

SCHAUM'S
ouTlines

全美经典 学习指导系列

数字原理

〔美〕R. L. 托克海姆 著

陈文楷 徐萍萍 译

涵盖全部课程基础

716道精选习题及其详解

迅速提高解题能力

大大节省学习时间

自学的最佳参考书



科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

全美经典学习指导系列

数 字 原 理

〔美〕R.L.托克海姆 著

陈文楷 徐萍萍 译

科 学 出 版 社

麦格劳-希尔教育出版集团

2 0 0 2

内 容 简 介

本书为“全美经典学习指导系列”之一。

本书为大学工科电子技术类基础课教学参考书。本书主要内容有数制与编码、逻辑门、逻辑电路的化简、TTL 和 CMOS 集成电路、数码转换、二进制运算及其运算电路、触发器和多谐振荡器、计数器、移位寄存器、存储器以及其他器件和技术。本书结构合理,便于读者逐步掌握数制理论及设备器件等知识,并介绍解决实际相关问题的方法。书中穿插有一定量的习题,使读者迅速掌握并巩固数字电子技术的基础知识。每章结尾的补充练习便于读者扩大知识面。每道题后都附有答案,因此本书比较适合于自学。

本书可以作为电子信息、电气工程及其自动化等及其相关专业的教科书,也可供一般工程技术人员参考。

Roger L. Tokheim: Schaum's Outlines Digital Principles, Third Edition

ISBN:0-07-065050-0

Copyright © 1994 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill Companies, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由科学出版社和美国麦格劳-希尔教育出版集团合作出版,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图字:01-2001-1773 号

图书在版编目(CIP)数据

数字原理/[美]托克海姆(Tokheim, R. L.)著;陈文楷,徐萍萍译.—北京:科学出版社,2002

(全美经典学习指导系列)

ISBN 7-03-009900-1

I. 数… II. ①托…②陈…③徐… III. 数字电路-高等学校-教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 083585 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 2 月第 一 版 开本:A4 (890×1240)

2002 年 2 月第一次印刷 印张:16 1/4

印数:1—5 000 字数:570 000

定价: 24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

数字电子技术是一门快速发展的技术学科。大多数民用新产品、工业设备及控制、办公、医疗、军事以及通信设备等均采用数字电路,其广泛应用的主要原因是廉价集成电路的发展,以及显示、存储和计算机技术的应用。

本书主要为读者在学习数字电路遇到问题时提供必要的知识。因此,本书适用于学生、技术人员、工程师及业余爱好者。本书的宗旨是向读者展示如何应用数字电子技术理论解决实际问题,当然,也强调基本原理的学习。本书中有 1000 多道习题和补充习题。

本书第三版仍保留了前两个版本中许多十分成功的内容。为了反映目前更多地使用 COMS, NMOS 和 PMOS 集成电路这一技术的发展趋势,书中对一些传统内容作了相应的改动。由于在数字电子之后讲授微处理器课程,本书还包括微处理器和微型计算机的相关内容。另外,书中新增加一章论述 TTL 和 CMOS 器件的特性及其接口,并对显示技术方面的内容进行扩展,如液晶显示(LCD)和真空荧光显示(VF)。本书有关章节中还补充了可编程逻辑阵列(PLA)、数值比较器、多路输出选择器和施密特触发器等内容。

为了与高级中学、职业技术学校、理工类大学和大学低年级的课程相一致,本书所涉及的内容都经过精心筛选,参考了多本最广泛使用的数字电子学教材。书中的内容和习题都与标准教材相对应。

书中首先介绍数制和数字编码,接下来介绍逻辑门和组合逻辑电路的内容;然后对 TTL 和 CMOS 集成电路的特点及各种接口电路进行了详细说明;随后是编码器、译码器、显示驱动器以及 LED、LCD 和 VF 七段显示的内容;并讨论各种运算电路。后面的内容还包括触发器、多谐振荡器、时序逻辑、计数器和移位寄存器,以及半导体和大容量存储器等。最后对多路转换器、多路输出选择器、锁存器和缓冲器、数字信号转换器、数值比较器、施密特触发器以及可编程逻辑阵列进行了介绍。本书强调工业标准数字集成电路(TTL 和 CMOS)的使用,因此,读者会对数字电子学的实际硬件方面比较熟悉。书中的大多数电路都可用标准数字集成电路进行布线。

在此我要感谢我的儿子 Marshall,为使本书尽可能准确,他为打印、校对书稿及测试电路花费了大量时间。最后,我对家中成员 Daniel 和 Carrie 的耐心帮助表示感谢。

R. L. 托克海姆

(O-1514.0101)

责任编辑: 陈玉琢

全球销量的
超越 的

SCHAUM'S
ouTlines

“全美经典学习指导系列” 是您的最佳 学习伴侣!



