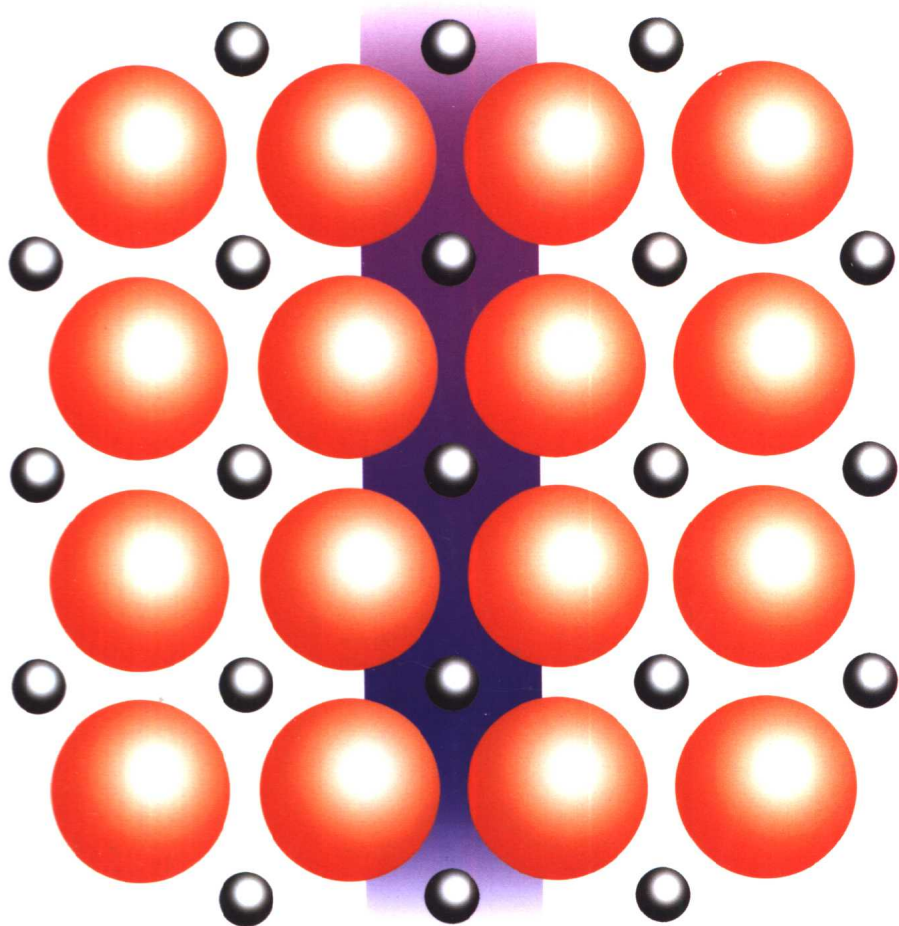


OHM 电子电气入门丛书

图
解

数字电路

〔日〕 内山明治 堀江俊明 著



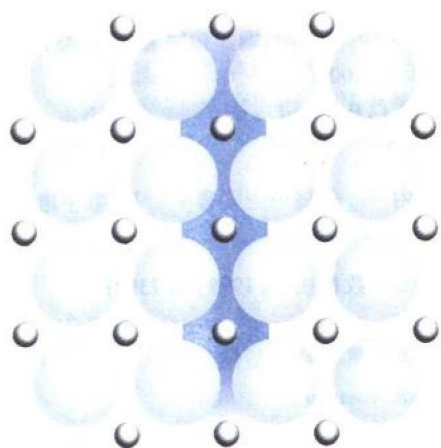
科学出版社

OHM社

OHM 电子电气入门丛书

图解 数字电路

〔日〕内山明治 堀江俊明 著
曹广益 译 钱允琪 校



科学出版社 OHM 社

2002 北京

内 容 简 介

本套丛书系引进欧姆社版权翻译出版的中文版图书。基本涵盖了有关电子电气方面的全部知识。内容简洁、重点突出、同时配以大量插图帮助讲解、具有较高的参考阅读价值。

本书共分8章。主要章节为：走进数字化、数字信号的产生、控制信号通过的电路（门电路）、计“数”的电路（计数器电路）、数字与电路的结合、信号的输入或输出电路（显示电路）、探索计算机的内部及应用电路和制作。

