普通高等教育“十二五”规划教材

SHUZI DIANZI JISHU XUEXI ZHIDAOSHU

数字电子技术学习指导书

任文霞　主编

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

普通高等教育"十二五"规划教材

SHUZI DIANZI JISHU XUEXI ZHIDAOSHU

数字电子技术学习指导书

主编　任文霞
编写　吕文哲　张　敏　高观望　李　卿

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 简 介

本书为高观望主编的《数字电子技术基础》的配套学习辅导，全书共十章。按照知识点的不同，又把每章分为几个课题，每个课题均按内容提要、典型例题、自测题和习题精选四个方面进行编写，为便于学生自学和复习，书末安排了附录，包括五份考试试题、答案以及部分自测题答案，供全日制本科学生自我检测。

全书是编者在多年数字电子技术基础课程教学实践基础上的总结，内容简明扼要，许多问题的阐述是针对教学过程中学生容易出现的错误而编排的。解题注重阐述方法、应用，部分例题和习题突出解题思路。

本书不仅可供学习数字电子技术基础课程的本、专科学生自学、复习时使用，也可供报考电气、自动化等专业硕士研究生的人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

数字电子技术学习指导书/任文霞主编．—北京：中国电力出版社，2017.2

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-8508-5

Ⅰ.①数… Ⅱ.①任… Ⅲ.①数字电路-电子技术-高等学校-教学参考资料 Ⅳ.①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 261755 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2017 年 2 月第一版 2017 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 323 千字

定价 **25.00** 元

前 言

本书是为了满足高等学校数字电子技术基础课程学习需要而编写的辅导教材，内容符合教育部制定的数字电子技术基础课程教学大纲的要求。

全书共分为十章：数字电子技术概述、逻辑代数基础、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器、可编程逻辑器件、脉冲信号的产生与整形和数模与模数转换器。为了便于同学们自学和复习，本书每章按照知识点分为几个课题，每个课题分为四部分：

（1）内容提要：讲述每个课题的重点内容。

（2）典型例题：详细分析并求解典型例题。

（3）自测题：便于大家自我检测。

（4）习题精选：针对重点内容进行深层次的练习。

每一章精选的题目包括部分院校往年的研究生入学考试初试试题，利于大家复习和提高。附录给出了部分自测题答案和五套样题，供大家参考。

本书力求做到选材适当，论述清晰，并遵循由易到难、从简到繁、循序渐进的原则。本书可适应多层次的需要，可作为高等学校电类专业本科（或专科）学生的数字电子技术基础的自学指导和教师的习题课辅导材料，也可作为研究生入学考试的复习参考书，还可作为其他相关专业技术人员学习参考用书。

本书由任文霞主编并负责统稿，任文霞编写了第五、六章，高观望编写了第七、八章，吕文哲编写了第九、十章，张敏编写了第三、四章，李卿编写了第一、二章。全书由河北科技大学张会莉副教授主审，她提出了许多宝贵的改进意见和建议，在编写本书的过程中，还得到了王彦明、王计花、曲国明，岳永哲、张凤凌和高妙等老师的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

鉴于编者水平有限，书中错误或不当之处，恳请读者批评指正。

编　者

2015 年 6 月于石家庄

目　　录

第一章　数字电子技术概述

重点：常用数制的表示；不同数制之间的转换；编码的含义及表示方法；原码、反码补码的表示；二进制数的位数与所要表示的信息之间的关系等。

难点：不同数制之间的转换；各种编码与十进制数的转换；正、负数原码、反码、补码的表示方法。

要求：熟练掌握以下基本知识点：不同数制之间的转换；各种编码与十进制数之间的转换；正、负数原码、反码、补码的表示方法及机器数与真值之间的转换；二进制数的位数与所要表示的信息的之间关系。

