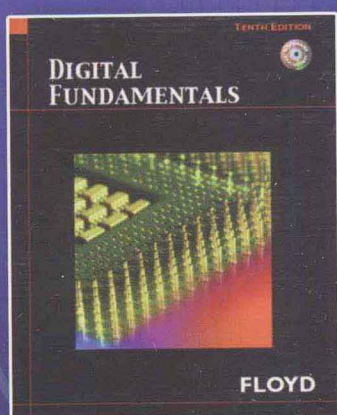


国外电子与通信教材系列

PEARSON

数字电子技术 (第十版)

Digital Fundamentals, Tenth Edition



[美] Thomas L. Floyd 著

余 璆 译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国外电子与通信教材系列

数字电子技术

(第十版)

Digital Fundamentals, Tenth Edition

[美] Thomas L. Floyd 著

余 璆 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本关于数字电子技术的经典教材,并专门针对国内教学的实际情况进行了缩减。全书主要介绍了数字电子技术的基本概念、数字系统、逻辑门、布尔代数和逻辑化简、组合逻辑分析、组合逻辑电路函数、锁存器、计数器、移位寄存器、存储器、数字信号处理、集成电路技术等。全书的特色在于示例与习题丰富、图解清晰、语言流畅、写作风格简约。

本书可作为高等院校电子信息类相关专业本科生的教材,也可供相关技术、科研人员使用,或作为继续教育的参考用书。

Authorized Adaptation from the English language edition, entitled DIGITAL FUNDAMENTALS, TENTH EDITION, 9780132359238 by THOMAS L. FLOYD, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright ©2009 Pearson Education Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language adaptation edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright ©2014.

本书中文简体字改编版专有出版权由 Pearson Education(培生教育出版集团)授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2012-1496

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术:第10版/(美)弗洛伊德(Floyd,T.L.)著;余廖译. —北京:电子工业出版社,2014.1
(国外电子与通信教材系列)

书名原文:Digital Fundamentals

ISBN 978-7-121-19041-4

I. ①数… II. ①弗… ②余… III. ①数字电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 281888 号

策划编辑:冯小贝

责任编辑:冯小贝

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:32.5 字数:917 千字

印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

定 价:65.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

译 者 序

数字电子技术是工科电类专业的一门专业基础课,尤其是对自动化和计算机专业而言,这门课对后续课程的进一步学习非常重要。又由于计算机、集成电路的不断发展和数字电路本身层出不穷的应用,使得这门学科不断地得到新的充实,因此有必要翻译引进这方面的国外优秀教材。

本书译自电子工业出版社出版的《数字电子技术(第十版)(英文版)》一书。该英文版改编自 Thomas L. Floyd 所著的 *Digital Fundamentals, Tenth Edition*。原著的内容和结构与国内的数字电子技术教材比较吻合,在这一基础上考虑到内容的精简,以使得它更符合国内教学的要求和课时量,因此推出了英文改编版,作为一本双语教材供学校选用。

这次又在英文改编版的基础上进行了翻译,其一是希望把国外的数字电子技术教材介绍进来,因为它的教学内容和国内的教材既有相同之处,也有它的丰富特性。比如,原理的讲解较为详细和清晰,一些章节带有实例或综合举例;同时结合数字逻辑电路,介绍一些计算机小知识。第二个目的是此书可以作为双语教材《数字电子技术(第十版)(英文版)》的参考书,希望能够帮助教师和学生完成双语教学的教与学的任务。当然,此书也可以作为应用数字电子技术的相关人员的参考书。

由于译者的水平有限,一定会有一些错误和不妥之处,恳请读者不吝指教。

目 录

第1章 基本概念	1
1.1 数字量与模拟量	1
1.2 二进制数、逻辑电平和数字波形	3
1.3 固定功能的集成电路	8
关键词	11
判断题	11
自测题	12
习题	12
答案	13
第2章 数字系统、运算和编码	15
2.1 十进制数	15
2.2 二进制数	16
2.3 十进制数到二进制数的转换	18
2.4 二进制算术	20
2.5 二进制数的反码和补码	23
2.6 带符号数	24
2.7 带符号数的算术运算	29
2.8 十六进制数	35
2.9 八进制数	39
2.10 二-十进制编码(BCD)	41
2.11 数字编码	44
2.12 错误检测码	46
关键词	51
判断题	51
自测题	51
习题	52
答案	56
第3章 逻辑门	60
3.1 反相器	60
3.2 与门	62
3.3 或门	68
3.4 与非门	72
3.5 或非门	76
3.6 异或门和同或门	79
3.7 固定功能逻辑	82
关键词	91