本书实用性强，可作为大、中专学生的参考书或教材，也适用于函授或自学。对于从事数字电路方面的技术人员及大、中专学校的教师有较高的参考价值。

作者简历

内山明治

1965年 日本大学理工学部电气工学科
毕业

现在 东京都教育文化财团

堀江俊明

1967年 中央大学理工学部电气工学科
毕业

现在 东京都立府中工业高等学校情
报技术科教师

译、校者简历

曹广益

1964年 上海交通大学自动控制系毕业

现在 上海交通大学自动控制系教授

钱允琪

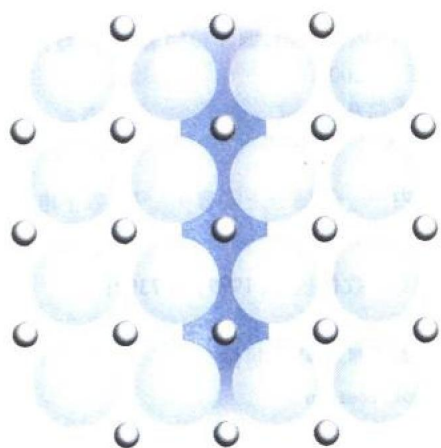
1966年 上海交通大学自动控制系毕业

现在 上海交通大学微机研究所自动
控制室副研究员

OHM 电子电气入门丛书

图解 数字电路

〔日〕内山明治 堀江俊明 著
曹广益 译 钱允琪 校



科学出版社 OHM 社

2002 北京

图字:01-1999-2922 号

Original Japanese edition

Etoki Dijitaru Kairo

by Akiharu Uchiyama and Toshiaki Horie

Copyright © 1983 by Akiharu Uchiyama and Toshiaki Horie

Published by Ohmsha, Ltd.

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

Copyright © 1999

All rights reserved

本书中文版版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき デジタル回路

内山明治 堀江俊明 オーム社 1997 第1版第14刷

图书在版编目(CIP)数据

图解数字电路/(日)内山明治,堀江俊明著;曹广益译.

—北京:科学出版社,2000

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-008196-X

I. 图… II. ①内… ②堀… ③曹… III. 数字电路-图解
IV. TN79-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73921 号

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

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

2000 年 1 月第一版 开本:850×1168 1/32

2002 年 3 月第三次印刷 印张:5.5/8

印数:8 001—11 000 字数:148 000

定 价:17.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换(新欣)

前 言

电子电路已进入了数字时代。以计算机为代表,从自动控制、测量仪表到音响装置等,数字电路几乎遍及电子设备的各个领域。

那么,为什么数字电路的应用会这么广泛呢?与处理模拟信号的电路相比,它有哪些优点呢?

考虑到明确这一点是使初学者明确学习的目标,进而深刻理解数字电路的捷径。因而,在本书中,首先考虑的是如何通俗易懂地阐明这一点。这就是在第一章中要具体讲解的内容。

其次,在实际使用的数字电路中,大多是使用了集成电路(IC)。因此,即使对一些电路动作的细节不清楚,只要知道了IC的连接图和真值表,仍然可以理解电路工作的大概情况。但是,仅掌握这些,对电路知识的理解不可能深入,也不可能期望提高应用技术。只有理解了由晶体管和二极管所组成的基本电路的动作,才能够掌握IC的各种应用方法,了解电路内部的各种动作细节。所以,本书中明确讲述了使用晶体管和二极管的基本电路的各重要内容。并进一步讲述用IC构成的基本电路,尽量不造成晶体管电路与集成电路之间内容上的不连贯。