课题一　数制的基本概念

内容提要

一、常用数制

①十进制（Decimal）；②二进制（Binary）；③八进制（Octal）；④十六进制（Hexadecimal）。

描述进位计数制有三要素：数码、基数、位权。

任意一个 N 进制数 D 都可表示为

$$(D)_N = \sum K_i N^i \tag{1-1}$$

式中，N 为计数制中的基数；K_i 为一组 N 进制数第 i 位的数码；N^i 为第 i 位的位权；i 为一组 N 进制数的位数。

数码 K：组成各种数制的数字符号。

基数 N：某种数制中所用到数字符号的个数。在基数为 N 的数制中，包含数码的个数为 0，1，2，3，…，$N-1$ 共 N 个数字符号，进位的规律是“逢 N 进一”，“借一当 N”，称为 N 进制。十进制基数 $N=10$；二进制基数 $N=2$；八进制基数 $N=8$；十六进制基数 $N=16$。

位权 N^i：用来说明一组数码在不同数位上数码数值的大小，是一个以 N 为基数的固定常数。不同数位有不同位权，任何一组数码，每位数码值的大小等于该位的数码乘以该位的位权值。N 进制数的位权是 N 的整数次幂。

二、数制间的转换

1. 任意进制数转换成十进制

任意 R 进制数转换成十进制数需按式（1-1）权展开相加法，将 R 进制数写成 R 的各

次幂之和形式，然后按十进制计算方法求得结果。

2. 十进制数转换成任意进制

十进制数转为任意 R 进制，将十进制数整数部分和小数部分，分别进行转换，然后将两部分结果相加即可得到 R 进制数值。转换基本规则：整数——除以基数取余数倒序法；小数——乘以基数取整数正序法。

3. 二、八、十六进制之间的转换

二、八、十六进制之间的转换，按位进行，三位二进制数对应一位八进制数，四位二进制数对应一位十六进制数，分别对应转换。

4. 八进制转十六进制

八进制转十六进制，借助二进制进行转换。

典型例题

【例 1-1】 将下面给出的运算式的运算结果，用十进制数表示。

(1) $(10111.101)_2+(45)_{10}$　(2) $(143.65)_8+(36)_{10}$　(3) $(\text{FDE})_{16}+(47)_{10}$

解 (1) 根据式 (1-1) 可得到

$$\begin{aligned}(10111.101)_2&=1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}\\&=16+0+4+2+1+0.5+0+0.125\\&=(23.625)_{10}\end{aligned}$$

$$(23.625)_{10}+(45)_{10}=(68.625)_{10}$$

(2) 根据式 (1-1) 可得到

$$\begin{aligned}(143.65)_8&=1\times8^2+4\times8^1+3\times8^0+6\times8^{-1}+5\times8^{-2}\\&=64+32+3+0.75+0.078125\\&=(99.828125)_{10}\end{aligned}$$

$$(99.828125)_{10}+(36)_{10}=(135.828125)$$

(3) 根据式 (1-1) 可得到

$$\begin{aligned}(\text{FDE})_{16}&=15\times16^2+13\times16^1+14\times16^0\\&=3840+208+14\\&=(4062)_{10}\end{aligned}$$

$$(4062)_{10}+(47)_{10}=(4109)_{10}$$

【解题指导与点评】 两数运算时必须将数制统一，尽量统一为熟悉的数制再进行运算。本题考点：任意进制转十进制的解题方法和步骤，公式 $(D)_N=\sum K_iN^i$ 的含义。

【例 1-2】 将十进制数 $(2003.3125)_{10}$ 转为等值二进制数。要求小数部分保留 4 位有效数字。

解 ① 首先对整数部分 $(2003)_{10}$ 进行转换

商		余数			余数	
2003/16=125	………	3	低位	16 | 2003	……3	低
125/16=7	………	13	↑	16 | 125	……13	↑
7/16=0	………	7	高位	16 | 7	……7	高