判断题	92
自测题	92
习题	93
答案	97
第4章 布尔代数和逻辑化简	101
4.1 布尔运算和表达式	101
4.2 布尔代数的定律和法则	102
4.3 狄摩根定理	107
4.4 逻辑电路的布尔分析	110
4.5 使用布尔代数进行化简	112
4.6 布尔表达式的标准形式	115
4.7 布尔表达式和真值表	121
4.8 卡诺图	123
4.9 卡诺图乘积项之和的最小化	125
4.10 5 变量的卡诺图	133
数字系统应用	134
关键词	138
判断题	138
自测题	139
习题	140
答案	145
第5章 组合逻辑分析	148
5.1 基本组合逻辑电路	148
5.2 组合逻辑电路的实现	152
5.3 与非门和或非门的通用特性	157
5.4 使用与非门和或非门的组合逻辑	159
5.5 具有脉冲波形输入的逻辑电路运算	163
数字系统应用	165
关键词	169
判断题	169
自测题	170
习题	171
答案	175
第6章 组合逻辑电路函数	178
6.1 基本加法器	178
6.2 并行二进制加法器	181
6.3 异步进位与超前进位加法器	187
6.4 比较器	190
6.5 译码器	193
6.6 编码器	201

6.7 代码转换器	204
6.8 多路复用器(数据选择器)	207
6.9 多路分配器	214
6.10 奇偶发生器/校验器	215
数字系统应用	218
关键词	223
判断题	224
自测题	224
习题	225
答案	232
第7章 锁存器、触发器和定时器	236
7.1 锁存器	236
7.2 边沿触发器	242
7.3 触发器运算特性	253
7.4 触发器应用	255
7.5 单稳态触发器	259
7.6 非稳态多谐振荡器	266
数字系统应用	270
关键词	272
判断题	273
自测题	273
习题	274
答案	279
第8章 计数器	282
8.1 异步计数器运算	282
8.2 同步计数器运算	289
8.3 加/减同步计数器	295
8.4 同步计数器的设计	298
8.5 级联计数器	306
8.6 计数器译码	309
8.7 计数器应用	313
8.8 关联标注的逻辑符号	317
数字系统应用	318
关键词	322
判断题	322
自测题	322
习题	323
答案	328
第9章 移位寄存器	331
9.1 基本移位寄存器的功能	331

9.2	串行输入/串行输出移位寄存器	332
9.3	串行输入/并行输出移位寄存器	335
9.4	并行输入/串行输出移位寄存器	338
9.5	并行输入/并行输出移位寄存器	341
9.6	双向移位寄存器	342
9.7	移位寄存器计数器	344
9.8	移位寄存器应用	347
9.9	关联标注的逻辑符号	353
	数字系统应用	354
	总结	356
	关键词	357
	判断题	357
	自测题	357
	习题	358
	答案	362
第 10 章	内存和外存	364
10.1	半导体存储器基础	364
10.2	随机存储器(RAM)	368
10.3	只读存储器(ROM)	380
10.4	可编程 ROM	384
10.5	闪存	387
10.6	存储器扩展	390
10.7	特殊类型的存储器	396
10.8	磁和光存储	400
	数字系统应用	405
	关键词	407
	判断题	408
	自测题	408
	习题	409
	答案	411
第 11 章	数字信号处理	414
11.1	模拟信号转换为数字信号	414
11.2	模-数转换方法	419
11.3	数-模转换方法	428
11.4	数字信号处理基础	435
	关键词	436
	判断题	437
	自测题	437
	习题	438
	答案	441

第 12 章 集成电路技术	443
12.1 基本操作特性和参数	443
12.2 CMOS 电路	450
12.3 TTL 电路	455
12.4 TTL 在实际使用中的注意事项	459
12.5 CMOS 和 TTL 性能的比较	464
12.6 发射极耦合逻辑(ECL)电路	465
12.7 PMOS、NMOS 和 E ² CMOS	466
关键词	468
判断题	469
自测题	469
习题	470
答案	474
附录 A 卡诺图或与项(POS)的最小化	476
附录 B Q-M 方法(奎恩-麦克拉斯基化简法)	479
附录 C 数字电路 NI Multisim 仿真——仿真、样机、测试电路理论、设计与画图	482
奇数编号习题答案	486