40年来最畅销的教辅系列

全美著名高校资深教授倾力之作

国内重点高校任课教师全力推荐并担当翻译

省时高效的学习辅导, 全面详细的习题解答

迄今为止国内最全面的教辅系列

覆盖大学理工科专业

全美经典学习指导系列

概率和统计

统计学

离散数学

Mathematica使用指南

数理金融引论

机械振动

微分方程

统计学原理(上)

统计学原理(下)

微积分

静力学与材料力学

有限元分析

传热学

近代物理学

2000工程力学习题精解

工程力学

3000物理习题精解

流体动力学

物理学基础

材料力学

2000离散数学习题精解

工程热力学

数值分析

量子力学

有机化学习题精解

3000化学习题精解

大学化学习题精解

电路

电气工程基础

工程电磁场基础

数字信号处理

数字系统导论

数字原理

电机与机电学

基本电路分析

信号与系统

微生物学

生物化学

生物学

分子和细胞生物学

人体解剖与生理学

<http://www.sciencep.com>

<http://www.mheducation.com>

ISBN 7-03-009619-3



9 787030 096197 >

Mc
Graw
Hill

ISBN 7-03-009619-3/O · 1514

定价: 36.00 元

目 录

前言

第一章 数字电子学中数的表示 (1)

1.1 概述..... (1)

1.2 二进制数..... (1)

1.3 十六进制数..... (4)

1.4 二进制补码..... (7)

第二章 二进制码 (11)

2.1 概述..... (11)

2.2 加权二进制码..... (11)

2.3 不加权的二进制码..... (14)

2.4 字母数字码..... (17)

第三章 基本逻辑门 (20)

3.1 概述..... (20)

3.2 与门..... (20)

3.3 或门..... (22)

3.4 非门..... (24)

3.5 组合逻辑门..... (25)

3.6 实用逻辑门的应用..... (28)

第四章 其他逻辑门 (34)

4.1 概述..... (34)

4.2 与非门..... (34)

4.3 或非门..... (35)

4.4 异或门..... (36)

4.5 同或门..... (37)

4.6 使用反相器转换门..... (38)

4.7 NAND 通用门 (40)

4.8 实用逻辑门的应用..... (42)

第五章 用卡诺图化简逻辑电路 (48)

5.1 概述..... (48)

5.2 积之和的布尔表达式..... (48)

5.3 和之积的布尔表达式..... (50)

5.4 狄·摩根定律的应用 (52)

5.5 使用与非逻辑..... (54)

5.6 使用或非逻辑..... (55)

5.7 卡诺图..... (57)

5.8 4 变量卡诺图 (60)

5.9 应用卡诺图的最大项表达式..... (62)

5.10 卡诺图中的无关最小项 (64)

5.11 5 变量卡诺图 (65)

第六章 TTL 和 CMOS 集成电路:特性与接口 (74)

6.1	概述	(74)
6.2	数字集成电路术语	(75)
6.3	TTL 集成电路	(78)
6.4	CMOS 集成电路	(81)
6.5	TTL 和 CMOS 集成电路的接口	(84)
6.6	采用开关的 TTL 和 CMOS 接口	(89)
6.7	采用简单输出器件的 TTL/CMOS 电路接口	(92)
6.8	D/A 和 A/D 转换	(93)
第七章	数码转换	(100)
7.1	概述	(100)
7.2	编码	(100)
7.3	译码:将 BCD 码变为十进制码	(102)
7.4	译码:将 BCD 码转换为七段显示码	(104)
7.5	液晶显示器	(109)
7.6	LCD 驱动电路	(110)
7.7	真空荧光显示器	(113)
7.8	由 CMOS 驱动的 VF 显示器	(115)
第八章	二进制运算及运算电路	(122)
8.1	概述	(122)
8.2	二进制加法	(122)
8.3	二进制减法	(125)
8.4	并行加法器和减法器	(129)
8.5	全加器的使用	(131)
8.6	使用加法器做减法运算	(134)
8.7	二进制补码的加、减法运算	(138)
第九章	触发器和其他多谐振荡器	(146)
9.1	概述	(146)
9.2	RS 触发器	(146)
9.3	时钟控制 RS 触发器	(147)
9.4	D 触发器	(150)
9.5	JK 触发器	(152)
9.6	触发器的触发	(155)
9.7	无稳态多谐振荡器——时钟	(157)
9.8	单稳态多谐振荡器	(160)
第十章	计数器	(165)
10.1	概述	(165)
10.2	波纹计数器	(165)
10.3	并行计数器	(168)
10.4	其他计数器	(169)
10.5	TTL 集成电路计数器	(173)
10.6	CMOS 集成电路计数器	(177)
10.7	分频:数字时钟	(182)
第十一章	移位寄存器	(189)
11.1	概述	(189)
11.2	串行输入移位寄存器	(189)

11.3	并行输入移位寄存器·····	(192)
11.4	TTL 移位寄存器 ·····	(195)
11.5	CMOS 移位寄存器 ·····	(197)
第十二章	存储器·····	(204)
12.1	概述·····	(204)
12.2	随机读写存储器(RAM) ·····	(205)
12.3	只读存储器(ROM) ·····	(209)
12.4	可编程只读存储器·····	(215)
第十三章	其他器件和技术·····	(223)
13.1	概述·····	(223)
13.2	数据选择器/多路转换器 ·····	(223)
13.3	多路转换显示电路·····	(226)
13.4	多路分配器·····	(228)
13.5	锁存器与三态缓冲器·····	(231)
13.6	数字数据的传送·····	(234)
13.7	可编程逻辑阵列·····	(236)
13.8	数值比较器·····	(243)
13.9	施密特触发器·····	(247)