整数部分 $(2003)_{10}=(7D3)_{16}=(11111010011)_2$

② 对小数部分 $(0.3125)_{10}$进行转换

	整数	
0.3125×2=	0.625	高位
0.625×2 =	1.25	↓
0.25×2 =	0.5	↓
0.5×2 =	1.0	低位

小数部分 $(0.3125)_{10}=(0.0101)_2$

最后结果 $(2003.3125)_{10}=(11111010011.0101)_2$。

将整数部分的结果和小数部分的结果相加，即得到十进制 $(2003.3125)_{10}$对应的二进制数 $(11111010011.0101)_2$。小数部分在转换时，乘 2 取整直到积为 0，但有时得不到积为 0，这时达到要求的精度即可。

十进制转任意 R 进制的方法相同，不同的是 R 的数值不同。

【解题指导与点评】 十进制转二进制时，如果十进制数很大，可先将十进制数转为十六进制数或八进制数，然后再将十六进制数或八进制转换为二进制数，这可大大缩短计算过程。本题考点：十进制数转换成 R 进制数的解题方法和步骤。

【例 1-3】 将二进制数 $(11111100110.101011)_2$转换为等值的八进制数和等值的十六进制数。

解 首先对二进制数整数部分小数部分分别分组，然后再对应转换

二进制数：	11	111	100	110	.	101	011
	↓	↓	↓	↓		↓	↓
八进制数：	3	7	4	6	·	5	3

所以 $(11111100110.101011)_2=(3746.53)_8$。

二进制数：	111	1110	0110	.	1010	11
	↓	↓	↓		↓	↓
十六进制数：	7	E	6	.	A	C

所以 $(11111100110.101011)_2=(7E6.AC)_{16}$。

【解题指导与点评】 本题的考点是二、八、十六进制之间的固定关系，即 $2^3=8$、$2^4=16$。用三位二进制数表示一位八进制数。用四位二进制数表示一位十六进制数。二进制与八进制之间的转换和二进制与十六进制之间的转换按位进行。注意：在按位分组时，从小数点开始分别向左、向右分组。

【例 1-4】 八进制数、十六进制转二进制。

(1) 八进制数 $(342.16)_8$ 转为二进制数。

解 八进制数： 3 4 2 . 1 6

二进制数： 011 100 010 . 001 110

所以 $(342.16)_8=(11100010.00111)_2$。

(2) 十六进制数 $(4AE.98)_{16}$ 转为二进制数。

解 十六进制数： 4 A E . 9 8

二进制数： 0100 1010 1110 . 1001 1000

所以 $(4AE.98)_{16}=(10010101110.10011)_2$。

转换为二进制数后最高位和最低位的 0 可舍去。

【解题指导与点评】 本题的考点是二、八、十六进制之间相互按位转换的方法，将八、十六进制数转换为二进制数时，一位八进制数对应三位二进制数，一位十六进制数对应四位二进制数，但是最高位和最低位的 0 可舍去，转换时应注意具体方法。

【例 1－5】 将十六进制数 $(CD5.67)_{16}$ 转为八进制数。

解 先将十六进制数转为二进制数，然后再将二进制数转为八进制数。

十六进制数： C D 5 . 6 7

二进制数： $\underline{110}$ $\underline{0\ 11}$ $\underline{01\ \ 0}$ $\underline{101}$. $\underline{011}$ $\underline{0\ 01}$ $\underline{11}$

八进制数： 6 3 2 5 . 3 1 6

所以 $(CD5.67)_{16}=(6325.316)_8$

【解题指导与点评】 本题的考点是八和十六进制之间的转换。八、十六进制之间没有固定关系，不能直接转换，转换时必须借助二进制。具体方法：将要转换的八或十六进制数先转换为二进制数，然后再由二进制对应转换为十六或八进制数。