第1章 基本概念

章节提纲

1.1 数字量与模拟量

1.3 固定功能的集成电路

1.2 二进制数、逻辑电平和数字波形

访问本书配套的网址

在网址 <http://www.prenhall.com/floyd> 中可以得到本书的辅导资料^①。

1.1 数字量与模拟量

模拟量具有连续的数值，数字量具有离散的数值。自然界中大多数可以测量的事物都以模拟量的形式出现。例如，空气温度在一个连续的范围内变化。在给定的一天里，温度不会立即从 70°F 上升到 71°F；这中间经历无数个温度值。如果绘制一个典型的夏季温度图，将会得到一个平滑和连续的曲线（类似于图 1.1 的曲线）。其他模拟量的例子是时间、压力、距离和声音。

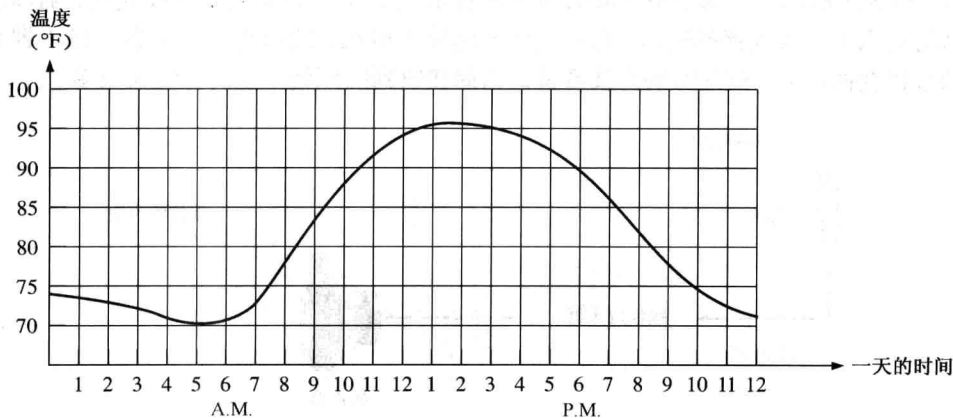


图 1.1 模拟量图(温度/时间)

相对于一个连续的温度图，假设每小时测量一次温度。现在有一个 24 小时内每隔一小时采样测量到的离散温度值，如图 1.2 所示，这样就可以有效地将模拟量转换成数字量的形式，即用一个数字码对应于每个采样到的温度值。注意，图 1.2 本身并不是模拟量的数字表示。

数字量的优点 在电学应用方面，数字量表示法和模拟量表示法相比有一定的优势。其一，数字数据和模拟数据相比，前者在处理和传输方面更有效、更可靠。其二，数字数据在需要保存时，更显示了它的优越性。例如，转换成数字形式的音乐，要比相对应的模拟形式更简洁，复制时更精确、更清晰。噪声（不需要的电压波动）几乎不会影响数字数据，但会影响模拟信号。

^① 相关资料也可登录 www.hxedu.com.cn 获取，本书教辅(PPT，习题解答)的申请方式请参见书末的“教学支持说明”。

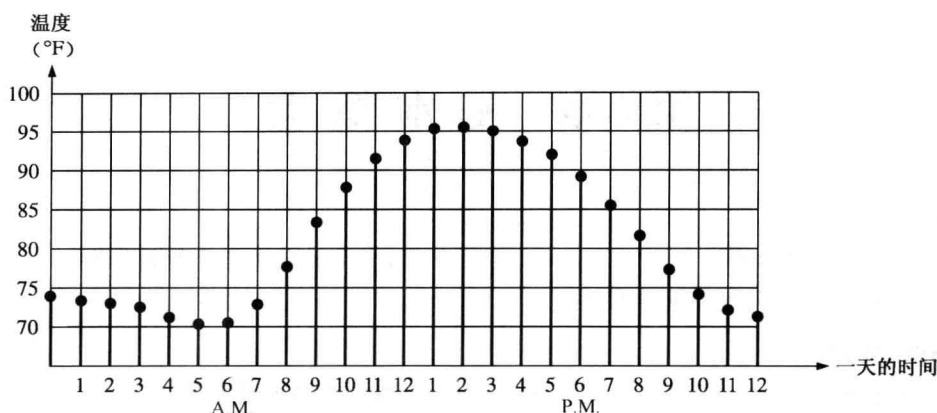


图 1.2 图 1.1 的模拟量样本值的表示法(量化)。每个值由点表示,它可以由一些0和1组成的数字码表示

1.1.1 模拟电子系统

扩音系统用于把声音放大,从而让更多的听众听到,这是模拟电子应用的一个简单例子。图 1.3 的基本图示给出了自然界中的模拟量,即声波,它由麦克风接收,并将其转换为较弱的模拟电压,称为音频信号。这个电压随着声波的音量大小和频率变化而连续变化,随即加到线性放大器的输入中。放大器的输出,也就是放大的输入电压,随即传入扬声器。扬声器将放大的音频信号再变回声波,而这时的声波音量比话筒接收到的原始声波的音量大很多。

