

考研指导书

Matriculation

新世纪

理工科研究生入学考试指导丛书

理工科

何怡刚 主编

电路原理

典型题解析与实战模拟

- 知名教授一线教师担纲执笔
- 精选重点高校历年考研试题
- 提供详尽解题方法和参考答案

国防科技大学出版社

新世纪
理工科研究生入学考试指导丛书

电 路 原 理

典型题解析与实战模拟

何怡刚	主编
何怡刚 王碧莲 陈洪云	编著
谭阳红 邓 晓	

国防科技大学出版社
·长沙·

内 容 简 介

本书根据国家教育部制定的电路原理课程教学大纲和硕士生入学考试要求而编写,分解析篇和实战篇两大部分。解析篇内容包括:电阻电路分析、线性动态电路暂态响应的时域分析、正弦稳态电路分析、非正弦周期电流电路、线性电路的复频域分析、电路方程的矩阵形式、二端口网络、非线性电路。每单元分基本要求、内容提要、典型题型及例题精解和自测题。自测题均附答案。实战篇包括:模拟试卷(3套)及参考答案、湖南大学近五年考研试卷及参考答案,其他重点大学近年的考研试卷。

本书可作为报考电气、电子信息专业工学硕士和工程硕士研究生的考前复习用书,并可作为电气、电子信息专业等大学本、专科学生和其他人员学习课程的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电路原理:典型题解析与实战模拟/何怡刚等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2004.4
(新世纪理工科研究生入学考试指导丛书)

ISBN 7-81099-071-3

I.电… II.何… III.电路原理—研究生—入学考试—自学参考资料 IV.TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 034148 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail:gfkdcbs@public.cs.bn.cn

责任编辑:潘生 责任校对:肖滨

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:23.25 字数:537 千

2004 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-3000 册

ISBN 7-81099-071-3 / TM·1

定价:36.00 元

新世纪理工科研究生入学考试指导丛书

编审委员会

主任委员:

陈火旺 (国防科技大学计算机学院教授,中国工程院院士)

副主任委员:

麦中凡 (北京航空航天大学计算机科学与工程系教授)

侯文永 (上海交通大学电子信息学院教授)

彭文生 (华中科技大学机械工程学院教授,全国机械设计教学研究会理事长)

委员:

屈婉玲 (北京大学计算机系教授)

王广芳 (国防科技大学计算机学院教授)

陈松乔 (中南大学信息工程学院教授)

宁 洪 (国防科技大学计算机学院教授,全国高校计算机专业教学指导委员会委员)

邹逢兴 (国防科技大学机电工程与自动化学院教授)

任钧国 (国防科技大学航天与材料工程学院教授)

刘明俊 (国防科技大学机电工程与自动化学院教授)

何怡刚 (湖南大学电气与信息工程学院教授)

策划:

潘 生 张 静 石少平

序

新世纪来临,挑战和机遇共存。作为当代大学生和有志青年,当务之急是积累知识,培养能力,以备将来为祖国为人民服务,实现自身的理想和价值。因而,近年来高校“考研热”不断升温,引人关注。

为满足广大学生考研复习之需,更为了适应培养高素质高水平人才的形势,不少出版社出版了辅导学生深入学习课程的参考书,但多是关于数学、外语、政治等公共基础课的,针对各门专业课的指导书较少,精品更少。鉴于此,国防科技大学出版社经多方调研,全面规划,精心组织作者编写了这套旨在帮助学生学习各门专业课、提高考研应试能力的指导丛书。该套丛书具有以下几大特色:

(一)作者经验丰富,权威性强

本丛书的作者都是经悉心遴选,从事教学、科研、著书多年,某些是在全国有相当影响、所著的教材(或专著)在相应专业使用较广的资深专家教授。他们都是高校硕士或博士指导教师。他们在编写这套丛书时废寝忘食,躬行写作,将自己多年积累的经验、体会凝聚在字里行间,奉献给广大的读者,相信他们的辛勤劳动成果必然会对大家学习有关课程有极大帮助,这正是我们丛书编审委员会最感欣慰的。