自测题

一、填空题

1. 十进制数 2008，用二进制数表示是________。

2. 将四进制数 $(123)_4$ 转换为等值八进制数是________。

3. 将十二进制数 $(89)_{12}$ 转换为等值的十六进制数是________。

4. 一个 15 位的二进制数最大可表示的十进制数是________。

5. 240 份不同文件需要顺序编号，如果采用二进制数最少需要________位，如果采用八进制数最少需要________位，如果采用十六进制数最少需要________位。

6. 有四组不同数制表示的数分别为 $A_1=(485)_{10}$、$A_2=(11110110)_2$、$A_3=(567)_8$，$A_4=(229)_{16}$，按大小排列顺序为 ________>________>________>________。

二、计算题

1. 计算十进制数 $(234)_{10}$ 与十六进制数 $(1AB)_{16}$ 的和是多少？

2. 计算八进制数 $(20)_8$ 与十六进制数 $(32)_{16}$ 的差是多少？

3. 计算四进制数 $(22)_4$ 与八进制数 $(12)_8$ 的积是多少？

4. 计算二进制数 $(1010)_2$ 与八进制数 $(24)_8$ 的商是多少？

习题精选

一、写出下列各数的按权展开式

1. $(1110111.1111)_2$ 2. $(245.783)_{10}$ 3. $(674.43)_8$ 4. $(ABEF.987)_{16}$

二、选择题

1. 十进制数 $(208)_{10}$，用二进制数表示为（ ）。

A. 10111100 B. 11010000 C. 11110000 D. 10111101

2. 同二进制数 $(101.01011)_2$ 等值的十六进制数为（ ）。

A. A.B B. 5.51 C. A.51 D. 5.58

3. 一百个不同信号需要用二进制数表示，二进制数的位数是（ ）。

A. 7 B. 8 C. 6 D. 9

4. 十进制数 $(35)_{10}$ 用 8 位二进制数表示是（ ）。

A. 00010011 B. 00100011

C. 100011 D. 000100011

5. 八进制数 $(3765)_8$ 等值于十六进制数为（ ）。

A. 7D6 B. 6D7 C. 7F5 D. 7E5

6. 二进制数 $(111001010.1101)_2$ 等值十进制数是（ ）。

A. $(916.8125)_{10}$ B. $(404.8125)_{10}$

C. $(908.8125)_{10}$ D. $(458.8125)_{10}$

三、填空题

1. 10 位二进制数可表示的最大十进制数为________。

2. 表示 3 位十进制数至少需要的二进制数的位数是________位。

3. 五进制数 $(342)_5$ 的等值十进制数是________。

4. 八进制数 $(745)_8$ 的等值十六进制数是________。

5. 二进制数 $(101101011.011)_2$ 等值八进制数是________。

6. 同模拟信号相比，数字信号的特点是它的________性。数字信号只有________种状态，分别为________状态、________状态。

7. 常用的数制有：十进制用字母________表示；二进制用字母________表示；八进制用字母________表示；十六进制用字母________表示。

四、计算题

1. 求与 $(1CE8)_{16}$ 等值的 10 进制数。(2005 年华南理工大学攻读硕士学位研究生入学试题)

2. 将二进制数 $(101011.1011)_2$ 转换为等值的十进制数。(2009 年中国传媒大学攻读硕士学位研究生入学试题)

3. 将二进制数 $(1001100110)_2$ 转换为等值的八进制数。(2009 年中国传媒大学攻读硕士学位研究生入学试题)

4. 将八进制数 $(347)_8$ 转换为等值的十六进制数。(2009 年中国传媒大学攻读硕士学位研究生入学试题)

课题二 常见的编码及其转换

内容提要

一、常见编码

目前常用的几种编码有自然码，二-十进制码（BCD码）、格雷码、奇偶校验码、美国信息交换标准代码（英文字头简称ASCII码）。这些编码又分有权码和无权码。自然码、8421码、5421码、2421码、5211码都是有权码；余3、余3循环码、格雷码、奇偶校验码、ASCII码为无权码。