第一章 数字电子学中数的表示

1.1 概述

人们对十进制都比较熟悉。十进制使用的符号为 0,1,2,3,4,5,6,7,8 和 9,并具有位值的特点。以一个十进制数 238 为例,其中数字 8 在个位,3 在十位,因此 3 个 10 就为 30,而 2 在百位,代表了两个 100 即 200。将 200,30,8 加在一起就是十进制数 238。十进制又称为基数为 10 的数制,这是因为十进制包括 10 个不同的符号。在数字电子学和计算机中广泛应用的是二进制数(基数为 2),而十六进制(基数为 16)和八进制(基数为 8)常用于表示二进制数组。二进制和十六进制在现代微型计算机方面的应用十分广泛。

以上所有数制(十进制、二进制、八进制、十六进制)都可用于计数,它们都具有位值的特点。

1.2 二进制数

二进制只有两个符号(0,1),它的基数为 2,因而通常又称为以 2 为基数的数制。每一个二进制数字被称为一位。

二进制数的计数方式如图 1-1 所示。在图中右侧为与十进制值相对应的二进制数。可以看到最低位的权值为 1。换句话说,如果在右边的列中为 1,则该二进制数增加 1。从右边数第 2 位的权值为 2。在这一列中为 1(相当于十进制的第 2 列),则意味着计数增加 2。在图 1-1 中还列出了其他 3 个二进制位的值(4,8 和 16)。从中我们可以看出每增大 1 次权值,就增大 2 次幂。权值为 1 的位实质上为 2^0 ,权值为 2 的位为 2^1 ,权值为 4 的位为 2^2 ,权值为 8 的位为 2^3 ,权值为 16 的位为 2^4 。在数字电子学习中,通常应至少记住从 0000 到 1111(读一,一,一,一)或十进制数 15 的二进制计数序列。

图 1-2(a)中表明了如何将二进制数 10011(读一、零、零、一、一)转换为相应的十进制数。从图中可以看到,二进制数中每一个为 1 的位的下方,写出了与其相对应的十进制值。这些十进制值相加($16+2+1=19$),就得到了等价的十进制数,那么二进制数 10011 就等于十进制数 19。

二进制数 101110 可采用相同的步骤,如图 1-2(b)所示。二进制数中每一个为 1 的位都有其相应的十进制值。该二进制数的最高位为 32,将 8 与 4 和 2 的和相加,再加上 32 等于 46。因此二进制数 101110 就等于十进制数 46。图 1-2(b)中还标示出了二进制的小数点(与十进制的小数点类似),在对整个二进制数进行运算时,常忽略小数点。

那么 111 的值是多少呢?它可能是十进制数 111,或是二进制数 111。在一些书中采用图 1-2(c)所示的表示方法,即标出数的基数。在该例中,基数以下标的形式标在数的后面。如基数 10 作为下标标在数 19 的后面。图 1-2(c)为图 1-2(a)和图 1-2(b)中二进制数制转换的概括。

如何对小数进行数制转换呢?在图 1-3 中说明了将二进制数 1110.101 转换为相应的十

十进制数	二进制数				
	16s	8s	4s	2s	1s
0					0
1					1
2				1	0
3				1	1
4			1	0	0
5			1	0	1
6			1	1	0
7			1	1	1
8		1	0	0	0
9		1	0	0	1
10		1	0	1	0
11		1	0	1	1
12		1	1	0	0
13		1	1	0	1
14		1	1	1	0
15		1	1	1	1
16	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	1
18	1	0	0	1	0
19	1	0	0	1	1
	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	2 的加权				

图 1-1 二进制与十进制计数

进制数的方法。最上面第1行列出的是位权的值,注意小数点右端每位的权值。转换过程与整数相同,将二进制数中每位为1的权值相加就得到了十进制数,在本例中,该十进制数为 $8 + 4 + 2 + 0.5 + 0.0125 = 14.625$ 。

2的加权	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
位权值	16s	8s	4s	2s	1s	
二进制	1	0	0	1	1	← 二进制小数点
十进制	16			2	1	= 19

(a) 二-十进制转换

2的加权	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
位权值	32s	16s	8s	4s	2s	1s	
二进制	1	0	1	1	1	0	← 二进制小数点
十进制	32		8	4	2		= 46

(b) 二-十进制转换

$10011_2 = 19_{10}$ $101110_2 = 46_{10}$

(c) 转换结果及以下标来表示基数

图 1-2

2的加权	2^3	2^2	2^1	2^0	$1/2^1$	$1/2^2$	$1/2^3$
位权值	8s	4s	2s	1s	0.5s	0.25s	0.125s
二进制	1	1	1	0	1	0	1
十进制	8	4	2		0.5		0.125 = 14.625

图 1-3 二-十进制转换

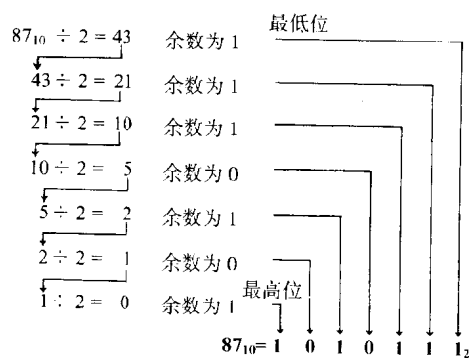


图 1-4 十-二进制转换

一种简便的将二进制数 87 转换为十进制数的方法如图 1-4 所示。87 首先被 2 除,得余数为 1,而商为 43。其中余数就是二进制数的最低位,记在图中右边。商(43)如图所示又变为被除数。所得的商重复除以 2,直到商为 0 余数为 1,如图 1-4 的最后一行所示。图的下方表示出了与十进制数 87 等价的二进制数 1010111。