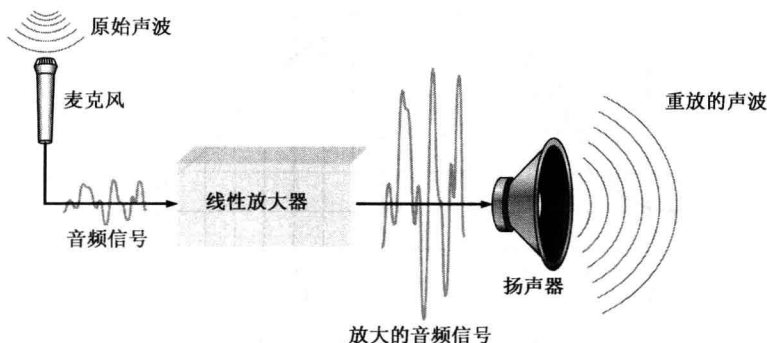


图 1.3 基本的声音广播系统

1.1.2 使用数字方法与模拟方法的系统

光盘(CD)播放器是一个同时使用数字电路和模拟电路的系统。图 1.4 的简单框图给出了它的基本原理。数字格式的音乐存储在光盘上。激光二极管光学系统接收旋转光盘上的数字数据,然后传送到数-模转换器(DAC)中。数-模转换器将这些数字数据转换成模拟信号,即原来音乐电子意义上的再现。线性放大器把模拟信号放大并传送到扬声器,以供欣赏。在将音乐存储在一张 CD 上时,过程基本上和以上描述的相反,这时使用模-数转换器(ADC)。

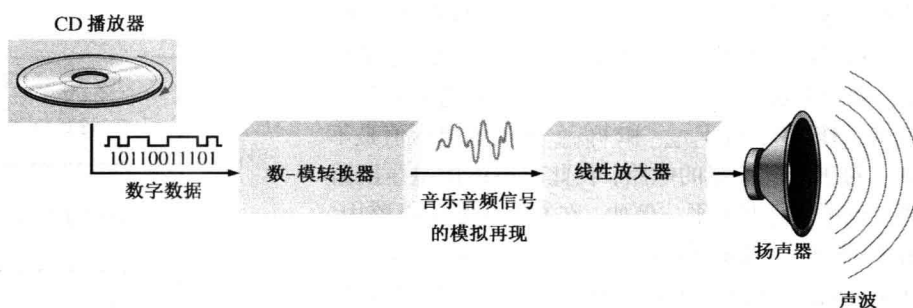


图 1.4 CD 播放器的基本框图，这里只画出了一个通道

1.1 节 温故而知新 （答案在本章的结尾。）

1. 定义模拟量。
2. 定义数字量。
3. 解释数字量和模拟量的不同之处。
4. 给出一个使用模拟量的系统的例子，以及给出一个同时使用数字量和模拟量的系统的例子。给出一个完全使用数字量的系统。

1.2 二进制数、逻辑电平和数字波形

1.2.1 二进制数

二进制系统中的两个数——1 和 0，称为位（比特，bit），是二进制数（binary digit）的缩写。在数字电路中，使用两个不同的电压电平表示这两个位。一般情况下，高电压用 1 来表示，低电压用 0 来表示。这称为正逻辑，本书将都使用正逻辑。

$$\text{高电压(H)} = 1 \quad \text{低电压(L)} = 0$$

在另一种系统中，1 表示低电压，0 表示高电压，这称为负逻辑。

一组位（一些 1 和 0 的组合）称为码，用来表示数字、字母、符号、指令及任何给定应用中的对象。



计算机小知识

数字计算机的概念可以追溯到 Charles Babbage，他在 19 世纪 30 年代发明了一台原始的机械式计算器。John Atanasoff 于 1939 年首先在数字计算机中使用了电子处理方法。1946 年，第一台使用真空电子管电路并称为 ENIAC 的数字计算机诞生。尽管它的体积占据了整个房间，但是 ENIAC 的计算能力还不如我们现在常用的计算器。