二、BCD码与十进制数之间的转换

BCD码又称二-十进制编码。二-十进制编码是用4位二进制数码表示一位十进制数码0～9共10个十进制数码的编码，4位二进制数码从0000～1111不同的排列组有16组代码，从16组代码中选出10组代码，用来表示0～9这10个数字或10种不同的信息。表1-1中是几种常见的BCD码。

表1-1　　几种常见的BCD码

十进制数	8421	2421	5211	5421	余3码	余3循环码
0	0000	0000	0000	0000	0011	0010
1	0001	0001	0001	0001	0100	0110
2	0010	0010	0100	0010	0101	0111
3	0011	0011	0101	0011	0110	0101
4	0100	0100	0111	0100	0111	0100
5	0101	0101	1000	1000	1000	1100
6	0110	0110	1001	1001	1001	1101
7	0111	0111	1100	1010	1010	1111
8	1000	1110	1101	1011	1011	1110
9	1001	1111	1111	1100	1100	1010

8421BCD码是一种最常见的BCD码，它的组成是从4位二进制数码（即自然码0000～1111）中取前十组数码0000～1001形成的，剩余6组为无效码，其每组代码中1表示的十进制数是固定不变的，所以称为有权码或恒权码。

有权BCD码的十进制数与二进制数码之间的关系为

$$(D)_{10}=W_3\times b_3+W_2\times b_2+W_1\times b_1+W_0\times b_0 \tag{1-2}$$

式中，D为十进制数；W_3～W_0为有权码各位的系数（即0或1）；b_3～b_0为有权码各位的权值。

8421BCD码的各位权值：$b_3=8$　$b_2=4$　$b_1=2$　$b_0=1$；

5421BCD 码的各位权值：$b_3=5 \quad b_2=4 \quad b_1=2 \quad b_0=1$；

2421 BCD 码的各位权值：$b_3=2 \quad b_2=4 \quad b_1=2 \quad b_0=1$；

5211 BCD 码的各位权值：$b_3=5 \quad b_2=2 \quad b_1=1 \quad b_0=1$。

如果 $(W_3W_2W_1W_0)_{8421}=(1001)_{8421}$ 转换为十进制数，根据式（1－2）有

$$(D)_{10}=W_3\times b_3+W_2\times b_2+W_1\times b_1+W_0\times b_0=1\times 8+0\times 4+0\times 2+1\times 1=(9)_{10}$$

典型例题

【例 1－6】 将十进制数 $(6357.24)_{10}$ 转换为 8421、2421、5421、5211BCD 码。

解 由表 1－1 或式（1－2）可知

(1) $(6357.24)_{10}=(0110\ 0011\ 0101\ 0111.0010\ 0100)_{8421}$

(2) $(6357.24)_{10}=(0110\ 0011\ 0101\ 0111.0010\ 0100)_{2421}$

(3) $(6357.24)_{10}=(1001\ 0011\ 0101\ 0111.0010\ 0100)_{5421}$

(4) $(6357.24)_{10}=(1010\ 0101\ 1000\ 1100.0100\ 0111)_{5211}$

【解题指导与点评】 BCD 码只能与十进制数之间直接转换，十进制数转换为 BCD 码时，必须是一位十进制数用四位二进制数表示，最高位的零和最低位的零都不能去掉。本题考点是四位 BCD 码每位 1 的含义与十进制数之间的关系。

