

考研辅导丛书

帮你学数字电子技术基础

释疑、解题、考试

阎石 编



高等教育出版社

释疑、解题、考试

阎石 编

9.4002, 林淵出育嬌華高:京北一:藥

高等教育出版社

内容简介

本书是与《数字电子技术基础》(第四版,阎石主编)配套的辅助教材。编写此书的目的在于帮助学生更好地掌握数字电子技术课程的基本内容,从学习方法、解释疑难问题、解题方法等方面给予指导。内容包括:课程的特点和学习方法;各章内容的重点、难点释疑、解题方法和例题详解;多份考试试卷及其答案、评分标准;《数字电子技术基础》(第四版)全部习题答案等四部分。

该书除了作为本科生学习数字电子技术基础课程的辅助教材以外,还可以作为研究生入学考试的复习参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

帮你学数字电子技术基础——释疑、解题、考试/阎石

编. —北京:高等教育出版社,2004.9

ISBN 7-04-015594-X

I. 帮... II. 阎... III. 数字电路-电子技术-高等学校-教学参考资料 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090465 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京嘉实印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 21.75
字 数 380 000

版 次 2004 年 9 月第 1 版
印 次 2004 年 9 月第 1 次印刷
定 价 27.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15594-00

前 言

本书是为配合《数字电子技术基础》(第四版,阎石主编,高等教育出版社出版)的使用而编写的,既可以作为学习数字电子技术基础课程的辅助教材,也可以作为研究生入学考试的复习参考资料。全书由“数字电子技术基础课程的特点和学习方法”、“各章内容的重点、难点释疑和解题方法”、“试卷、解答及评分标准”以及“《数字电子技术基础》(第四版)习题答案”四部分组成。

第一部分讲述本课程的特点和学习过程中需要注意的问题,其目的在于帮助读者更好地理解这门课程的特点和掌握正确的学习方法。数字电子技术基础课程不仅有自身完整的理论体系,而且有很强的工程实践性。这个特点是已经学过的基础理论课所没有的。对于多数学生而言,可能电子技术基础是他们接触到的第一门具有工程实践性特点的课程,因而了解课程的特点并掌握正确的学习方法就显得尤其重要了。

在第二部分内容中,按照《数字电子技术基础》(第四版)的章节顺序,逐章讲解了每章内容的重点;对读者在学习过程中容易产生疑问的主要难点作了比较深入的剖析;对每章的习题进行了分类,总结归纳了各种类型题目的解题方法和步骤,并给出了相应的例题和详细的解答。

第三部分内容中给出了七份试卷和每份试卷的详细解答以及评分标准。试题的大部分都是作者近年来在本科生期中、期末考试和研究生入学考试中采用过的试题。这些试题基本上涵盖了课程的基本内容和试题的各种常见题型。为便于读者用这些试卷进行自测,在给出试题解答的同时还给出了具体的评分标准和评分方法,以供参考。

第四部分内容是《数字电子技术基础》(第四版)各章习题的答案。对其中极少数较难的习题除给出最终的答案以外,还对解题的思路或方法作了简要的说明。由于设计性题目的答案往往不是唯一的,所以书中给出的这类题目的答案可能只是其中的一种,不能以此作为判断正、误的唯一标准。

作者衷心期望本书提供的内容能够对读者在更好地掌握课程内容、提高

目 录

I	数字电子技术基础课程的特点和学习方法	1
II	各章内容的重点、难点释疑和解题方法	5
1	第一章 逻辑代数基础	5
1.1	1.1 本章重点内容	5
1.2	1.2 难点释疑	5
1.3	1.3 解题方法与例题详解	11
2	第二章 门电路	25
2.1	2.1 本章重点内容	25
2.2	2.2 难点释疑	26
2.3	2.3 解题方法与例题详解	34
3	第三章 组合逻辑电路	52
3.1	3.1 本章重点内容	52
3.2	3.2 难点释疑	52
3.3	3.3 解题方法与例题详解	58
4	第四章 触发器	74
4.1	4.1 本章重点内容	74
4.2	4.2 难点释疑	74
4.3	4.3 解题方法与例题详解	84
5	第五章 时序逻辑电路	90
5.1	5.1 本章重点内容	90
5.2	5.2 难点释疑	90
5.3	5.3 解题方法与例题详解	94
6	第六章 脉冲波形的产生和整形	110
6.1	6.1 本章重点内容	110
6.2	6.2 难点释疑	110
6.3	6.3 解题方法与例题详解	117
7	第七章 半导体存储器	133