图 1-5(a)说明了将二进制数 0.37 转换为十进制数的方法。十进制数(0.37)先与 2 相乘,得 0.75。最靠近二进制小数点的位的值就是整数位(权值为 1 的位)的 0。然后将 0.75 与 2 相乘,得数为 1.5。

进到整数位的 1 就是二进制数中小数点后第 2 位的值。接下来 0.5 再乘以 2,得 1.00,二进制数中最后一位上的 1 就是进到整数位的 1。转换过程在乘积为 1.00 时终止。图 1-5(a)表明了十进制数 0.375 转换为二进制数 0.011 的过程。

0.84375 的十-二进制转换见图 1-5(b)。同样先将 0.84375 与 2 重复相乘,然后将每次乘积取整后的数顺序排列,就组成了二进制数,转换在乘积数为 1.00 时终止。在本例中,十进制数 0.84375 被转换为二进制数 0.11011。

将十进制数 5.625 转换为二进制数分为两步。对整数部分(5)做重复的除法运算,如图

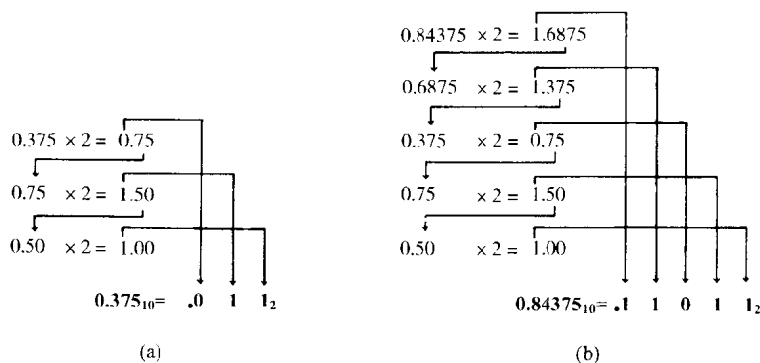


图 1-5 小数的十-二进制转换

1-6上半部分所示。5 的二进制表示为 101。分数部分(0.625)转换为二进制 0.101,如图 1-6 下部所示。分数部分的转换过程为重复乘法运算。将整数与分数部分组合在一起,则十进制数 5.625 的二进制表示为 101.101。

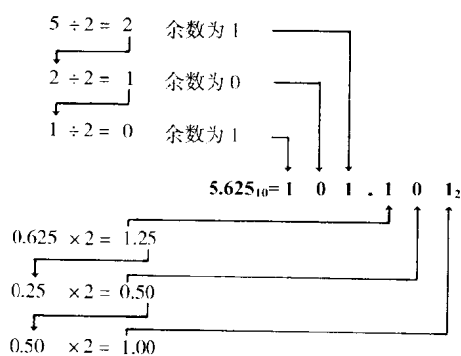


图 1-6 十-二进制转换

习 题 解 答

1.1 二进制是以_____为基数的数制,基数为_____。

解 二进制是以 2 为基数的数制,基数为 2。

1.2 对于二进制数来说,位是指_____。

解 位指的是二进制的一位数字。

1.3 如何按下列方式读数 1001? (a)二进制 (b)十进制。

解 1001 应读为:(a)一,零,零,一(b)一千零一。

1.4 110_{10} 以_____为基数。

解 由数的下标 10 可知, 110_{10} 以 10 为基数。

1.5 表示出数一,一,零,零,一,它的基数是 2。

解 11001_2 。

1.6 将下列二进制数转换为其相应的十进制值:

(a)001100, (b)000011, (c)011100, (d)111100, (e)101010, (f)111111, (g)100001, (h)111000。

解 (a) $001100_2 = 12_{10}$, (b) $000011_2 = 3_{10}$, (c) $011100_2 = 28_{10}$, (d) $111100_2 = 60_{10}$, (e) $101010_2 = 42_{10}$, (f) $111111_2 = 63_{10}$, (g) $100001_2 = 33_{10}$, (h) $111000_2 = 56_{10}$ 。

1.7 $11110001111_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

解 按图 1-2 所示的方法, $11110001111_2 = 1935_{10}$ 。

1.8 $11100.011_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

解 按图 1-3 所示的方法, $11100.011_2 = 28.375_{10}$ 。

1.9 $110011.10011_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

解 按图 1-3 所示的方法, $110011.10011_2 = 51.59375_{10}$ 。

1.10 $1010101010.1_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

解 按图 1-3 所示的方法, $1010101010.1_2 = 682.5_{10}$ 。

1.11 将下列十进制数转换为相应的二进制数:

(a)64, (b)100, (c)111, (d)145, (e)255, (f)500。

解 按图 1-4 所示方法, 以上十进制数的二进制值如下:

(a) $64_{10} = 1000000_2$, (b) $100_{10} = 1100100_2$, (c) $111_{10} = 1101111_2$, (d) $145_{10} = 10010001_2$,