(二)题目收集广泛,针对性强

这套丛书紧扣国家教育部制定的课程教学大纲和研究生入学考试要求,合理安排各书内容,条理清晰,详略分明,深入浅出,释疑去惑,并广泛搜集近年全国 20 余所重点高

重点高校或研究所考研试卷,加以分析、归纳、提高,使读者既能把握各门专业课程的全貌,又能抓住主脉络,领会其中的主要原理、方法,真正提高能力。

(三)突出实战模拟,操作性强

这套丛书中每本书分解析篇和实战篇。其中解析篇按章分提要、例题、习题、习题解答,分别讲清理论、分析各种解题技巧、提供练习和检验机会,使学生全面掌握课程的概念、原理、方法和技巧,学深、学透。实战篇,提供几份模拟题及其参考答案、多份重点高校近年考研试卷,供学生在课程考试或考研的前夕实景备战,以巩固复习成果,丰富考场经验,增强自信心。这样的结构安排极利于学生使用好本丛书。

国防科技大学出版社、丛书编审委员会和编写者共同努力,辛勤劳动,所有的书稿均经多次审定、修改,使这套丛书达到了较高的质量水平,相信本丛书必能为在书海中遨游的学子指点迷津,助他们踏上成功之路。

本丛书除了适合高校学生学习使用外,对广大的自学者、相关专业工程技术人员亦会有所裨益。

丛书编审委员会邀我为该书作序,谨寄数言,既是对这套丛书的郑重推荐,也是对该套丛书编写者的敬意。

陳大旺

2003年6月

前言

本书是国防科技大学出版社组织出版的“新世纪理工科研究生入学考试指导丛书”中的一种。它的出版,不仅可为电气、电子、计算机、通信、信号处理和自动控制等专业研究生考生提供一本实用的复习指导书,而且也在校学生和其他自学者更好地掌握“电路原理”课程内容,提供了一本不可多得的辅导教材。此外,本书也可以作为各种版本电路原理教材的补充。

本书分为解析篇和实战篇两部分。

解析篇从教育部颁发的相关课程的教学基本要求出发,参考国内使用较广泛的几种相关教材和作者多年的教学实践经验,将课程内容分为 9 个单元,每单元又分为基本要求、内容提要、典型题型及例题精解和自测题四部分。基本要求中对各单元涵盖的主要知识点分熟练掌握、深刻理解和一般了解三个层次给出了基本要求,并明确指出了各单元的重点、难点;在内容提要中对各单元的主要内容,特别是要求熟练掌握和深刻理解的内容作了概要性说明和论述,并列出重要公式和基本变换对;典型题型及例题精解是在认真分析国内 20 多所重点大学近几年来考研试卷的基础上,归纳提出了各单元的典型题型,并针对主要题型和主要内容,平均每单元列举了 20 道左右的例题(其中绝大多数例题都是全国各重点大学近几年实际考研试题),对典型例题均有详细的多种解答,并对解题思路进行分析,澄清错误概念,以启迪读者的解题思路,帮助读者理解和掌握解题方法,进而加深对教学内容的理解和掌握;自测题平均每单元提供了近 30 道的典型习题,作为自我测试、自我检查用,

且绝大部分习题都给出了参考答案。

实战篇分三个单元,共给出了具有实战意义的试卷,供读者参考和考前演练。其中,第九单元提供了3套模拟试卷及参考答案;第十单元提供了湖南大学从2000~2003年的考研试卷及其参考答案;第十一单元从国内其他重点大学近两年的考研试卷中精选出9份供读者参考,其中多数试题的解答已在解析篇各单元的例题精解中。

本书由何怡刚、王碧莲、陈洪云、谭阳红、邓晓等人合作编写,其中第一单元、第五单元由谭阳红博士负责编写,第二单元、第八单元由邓晓博士负责编写,第三单元、第四单元由陈洪云副教授负责编写,第六、七、九、十、十一单元由王碧莲副教授负责编写,博士生导师何怡刚教授任主编,负责全书的编写组织和修改。

本书在编写过程中参阅了国内重点大学近几年考研试题和应用较广的教材,特别是下面列出的论著:

- (1)邱关源主编,电路,高等教育出版社,2001;
- (2)周守昌主编,电路原理,高等教育出版社,2000;
- (3)R. C. Dorf, Introduction to Electric Circuits, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York, 2001;
- (4)C. A. 狄苏尔,葛守仁著,林争辉主译,电路基本理论,人民教育出版社,1979;
- (5)李瀚荪编,电路分析基础,高等教育出版社,1985。