【例 1－7】 用 8421BCD 码表示十六进制数 $(9AB)_{16}$。

解

$$\begin{aligned}(9AB)_{16}&=\underline{9\times 16^2}+\underline{10\times 16^1}+\underline{11\times 16^0}\\&=2304+160+11\\&=(2475)_{10}\end{aligned}$$

$$(2475)_{10}=(0010\ 0100\ 0111\ 0101)_{8421}$$

$$(9AB)_{16}=(0010\ 0100\ 0111\ 0101)_{8421}$$

【解题指导与点评】 8421BCD 码与十六进制数之间不能直接转换，需要先将十六进制数转换为十进制数，然后再用 BCD 码表示。

【例 1－8】 将二进制数 $(11010011)_2$ 转换为余 3 码。

解

$$\begin{aligned}(11010011)_2&=\underline{1\times 2^7}+\underline{1\times 2^6}+\underline{0\times 2^5}+\underline{1\times 2^4}+\underline{0\times 2^3}+\underline{0\times 2^2}+\underline{1\times 2^1}+\underline{1\times 2^0}\\&=128+64+0+16+0+0+2+1\\&=(211)_{10}\end{aligned}$$

$$(211)_{10}=(0010\ 0001\ 0001)_{8421}=(0101\ 0100\ 0100)_{余3}$$

【解题指导与点评】 二进制数不能直接与余 3 码进行转换，需要将二进制数先转为十进制数，然后将十进制数转为 8421BCD 码，再由 8421BCD 码转为余 3 码。因为余 3 码是在 8421BCD 码的基础上每位码加 3（即 0011）得到的，所以先将十进制数转换为 8421BCD 码，然后再由 8421BCD 码的每组码加 0011 即可。

【例 1－9】 将 8421BCD 码 $(0110\ 0100\ 0101\ 1000)_{8421}$ 转换为二进制数。

解 $(0110\ 0100\ 0101\ 1000)_{8421}=(6458)_{10}$

$(6458)_{10}=(14472)_8=(1100100111010)_2$

【解题指导与点评】 8421BCD 码转二进制数不能直接转换，需要将 8421BCD 码先转为

十进制数，然后再由十进制数转为二进制数。转换时如果十进制数较大，为缩短计算时间可将较大的十进制数先转为十六进制数或八进制数，然后再转为二进制数。

【例 1-10】 两个 BCD 码 $(0111\ 1001\ 0101)_{2421}$ 和 $(1100\ 11101010)_{2421}$ 相加和是多少？

解 $(0111\ 1001\ 0101)_{2421}=(735)_{10}$

$(1100\ 11101010)_{2421}=(684)_{10}$

$(735)_{10}+(684)_{10}=(1419)_{10}=(0001\ 1010\ 0001\ 1111)_{2421}$

【解题指导与点评】 BCD 码不能直接用二进制数的算术运算法则进行相加，需要先将 BCD 码转换为十进制数，然后将十进制数相加得到和的结果，最后再将十进制数和的结果转换为 BCD 码。

【例 1-11】 将二进制数 $(1101001110)_2$ 转换为格雷码。

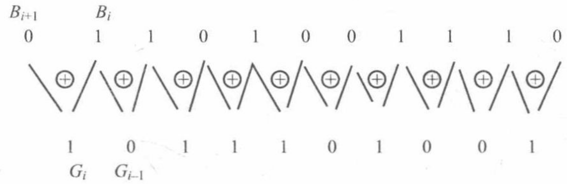

图 1-1 例 1-11 二进制数转格雷码过程图

解 转换过程如图 1-1 所示

$(1101001110)_2=(1011101001)_G$

【解题指导与点评】 格雷码的第 i 位（G_i）等于二进制数码的第 i 位（B_i）和二进制数的第 $i+1$ 位（B_{i+1}）进行异或，即 $G_i=B_{i+1}\oplus B_i$。

提示：①异或 $0\oplus 0=0$；$0\oplus 1=1$；$1\oplus 0=1$；$1\oplus 1=0$。②B_i 为最高位时，$B_{i+1}=0$。

