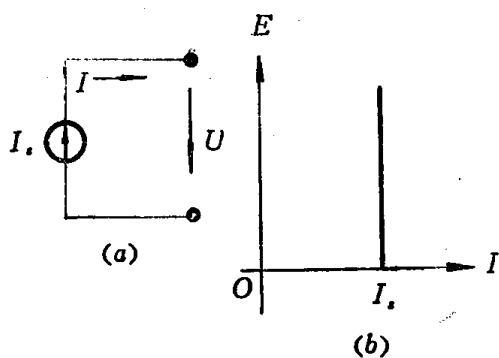


图 1—4

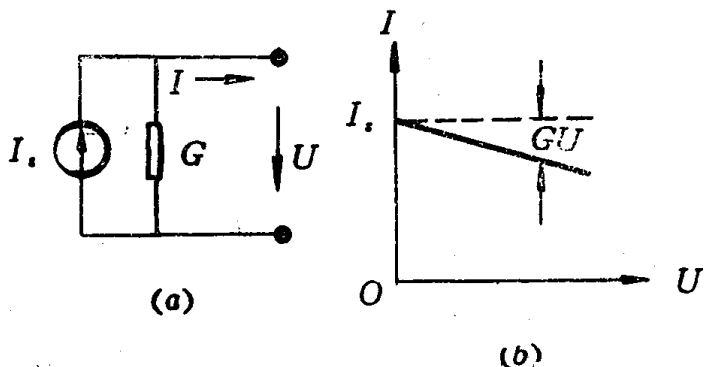


图 1—5

实际电流源 (current source) 近似于图 1—5 (a) 所示的电路模型, 其特性方程, $I = I_s - GU$ 如图 1—5 (b) 所示。

有源网络的等效变换 电压源和电流源的等效变换如图 1—6 所示。其变化关系如下:

大小: 电流 $I_s = \frac{U_s}{R}$ 或电压 $U_s = I_s R$ 。

方向: 电流源方向与电压源的电位升方向一致。

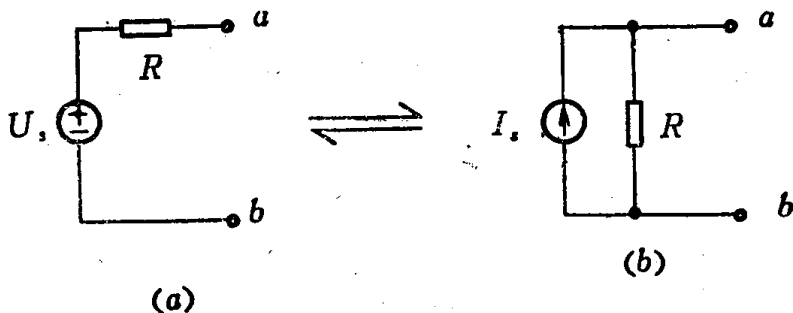


图 1—6

学习有源网络等效变换 (电源的等效变换) 时应注意:

(1) 网络的等效变换是针对端口外部来讲的, 对内部并不等效。

(2) 电压源是电压 U_s 与内阻 R 串联, 电流源是电流 I_s 与内阻 R 并联, 两者内阻值 R

相等。

(3) 理想电压源与理想电流源不能进行等效交换。

三角形 Δ 及星形 Y 网络等效变换

如图 1—7 (a)、(b) 所示。

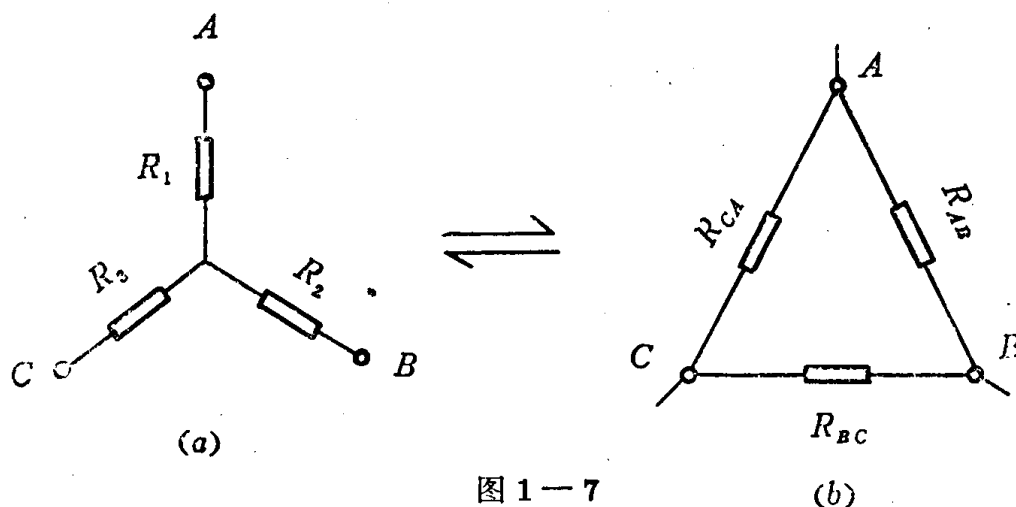


图 1—7

$$Y \Rightarrow \Delta \quad R_{AB} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3}$$

$$R_{BC} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}$$

$$R_{CA} = R_1 + R_3 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

$$\Delta \Rightarrow Y \quad R_1 = \frac{R_{CA} \cdot R_{AB}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_2 = \frac{R_{AB} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_3 = \frac{R_{BC} \cdot R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

五、线性网络的几个定理

戴维南定理 (Thevenin's theorem) 任何一个线性含源二端网络，就其两个端钮 a 、 b 对外部作用来说，可用一个有源支路来代替。该有源支路的电动势等于含源一端口网络的开路电压，其电阻等于含源二端网络在其独立电源激励为零时的 λ 端电阻，如图 1—8 所示。

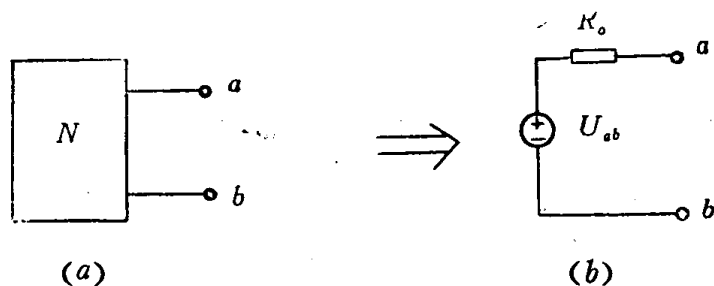


图 1—8

在应用戴维南定理时应注意：

若网络中包含非线性电阻元件，那么其余由线性元件组成的电路部分，仍可用戴维南定理等效变换。

等效电阻 R_0 的分析方法如下：

(1) **外施电源法** 令含源二端网络内部独立电源值为零（电压源用短路替代，电流源用开路替代），保留受控源，在端口 a 、 b 处接电压 U ，获得电流 I 。在关联参考方向下 $R_0 = \frac{U}{I}$ ；否则 $R_0 = -\frac{U}{I}$ ，如图 1—9 所示。

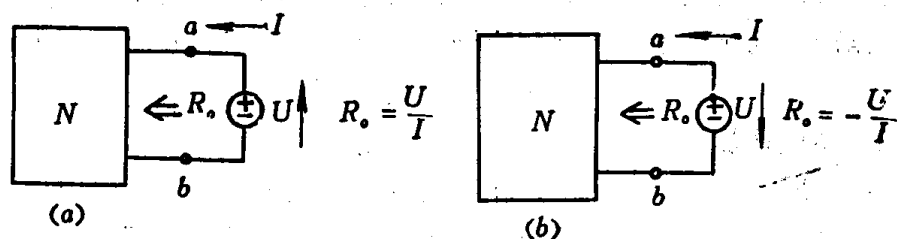


图 1—9

(2) **开路、短路法** 获得含源二端口网络 a 、 b 的开路电压 U_{ab} 和短路电流 I_s ，在关联参考方向下， $R_0 = \frac{U_{ab}}{I_s}$ ，否则， $R_0 = -\frac{U_{ab}}{I_s}$ 如图 1—10 所示。