(e) $255_{10} = 11111111_2$, (f) $500_{10} = 111110100_2$ 。

1.12 $34.75_{10} = \underline{\hspace{2cm}}_2$ 。

解 按图 1-6 所示的方法, $34.75_{10} = 100010.11_2$ 。

1.13 $25.25_{10} = \underline{\hspace{2cm}}_2$ 。

解 按图 1-6 所示的方法, $25.25_{10} = 11001.01_2$ 。

1.14 $27.1875_{10} = \underline{\hspace{2cm}}_2$ 。

解 按图 1-6 所示的方法, $27.1875_{10} = 11011.0011_2$ 。

1.3 十六进制数

十六进制数以 16 为基数, 因此它又称为基数为 16 的数制。它使用的符号为 1~9, A, B, C, D, E 和 F, 如图 1-7 列表中的十六进制列。其中字母 A 代表 10, B 代表 11, C 代表 12, D 代表 13, E 代表 14, F 代表 15。十六进制的优点在直接对 4 位二进制数转换时十分有用。从图 1-7 可以看到, 从 0000 到 1111, 每个二进制数都可由 1 位十六进制数表示。

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0000	0	16	10000	10
1	0001	1	17	10001	11
2	0010	2	18	10010	12
3	0011	3	19	10011	13
4	0100	4	20	10100	14
5	0101	5	21	10101	15
6	0110	6	22	10110	16
7	0111	7	23	10111	17
8	1000	8	24	11000	18
9	1001	9	25	11001	19
10	1010	A	26	11010	1A
11	1011	B	27	11011	1B
12	1100	C	28	11100	1C
13	1101	D	29	11101	1D
14	1110	E	30	11110	1E
15	1111	F	31	11111	1F

图 1-7 十进制、二进制、十六进制计数

图 1-7 中十进制数 16 所在的一行中, 其相应的十六进制值为 10, 表明十六进制数也采用权值的方法。10₁₆ 中的 1 代表 16, 0 则代表 0。

图 1-8(a) 显示了将十六进制数 2B6 转换为十进制数的类似过程。2 位于 256 权位上, 则 $2 \times 256 = 512$, 写于十进制行中。十六进制数 B 在 16 的权位上, 由图 1-7 可知 B 对应十进制数 11, 则意味着有 11 个 16 (16×11), 为 176。将 176 与总的十进制数相加, 如图 1-8(a) 中下部所示。权值为 1 的列为 6, 也被加到十进制行中。将所有十进制行中的值相加 ($512 + 176 + 6 = 694$), 可得 694₁₀。图 1-8(a) 表明 $2B6_{16}$ 等于 694₁₀。

16的加权	16^2	16^1	16^0
位权值	256s	16s	1s
十六进制数	2	B	6
	$\frac{256}{\times 2}$	$\frac{16}{\times 11}$	$\frac{1}{\times 6}$
十进制	512	176	6

(a) 十六-十进制转换

16的加权	16^2	16^1	16^0	$1/16^1$
位权值	256s	16s	1s	.0625s
十六进制数	A	3	F	C
	$\frac{256}{\times 10}$	$\frac{16}{\times 3}$	$\frac{1}{\times 15}$	$\frac{.0625}{\times 12}$
十进制	2560	48	15	0.75

(b) 小数的十六-十进制转换

图 1-8

图 1-8(b)详细说明了如何将十六进制数 A3F.C 转换为其相应的十进制数。首先,由权值为 256 的位为 A 可知 256 与 10 相乘,得到的乘积为 2560。另外,该十六进制数中 3 所在位的权值为 16,则 $16 \times 3 = 48$,并将其加到十进制行中。而 F 所在位的权值为 1,则 $1 \times 15 = 15$;十六进制数 C 所在位的权值为 0.0625,则 $12 \times 0.0625 = 0.75$ 。将 15 和 0.75 都加入到十进制行中,并将所有的值相加 ($2560 + 48 + 15 + 0.75 = 2623.75$),即可得十进制数为 2623.75。图 1-8(b)中所示为将 $A3F.C_{16}$ 转换为 2623.75_{10} 的过程。

现在将这一过程反过来,将十进制数 45 转换为十六进制数。在图 1-9(a)中详细说明了重复被 16 除的类似过程。十进制数 45 首先除以 16,得商为 2 而余数为 13。余数 13(十六进制中的 D)即是十六进制数的最低位。商(2)又成为被除数,被 16 除后所得除数为 0,而余数为 2,则 2 即是十六进制数中的第 2 位数。这一转换过程在商的整数部分为 0 时终止。图 1-9(a)表明了将十进制数 45 转换为十六进制数 2D 的过程。

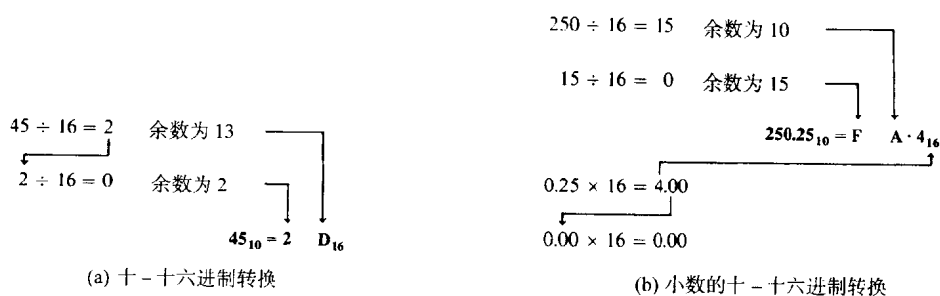


图 1-9

将十进制数 250.25 转换为十六进制数的过程分为两部分,如图 1-9(b)所示。该十进制数的整数部分(250)经重复除以 16 可转换为十六进制数,余数 10(十六进制数 A)与 15(十六进制数 F)组成整个十六进制数 FA。250.25 的小数部分与 16 相乘(0.25×16)的结果为 4.00,则将整数 4 置于图 1-9(b)中所示的位置。整个过程将十进制数 250.25 转换为十六进制数 FA.4。