在此一并向他们致以诚挚的谢意。

由于我们的水平和经验有限,书中还存在缺点和不当之处,恳请读者指正。

作 者

2004年5月

于湖南大学电气与信息工程学院

目 录

解 析 篇

第一单元 电阻电路

1.1 基本要求	(1)
1.2 内容提要	(1)
1.3 典型题型及例题精解	(16)
1.4 自测题	(52)
1.5 自测题参考答案	(75)

第二单元 线性动态电路暂态响应的时域分析

2.1 基本要求	(80)
2.2 内容提要	(80)
2.3 典型题型及例题精解	(86)
2.4 自测题	(108)
2.5 自测题参考答案	(115)

第三单元 正弦稳态电路分析

3.1 基本要求	(117)
3.2 内容提要	(117)
3.3 典型题型及例题精解	(121)
3.4 自测题	(142)
3.5 自测题参考答案	(158)

第四单元 非正弦周期电流电路

4.1 基本要求	(161)
4.2 内容提要	(161)
4.3 典型题型及例题精解	(162)
4.4 自测题	(168)

4.5 自测题参考答案·····	(173)
------------------	-------

第五单元 线性电路的复频域分析法

5.1 基本要求·····	(175)
5.2 内容提要·····	(175)
5.3 典型题型及例题精解·····	(182)
5.4 自测题·····	(207)
5.5 自测题参考答案·····	(216)

第六单元 电路方程的矩阵形式

6.1 基本要求·····	(219)
6.2 内容提要·····	(219)
6.3 典型题型及例题精解·····	(223)
6.4 自测题·····	(239)
6.5 自测题参考答案·····	(245)

第七单元 二端口网络

7.1 基本要求·····	(249)
7.2 内容提要·····	(249)
7.3 典型题型及例题精解·····	(253)
7.4 自测题·····	(271)
7.5 自测题参考答案·····	(279)

第八单元 非线性电路

8.1 基本要求·····	(281)
8.2 内容提要·····	(281)
8.3 典型题型及例题精解·····	(284)
8.4 自测题·····	(292)
8.5 自测题参考答案·····	(296)

实 战 篇

第九单元 模拟试卷及参考答案

9.1 模拟试卷(一)·····	(297)
9.2 模拟试卷(二)·····	(301)
9.3 模拟试卷(三)·····	(304)
9.4 参考答案·····	(307)

第十单元 湖南大学近 4 年考研电路试卷及参考答案

- 10.1 湖南大学 2000 年招收攻读硕士学位研究生电路试卷
..... (309)
- 10.2 湖南大学 2001 年招收攻读硕士学位研究生电路试卷
..... (313)
- 10.3 湖南大学 2002 年招收攻读硕士学位研究生电路试卷
..... (316)
- 10.3 湖南大学 2003 年招收攻读硕士学位研究生电路试卷
..... (323)
- 10.5 参考答案 (325)

第十一单元 其他重点大学考研试卷精选

- 11.1 北京航空航天大学 2003 年硕士研究生入学考试试题
..... (327)
- 11.2 浙江大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (331)
- 11.3 上海交通大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (335)
- 11.4 中南大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (338)
- 11.5 西安交通大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (341)
- 11.6 北京航空航天大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (344)
- 11.7 天津大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (347)
- 11.8 华南理工大学 2002 年硕士研究生入学考试试题
..... (351)
- 11.9 天津大学 2003 年硕士研究生入学考试试题
..... (354)

第一单元

电阻电路

1.1 基本要求

深刻理解和熟练掌握理想元件、参考方向及关联参考方向等概念,电压、电流和功率的物理含义和它们之间的关系以及元件的伏安特性和 KCL、KVL 的应用;建立等效概念,掌握运用电源及电阻电路的等效变换,含源支路的等效变换;了解支路法,熟练运用回路法、结点法;掌握叠加定理、齐次定理、替代定理、戴维南定理、诺顿定理、互易定理和最大功率传输、特勒根定理,熟练应用叠加定理、等效电源定理来分析电路。

1.2 内容提要

1.2.1 电路基本概念与基本定律

1. 电路基本概念

1) 电路:将特定的电器设备或电子器件用一定的方式连接起来,并能完成特定功能的集合称为电路。电路的功能大体可以分为两部分:

- (1) 实现信号的传输与处理;
- (2) 进行能量的传输、转换、分配和利用。

实际的电子器件种类很多,在电路中发生的物理过程复杂,但也有许多共同的电磁性质。因此,通常将实际器件中的主要性质抽象出来,忽略其次要性质,用特定的模型来代替实际器件,这种模型称之为电路元件。