(3) **实验法** 在含源二端网络的 a 、 b 端处接电阻 R_L ，获得其上电压 U_L 。 a 、 b 端空载时获得开路电压 U_{ab} 。在关联参考方向下， $R_0 = (\frac{U_{ab}}{U_L} - 1) R_L$ 。

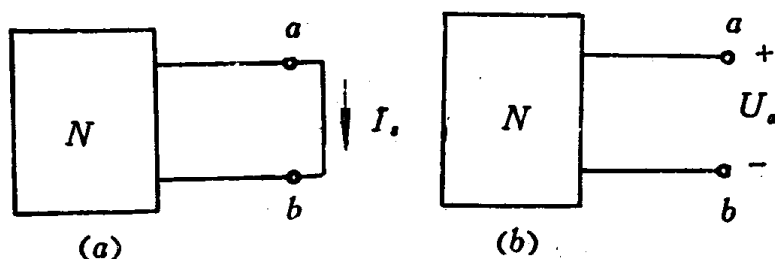


图 1—10

(4) **无源网络的等效变换法**

(5) **端口特性 $U = E - R_0 I$ 确定法。**

诺顿定理 任何一个线性含源网络 N ，就其端钮 a 、 b 对外电路来说，总可以用一个等效电流源 I_s 、电阻 R_0 的并联支路代替，如图 1—11 (a)、(b) 所示。

注：电流源电流 I_s 为含源二端网络 a 、 b 的短路电流 I_s 。并联电阻 R_0 的分析同上。

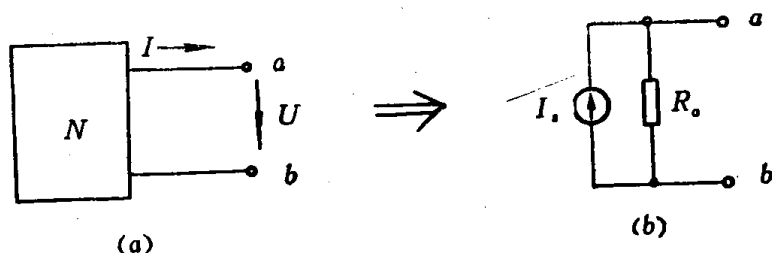


图 1—11

迭加原理 (Superposition theorem) 在线性网络中，若干个独立电源同时激励时电路的响应等于每个独立电源单独激励时的分响应的代数和。

在学习迭加原理时应注意以下几个问题：

- (1) 由迭加原理可推论，网络的每一响应都与每个激励的独立电源成线性关系。
- (2) 其中某一电源单独激励时，其他独立电源为零，受控源保留，按无源元件处理。
- (3) 迭加时以原电网络的支路响应电流或电压参考方向为准。每个独立电源单独激励时在该支路产生的响应参考方向与原网络电路参考方向一致时，取正号；否则取负号。
- (4) 功率不能迭加。

替代定理 (Substitution theorem) 在电路（线性或非线性）网络中，若某一支路的电压和电流为 U_K 和 I_K ，则不论这个支路的组成情况如何，总可用下列任何一种元件去替代它。即：(1) 电压值为 U_K 的独立电压源；(2) 电流值为 I_K 的独立电压源；(3) 电阻值为 U_K/I_K 的电阻元件。

互易原理 (reciprocity theorem) 在线性网络中，若只有一个外施独立源作用，则：

- (1) 若独立源为电压源 U_s ，作用在端钮1，1'上，它在另一对端钮2，2'上产生电流 I 。将电压源移至2，2'处，则端钮1，1'处的电流亦为 I ，即电压、电流位置互易，如图1—12 (a)、(b)所示。

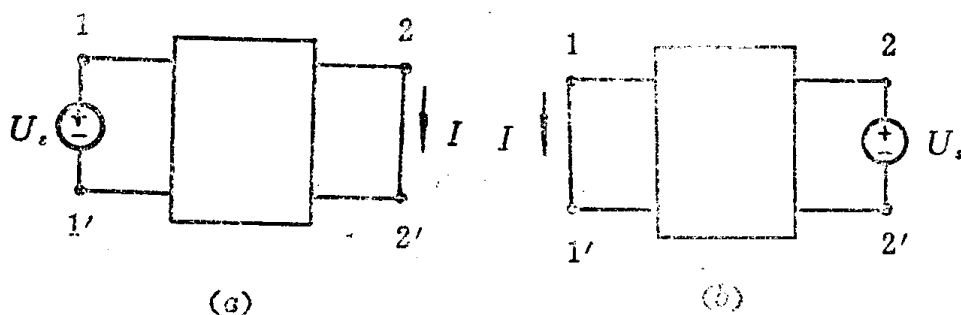


图 1—12

- (2) 若独立源为电流源 I_s ，作用在端钮1，1'上，它在另一端钮2，2'处产生的电压 U 。将电流源移至2，2'处，则端钮1，1'上电压亦为 U ，即电流、电压位置互易，如图1—13 (a)、(b)所示。

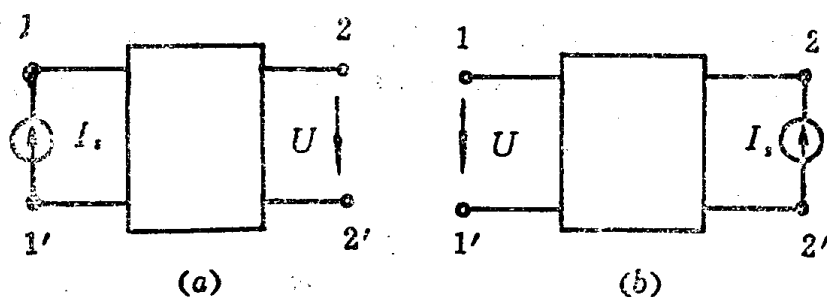


图 1—13

应用互易定理应注意以下几个问题：

- (1) 网络中不能包含受控源。
- (2) 激励和响应必须一个是电压另一个是电流才能互易。如果二者同时为电压或

电流就不存在互易性。

(3) 互易时激励和响应的参考方向要对应一致。

补偿定理 (Compensation theorem) 在线性网中, 当任一阻抗 Z 通过的电流为 I 时, 如果 Z 变化为 $Z + \Delta Z$, 而在网络其他部分所引起的电流的变化量, 等于将网络中的电源全部去掉, 插入与 I 相反方向电压源 ΔZI 与 $\Delta Z + Z$ 串联时通过的电流。此电压源 ΔZI 称为补偿电势。

最大功率传递定理 在图1—14所示网络中, 当 $R = R_0$ 时, R_0 可获得最大功率 $P_{max} = E^2 / 4R_0$

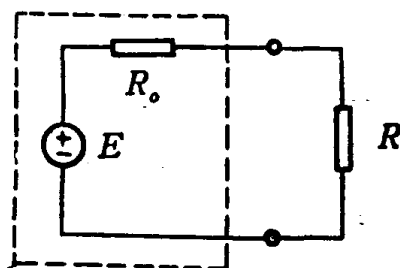


图1—14

六、线性电路的分析方法

支路电流法 (branch-current method) 假设各支路电流的参考方向, 并以支路电流为直接求解对象, 则应用KVL、KCL可列出完整方程组的求解方法。应用支路电流法应注意:

(1) 应用KCL对任意 $n-1$ 个节点, 列出 $n-1$ 个独立的电流方程。

(3) 应用KVL, 结合欧姆定律, 对 l 个独立回路列出 l 个独立的电压方程。为了保证这些方程的独立性。最好在选取回路时, 依次至少包含一个新的支路。

(3) 因为支路数 = 独立回路数 + 独立节点数, 则根据Kirchhoff's定律, 对 n 个节点, b 条支路的网络共能列出 $(n-1) + [b - (n-1)] = b$ 个独立方程, 恰好为电路的未知电流支路数。所以支路法适用于一切复杂网络。

回路分析法 (loop analysis) 假设回路电流的参考方向, 并以独立回路电流为直接求解对象, 则应用Kirchhoff's定律列出完整方程的求解方法称为回路分析法。回路电流方程式为

$$I_1 R_{11} + I_2 R_{12} + I_3 R_{13} + \dots + I_K R_{1K} = U_{11}$$

$$I_1 R_{21} + I_2 R_{22} + I_3 R_{23} + \dots + I_K R_{2K} = U_{22}$$

.....

$$I_1 R_{K1} + I_2 R_{K2} + I_3 R_{K3} + \dots + I_K R_{KK} = U_{KK}$$

式中 R_{KK} ——第 K 个回路的自阻, 它等于第 K 个回路电流所经过的电阻之和, 恒为正值;

R_{ik} ——第 i 个回路与第 K 个回路间的互阻。两回路电流参考方向一致时, 互阻总是正的, 反之, 互阻取负号;

U_{KK} ——第 K 个回路电动势的代数和, 电动势方向与回路参考方向一致, 电动势取正号, 反之, 取负号。

节点分析法 (node analysis) 选择电路的参考点, 令参考点的电位为零。以节点电压为直接求解对象, 进而求出支路电压和支路电流。节点电压方程为

$$G_{11}U_{10} + G_{12}U_{20} + \dots + U_{K0}G_{1K} = I_{11}$$

$$G_{21}U_{10} + G_{22}U_{20} + \dots + G_{2K}U_{K0} = I_{22}$$

.....

$$G_{K1}U_{10} + G_{K2}U_{20} + \dots + G_{KK}U_{KK}U_{K0} = I_{KK}$$

式中 G_{KK} ——节点 K 的自电导，总是正的；

G_{iK} ——节点 i 与节点 K 的互电导（互导总是负的）；

I_{KK} ——流入节点 K 的电源电流值（流入为正值，流出为负值）。

七、电路的功率

电路的功率是单位时间内电路获得的电能， $P=UI$ 。在关联参考方向时，称 P 为电路的输入功率。在非关联参考方向时，称 P 为电路的输出功率， $P=UI=I^2R=GU^2$ 。

八、线性性质

在含源的线性电路中，电路的响应与激励成正比。

九、对偶性质

对偶变换如下：电流 $\longleftrightarrow$ 电压；电阻 $\longleftrightarrow$ 电导；电感 $\longleftrightarrow$ 电容；串联 $\longleftrightarrow$ 并联；开路 $\longleftrightarrow$ 短路；回路电流 $\longleftrightarrow$ 节点电压。

§ 1—2 基本理论概念巩固与应用指导

1. 集总电路近似实际电路的条件是_____。今有一调频接收机用一根2米长的电缆和它的天线连接，当接收机调到100兆赫时，确定电路的元件参数物理量按_____来处理。

2. 电位是_____量。它与_____的选择有关，电路中某点的电位是该点到_____的电压。电压是_____。它与_____的选择无关。

3. 在电压和电流的关联参考方向下，若电功率 $P>0$ ，则该元件_____；若 $P<0$ ，则该元件_____。

4. 互易定理必须注意的两点问题是：（1）_____；（2）_____。

5. 图1—15所示的电路，其对偶电路_____，两个电路互为对偶电路，并非这两个电路_____。

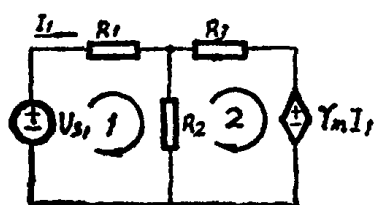


图 1—15

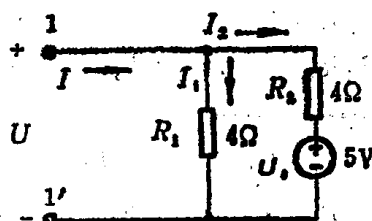
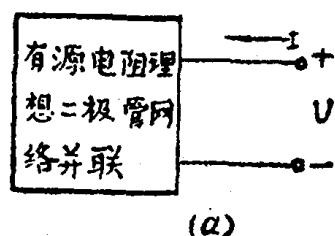
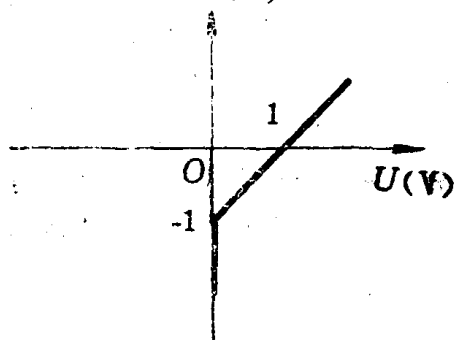


图1—16
 $I(A)$



(a)



(b)

图 1—17