7.1 本章重点内容	133
7.2 难点释疑	133
7.3 解题方法与例题详解	138
第八章 可编程逻辑器件(PLD)	143
8.1 本章重点内容	143
8.2 难点释疑	143
8.3 解题方法与例题详解	144
第九章 数-模和模-数转换	157
9.1 本章重点内容	157
9.2 难点释疑	157
9.3 解题方法与例题详解	161
III 试卷、解答及评分标准	177
试卷1	177
试卷1 解答及评分标准	181
试卷2	186
试卷2 解答及评分标准	191
试卷3	198
试卷3 解答及评分标准	202
试卷4	211
试卷4 解答及评分标准	215
试卷5	221
试卷5 解答及评分标准	224
试卷6	232
试卷6 解答及评分标准	238
试卷7	246
试卷7 解答及评分标准	250
IV 《数字电子技术基础》(第四版)习题答案	257
第一章习题答案	257
第二章习题答案	266
第三章习题答案	270
第四章习题答案	284
第五章习题答案	295
第六章习题答案	311
第七章习题答案	322

第八章习题答案.....	329
第九章习题答案.....	335

突拉拔強際源石果部升發隨隨新真十麻清伏余照抄重均思，甚難伏骨分符又
計世法式隨其斷微突用口可，索要升發降不取果破。雖遠來其斷計世微虫和
。果於的意斷出掛既直，五絲

针对上述特点,在学习过程中需要注意以下几点:

对于各类数字集成电路器件,重点应放在掌握它们的外部特性(包括逻辑

第二,要学会处理工程实际问题的方法。

实际的工程技术问题往往比较复杂,影响的因素很多。在满足精度要求的条件下,经常采用工程近似的方法处理这些问题,即忽略次要因素,使问题简化,得到近似的计算结果。

性(即允许器件的性能参数与标准值之间有一定的差异),而且表示逻辑状态的高、低电平也有一个允许的变化范围,因而在计算这些参数时更适于采用近似计算的方法。当然,近似的方法必须合理,才能保证计算结果的误差在允许的范围之内。

第三,要努力学好实验调试方法和 EDA 技术的应用。

由于设计、计算过程中采用了工程近似的方法,而且电子器件的电气特性又存在着分散性,所以通过理论分析和计算得到的设计结果还必须经过对实际电路进行测试来检验。如果达不到设计要求,可以用实验调试的方法进行修正,直到得出满意的结果。

在使用大规模集成的数字电路器件(如 CPLD 和 FPGA)设计数字电路时,必须使用 EDA 的手段。因此,EDA 技术已经成为从事数字系统设计的人员所必须掌握的一种技术。在做设计性实验或课程设计当中,可以选择一种 EDA 软件,结合具体应用学习这种软件的用法,这样容易收到较好的效果。

虽然 EDA 技术的推广应用极大地减轻了人的脑力劳动,但它并不能代替我们学习和掌握数字电路的基本概念、基本原理、基本分析方法和设计方法。而这些基本概念、原理和方法又是学习和使用各种 EDA 软件所必须具备的基础知识。

第四,要提高自学能力,注意读书的方法。

《数字电子技术基础》(第四版,阎石主编,高等教育出版社出版)的正文部分(包括自我检测题、思考题和习题)共 500 页。近几年引进的国外同类教材的篇幅也多在 700~900 页。显然,课堂上不可能也不必要把教材上的内容逐字逐句讲解,其中不少内容是可以由学生课下自己阅读去掌握的。这样做的目的在于培养学生的自学能力。

在阅读一本教材时,也不需要从头至尾地精读,应当区别对待不同的内容。《数字电子技术基础》(第四版)里的内容可以分为四类:

第一类是属于基本概念、基本原理、分析方法和设计方法(包括例题)的内容。这些是课程内容的重点,要认真阅读,务求做到能充分理解和应用这些内容。

第二类是属于扩展知识面的内容,了解这些内容有利于学生在后续课程和工作中开阔视野和思路。例如 2.5 节中的“其他类型的双极型数字集成电路”、2.7 节中的“其他类型的 MOS 集成电路”、7.3.2 节中的“动态随机存储器(DRAM)”等。学过这门课应当“知道”这些内容,但在这里不必深究。以后遇到这些内容时,是可以通过自学去深入了解和掌握它们的。

第三类是属于在基本内容的基础上进一步深入和扩展的内容。例如 2.8

节“TTL 电路与 CMOS 电路的接口”、3.4.2 节的“检查竞争 - 冒险现象的方法”、4.4 节的“触发器的动态特性”、5.2.3 节“异步时序逻辑电路的分析方法”、5.4 节中的“时序逻辑电路的自启动设计”和“异步时序逻辑电路的设计方法”；等等。目录上带“*”号的小节多半属于这类内容。

如果学好了前面所说的重点内容,应当有能力经过自学掌握这些内容。因此,在课程有限的学时内不将这些内容列为重点。这些内容可以供学有余力的同学作为课外阅读材料。通过阅读这些内容,不仅能检验自己对基本内容掌握得如何,也可以检验一下自己的阅读能力。

I

各章内容的重点、难点释疑和解题方法

第一章 逻辑代数基础

1.1 本章重点内容

一、逻辑代数的基本公式、常用公式和定理。

二、逻辑函数的表示方法(真值表、逻辑式、逻辑图、波形图、卡诺图)及相互转换的方法。

三、最小项的定义及其性质,逻辑函数的最小项之和表示法。

四、逻辑函数的化简方法(公式化简法和卡诺图化简法)。

五、无关项在化简逻辑函数中的应用。

(非重点内容有最大项、逻辑函数的最大项之积形式。)

1.2 难点释疑

一、什么是约束项、任意项和无关项?