2) 电路元件:它是实际电器器件的理想化模型,是实际器件的科学抽象。如电阻器

件,如果只考虑其消耗电能的性质时,可以抽象为电阻元件。

一个实际器件在不同的应用场合与应用环境下,有着不同的元件模型,应用时应该具体问题具体分析。

常见的电路元件模型有电容、电阻、电感和电源等,见图 1.1。

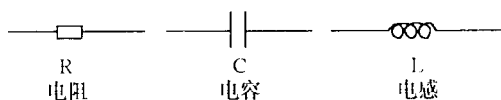


图 1.1 理想元件模型

3) 电路模型:由理想电路元件按一定的方式连接起来而构成的整体,称为电路模型。它是实际电路的科学抽象。

4) 集总电路:若电路中的能量只在电路中传输、转换或存储释放,而不存在辐射现象,这样的电路称为集总电路。反之,称为分布(参数)电路。

电路课程所研究的对象是集总电路。

2. 电路基本物理量

1) 电流

定义:电荷的定向移动形成电流。

大小:单位时间内通过导体横截面积的电量,即 $i = \frac{dq}{dt}$ 。

方向:正电荷移动的方向。在实际分析电路时,往往无法确定电路中的电流方向,故常采用参考方向:事先假定一个方向,这个假定的方向即为参考方向。当实际电流方向与参考方向相同时,电流为正值;反之为负值,见图 1.2。



图 1.2 电流参考方向

单位:A(安培),mA,uA。

2) 电压

定义:将单位正电荷从电场点中的一点 a 移到另一点 b 时,电场力所做的功,称为 a 到 b 点的电压,用数字式表示为: $u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq}$ 。

大小: $u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} = \varphi_A - \varphi_B$

方向:电场力推动正电荷做功时,正电荷的运动方向。在电路中,在两端标以“+”、“-”的极性。

与电位的关系:电路中的任意两点之间的电压,即为这两点的电位之差 $u_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$,故电压又称为电位差或电位降。因而,电压的方向也可以是由高电位指向低电位,即电压降的方向,在表示时常将高电位端标为正极,低电位端标为负极。

在实际分析电路时,往往难以确定电压的实际方向,因此任意假定一个方向作为参考方向,当在参考方向下求得 $u > 0$ 时,表明实际方向与参考方向一致;否则相反。

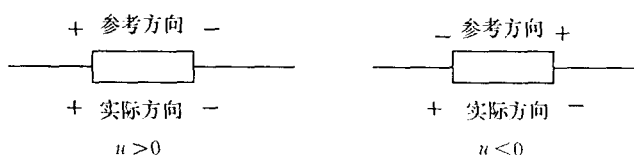


图 1.3 电压的参考方向

3) 关联参考方向:电压与电流的方向均可任意假定,二者可以彼此无关。但为了分析简便,总是假定电流从电压参考方向的正极性端流入,从负极性端流出,这种假定方向叫关联参考方向。在图 1.4(a) 中 u, i 的方向为关联方向,而(b)中的 u, i 方向为非关联参考方向。

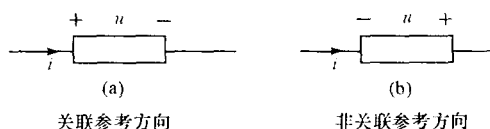


图 1.4 关联参考方向与非关联参考方向

在关联参考方向下,只需标出电压或电流的参考方向即可。

4) 功率(瞬时功率)

定义:单位时间内电场力所做的功,即 $p = \frac{dw}{dt} = \frac{u dq}{dt} = \frac{ui dt}{dt} = ui$ 。

大小:在关联参考方向下, $p = ui$ 。

同时,根据 u, i 的方向是否关联和计算的结果来判断:实际上是吸收还是发出电功率,判断方法如下:

① 当 u, i 方向关联时, $p = ui$, $\begin{cases} p > 0 & \text{实际上是吸收功率} \\ p < 0 & \text{实际上是发出功率} \end{cases}$

② 当 u, i 方向非关联时, $p = -ui$, $\begin{cases} p > 0 & \text{实际吸收功率} \\ p < 0 & \text{实际发出功率} \end{cases}$

或 $p = ui$, $\begin{cases} p > 0 & \text{实际发出功率} \\ p < 0 & \text{实际吸收功率} \end{cases}$

3. 电路基本元件

常见的电路基本元件根据不同的分类标准可以有不同的分类方式:

电路 元 件	{	是否线性	{ 线性元件:如线性电阻 非线性元件:如非线性电容
		元件特性是否随时间 t 而变化	{ 时变元件:如时变电阻 非时变元件:如线性非时不变电阻
	{	端钮的个数	{ 二端元件:如电阻、电容 三端元件:如三极管 多端元件:如变压器
		是否有源	{ 无源元件:如电阻、电感 有源元件:如运算放大器

常见电路元件有电阻、电感、电容元件。

1) 电阻元件:电阻元件是最简单的常用元件,可分为线性电阻和非线性电阻。

(1) 线性电阻

定义:特性曲线是 $u-i$ 或 $i-u$ 平面上过坐标原点的一条直线的电阻元件,称为线性时不变电阻。

数学式: $u(t) = Ri(t)$ 或 $i(t) = Gu(t)$ 。当电压、电流的参考方向关联时,线性时不变电阻满足欧姆定律,式中 R 为电阻(Ω), G 为电导(S)。任意时刻的电压瞬时值只由该时刻的电流瞬时值来决定,反之亦然,故电阻元件为无记忆元件。

功率:线性时不变电阻的功耗为

$$P = ui = u^2/R = i^2 R = u^2 G = i^2 / G > 0$$

电路元件不产生功率,总是消耗功率,故电阻元件为无源元件。

开/短路:当特性曲线与 u 坐标轴重合时,即 $i = 0$,为开路,此时,可看成是阻值为无穷大($R \rightarrow \infty$)的电阻元件;

当特性曲线与 i 坐标轴重合时,即 $u = 0$,短路,可以看成是电阻为零($R = 0$)的电阻元件。

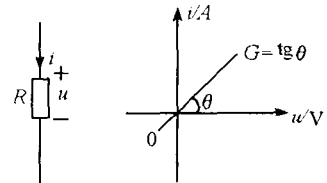


图 1.5 电阻元件及其伏安关系

(2) 非线性电阻

如果一个电阻元件的特性曲线不是过原点的直线,则这样的电阻元件是非线性时不变电阻元件。

数学式为:

$$u(t) = f[i(t)] \text{ 或 } i(t) = g[u(t)]$$

如某二极管的性能方程为 $i(t) = I_s(e^{\frac{u(t)}{0.025}} - 1)$ (mA),为非线性时不变电阻元件。

电阻元件按其特性曲线是否随时间 t 的变化而变化,还可以分为时变电阻与非时变电阻。

电阻的单位:欧姆(Ω),千欧(k Ω),毫欧(m Ω),兆欧(meg Ω)。

2) 电容元件

电容元件与电阻性元件有着本质的不同,它的电压与电阻之间的关系是微积分关系。电容元件有隔直、滤波、储能、信号转换及功率补偿等功能。电容元件根据其性能曲线的形状,可以分为线性时不变、线性时变、非线性时不变及非线性时变电容。

线性时不变电容:

定义:若一个电容器的特性曲线为 $q-u$ 或 $u-q$ 平面的过原点的直线,即库伏特性为直线时,则该元件为线性时不变电容。

$$\text{数学式: } q(u) = Cu(t) \text{ 或 } u(t) = q(t)/C$$

伏安特性: $i = C \frac{du}{dt}$,动态元件 (u, i 方向关联时)

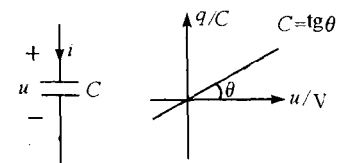


图 1.6 线性电容元件及其库伏特性

或 $u(t) = u(0_-) + \frac{1}{C} \int_{0_-}^t i dt$ (以 0_- 时刻为计时起点)

$$\text{贮能: } W(t) = \frac{1}{2} C u^2(t)$$

特点:① 由于 $u(t)$ 不仅取决于 $t > 0$ 后流过电容 C 的电流,而且与 $t = 0_-$ 时刻的初始贮能有关系,故电容为有记忆元件。

② 电容是储能元件,它不会释放出多于它吸收或储存的能量,故为无源元件。

③ 电容电流与端电压的变化率成正比,故电容对于直流相当于开路。

④ 当电容电流 i_c 为有限值时,电容两端电压不能发生跃变。

单位:法拉(F),微法(μF),皮法(PF)。

$$1\mu F = 10^{-6} F, \quad 1PF = 10^{-12} F$$

非线性时不变电容的 $q - u$ 特性不是直线,可用 $q(t) = f[u(t)]$ 表示,其伏安关系为

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{\partial f}{\partial u} \cdot \frac{du(t)}{dt}$$

3) 电感元件

电感元件的性能方程可以用 $\psi - i$ 或 $i - \psi$ 平面上的曲线来描述,但 u, i 之间的关系是微积分关系。电感器的功能有滤波、信号转换、功率补偿(超高压输电线路)等。

电感元件按其特性曲线的性状可分为线性时不变、线性时变、非线性时不变、非线性时变 4 种类型。

线性时不变电感:

定义:特性曲线(韦安特性)为 $\psi - i$ 或 $i - \psi$ 平面上的过原点的直线的电感元件是线性时不变电感元件。

数学式: $\psi = Li(t)$

伏安关系: $u = L \frac{di}{dt}$, 动态元件

$$i(t) = i(0_-) + \frac{1}{L} \int_{0_-}^t u dt \quad (u, i \text{ 方向关联时})$$

$$\text{贮能: } W(t) = \frac{1}{2} L i^2(t)$$

特点:① t 时刻的电流 $i(t)$ 不仅与 $t > 0$ 后的电感两端的电压 u 有关系,而且与 $t = 0_-$ 时的初始电流 $i(0_-)$ 有关,故 L 为记忆元件。

② 电感不耗能,它是无源元件,也是储能元件。

③ 电感两端的电压与电流的变化率成正比,故电感对直流相当于短路。

④ 当电感两端的电压 $u(t)$ 为有限值时,流过电感的电流 $i(t)$ 不会发生跃变。

单位:亨利(H),毫亨(mH) 等。

非线性时不变电感的 $\psi - i$ 特性不再为直线,可用 $\psi(t) = f[i(t)]$ 表示,其伏安特性

为

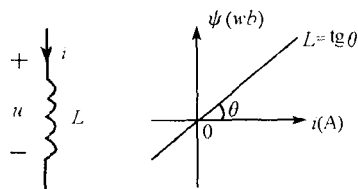
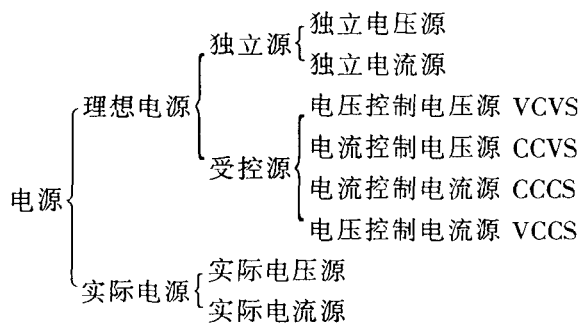


图 1.7 电感元件及其韦安特性

$$u(t) = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\partial f}{\partial i} \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

4. 电源



1) 理想电源

(1) 理想电压源

定义: 端电压与端电流无关, 总保持为某给定的时间函数的二端元件。

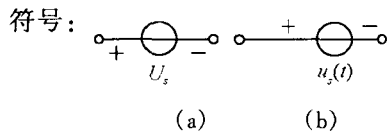


图 1.8 理想电压源(其中(a)符号表示恒定电压源)

特点: 端电压 $u(t)$ 是固定的时间函数, 不会随联接的外电路而改变, 即不会随端电流的变化而变化; 但当外电路改变时, 其端电流会改变。

伏安特性:

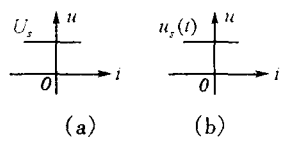


图 1.9 理想电压源的伏安特性

(2) 理想电流源:

定义: 端电流总保持为给定的时间函数, 不随端电压而改变的二端元件。

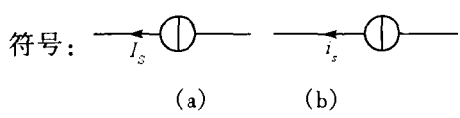


图 1.10 理想电流源(其中(a)为恒定电流源)

特点: 通过理想电流源的电流是给定的时间函数, 不会因为联接的外电路的不同而改变, 即与端电压无关。

伏安特性:

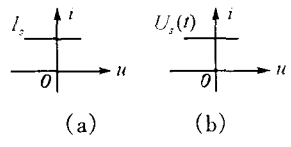


图 1.11 理想电流源的伏安特性