十六进制的主要优点是易于转换为二进制。图 1-10(a)所示为如何将十六进制数 3B9 转换为二进制数。可以看到一位十六进制数为一组 4 位二进制数。将这些组合在一起就构成了二进制数。在本例中, $3B9_{16}$ 等于 1110111001_2 。

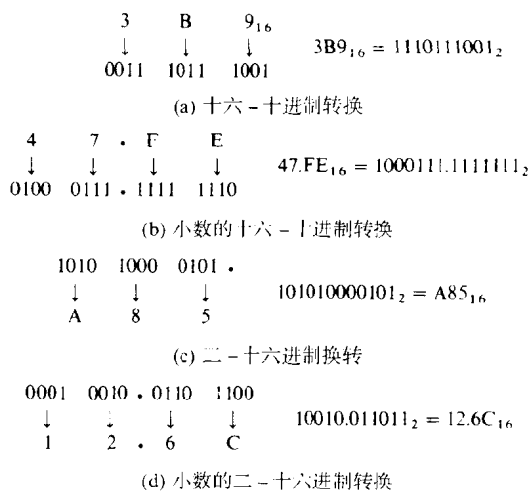


图 1-10

的二-十六进制转换。同样首先从小数点处开始,按 4 位一组对二进制数进行划分。在最左端组中应补充 3 个 0,组成 0001;在最右端组中补充两个 0,组成 1100。此时每组都含有 4 位,可进行图 1-10(d)所示的十六进制转换。那么二进制数 10010.011011 就等于 $12.6C_{16}$ 。

作为一项实用功能,许多新型手持式计算器都能进行数的基数转换。大多数都能对十进制、十六进制、八进制和二进制进行相互转换,还能在不同基数的数制之间进行代数运算。

图 1-10(b)中所示为小数的十六-十进制转换,在此同样每 4 位一组二进制数构成 1 位十六进制数,且十六进制小数点直接移植为二进制数小数点。由图可得,十六进制数 $47.FE_{16}$ 转换为二进制数 1000111.111111_2 。显然,与二进制的一长串 0 和 1 相比,十六进制数的书写紧凑而且容易的多,因而十六进制可作为二进制数的速记形式。

将二进制数 101010000101 转化为十六进制,如图 1-10(c)所示。首先从小数点处开始,将该二进制数分为 4 位一组,然后将每组以一位十六进制数表示。则由图 1-10(c)可知,二进制数 101010000101 等于十六进制数 $A85_{16}$ 。

图 1-10(d)说明了对小数 10010.011011

习 题 解 答

1.15 十六进制有时又被称为基数为_____的数制。

解 十六进制有时又被称为基数为 16 的数制。

1.16 列出在十六进制中使用的 16 个符号。

解 根据图 1-7,十六进制中使用的 16 个数码为:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E 和 F。

1.17 将下列十六进制数转换为与其相应的二进制值:

(a) C, (b) 9F, (c) D52, (d) 67E, (e) ABCD。

解 按照图 1-8(a)所示过程,并根据图 1-7,与各十六进制数对应的十进制数如下:

(a) $C_{16} = 12_{10}$, (b) $9F_{16} = 159_{10}$, (c) $D52_{16} = 3410_{10}$, (d) $67E_{16} = 1662_{10}$,
(e) $ABCD_{16} = 43981_{10}$ 。

1.18 将下列十六进制数转换为十进制数:

(a) F.4, (b) D3.E, (c) 1111.1, (d) 888.8, (e) EBA.C。

解 按照图 1-8(b)所示过程,并根据图 1-7,与各十六进制数对应的十进制数如下:

(a) $F.4_{16} = 15.25_{10}$, (b) $D3.E_{16} = 211.875_{10}$, (c) $1111.1_{16} = 4369.0625_{10}$,
(d) $888.8_{16} = 2184.5_{10}$, (e) $EBA.C_{16} = 3770.75_{10}$ 。

1.19 将下列十进制整数转换为与其相应的十六进制数:

(a) 8, (b) 10, (c) 14, (d) 16, (e) 80, (f) 2560, (g) 3000, (h) 62 500。

解 按照图 1-9(a)所示过程,并根据图 1-7,与各十进制数对应的十六进制数如下:

(a) $8_{10} = 8_{16}$, (b) $10_{10} = A_{16}$, (c) $14_{10} = E_{16}$, (d) $16_{10} = 10_{16}$, (e) $80_{10} = 50_{16}$,
(f) $2560_{10} = A00_{16}$, (g) $3000_{10} = BB8_{16}$, (h) $62\ 500_{10} = F424_{16}$ 。

1.20 将下列十进制数转换为与其相应的十六进制数:

(a) 204.125, (b) 255.875, (c) 631.25, (d) 10 000.00390625。

解 按照图 1-9(b)所示过程,并根据图 1-7,与各十进制数对应的十六进制数如下:

- (a) $204.125_{10} = CC.2_{16}$, (b) $255.875_{10} = FF.E_{16}$, (c) $631.25_{10} = 277.4_{16}$,
 (d) $10000.00390625_{10} = 2710.01_{16}$ 。