自测题

一、写出下列 BCD 码对应的十进制数

1. $(100101110110)_{8421}$　　2. $(110111111100)_{2421}$

3. $(110010101011)_{余3}$　　4. $(001111100111)_{5211}$

二、将下列二进制数转为格雷码（提示：格雷码第 i 位 $G_i=B_{i+1}\oplus B_i$）

1. $(11001011)_2$　　2. $(10011010)_2$

3. $(11010101)_2$　　4. $(11100101)_2$

三、将下列格雷码转为二进制数（提示：二进制数第 i 位 $B_i=B_{i+1}\oplus G_i$ 由高位向低位转）

1. $(10101101)_G$　　2. $(11001010)_G$

3. $(11011001)_G$　　4. $(10011011)_G$

四、填空题

1. 将 8421 码 $(011101100100)_{8421}$ 转换为二进制数是________，转换为余 3 码是________。

2. 有 5 组不同数码，分别为 $A_1=(11100000)_{5211}$、$A_2=(11100000)_2$、$A_3=(11000000)_{余3}$、$A_4=(01110000)_{2421}$、$A_5=(10111100)_G$ 按大小顺序排列为________>________>________>________>________。

3. 八进制数 $(357)_8$ 转换为 8421 码是________________。

4. 十六进制数 $(AF)_{16}$ 转换为余 3 码是________________。

5. 十进制数 $(95)_{10}$ 转换为格雷码是________________。

6. 一个 8 位二进制数计数器，对输入脉冲进行计数，假设计数器初态为 0，问：当输入 85 个脉冲信号后，8 位二进制计数器的状态是____________。

五、计算题

1. 两个 BCD 码 $(0111\ 1001\ 0101)_{8421}$ 和 $(1100\ 11101010)_{2421}$ 相加和是多少？
2. 两个 BCD 码 $(0111\ 1001\ 0101)_{余3}$ 和 $(1100\ 11101010)_{5211}$ 相减差是多少？
3. 两个格雷码 $(1101)_G$ 和 $(1010)_G$ 相加和是多少？
4. $(1010)_2$ 和 $(1100)_2$ 相乘积是多少？

习题精选

一、填空题

1. 将二进制数 $(1101101001)_2$ 转换为 8421BCD 码是________，转换为余 3 码是________。
2. 格雷码数 $(10101110)_G$ 转换为余 3 码是____________。
3. 将 2421BCD 码 $(110001110110)_{2421}$ 用二进制数表示为____________。
4. 8421 码 $(011101000110)_{8421}$ 对应的八进制数为____________________。
5. 余 3 码 $(011101001010)_{余3}$ 对应的十六进制数为____________________。
6. 5211 码 $(011101000110)_{5211}$ 对应的二进制数为____________________。
7. 常见的几种 BCD 编码有________、________、________、________、________、________。这些编码又分________码和________码。

二、写出下列不同进制数对应的 BCD 码

1. $(5823)_{10}=(\qquad\qquad)_{8421}$　2. $(941)_{16}=(\qquad\qquad)_{2421}$

3. $(10111001)_2=(\qquad\qquad)_{余3}$　4. $(627)_8=(\qquad\qquad)_{5211}$

5. 求与 $(436)_8$ 等值的 8421BCD 码表示的数。（2005 年华南理工大学攻读硕士学位研究生入学试题）

6. 求十进制数 16 对应的 BCD 余 3 循环码。（2010 年北京邮电大学攻读硕士学位研究生入学试题）

课题三　原、反、补码的表示及转换

内容提要

为了让电路能区分二进制数的正数和负数，在二进制数的最高位多加 1 位二进制数，为符号位，加符号位后的二进制数称为机器数，机器数分原码、反码和补码。

一、原码

带符号的二进制数的原码，只需将“+”、“−”符号用“0”、“1”表示，数值位不变。

二、反码

二进制正数的反码和原码相同。负数的反码，符号位用 1 表示，数值位各位取反即可。

三、补码

二进制正数的补码与原码相同。负数的补码，符号位用 1 表示，数值位各位取反后末位加 1 即可。

典型例题

【例 1-12】 求下列二进制数原码对应的十进制数。

(1) $(011001101)_{原}$ (2) $(110101100)_{原}$

解 (1) $(011001101)_{原}=(+11001101)_2=(+205)_{10}$

(2) $(110101100)_{原}=(-10101100)_2=(-172)_{10}$

【解题指导与点评】 二进制数原码的最高位为符号位，最高位是 0 表明是正的二进制数，最高位是 1 表明是负的二进制数，最高位的以后各位按二进制转十进制的方法进行转换。

【例 1-13】 用 8 位二进制数的补码表示下列各数。

(1) $(28)_{10}$ (2) $(-36)_{16}$ (3) $(-54)_8$ (4) $(01010100)_{8421}$

解 (1) $(28)_{10}=(+11100)_2$ 8 位二进制数补码是 $(00011100)_{补}$

(2) $(-36)_{16}=(-110110)_2$ 8 位二进制数补码是 $(11001010)_{补}$

(3) $(-54)_8=(-101100)_2$ 8 位二进制数补码是 $(11010100)_{补}$

(4) $(01010100)_{8421}=(110110)_2$ 8 位二进制数补码是 $(00110110)_{补}$

【解题指导与点评】 原码、反码、补码只能与二进制数之间进行转换，不能直接与其他数制之间进行转换，所以只能先将其他数制转为二进制数，再转为原码、反码、补码。本题要求用 8 位二进制数的补码表示各不同数制的数，解题步骤是首先把每个不同数制的数，转换为 7 位二进制数，不够 7 位的在最高位补 0，然后在最高位加上 1 位符号位，就构成 8 位二进制数的原码，再将原码化成补码。二进制正数的补码与原码相同，负数的补码符号位用 1 表示，数值位各位取反之后在末位加 1（进行运算）即可得到。

自测题

一、填空题

1. 带符号的二进制数的原码，只需将“+”、“-”符号用________、________表示，数值位不变。

2. 二进制正数的反码和________码相同。负数求反码时符号位用 1 表示，数值位各位________即可得到。

3. 二进制正数的补码和________码相同，负数求补码时符号位用 1 表示，数值位各位________后末位加________即可得到。

4. 二进制数（$\pm1101001)_2$正数的原码表示为________，负数的补码表示为________。

5. 有4组不同的机器数分别为$A_1=(0110110)_{\text{原}}$、$A_2=(0110001)_{\text{反}}$、$A_3=(1000101)_{\text{补}}$、$A_4=(1111001)_{\text{补}}$，按大小排列的顺序为________>________>________>________。

6. 十六进制数（$-3F)_{16}$的补码表示是________，原码表示是________。

7. 将BCD码（$01000111)_{8421}$用补码表示是________，原码表示是________。

8. 八进制数（$-75)_8$的补码表示是________，原码表示是________。

二、计算下列用补码表示的二进制数的代数和，和为负数求出绝对值。

1. $(01001101)_{\text{补}}+(00100110)_{\text{补}}$　2. $(00110010)_{\text{补}}+(10000011)_{\text{补}}$

3. $(11011101)_{\text{补}}+(01001011)_{\text{补}}$　4. $(11100111)_{\text{补}}+(11011011)_{\text{补}}$

习题精选

一、用原、反、补码表示下列各数

1. $(+11011101)_2$　2. $(-56)_{10}$　3. $(-47)_8$　4. $(-9E)_{16}$

二、写出下列补码的十进制数

1. $(101101011)_{\text{补}}$　2. $(011110110)_{\text{补}}$　3. $(110011010)_{\text{补}}$　4. $(010110111)_{\text{补}}$

三、写出下列BCD码的补码

1. $(110001111000)_{\text{余}3}$　2. $(-011001110011)_{8421}$

3. $(110001101001)_{5211}$　4. $(-101011110101)_{2421}$

四、用二进制数的补码运算计算下列各式，并写出运算结果的补码

1. 3+15　2. 12−7　3. 9−12　4. −12−5