首先需要强调说明的是约束项和任意项是两个不同的概念。然而,在有

些教材和书籍中没有将这两个概念明确地加以区分。

我们在分析一个逻辑函数时经常会遇到这样一类情况,就是输入逻辑变量的某些取值始终不会出现。因此,在这些取值下等于1的那些最小项,也将始终为0。这些取值始终为0的最小项,就叫做该函数的约束项。

例如在《数字电子技术基础》(第四版)第三章习题的[题3.4]中,讨论的就是一个有约束项的逻辑函数。该题要求设计一个逻辑电路,用水箱中水位高度的检测信号 A 、 B 、 C 控制两个水泵 M_L 和 M_S 的启、停工作状态(见图1.2.1)。如果用 Y_L 和 Y_S 分别表示两个水泵的工作状态,则 Y_L 和 Y_S 为 A 、 B 、 C 三个变量的逻辑函数。假定水位高于 A 、 B 、 C 中的任何一个检测点时给出的检测信号为1,水位低于任何一个检测点时给出的检测信号为0,则水箱工作过程中 ABC 的取值只可能出现100、110、111和000这四种状态,而不可能出现001、011、101和010这四种状态,因为水位永远不会高于 B 或 C 而同时又低于 A 。因此,与 ABC 的取值001、011、101和010对应的四个最小项 $\overline{A}\overline{B}C$ 、 $\overline{A}B\overline{C}$ 、 $A\overline{B}\overline{C}$ 和 $\overline{A}B\overline{C}$ 将永远是0,这四个最小项就是 Y_L 和 Y_S 的约束项。

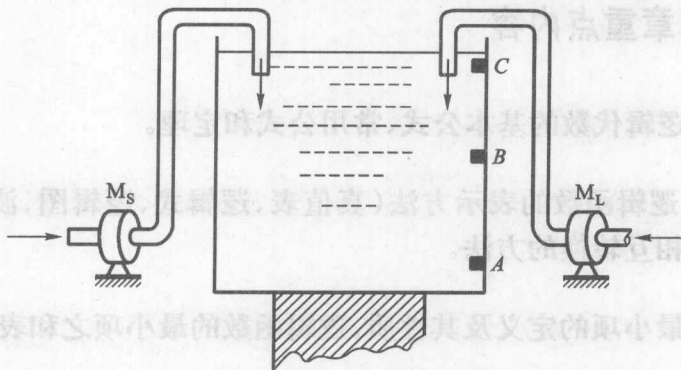


图 1.2.1 [题3.4]的插图(图 P3.4)

既然在逻辑函数的工作过程中约束项的值永远是0,那么我们就可以在 Y_L 和 Y_S 的逻辑函数式中加入这些约束项,也可以不加入这些约束项,而不影响 Y_L 和 Y_S 的取值。也就是说 Y_L 和 Y_S 的取值与是否加上了约束项没有关系,因此约束项又是逻辑函数式中的无关项。

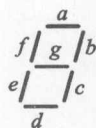
在分析和设计逻辑电路时,还可能遇到另外一种情况,就是在输入变量的某些取值下,逻辑函数值等于1还是等于0都可以,对电路的逻辑功能没有影响。在这些变量取值下等于1的那些最小项,就叫做这个逻辑函数的任意项。

例如要设计一个拒绝伪码的七段显示译码器,其真值表如表1.2.1。所谓拒绝伪码,系指在输入为1010~1111时输出无任何字形显示,即 $a \sim g$ 输出

全都等于0。

表 1.2.1 七段显示译码器的真值表

输 入				输 出							
数字	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0



由表 1.2.1 可以看出,这个译码器是一个有 4 个输入变量和 7 个输出函数的组合逻辑电路。如果我们采用图 1.2.2 的电路结构,在 $a \sim g$ 的输出端增加一级缓冲器,同时还在缓冲器的输入增加一个控制信号 $Y = \overline{DC} + \overline{DB}$,那么当 $DCBA = 1010 \sim 1111$ 时,不论 $a \sim g$ 是 1 还是 0, $a' \sim g'$ 肯定等于 0,所以 $a' \sim g'$ 仍然符合表 1.2.1 的要求。

