

21 世纪电子电气工程师系列

电工电路

(日) 正田英介 主编
吉冈芳夫 编著

双色

ART 21
电子电气工程师

科学出版社

OHM 社

21 世纪电子电气工程师系列

电工电路

〔日〕正田英介 主编 吉冈芳夫 编著
刘冬梅 译
刘正兴 王 辉 校



科学出版社 OHM 社
2001 北京

21世纪电子电气工程师系列

电工电路

(日) 正田英介 主编
吉冈芳夫 编著

双色

ART21
电子电气工程师

科学出版社

OHM社

图字:01-2000-4327 号

Original Japanese edition

Arute 21 Denki Kairo

by Yoshio Yoshioka

Copyright © 1997 by Yoshio Yoshioka

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 2001

All rights reserved.

本书中文版版权为科学出版社和 OHM 社所共有

アルテ21

電気回路

吉岡芳夫 オーム社 1997

图书在版编目(CIP)数据

电工电路/[日]吉冈芳夫编著;刘冬梅译.-北京:科学出版社,2001

(21世纪电子电气工程师系列/[日]正田英介主编)

ISBN 7-03-009559-6

I. 电… II. ①吉… ②刘… III. 电工电路 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039756 号

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2001 年 8 月第 一 版 开本: A5(890 × 1240)

2001 年 8 月第一次印刷 印张: 6 3/4

印数: 1—5 000 字数: 207 000

定 价: 19.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

主编的话

当今,电子设备已广泛应用于国民经济的各个领域。为了用好这些电子设备,科技人员必须掌握电子技术方面的有关知识。目前,电子技术的应用领域也在迅速扩展,人材需求量很大的状况一直没有改变。因此对电子工程专业的毕业生有必要从应用的角度进行二次培训,也有必要为非电专业的技术工作者学习电气电子技术的基础知识创造更多的机会。

为了适应这一形势的需要,组织编写了“21 世纪电子电气工程师系列”丛书,目的是要编写一套全面系统介绍电子电气专业基础知识的,既适用于企业技术人员培训,也适于非电专业技术人员阅读的新型教科书。丛书编委都是在日本有名的电子电气企业中长期从事职工教育培训的专家,丛书结构及各册内容均由编委会讨论决定。

本套丛书的特点首先表现在教材内容紧密联系实际。通过产品和技术模型说明基础知识与产品、系统的关系,通过具体产品的结构和系统中所发生的现象说明其工作原理或理论。另外,本丛书的所有执笔者均为在相应企业中长期从事实际技术工作或从事职工教育工作的专家,所以,具有丰富的实际经验,书中的举例和例题都是他们多年工作经验的结晶。

此外,在电子技术的专业教学中,由于所涉及内容非常广泛,所以以往在对教学内容细化的同时常常忽略了对基础内容的充分消化。本丛书充分注意到了这一问题,从现象入手说明原理,从而保证了基础知识易学易懂,教材内容紧密联系实际。本丛书还可用于大专院校的专业课教学。

由于受产业全球化和社会环境的影响,21 世纪的工程学科必将会发生巨大的变化。读者通过对本套丛书的学习,可以对新时代的电子技术知识有较系统的了解,并在各种领域的产品和系统的革新中充分发挥自己的聪明才智。

东京理科大学教授,工学博士
正田英介

21 世纪电子电气工程师系列

编辑委员会

主 编 正田英介 (东京大学)

编 委 楠本一幸 (株式会社东芝)
岛田 弥 (三菱电机株式会社)
高木正藏 (东芝综合人材开发株式会社)
常深信彦 (株式会社日立制作所 日立京滨工业专科学院)
丹羽信昭 (东京电力株式会社 东电学园)
春木 弘 (株式会社富士电机能力开发中心)
吉冈芳夫 (株式会社日立制作所)
吉永 淳 (福井工业大学 前三菱电机株式会社)

执 笔 吉冈芳夫 ((株)日立制作所)
矶贝裕久 (关东学院大学)
木内贞男 (东京电力(株)东电学园)
山崎泰广 ((株)日立制作所 日立京滨工业专科学院)
山内 力 (东芝综合人材开发(株)东芝学园)
田冈久雄 (三菱电机(株))

前 言

无论是电力的产生和利用,还是电类产品的设计与测量,都离不开电路的计算。本书在内容组织上以实际中出现的电路为基础,注重实用性,在表述上力求准确详细,深入浅出。本书不仅是一本启发和培养学生思考问题、解决实际问题能力的教科书,也是非电气专业技术人员用于提高自身理论水平与业务能力的参考书。

本书的内容具体安排如下:

第1章从电路的元件及构成入手,阐述了电路的基本定律——欧姆定律与基尔霍夫定律。

第2章运用第1章中所学定律,进行直流电路的计算。通过这两章的学习,读者能够掌握电路的基本计算。

第3章介绍交流电路的瞬时值、有效值、相位等概念。

第4章引入三相电路,介绍电路的各种计算方法,电气领域的工程技术人员可从中学习到业务上不可欠缺的知识。

第5章主要介绍一些方便于计算的定理,学习这些定理不仅可以更好地了解电路的特性,还可使计算化繁为简。

第6章可学习失真波的有关知识。随着电源-半导体的普及,电路中的电压波形出现了失真现象。我们知道失真波中含有各高次谐波,对于使用变换器和断路器的技术人员来说,通过本章的学习,定会对他们的工作有所帮助。

第7章中所介绍的四端子网络在变压器电路中应用极为广泛。即使不明输入端与输出端之间的电路内部结构,也可通过四端子网络求出两者关系。掌握这种方法,就可使电路的计算上一个台阶。

第8章讨论实际出现的一些过渡现象。电路中的过渡现象多种多样,但只要建立基本的电路方程式,就可进行电路的计算。不过,对于较为复杂的电路,其计算非常繁琐,本章介绍的拉普拉斯变换则可使复杂电路中过渡现象的计算问题迎刃而解。

本书各章的执笔者为：第 1、2 章吉冈芳夫，第 3 章矶贝裕久，第 4 章由木内贞男，第 5、6 章山崎泰广，第 7 章山内力，第 8 章田冈久雄。

学习本书时，从第一章开始就对全书进行通读，效果会比较好。不过，为了方便各类读者，本书配备了丰富的例题，因此掌握了电路基础的读者也可以单独学习其他部分。

期待着本书能对学习电路的读者有所裨益。

吉冈芳夫



电工电路

内 容 简 介

“21世纪电子电气工程师系列”是企业技术/管理干部知识更新用新型教科书。丛书特点是重视理论联系实际，用现象说明原理。反映该专业领域最新进展，通过产品与技术模型揭示学科基础知识。丛书各册执笔者均是在国际知名企业中长期从事技术、教育工作的专家。书中举例及例题均源于他们多年的工作实践。

本书主要内容包括电路的元件和联接、直流电路、交流电路、三相交流电路、电路定理、失真交流波，以及四端网络、过渡现象等。

本书可作为企业工程技术人员培训的专用教科书，也可供高等学校相关专业及高、中等职业学校相关专业师生学习参考。

编著者简介

正田英介

1965年 东京大学研究生院数理系博士
毕业

1965年 获工学博士

现 在 东京大学工学部电气工程专业
教授

吉冈芳夫

1959年 大阪大学理学部物理专业毕业

1973年 获工学博士

现 在 株式会社日立制作所国分工厂
技术顾问



北京东方科龙图文制作有限公司 制作

www.okbook.com.cn

(TM-0067.0101)

责任编辑 赵丽艳 樊友民

责任制作 魏 谨

封面制作 李 祥

ART 21

电子电气工程师

21 世纪电子电气工程师系列

电磁学

自动控制

模拟电路

信息处理

电力系统

半导体器件

接地技术与接地系统

电力电子学

数字电路

电机电器

通信技术

电工电路

图像电子学

ISBN 7-03-009559-6



9 787030 095596 >

ISBN 7-03-009559-6/TM · 67

定 价：19.50 元

此为试读, 需要完整

www.3000book.com

目 录

第 1 章 电路的元件和联接

1.1 电路的元件构成及其联接	1
1.1.1 电路的元件	1
1.1.2 电路元件的联接	5
1.1.3 电路的种类、稳定状态及过渡现象	6
1.2 电路的基本定律	7
1.2.1 电路计算的基本定律	7
1.2.2 电路元件中的串联和并联	10
1.2.3 不能简化的联接(桥式联接)	14
练 习 题	14

第 2 章 直流电路

2.1 由直流电源和电阻构成的电路计算	17
2.1.1 简单电路	17
2.1.2 一般电路	18
2.1.3 桥式电路的计算	20
2.2 含有电容的直流电路的计算	25
2.3 含有电感的电路	26
练 习 题	28

第 3 章 交流电路

3.1 交流电的电压和电流	31
---------------------	----

3.2	广泛使用交流电的原因	32
3.3	交流电的发电原理	34
3.4	交流电压、电流和功率	36
3.5	功率因数	38
3.6	稳定状态和过渡状态	40
3.7	相量图	42
3.8	复数运算、阻抗、电抗	43
3.9	交流电路的计算方法	45
3.9.1	R 电路	45
3.9.2	RL 电路	46
3.9.3	RC 电路	52
3.9.4	RLC 电路	54
3.9.5	互感电路	57
练 习 题		59

第 4 章 三相交流电路

4.1	三相交流电	61
4.1.1	三相交流电的概念	61
4.1.2	三相交流电的产生	61
4.1.3	可用三根线输电的原因	62
4.1.4	广泛应用三相交流电的原因	62
4.1.5	三相交流电的电压与电流	62
4.1.6	相序(或相旋转)	65
4.2	三相电路的联接	66
4.2.1	电源和负载的联接	66
4.2.2	Y 形接法时线电压与相电压、线电流与 相电流的关系	68
4.2.3	Δ 形接法时线电压与相电压、线电流与 相电流的关系	70
4.2.4	V 形接法时线电压与相电压、线电流与	

相电流的关系	71
4.2.5 错连时产生的后果	72
4.3 对称三相电路的计算	73
4.3.1 电源与负载联接相同时电流的计算	73
4.3.2 电源与负载联接不同时电流的计算	76
4.4 三相电路的功率	80
4.4.1 三相电路功率的计算	80
4.4.2 三相电路功率的测量	81
4.5 不对称三相电路的计算	83
4.5.1 不对称Y-Y电路的计算	83
4.5.2 不对称 Δ - Δ 电路的计算	85
4.6 三相电动机(旋转磁场的产生)	85
4.7 对称分量法的基础	88
练习 题	92

第5章 电路定理

5.1 电压源和电流源	95
5.1.1 电压源	95
5.1.2 电流源	96
5.1.3 电压源与电流源的等效变换	98
5.2 叠加定理	100
5.2.1 含电压源时的叠加	100
5.2.2 含电流源时的叠加	102
5.3 戴维宁定理	103
5.4 诺顿定理	105
5.5 补偿定理	107
5.6 最大功率传输定理	110
5.6.1 负载的电阻分量和电抗分量可变时	110
5.6.2 负载的电阻分量可变时	111
5.6.3 负载的大小可变但功率因数一定时	111

练习 题	113
------------	-----

第 6 章 失真交流波

6.1 傅里叶级数(或傅里叶展开)	117
6.1.1 直流分量的确定	118
6.1.2 a_n 的确定	119
6.1.3 b_n 的确定	120
6.2 典型的失真波形	120
6.2.1 无直流项的情况	120
6.2.2 对称波	121
6.2.3 奇函数波	122
6.2.4 以横轴交点为对称点的梯形对称波	123
6.2.5 偶函数波	124
6.3 特殊波的例子	125
6.3.1 方波	125
6.3.2 有 0 区间的方波	126
6.3.3 半波整流波	128
6.3.4 全波整流正弦波	129
6.4 失真波的有效值、功率及功率因数和失真率	130
6.4.1 失真波的有效值	130
6.4.2 失真波的功率	131
6.4.3 失真波的功率因数	133
6.4.4 等效正弦波	134
6.4.5 失真率、波形率、波高率、波动率	135
6.4.6 失真交流电路的计算	136
6.5 波形分析	138
练习 题	139

第 7 章 四端子网络

7.1 四端子网络的定义	141
--------------------	-----

7.2 Z 参数	143
7.3 Y 参数	145
7.4 h 参数	148
7.5 F 参数	151
7.6 四端子网络的连接	155
7.6.1 级联与 F 参数	155
7.6.2 串联与 Z 参数	156
7.6.3 并联与 Y 参数	157
练 习 题	161

第 8 章 过渡现象

8.1 各种过渡现象	163
8.2 过渡现象的微分方程式	165
8.2.1 直流电路的电路方程式	165
8.2.2 交流电路的电路方程式	166
8.2.3 微分算子	166
8.3 拉普拉斯变换	168
8.3.1 拉普拉斯变换的定义	168
8.3.2 基本的拉普拉斯变换	168
8.4 拉普拉斯变换的应用	172
8.4.1 简单电路的分析	172
8.4.2 传递函数和方框图	173
8.5 分布参数电路	175
8.5.1 分布参数电路的定义	175
8.5.2 基本的分布参数电路	177
8.6 电磁过渡现象	178
练 习 题	180

练习题解答	183
-------------	-----

第 1 章 电路的元件和联接

本章主要讨论电路的元件、元件的联接及电路的构成等电气电路的基本问题。

1.1 电路的元件构成及其联接

1.1.1 电路的元件

本章将讨论一个完整的电路。首先,电路是由相互联接起来的电气元件构成的。电路中有作为能源的电源,能源从电源处发出,经过电路中各元件最后输送给负载。电分交流和直流两种。在交流的情况下,有时元件可以不用电线联接,把它们直接放入交变的磁场就可产生电流。电流可能是从一条通路流过,但更一般的情况则是从错综复杂的像道路网一样的回路中流过。

在电路中作为能源的电源,从大的范围可分为**直流电源**和**交流电源**两种。前者一般是指电池或者经过整流的直流电源;交流电源常常可以很容易的从办公室、工厂的配电器、家庭的电源盒得到。根本上说,从电力公司发电所的交流发电机上获取的是交流电。交流电又可以细分为**单向交流电**、**三向交流电**和**多向交流电**。一般而言,电灯用的是单向交流电,而动力电路中常常使用三向交流电。

另外,还有一些元件接上电源后会有电流通过,它们或储存能量,或消耗能量。它们包括电阻元件 R 、电感元件 L 、电容元件 C 、二极管以及变压器等。

1 电阻元件

在那些具有固定阻值的金属材料、炭精棒或陶瓷等物体的两端接上导线,就构成了电阻。如图 1.1(a)所示,其在电路中的图形符号如图 1.1(b)