1.21 将下列十六进制数转换为与其相应的二进制数:

- (a) B, (b) E, (c) 1C, (d) A64, (e) 1F.C, (f) 239.4。

解 按照图 1-10(a)和图 1-10(b)所示过程,并根据图 1-7,与各十六进制数对应的二进制数如下:

- (a) $B_{16} = 1011_2$, (b) $E_{16} = 1110_2$, (c) $1C_{16} = 11100_2$, (d) $A64_{16} = 101001100100_2$,
 (e) $1F.C_{16} = 11111.11_2$, (f) $239.4_{16} = 1000111001.01_2$ 。

1.22 将下列二进制数转换为与其相应的十六进制数:

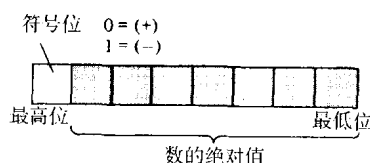
- (a) 1001.1111, (b) 10000001.1101, (c) 110101.011001, (d) 10000.1,
 (e) 10100111.111011, (f) 1000000.0000111。

解 按照图 1-10(c)和图 1-10(d)所示过程,并根据图 1-7,与各二进制数对应的十六进制数如下:

- (a) $1001.1111_2 = 9.F_{16}$, (b) $10000001.1101_2 = 81.D_{16}$, (c) $110101.011001_2 = 35.64_{16}$,
 (d) $10000.1_2 = 10.8_{16}$, (e) $10100111.111011_2 = A7.EC_{16}$, (f) $1000000.0000111_2 = 40.0E_{16}$ 。

1.4 二进制补码

在具有微处理器的设备中广泛采用的方法是以二进制补码表示数。到目前为止,我们所假设的数都是正数,然而微处理器必须既能处理正数,又能处理负数。因此,由二进制补码可同时确定数的符号和大小。



(a) 8位寄存器的最高位是符号位

若某微处理器的寄存器为 8 位,如图 1-11(a)所示。其中最高位为符号位,若此位为 0,则该数为正(+);若符号位为 1,则该数为负(-)。剩下的 7 位表示该数的绝对值大小。

图 1-11(b)的表中显示了由二进制补码表示的正数和负数。例如,用二进制补码表示 +127 为 01111111, -128 为 10000000。可以看出,对于正的十进制数来说,用二进制补码表示与用二进制表示完全相同。

图 1-12 中说明了将带符号的十进制数 -1 转换为二进制补码,需经过以下 5 个步骤:

带符号的十进制数	8 位二进制补码表示法
+127	0 111 1111
+126	0 111 1110
+125	0 111 1101
+124	0 111 1100
⋮	⋮
+5	0 000 0101
+4	0 000 0100
+3	0 000 0011
+2	0 000 0010
+1	0 000 0001
+0	0 000 0000
-1	1 111 1111
-2	1 111 1110
-3	1 111 1101
-4	1 111 1100
-5	1 111 1011
⋮	⋮
-125	1 000 0011
-126	1 000 0010
-127	1 000 0001
-128	1 000 0000
	符号 绝对值