1.2.2 逻辑电平

用来表示 1 和 0 的电压称为逻辑电平。理想情况下，一个电平表示高电压，另一个电平表示低电压。在实际的数字电路中，这个高电压可以是指定的最小值和最大值之间的任意值。同样，低电压也可以是指定的最小值和最大值之间的任意值。在指定的高电平范围和低电平范围之间是不能有重叠的。

图 1.5 给出了数字电路中高电平和低电平的通常范围。变量 $V_{H(\max)}$ 表示高电平的最大值, 变量 $V_{H(\min)}$ 表示高电平的最小值。 $V_{L(\max)}$ 表示低电平的最大值, $V_{L(\min)}$ 表示低电平的最小值。在正常的工作情况下, $V_{L(\max)}$ 和 $V_{H(\min)}$ 之间的电压值是不可以出现的。对于一个给定的电路, 在此范围内的电压既可以是高电平, 也可以是低电平。例如, 在 CMOS 数字电路中, 高电平值在 2~3.3 V, 低电平值在 0~0.8 V, 也就是说, 如果使用 2.5 V, 电路将把它看成是高电平或二进制 1。如果使用 0.5 V, 那么就是低电平或二进制 0。对于这种类型的电路, 0.8~2 V 的电平值是不可以出现的。

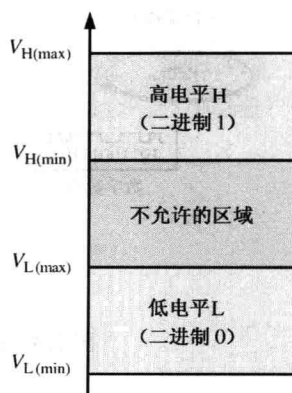


图 1.5 数字电路逻辑电平的电压范围

1.2.3 数字波形

数字波形由两种不同的电平值组合而成, 它们在高、低电平或状态之间不断地变化。图 1.6(a) 给出一个正向脉冲, 是在电压(或电流)从低电平变到高电平, 再从高电平变回到低电平时产生的。图 1.6(b) 给出一个反向脉冲, 是在电压从高电平变到低电平, 再从低电平变回到高电平时产生的。数字波形由一系列的脉冲组成。

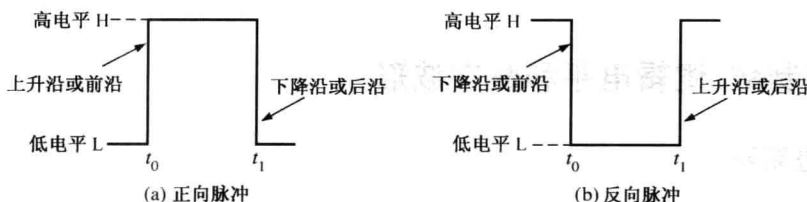


图 1.6 理想的脉冲

脉冲 如图 1.6 所示, 脉冲有两个边沿: 在 t_0 时刻首先出现的为前沿, 在 t_1 时刻随后出现的为后沿。对于一个正向脉冲, 前沿是上升沿, 后沿是下降沿。图 1.6 所示的脉冲是理想状态下的脉冲, 因为假设上升沿和下降沿的变化是没有时间范围的(瞬间)。实际情况是, 这些变化是有时间范围的, 尽管大多数的数字波形可以假定为理想脉冲。

图 1.7 给出了一个非理想的脉冲。实际上, 所有脉冲或多或少都存在这些非理想的特性。通常, 杂散电感和电容效应会产生超调量和振荡。杂散电容和电路电阻会产生下调量, 形成时间常数不大的 RC 电路。

从低电平到高电平所需的时间称为上升时间 t_r , 从高电平到低电平所需的时间称为下降时间 t_f 。在实际运用中, 通常测量的上升时间是从脉冲幅度(相对于基线的高度)的 10% 处到脉冲幅度的 90% 处的时间宽度, 测量的下降时间则是从幅度的 90% 处到幅度的 10% 处的时间宽度。如图 1.7 所示, 上升时间和下降时间不包括脉冲顶部和底部的 10%, 因为这部分区域的波形是非线性的。脉冲的宽度 t_w 就是脉冲的持续时间, 通常把上升沿和下降沿幅度 50% 处的时间间隔定义为脉冲宽度, 如图 1.7 所示。

波形特性 在数字系统里, 遇到的大多数波形都是由一系列的脉冲组成的, 有时称为脉冲序列, 它们可以分为周期的和非周期的。周期波形就是在一个固定的时间间隔里不断重复自身, 这个时间间隔称为周期 (T)。频率 (f) 是重复的速率, 测量单位是赫兹 (Hz)。而一个非周期性脉冲波形则不会在一个固定的时间间隔里重复, 它可能由脉冲宽度不确定的脉冲组成, 也有可能由时间间隔不确定的脉冲组成, 图 1.8 给出两种波形的例子。

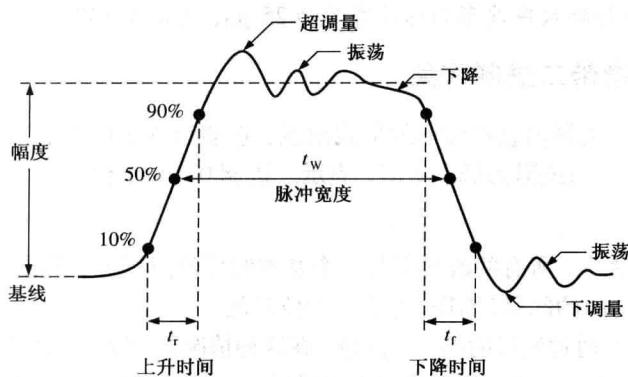


图 1.7 非理想脉冲的特性

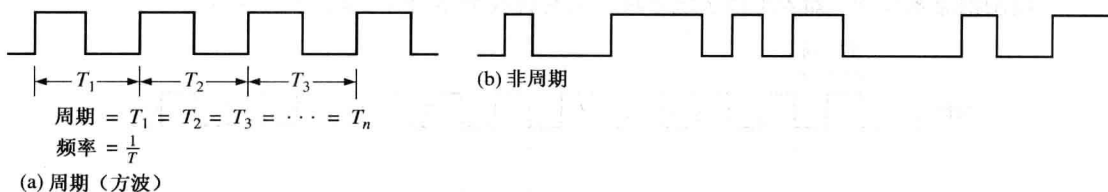


图 1.8 数字波形的例子

脉冲(数字)波形的频率(f)就是其周期(T)的倒数,它们之间的关系如下所示:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

$$T = \frac{1}{f} \quad (1.2)$$

周期数字波形的一个重要特性就是它的占空比,它是脉冲宽度(t_w)和周期(T)的比值,可以用百分比来表示

$$\text{占空比} = \left(\frac{t_w}{T} \right) \times 100\% \quad (1.3)$$

例 1.1 图 1.9 为一个周期数字波形的一部分,单位为毫秒(ms),试计算:

(a) 周期; (b) 频率; (c) 占空比。

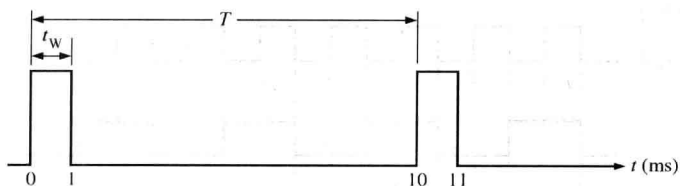


图 1.9

解: (a) 周期是从一个脉冲沿到下一个相对应的脉冲沿的时间。这里周期 T 就是上升沿到上升沿的时间,如图 1.9 所示, T 等于 10 ms。

$$(b) f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \text{ ms}} = 100 \text{ Hz}$$

$$(c) \text{占空比} = \left(\frac{t_w}{T} \right) \times 100\% = \left(\frac{1 \text{ ms}}{10 \text{ ms}} \right) \times 100\% = 10\%$$

相关问题①：一个周期数字波形的脉冲宽度为 $25\ \mu\text{s}$ ，周期为 $150\ \mu\text{s}$ ，试求出频率和占空比。

1.2.4 数字波形携带二进制信息

数字系统处理的二进制信息以波形的形式出现，它表示顺序序列的二进制位。当波形为高电平时，表示二进制1；当波形为低电平时，表示二进制0。每个位在一个序列里所占的固定时间间隔称为位时间。

时钟 在数字系统中，所有的波形都与一个基本时序波形同步，称之为时钟(clock)。时钟是周期波，每个脉冲之间的间隔(周期)等于一个位时间。

图 1.10 所示为一个时钟波形的例子。注意，在这种情况下，波形 A 的电平变化都发生在时钟波形的前沿。在其他情况下，电平的变化发生在时钟的后沿。在每个位时间之内，波形 A 可为高电平也可可为低电平。这些高电平和低电平组成了图 1.10 所示的位序列。若干位组成一组就可作为一个二进制信息来使用，如表示数字或字母。而时钟波形本身并不携带任何信息。

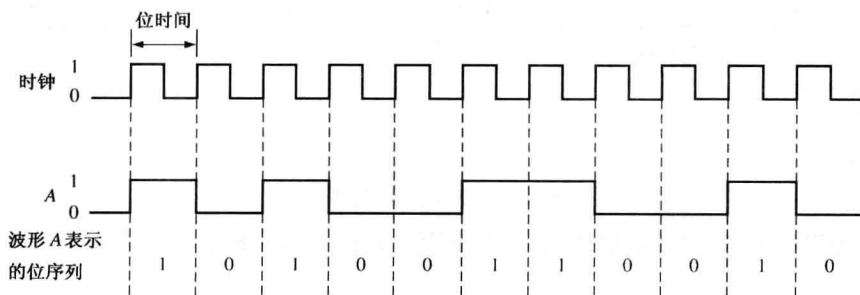


图 1.10 时钟波形和位序列表示的波形同步的例子



计算机小知识

计算机的运行速度取决于系统使用的微处理器的类型。计算机运行速度的定义就是微处理器工作的时钟频率的最大值，例如 $3.5\ \text{GHz}$ 。

时序图 时序图就是数字波形的图形，它表示两个或两个以上波形的实际时间关系，还表示波形和波形之间的相互变化关系。图 1.11 给出了 4 个波形组成的时序图的例子。从这个时序图可以确定相互关系。例如，波形 A、B 和 C 仅在位时间 7 时为高电平(阴影部分)，在位时间 7 结束时变回到低电平。

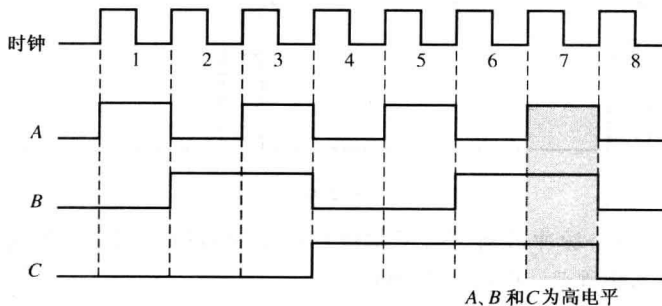


图 1.11 时序图的例子

① 答案在本章的结尾。

1.2.5 数据传送

数据是指一组可以用来传递某种信息的位。使用数字波形表示的二进制数据，必须在数字系统中从一个电路传送到另一个电路，或者从一个系统传送到另一个系统，以实现某个设定的目的。例如，计算机存储器中的数字是以二进制的形式存储的，它必须传送到计算机的中央处理器才能实现加法运算。然后加法运算的结果必须传送到显示器显示并且/或者回送到存储器中。如图 1.12 所示，二进制数据的传送方式有两种——串行和并行。

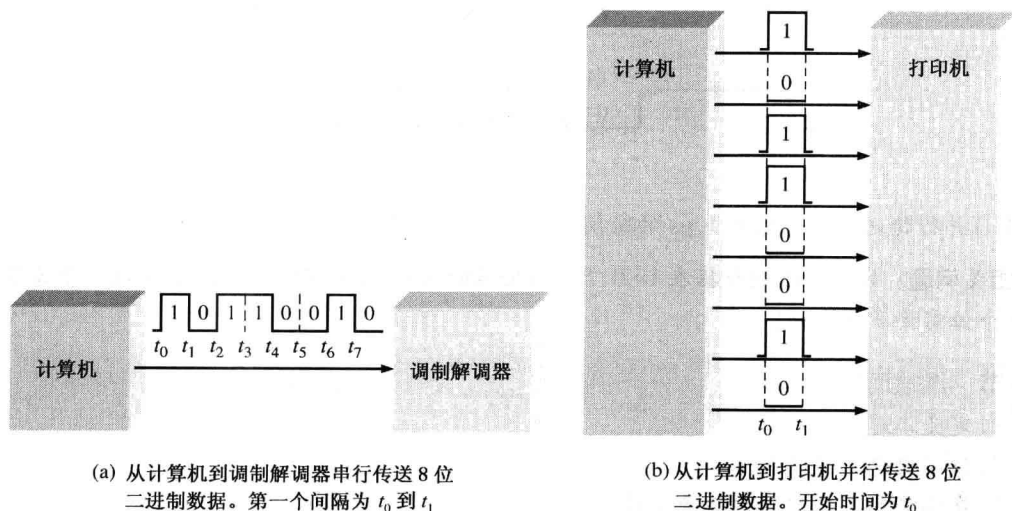


图 1.12 二进制数据的串行和并行传送的图例。这里只显示数据线

图 1.2(a) 为计算机传送数据到调制解调器的例子，这时位以串行的方式从一个点传送到另一个点，沿着一条导线每次传送一位。在 t_0 到 t_1 这段时间间隔里，送出第一位。在 t_1 到 t_2 这段时间间隔里，送出第二位，以此类推。若要串行输出 8 位，则需花费 8 个时间间隔。

当若干位以并行的方式传送时，一组位中的每一个位可以同时通过不同的线路传送。图 1.12(b) 为 8 位数据从计算机传送到打印机的例子。和串行传送需要 8 个时间间隔相比，并行方式传送 8 个位只需要一个时间间隔。

综上所述，二进制数据串行传送的优点是所需要的数据线最少，即只需要一条线路。而在并行传送中，线路的数量等于一次传送的位的数量。串行传送的缺点是相对于并行传送，它需要更长的时间来完成一个给定位数的传送。例如，如果 $1\ \mu\text{s}$ 可以传送一位，那么需 $8\ \mu\text{s}$ 来完成串行传送 8 个位，但并行传送 8 个位只需 $1\ \mu\text{s}$ 。并行传送的缺点是和串行相比，需要更多的线路。

例 1.2 (a) 试给出图 1.13 波形 A 中串行传送 8 个位所需要的时间，并指出位的顺序。最左边的位先开始传送。以 $1\ \text{MHz}$ 的时钟频率作为基准。

(b) 在并行传送中传送同样的 8 个位需要多少时间？

解：(a) 因为时钟的频率为 $1\ \text{MHz}$ 时，周期为

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1\ \text{MHz}} = 1\ \mu\text{s}$$

传送每位需要 $1\ \mu\text{s}$ ，传输 8 个位则需要

$$8 \times 1\ \mu\text{s} = 8\ \mu\text{s}$$

为了确定每个位的顺序,必须确定图 1.13 的每个位时间内的波形。如果波形 A 在位时间内为高电平,则传送 1。如果波形 A 在位时间内为低电平,则传送 0。位的顺序如图 1.14 所示。从最左边的位最先开始传送。

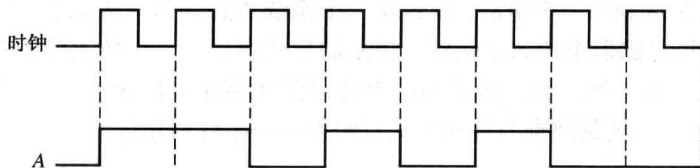


图 1.13

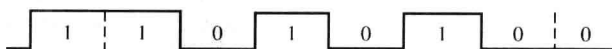


图 1.14

(b) 并行传送 8 个位需要 $1\ \mu\text{s}$ 的时间。

相关问题: 如果二进制数据在 USB 上以每秒 480 兆位(480 Mbps)的速度传送,那么串行传送 16 个位需要多少时间?

1.2 节 温故而知新

1. 定义二进制。
2. 位的概念是什么?
3. 在二进制系统中位的组合是什么?
4. 一个脉冲的上升和下降时间是如何计算的?
5. 如果确定一个波的周期,那么频率是如何计算的。
6. 解释时钟波形的概念?
7. 时序图的作用是什么?
8. 二进制数据的并行传送与串行传送相比的优点是什么?

1.3 固定功能的集成电路

单片集成电路(IC)是一个完全由单个小型的硅芯片组成的电子电路。组成电路的所有元件——晶体管、二极管、电阻和电容是单个芯片的一部分。固定功能的逻辑和可编程的逻辑是数字集成电路的两大类型。在固定逻辑功能的芯片中,逻辑功能已由开发商写入,不能改变。

图 1.15 给出了一个固定功能集成芯片封装类型的剖面图,其中露出了封装内部的芯片电路,标出了芯片连接封装引脚用以连接外部的各种电路。

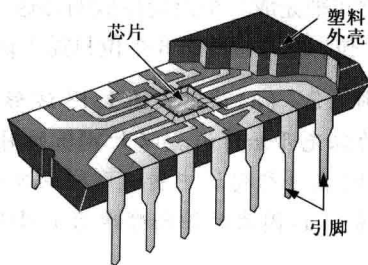


图 1.15 一个固定功能集成芯片封装类型的剖面图(双引线封装),给出了芯片的内部连接输入/输出引脚的封装部分

1.3.1 集成电路封装

集成电路封装以它们安装在印制电路板(PCB)上的方法来分类,例如对穿孔封装和表面贴装等类型。对