第三,由于一些读者是要通过本书学习数字电路的,所以,在书中我们尽量结合身边的各种现象及人类的活动方式,通俗易懂地讲述各项内容。例如讲T型触发器时,用“相当于一对1:2的齿轮”来说明。而对于如多谐振荡器和逐次比较型A/D转换器,因为其动作原理相当复杂,本书就尽量用比较易于理解的图解方法来说明。

本书不仅适用于高中生和中专学生,也适用于机械、化学等非电气、电子专业的技术人员。但是由于著者学识所限,书中难免

有讲述不够全面或遗漏的地方。对于这一点, 希望各位专家和读者给予指正, 以便今后改进。

最后, 在本书出版之际, 对于从内容构思到正式出版, 始终给予著者极大帮助的欧姆社(OHMSHA)的各位, 表示深深感谢。

著 者

目 录

I 走进数字化

1.1 数字信号	12
数字信号/电子电路中的信号/数字信号与模拟信号/脉冲与数字信号/产生数字信号的“规则”举例/微机的位数	
1.2 数字信号在“杂草丛中”不会埋没	18
噪声与杂草相同/信号与噪声/数字信号与噪声的消除/数字音频	
1.3 用开关产生数字信号	22
开关的动作与脉冲/二极管的开关动作/晶体管的开关动作/FET的开关动作	
1.4 开关的条件与动作	26
接点的振动和 ON、OFF 的动作时间/电子开关的动作时间和特性	
1.5 电子开关的动作与载流子	28
水面上漂浮的草/烟熏眼睛	
1.6 数字信号与 RC 电路	30
耐久力有多少(积分电路)/有否暴发力(微分电路)	
本章小结	32

II 数字信号的产生

2.1 振 子	34
振子是振动的发生机/多谐振荡器	
2.2 自激多谐振荡器	36
不会停止的多谐振荡器/放大电路与开关电路工作点的区别/通过 CR 产生延迟的开关电路/自激多谐振荡器的自由振荡和脉冲宽度/	

计算机的时钟脉冲/将方波脉冲输入到微分电路中	
2.3 双稳态多谐振荡器	43
杠杆式多谐振荡器/电路的动作/触发脉冲和加速电容	
2.4 单稳态多谐振荡器	48
“只有一次”的多谐振荡器/电路的动作和使用例子	
2.5 脉冲宽度与占空比	50
脉冲宽度与占空比的计算/脉冲性能的掌握方法/如果通过电路,方波角就变圆	
本章小结	54

III 控制信号通过的电路(门电路)

3.1 门是收取通行费的地方吗?	56
门是控制能否通过的场所/数字电路中的门/高电平电压与低电平电压	
3.2 AND、OR 和 NOT 门	58
3 种基本门电路(基本逻辑电路)/AND 门电路和动作/OR 门电路和动作/NOT 门电路和动作/各类门的输入与输出波形	
3.3 二重门的作用	62
基本门的组合/NAND 门电路的组成和动作/NOR 门电路的组成和动作/电压的高、低(H、L)电平和1、0 的表示	
3.4 由门组成的门电路	66
选择器的功能/多路转换器/信号分离器	
3.5 门集成电路的实例	68
门集成电路(逻辑 IC)/用 NAND 完成各种工作/这就是门集成电路	
3.6 用门集成电路组成的多谐振荡器	72
用门集成电路组成的自激多谐振荡器/用门集成电路组成的触发器/混合使用 TTL 和	

CMOS 的 IC 时

本章小结	76
------------	----

IV 计“数”的电路(计数器电路)

4.1 钟表是一个计数器	78
计数器只有齿轮与刻度/看不到车窗外风景 的旅行/T 型触发器/用 NAND 门组成带有 R 端子的 T 型触发器/电子齿轮均为 1:2	
4.2 单一的计数器能做什么(2 进制计数器 与 2 进制数)	84
2 进制 4 位计数器/电平动作表与时间流程 图/2 进制数与 10 进制数的比较	
4.3 N 进制的计数器	88
在鸟的世界中,大概使用 6 进制吧!/10 进制 计数器/计数器的输出码/任何进制的计数器 均可自由组成(N 进制计数器)	
4.4 计数器 IC 的实用例子	92
2 进制化 10 进制计数器用的 IC/12 进制计数器 IC 的例子	
本章小结	94

V 数学与电路的结合

5.1 只有 0 和 1 的世界	96
简单的规定/0 和 1 世界中的积(逻辑乘)/ $1+1$ 不是 2 的和(逻辑和)/不是 0,则是 0 的 反面(否定)	
5.2 使用公式简化电路	100
由于是 0 或 1,所以有以下情况/或者结合在一 起,或者分开/当公式仅为“非”时,可用 AND 和 OR 替换/不能除、不能减的讨论/公式变为电 路,电路变为公式/利用公式简化电路	
5.3 各种逻辑电路	106
只有全部一致时,输出才为 1(一致逻辑电	

路)/表决时不用计数也可知道结果	
5.4 无论哪种要求都可以组成电路	110
接受要求后, 如何进行呢?/要求之一.....赞	
成限于只有一个人时/要求之二.....专横的	
经理的要求/小结	
5.5 进行加法运算的电路(加法器)	115
一半的加法器(半加器)/2个半加器则为1个	
加法器(全加器)/多位数的加法/减法运算用	
加法运算来进行	
5.6 运算电路的实验	120
做 $1+1=1$ (逻辑运算)/做 $1+1=10$ (数值运算)	
本章小结	122

VI 信号的输入或输出电路(显示电路)

6.1 “位”与“字节”是信息单位	124
信息的最小单位是“位”/“1字节”是8位	
6.2 编码器是翻译吗?	126
数值与文字的符号化/从10进制→2进制编	
码器的电路例子	
6.3 显示器	130
联系人和数字机器的部件/放电显示管(数字	
管)/7段荧光管(LED)/液晶显示器(LCD)/荧	
光显示管	
6.4 译码器(解读器)	134
2进制→10进制译码器/译码器用的IC/7段	
译码驱动器IC	
6.5 A/D、D/A转换器	138
A/D转换时信号的处理方法/转换器/D/A	
转换器/电压-时间转换的A/D转换器/逐	
次比较型A/D转换器	
本章小结	144

VII 探索计算机的内部

7.1 寄存器电路	146
并行寄存器/移位寄存器	
7.2 存储器电路	152
永远记忆的存储器/可存储又可消除的自由 存储器	
7.3 CPU 的功能	156
7.4 存储器的实验	158
本章小结	160

VIII 应用电路和制作

8.1 石英式数字钟表的制作	162
概论/电路的各个部分	
8.2 将钟表用的 IC 用于数字式钟表的制作	169
概论/显示电路/制作上的注意点/调整	
8.3 计算机的工作原理	173
硬件与软件/程序/信息在总线上来回运行/ 命令的种类/计算机的内部动作	
本章小结	180

I

走进数字化

——数字电路的预备知识

当今文明社会的运作，是由大量的信息传送、交换、处理、存储支撑着的，因而，迫切要求信息质量的提高。

在这些信息传送及处理中，可以分为

①如电话、广播及声音那样处理连续的电流信号的线性电路。

②像电子计算机那样处理断续的电流信号的数字电路(包含脉冲电路)。

然而，现在即使在如同声音信号那样用线性电路来处理的领域中，只要有可能，都在进行向数字化方向转化的技术开发。

那么，现在为什么要推进数字化技术的发展呢？

1.1 数字信号

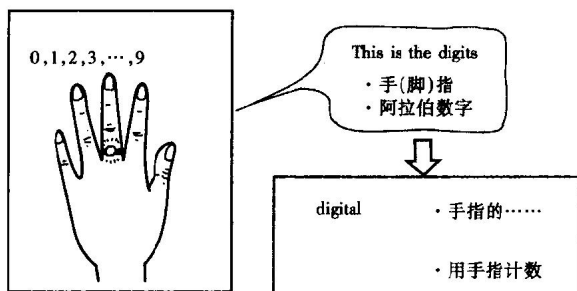
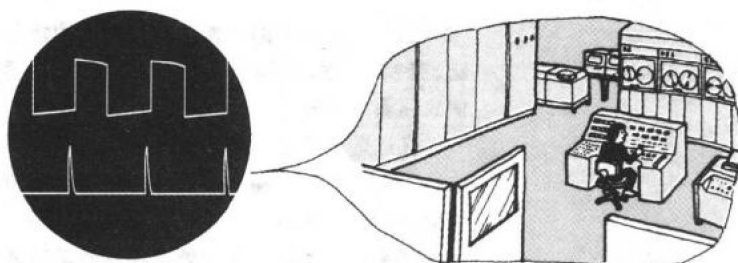


图 1.1 数字的意义



脉冲 - 数字电路

图 1.2 数字信号

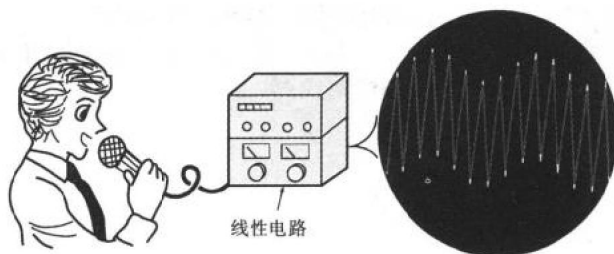


图 1.3 模拟信号

1.1.1 数字信号

古今中外的文章、诗歌中都有描述人的一双万能的手的字句,从文学的世界到最新的数字式电子计算机,优美、柔软的手指,引起了多少人的注意。

digit 是指“手指(finger)、阿拉伯数字(0,1,2,⋯,9)”,在很久很久以前,人们扳着手指来计数。由此 digital computer 中的 **digital** 有“计数型的…”意义。

这一章中,希望读者能够理解计数型的电子计算机、计数型的电子测量仪器等数字电子机器为什么会被广泛使用的原因。

1.1.2 电子电路中的信号

在电动机、电热器中,只有用来输送能量的电流流动。而如图 1.4 所示,在音频放大器中,除了从电源处流入电流以外,还混有来自话筒处的声音电流。这个声音电流是由信息(讲话的内容或音乐等)经话筒转换而得到的,即为**信号**。

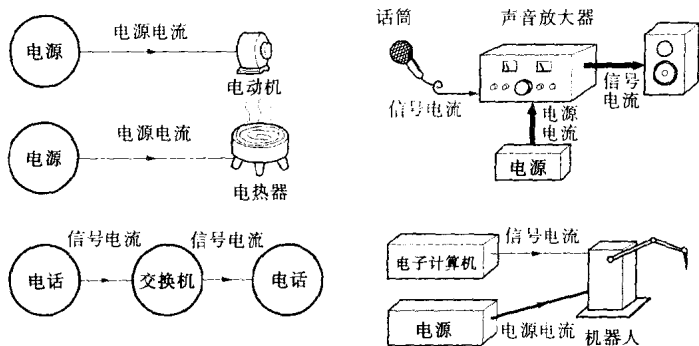


图 1.4 电源电流(电力)和信号电流(信息)

这样,在电子电路中,其特征为**电源电流**(提供能源)与**信号电流**(传送信息)混合流动。这与人体的心脏和血管网传送能量、脑与神经系统传送出信息(信号)以使人体能进行各种活动相似。

学习在“信息”变换成电信号时,用将“信息”转换为“数字信号”处理的电子电路,这就是本书的目的。