

21 世纪电子电气工程师系列

模拟电路

双色

〔日〕 正田英介 主编
吉永 淳 编

ART21
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

模拟电路

〔日〕 正田英介 主编 吉永 淳 编
黄永宣 董 戈 杨宜康 译



科学出版社 OHM 社

2001 北京

21 世纪电子电气工程师系列

模拟电路

〔日〕 正田英介 主编
吉永 淳 编

双色

ART 21
电子电气工程师

科学出版社 OHM 社

图字:01-2000- 4080 号

Original Japanese edition

Arute 21 Analog Kairo

by Kiyoshi Yoshinaga

Copyright © 1998 by Kiyoshi Yoshinaga

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

アナログ回路

吉永 淳 オーム社 1998

图书在版编目(CIP)数据

模拟电路/[日]吉永淳编;黄永宜等译.-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 7-03-009533-2

I. 模… II. ①吉… ②黄… III. 模拟电路 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038913 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 3/8

印数:1—5 000

字数:189 000

定 价:19.00 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（东京理科大学 前东京大学）

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（富士电机株式会社）
吉冈芳夫（金泽工业大学 前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 小岛正典（三菱电机株式会社）
中野正照（三菱电机株式会社）
加藤靖夫（株式会社日立制作所）
上野元治（株式会社东芝）
堀田正生（株式会社日立制作所）
关 义政（富士电机高技术株式会社）
富山胜己（三菱电机株式会社）
望月 哲（三菱电机株式会社）

前 言

众所周知,近年来电子设备中以微型计算机为中心的电路应用非常广泛。电路处理的是脉冲等离散信号,而模拟电路处理的则是大小随时间连续变化的信号。

自然界大部分物理现象都是连续变化的模拟量。以前,这些物理量都是先被传感器所接收,再经过电子电路放大等加工、处理过程之后才变成我们人类五官能感知的信息。人们与物理现象关系密切,所以不可缺少电子电路。特别地,模拟技术是传感器电路,微电子电路,高频电路,电力驱动电路,模拟、数字接口电路等必不可少的技术,我们期待以此为模拟电路技术得到更大的发展。

在电子仪器和系统的设计制造中,很多情况下,基本性能的微小差别不在于是模拟电路还是数字主流电路,而在于模拟技术中技术力量的差别。即使在这个数字技术的全盛时代,模拟技术仍得到很大重视。在这个意义上,学习模拟电路的基本技术、模拟电路固有的技术技巧将非常重要。

本书以模拟电路中使用的仪器和特性为依据学习电路基础,内容具体安排如下:

- 第1章 学习放大电路的基本原理和特性,各种放大电路及其特征、使用方法,以及实际电路中所使用的放大器。
- 第2章 学习提供电子电路、仪器信号的振荡电路,正弦波及方形波等的振荡结构的工作原理。
- 第3章 为了高效发射接收图像和声音信号,要将信号进行调制和解调,所以在本章中学习调制、解调电路方式以及电路实例。
- 第4章 近年来模拟化逐渐地向数字化转移,AD转换电路(将模拟信号转变为数字信号的电路)因而成为重要技术。也有在数字电路中介绍AD转换电路的。本书第四章将简单介绍其基本电路。
- 第5章 电子仪器稳定工作不可缺少稳定的直流电源。本章将学习电

源电路的基本知识和稳定工作所必需的技术。

第6章 学习电子电路使用中经常遇到的各种电子噪声的发生源、传输路线和抗噪声干扰的基本方法。

第7章 学习构成电子电路的代表性电气部件,如电阻等电路元件、印制电路板、电缆等的特性、使用方法和实例。

本书各章分别由小岛正典和中野正照、加藤靖夫、上野元治、堀田正生、关义政、富山胜己、望月哲执笔,全书由望月哲汇总整理。本书在策划、出版过程中受到以编委会主编、东京理工大学正田英介教授为首的各编委会委员,以及欧姆社(OHMSHA)有关人士的大力支持。在此谨表谢意。

本书若能对学习模拟电路的朋友们有所帮助,将不胜荣幸。

吉永 淳



模拟电路

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。

本书主要包括放大电路、振荡电路、调制—解调电路、转换电路、电源电路、噪声和干扰以及电子部件等。

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

吉永 淳

1963年 京都大学工学部电气工程专业
毕业
1963年~1997年
三菱电机株式会社
1982年 获工学博士
现在 福井工业大学教授

译者简介

黄永宣

1963年 西安交通大学自动控制专业毕业
1992年~1993年
日本庆应大学理工学部访问学者
现在 西安交通大学系统工程研究所
教授、博士生导师

董 戈

1997年 西安交通大学科技日语专业毕业
1997年~2001年
西安交通大学日语系任教
现在 日本大阪大学研修生

杨宜康

1996年 西安交通大学工业电气自动化
专业毕业
1999年 西安交通大学电气工程专业硕
士毕业
现在 西安交通大学系统工程研究所
博士生

(TM-0066.0101)

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 7-03-009533-2



9 787030 095336 >

ISBN 7-03-009533-2/TM · 66

定 价: 19.00 元

目 录

第 1 章 放大电路

1.1	放大电路的概念	1
1.1.1	放大电路的用途	1
1.1.2	分贝的概念	4
1.1.3	晶体管的工作原理	5
1.2	电容耦合放大电路的构造	7
1.2.1	电压放大倍数	8
1.2.2	理解放大电路输入阻抗的影响	8
1.2.3	关于频率特性的考虑	10
1.2.4	关于偏置电压的考虑	11
1.3	直流成分放大电路的构造	13
1.4	频率特性的补偿	15
1.5	关于功率放大的考虑	16
1.5.1	功率放大的种类和特点	16
1.5.2	A类放大的使用方法	17
1.5.3	B类、C类放大的使用方法	18
1.6	熟练使用运算放大器	19
1.6.1	运算放大器的特征	20
1.6.2	考察标准	22
1.6.3	放大的考虑方法	24
1.6.4	头戴耳机用运算放大器的设计	28
练 习 题		30

第 2 章 振荡电路

2.1	振荡电路	33
2.2	理解正弦波振荡电路的工作	33
2.2.1	振 荡	34
2.2.2	四个端子参数表示的振荡条件	35
2.2.3	放大电路	36
2.2.4	反馈电路	36
2.3	RC 振荡电路	38
2.3.1	RC 移相振荡电路	39
2.3.2	维恩电桥振荡电路	39
2.4	LC 振荡电路	41
2.4.1	简谐振荡电路	41
2.4.2	科尔皮兹振荡电路	42
2.4.3	哈脱莱振荡电路	43
2.4.4	晶体振荡电路	43
2.5	方波振荡电路	44
2.6	理解电压控制振荡电路和 PLL 电路的 工作	45
	练 习 题	48

第 3 章 调制-解调电路

3.1	将信号载入电波(传输媒体)	50
3.1.1	分解手提电话终端	50
3.1.2	通信与运输的对应	51
3.2	调制解调的定义及其表示 ——万能的 sin 函数	52
3.3	多路复用 ——一个传输媒体同时传输多个信号	55
3.4	振幅调制电路	56

3.4.1	时间轴上的“积”是在频率轴上的“移动”	56
3.4.2	构建信号的积——若是非线性则可得到信号的积	58
3.4.3	具体的电路结构	59
3.5	振幅解调电路	61
3.6	频率调制电路(相位调制电路)	62
3.6.1	调制信号可用两个参数表示	62
3.6.2	具体电路的构成	64
3.7	频率解调电路	65
3.8	正交振幅调制电路	66
3.8.1	“通用(万能)调制电路”的结构	66
3.8.2	用同相成分、正交振幅成分表示数字调制信号	67
3.8.3	更有效地调制数字信号	69
3.8.4	具体电路的构成	70
3.9	正交振幅解调电路和载波再生电路	71
3.9.1	解调电路是调制电路的镜像对称	71
3.9.2	解调与载波再生的竞争	71
	练习题	74

第4章 转换电路

4.1	AD 转换电路和 DA 转换电路	77
4.1.1	AD 转换电路	77
4.1.2	DA 转换电路	78
4.2	AD 转换电路和 DA 转换电路的基础	78
4.2.1	理解定义和内容	78
4.2.2	学习采样保持电路	83
4.2.3	输入输出数字编码	84
4.3	DA 转换电路的构成	86
4.3.1	使用负载电阻的 DA 转换电路	86
4.3.2	使用梯形电阻电路网构成的 DA 转换电路	88

4.3.3	分段型 DA 转换电路	90
4.4	AD 转换电路方式	93
4.4.1	计数型 AD 转换电路	93
4.4.2	过采样 AD 转换电路	96
4.4.3	逐次比较型 AD 转换电路	98
4.4.4	并联比较型 AD 转换电路	100
4.4.5	串并联 AD 转换电路	103
4.4.6	流水线型 AD 转换电路	104
4.4.7	AD 转换电路的特性评价方法	105
	练习题	107

第 5 章 电源电路

5.1	整流和滤波电路是怎样工作的	109
5.1.1	整流电路	109
5.1.2	平滑滤波电路	112
5.2	怎样使用电压调整电路	115
5.2.1	降压型稳压电路	115
5.2.2	过电流保护电路	116
5.2.3	3 端子调节器	117
5.3	理解开关稳压器	117
5.3.1	非隔离型 DC-DC 变换器	118
5.3.2	隔离型 DC-DC 变换器	124
5.3.3	开关元件的电功率损失	125
5.4	如何进行安全设计	126
5.4.1	安全规范	126
5.4.2	PL 预防对策	127
	练习题	127

第 6 章 噪声与干扰

6.1	噪声的种类和发生源	129
-----	-----------	-----

6.1.1	噪声和干扰	129
6.1.2	噪声和干扰的发生源	130
6.1.3	噪声的发生源和故障的事例	134
6.2	噪声传输路径的分类和基本形式	135
6.3	法规基准概要	138
6.4	噪声和干扰的对策方法	140
6.5	对策方法的例子	145
6.5.1	电子仪器输入输出噪声的抑制	145
6.5.2	电子仪器的机内感应噪声	146
6.6	故障检修——原因探测和对策方法	148
6.6.1	噪声对策程序	148
6.6.2	传输路径的探测方法	148
	练习题	149

第7章 电子部件

7.1	电阻器	151
7.1.1	电阻器的种类	151
7.1.2	掌握选择方法和使用方法	153
7.2	电容器	157
7.2.1	电容器的种类	157
7.2.2	掌握选择方法和使用方法	159
7.3	电感器	163
7.3.1	电感器的种类	163
7.3.2	掌握选择方法和使用方法	165
7.4	印制电路板	168
7.4.1	掌握印制电路板的种类和特征	168
7.4.2	电气性能从电路的原理图设计开始	169
7.5	电线、电缆	172
7.5.1	整理分类电线电缆	172
7.5.2	减少无用静电耦合、电磁耦合	174

练习 题	175
练习题解答	177
参考文献	187