这就是说,当 $DCBA$ 取值为 $1010 \sim 1111$ 时, $a \sim g$ 每个函数输出的取值是 1 是 0 都可以,不影响最后的输出 $a' \sim g'$ 。因此,在 $DCBA$ 取值为 $1010 \sim 1111$ 时,其值为 1 的六个最小项 $\overline{D}\overline{C}\overline{B}\overline{A}$ 、 $\overline{D}\overline{C}B\overline{A}$ 、 $\overline{D}C\overline{B}\overline{A}$ 、 $\overline{D}CB\overline{A}$ 、 $\overline{D}C\overline{B}A$ 和 $\overline{D}CBA$ 是函数 $a \sim g$ 的任意项。在化简 $a \sim g$ 的逻辑函数式时,既可以在式中写入这些任意项,也可以不写进这些任意项,所以任意项也是逻辑函数式中的无关项。

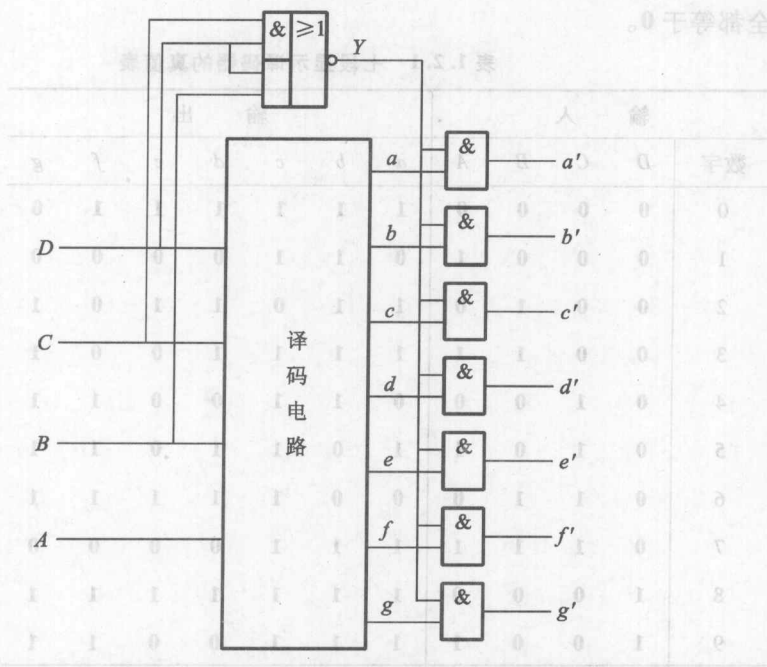


图 1.2.2 拒绝伪码的七段显示译码器

这样我们就可以把表 1.2.1 改写为表 1.2.2 的形式了。表中的 $\times$ 仍然表示无关项。

虽然任意项和约束项都是逻辑函数式中的无关项，但二者是有区别的。因为约束项的取值永远是 0，所以在逻辑函数式中无论写入约束项还是去掉约束项，都不会改变函数的输出值。而任意项则不同，当我们在逻辑函数式中写入某个任意项之后，则输入变量的取值使这个任意项的值为 1 时，函数的输出值也为 1；如果从逻辑函数式中将这个任意项拿掉，则输入变量取值使这个任意项的值为 1 时，函数的输出值等于 0。

表 1.2.2 修改后的表 1.2.1

数字	输 入				输 出						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1

续表

数字	输入				输出						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	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	×	×	×	×	×	×	×

二、为什么两个二进制数之间的减法运算可以用它们的补码相加来实现？

我们已经知道,在数字电路中是用逻辑电路输出的高、低电平表示二进制数的1和0的。那么数的正、负又如何表示呢?通常采用的方法是在二进制数的前面增加一位符号位。符号位为0表示这个数是正数,符号位为1表示这个数是负数。这种形式的数称为原码。

在作减法运算时,如果两个数是用原码表示的,则首先需要比较两数绝对值的大小,然后以绝对值大的一个作为被减数、绝对值小的一个作为减数,求出差值,并以绝对值大的一个数的符号作为差值的符号。不难看出,这个操作过程比较麻烦,而且需要使用数值比较电路和减法运算电路。如果能用两数的补码相加代替上述的减法运算,那么计算过程中就无需使用数值比较电路和减法运算电路了,从而使运算器的电路结构大为简化。

为了说明补码运算的原理,我们先来讨论一个生活中常见的事例。例如你在5点钟的时候发现自己的手表停在10点上了,因而必须把表针拨回到5点。由图1.2.3上可以看出,这时有两种拨法:第一种拨法是往回拨5格, $10 - 5 = 5$,拨回到了5点;另一种拨法是往前拨7格, $10 + 7 = 17$ 。由于表盘的