与二进制码完全相同

(b) 正数和负数的二进制补码表示

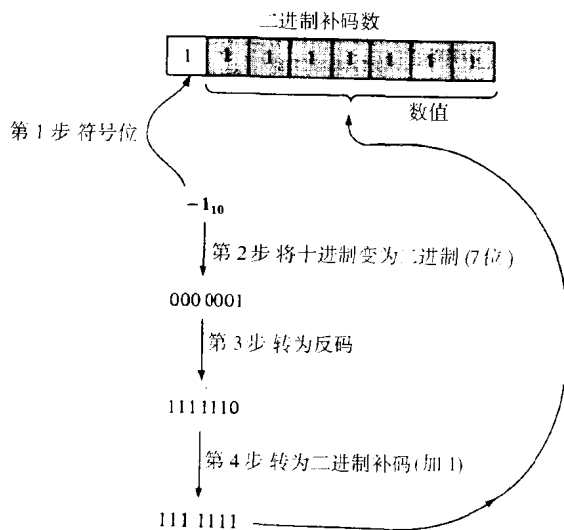


图 1-12 将带符号的十进制数转换为二进制补码

图 1-11

第1步,将-1的符号与大小分开。负号意味着在二进制补码中符号位为1。

第2步,将十进制数1转换为相应的7位二进制数。本例中, $1_{10} = 0000001_{10}$ 。

第3步,将0000001转换为反码形式。方法为将所有的0变为1,1变为0。本例中,0000001的反码为1111110。

第4步,将反码转换为二进制补码。二进制补码等于反码加1。因而反码1111110的二进制补码为1111111。

第5步,7位二进制补码(本例为1111111)即是整个8位二进制补码的数绝对值部分。

可以得到转换结果为:带符号十进制数-1的二进制补码表示为11111111,如图1-12上部寄存器中所示。

将二进制补码11111000转换为带符号的十进制的过程与上述步骤相反。按图1-13转换分为以下4步。

第1步,将二进制补码中的符号位与数值部分分开。由于最高位是1,则十进制数的符号应为负。

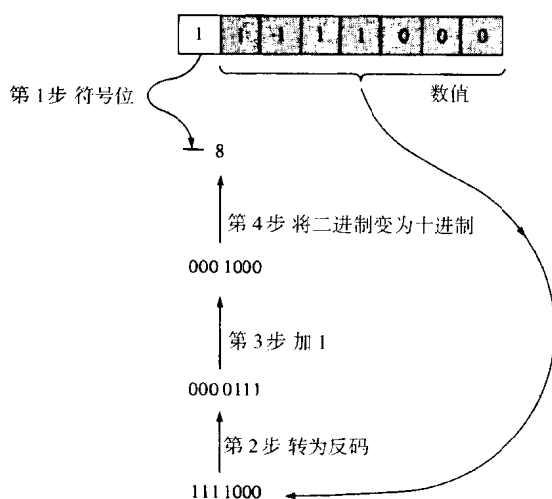


图1-13 将二进制补码转换为带符号的十进制数

码相同。

第2步,从值的大小得出反码的值。7位二进制数1111000的反码为0000111。

第3步,反码加1。0000111与1相加的0001000。此时可知7位二进制数为0001000。

第4步,将二进制数转换为十进制数。本例中0001000为十进制数8,则此数的绝对值为8。

图1-13所示的过程表明了将二进制补码转换为带符号的十进制负数的方法。在本例中二进制补码11111000等于十进制数-8。

二-十进制转换规则(见图1-4)应用于与正的十进制数相等的二进制补码的转换。记住,对于正的十进制数,二进制数与其补码相同。

习 题 解 答

1.23 二进制补码中的_____ (最低,最高)位是符号位。

解 二进制补码中的最高位(MSB)是符号位。

1.24 与二进制补码10000000相对应的带符号的十进制数为_____。

解 按照图1-13所示步骤,二进制补码10000000等于十进制数-128。

1.25 01110000对应于带符号的十进制数_____。

解 最高位为0,表明该数为正数,并根据二-十进制转换的规则进行转换。01110000等于带符号的十进制数+112。

1.26 带符号的十进制数+75的8位二进制补码表示为_____。

解 根据图1-4所示过程,十进制数+75的二进制补码和二进制值为01001011。

1.27 二进制补码11110001的带符号的十进制数表示为_____。

解 根据图1-13所示过程,二进制补码11110001的带符号的十进制数表示为-15。

1.28 带符号的十进制数-35的8位二进制补码表示为_____。

解 根据图 1-12 所示过程,十进制数 -35 的 8 位二进制补码表示为 11011101。

1.29 带符号的十进制数 -100 的 8 位二进制补码表示为_____。

解 根据图 1-12 所示过程,十进制数 -100 的 8 位二进制补码表示为 10011100。

1.30 带符号的十进制数 +20 的 8 位二进制补码表示为_____。

解 根据图 1-4 所示过程,十进制数 +20 的 8 位二进制补码和二进制值的表示为 00010100。

补 充 习 题

1.31 基数为 2 的数制被称为_____。

答案:二进制

1.32 基数为 10 的数制被称为_____。

答案:十进制

1.33 基数为 8 的数制被称为_____。

答案:八进制

1.34 基数为 16 的数制被称为_____。

答案:十六进制

1.35 一个二进制数字有时可简写或简称为_____。

答案:位

1.36 在下列两种情况,数 1101 应如何来读? (a)二进制 (b)十进制。

答案:(a)一、一、零、一 (b)一千一百零一

1.37 数 1010_2 的基数为_(a)_,且应读为_(b)_____。

答案:(a) 2, (b) 一、零、一、零

1.38 将下列二进制数转换为其相应的十进制形式:

(a) 00001110, (b) 11100000, (c) 10000011, (d) 10011010。

答案:(a) $00001110_2 = 14_{10}$, (b) $11100000_2 = 224_{10}$, (c) $10000011_2 = 131_{10}$,

(d) $10011010_2 = 154_{10}$ 。

1.39 $110011.11_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

答案:51.75

1.40 $11110000.0011_2 = \underline{\hspace{2cm}}_{10}$ 。

答案:240.1875

1.41 将下列十进制数转换为其相应的二进制形式:

(a) 32, (b) 200, (c) 170, (d) 258。

答案:(a) $32_{10} = 10000_2$, (b) $200_{10} = 11001000_2$, (c) $170_{10} = 10101010_2$,

(d) $258_{10} = 10000010_2$ 。

1.42 $40.875_{10} = \underline{\hspace{2cm}}_2$ 。

答案:101000.111

1.43 $999.125_{10} = \underline{\hspace{2cm}}_2$ 。

答案:1111100111.001

1.44 将下列十六进制数转换为其相应的十进制形式:

(a) 13AF, (b) 25E6, (c) B4.C9, (d) 78.D3。

答案:(a) $13AF_{16} = 5039_{10}$, (b) $25E6_{16} = 9702_{10}$, (c) $B4.C9_{16} = 180.78515_{10}$,

(d) $78.D3_{16} = 120.82421_{10}$ 。

1.45 将下列十进制数转换为其相应的十六进制形式:

(a) 3016, (b) 64881, (c) 17386.75, (d) 9817.625。

答案:(a) $3016_{10} = BC8_{16}$, (b) $64881_{10} = FD71_{16}$, (c) $17386.75_{10} = 43EA.C_{16}$,

(d) $9817.625_{10} = 2659.A_{16}$ 。

1.46 将下列十六进制数转换为其相应的二进制形式: