

Intel 8086 / 8088 及 Pentium

宏汇编语言程序设计

© 毕于深 李行健 编著



煤炭工业出版社

Intel 8086/8088 及 Pentium 宏汇编语言程序设计

毕于深 李行健 编著

煤炭工业出版社

7-312

图书在版编目 (CIP) 数据

Intel 8086/8088 及 Pentium 宏汇编语言程序设计/
毕于深, 李行健编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2000. 10
ISBN 7-5020-1948-0

I. I… II. ①毕…②李 III. 宏汇编语言-程序设计
IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 54336 号

Intel 8086/8088 及 Pentium

宏汇编语言程序设计

毕于深 李行健 编著

责任编辑: 袁筠 翟刚

*

煤炭工业出版社 出版

(北京朝阳区曙光里 8 号 100015)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm^{1/16} 印张 20

字数 514 千字 印数 1—3,000

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

社内编号 4719 定价 25.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内容提要

本书共十四章,前十一章以 Intel 8086/8088 系列微机为背景,系统地介绍了宏汇编语言程序设计的基础知识、语法规则和程序设计方法;后三章在前十一章的基础上讲述 Pentium 微处理器可编程结构,保护模式下的存储器寻址和 Pentium 汇编语言程序设计方法。

为方便读者自学,在各章后面增加了理解与练习或课外阅读,通过例题分析,加强读者对汇编语言的理解与掌握。

本书可作为高校计算机本科专业的教材和自学考试的教材,也可作为教师、非计算机专业的研究生及计算机应用技术人员的参考书。

前 言

这部教材,本着精讲多练,鼓励学生自主学习的原则,在保证知识的连续性、完整性的同时,对传统的教材内容进行了较大的改动,力求内容精练、突出重点、注重应用。

本书共分为十四章。第一章至第八章以 Intel 8086/8088 系列微机为背景,系统地介绍了汇编语言的基本概念、语法规则和程序设计方法。

第九章至第十一章介绍了 8086/8088 汇编语言的应用,包括输入输出的概念及其程序设计方法;中断的概念、方法及其开发应用技巧;文件编程方法等内容。

第十二章至第十四章为 Pentium 汇编语言程序设计,介绍了 Pentium 微处理器与 8086/8088 微处理器在寄存器结构、寻址方式上的不同;介绍了 Pentium 新增指令及在实模式下与 8086/8088 在编程方法上的区别;讲述了利用多功能调用在实模式与保护模式下的模式切换及保护模式下的程序设计方法。这三章的内容可根据教学学时的多少和学生的接受能力进行选讲,或作为自学参考资料。

为鼓励学生自主学习和增加对学习内容的选择性,一般在每章后面增加了理解与练习或课外阅读的内容。理解与练习是对重点、难点问题,通过举例和例题分析,让读者在概念上和应用技巧上进一步加深理解和掌握;课外阅读的内容一般不作为教学内容要求,是鼓励感兴趣的读者通过自学,扩大知识的深度和广度。

本书第一章至第十一章,由毕于深执笔;第十二章至第十四章,由李行健执笔;全书由毕于深主编,李显荣担任主审。

但愿这本书能给读者带来一些有益的帮助。

本书的编写得到了抚顺石油学院金福凯、黄克林、张岐山同志以及东北大学高福祥同志的鼓励、支持和帮助;特别在编写过程中,自始至终得到了赵丹丹、肖瑞国、刘爽、王晓虹同志的大力帮助,他们为本书的章节层次、内容安排提出了许多宝贵的意见和建议,并为例题、习题的上机调试及书稿的校对付出了辛苦的劳动;王月玲、王娜同志做了大量的文字录入工作,在此,一并向他们致以诚挚的谢意。

本书中的错误和不妥之处敬请读者批评指正。

编者

2000 年 6 月

2000.6.10

目 录

第一章 概 论	(1)
§ 1 微机系统组成	(1)
1.1 微机硬件基本结构	(1)
1.2 微机软件系统	(1)
§ 2 计算机语言	(2)
2.1 机器语言	(2)
2.2 汇编语言	(3)
2.3 通用语言(高级语言)	(3)
§ 3 汇编语言的应用范围	(4)
习题一	(4)
第二章 汇编语言预备知识	(5)
§ 1 数据类型	(5)
1.1 数制及相互转换	(5)
1.2 计算机中数和字符的表示	(6)
1.3 数据类型	(9)
§ 2 Intel8086/8088CPU 结构与可编程寄存器	(11)
2.1 8086/8088CPU 功能结构	(11)
2.2 CPU 内部寄存器组	(12)
§ 3 存储器	(15)
3.1 存储器的组成	(15)
3.2 存储器的段结构	(16)
3.3 逻辑地址与物理地址	(17)
3.4 堆栈	(17)
※理解与练习	(19)
§ 1 内存数据存取规则	(19)
§ 2 计算机中的数据	(19)
§ 3 溢出的概念	(20)
习题二	(20)
第三章 寻址方式与指令系统	(22)
§ 1 寻址方式	(22)
1.1 无操作数指令的寻址方式(隐含寻址)	(22)
1.2 立即操作数的寻址方式(立即寻址)	(22)
1.3 寄存器操作数的寻址方式(寄存器寻址)	(22)
1.4 存储器操作数的寻址方式	(23)

1.5	段基值的隐含约定	(24)
1.6	隐含段的改变	(25)
§ 2	指令系统	(26)
2.1	指令系统概述	(26)
2.2	传送类指令	(27)
2.3	算术运算类指令	(30)
2.4	位操作指令	(33)
2.5	转移类指令	(35)
2.6	串操作指令	(37)
2.7	处理器控制类指令	(39)
※	理解与练习	(40)
§ 1	关于十进制调整指令	(40)
§ 2	比较指令的理解	(43)
§ 3	乘除法指令的理解	(43)
§ 4	逻辑运算与移位指令的应用	(45)
§ 5	指令对标志位的影响	(47)
	习题三	(48)
第四章	汇编语言	(50)
§ 1	汇编语言语句种类及格式	(50)
1.1	语句种类	(50)
1.2	语句格式	(51)
§ 2	汇编语言的数据	(52)
2.1	常数	(52)
2.2	变量	(53)
2.3	标号	(55)
2.4	段名和过程名	(56)
§ 3	汇编语言的符号	(56)
3.1	等值语句	(56)
3.2	等号语句	(57)
§ 4	汇编语言运算符	(57)
4.1	算术运算符	(57)
4.2	逻辑运算符	(59)
4.3	关系运算符	(59)
4.4	属性值返回运算符	(60)
4.5	属性修改运算符	(62)
4.6	运算符的优先级	(64)
§ 5	程序中段的定义	(65)
5.1	段定义伪指令	(65)
5.2	段指定伪指令	(67)
§ 6	常用伪指令	(68)

6.1	汇编地址计数器(\$)和定位伪指令(ORG)	(68)
6.2	源程序结束伪指令(END)	(69)
6.3	模块命名伪指令(NAME 和 TITLE)	(69)
6.4	基数控制伪指令(RADIX)	(69)
※	理解与练习	(70)
§ 1	ASSUME 伪指令的理解	(70)
§ 2	关于段寄存器的初始化	(71)
§ 3	例题分析	(72)
	习题四	(74)
第五章	程序设计方法	(78)
§ 1	概述	(78)
1.1	程序设计的步骤	(78)
1.2	程序的基本控制结构	(80)
1.3	程序设计方法	(80)
§ 2	汇编语言源程序的基本格式和编程步骤	(81)
§ 3	简单程序设计举例	(83)
§ 4	DOS 系统功能调用	(86)
4.1	系统功能调用方法	(86)
4.2	常用系统功能调用	(86)
§ 5	汇编语言程序的上机过程	(89)
※	理解与练习	(91)
§ 1	输入输出数据处理	(91)
§ 2	使用功能调用进行输出显示时屏幕格式的控制	(91)
§ 3	程序的汇编、连接及调试	(92)
	习题五	(101)
第六章	分支与循环程序设计	(104)
§ 1	分支程序设计	(104)
1.1	比较/测试分支结构程序设计	(104)
1.2	用跳转表形成多路分支的程序设计	(107)
§ 2	循环程序设计	(110)
2.1	循环程序的结构	(110)
2.2	循环控制方法	(110)
2.3	单重循环程序设计	(112)
2.4	多重循环程序设计	(116)
	习题六	(121)
第七章	子程序与多模块编程	(124)
§ 1	子程序概念	(124)
1.1	子程序的定义	(124)
1.2	子程序的调用和返回	(125)
§ 2	子程序设计方法	(128)

2.1	现场的保护和恢复	(128)
2.2	主程序与子程序之间参数传递方法	(128)
2.3	子程序说明文件	(134)
2.4	子程序设计及其调用举例	(134)
§ 3	嵌套与递归子程序	(136)
3.1	子程序嵌套	(136)
3.2	递归子程序	(139)
§ 4	多模块编程	(141)
4.1	模块的划分	(141)
4.2	程序的连接	(142)
※	课外阅读	(146)
§ 1	可重入子程序、浮动子程序和协同子程序	(146)
§ 2	汇编语言与c语言的连接	(146)
	习题七	(155)
第八章	宏功能程序设计	(157)
§ 1	宏的概念	(157)
§ 2	宏定义和宏调用	(158)
2.1	宏定义	(158)
2.2	宏调用	(159)
§ 3	参数的使用	(160)
3.1	宏定义与宏调用中参数的使用	(160)
3.2	宏操作符	(163)
3.3	宏中标号的处理	(165)
§ 4	宏嵌套	(166)
4.1	宏定义中嵌套宏定义	(166)
4.2	宏定义中嵌套宏调用	(167)
§ 5	重复汇编和条件汇编	(168)
5.1	重复汇编伪指令	(168)
5.2	条件汇编伪指令	(170)
§ 6	宏库的使用	(172)
6.1	宏库的建立	(172)
6.2	宏库的使用	(173)
※	课外阅读	(175)
§ 1	结构	(175)
§ 2	记录	(179)
	习题八	(183)
第九章	输入输出程序设计	(184)
§ 1	输入输出的概念	(184)
1.1	外部设备与接口电路	(184)
1.2	I/O 接口及编程结构	(184)

§ 2 I/O 指令	(185)
2.1 输入指令 IN(input byte or input word)	(185)
2.2 输出指令 OUT(output byte or output word)	(186)
§ 3 I/O 传送方式	(186)
§ 4 I/O 程序举例	(188)
习题九	(191)
第十章 中 断	(192)
§ 1 中断的概念	(192)
§ 2 PC 机中断系统	(192)
2.1 外部中断	(192)
2.2 内部中断	(194)
2.3 软中断	(194)
§ 3 中断管理和运行机制	(195)
3.1 中断向量表	(195)
3.2 中断优先级	(196)
3.3 中断响应过程	(196)
3.4 中断指令	(196)
§ 4 中断的开发与应用	(197)
4.1 开发用户自己的中断	(197)
4.2 修改或替换系统中断	(199)
4.3 在应用程序中调用系统中断	(203)
※ 课外阅读	(204)
§ 1 PC 机时钟系统及时钟中断	(204)
§ 2 DOS 用户中断	(207)
习题十	(208)
第十一章 文件操作编程	(210)
§ 1 文件操作的有关概念	(210)
1.1 文件名字串和文件句柄	(210)
1.2 文件指针与读写缓冲区	(210)
1.3 文件属性	(211)
§ 2 常用的文件操作系统功能调用	(211)
2.1 建立并打开文件:(3CH,5BH,5AH)	(211)
2.2 打开文件(3DH)	(212)
2.3 关闭文件(3EH)	(213)
2.4 读文件或设备(3FH)	(213)
2.5 写文件或设备(40H)	(213)
2.6 改变文件指针(42H)	(213)
§ 3 文件操作编程	(214)
※ 课外阅读	(218)
§ 1 打开文件和关闭文件的作用	(218)

§ 2 系统内部句柄的分配和管理	(218)
习题十一	(219)
第十二章 Pentium 处理器及其结构	(220)
§ 1 Pentium 处理器的可编程寄存器结构	(220)
1.1 通用寄存器	(221)
1.2 专用寄存器	(221)
§ 2 Pentium 微处理器的寻址方式	(222)
2.1 选择符和描述符	(223)
2.2 程序不可见寄存器	(226)
习题十二	(227)
第十三章 存储器管理	(228)
§ 1 虚拟存储器的基本概念	(228)
1.1 虚拟存储器概念	(228)
1.2 页式虚拟存储器	(228)
1.3 段式虚拟存储器	(230)
1.4 段页式虚拟存储器	(230)
§ 2 Pentium 微处理器的存储器管理方式	(231)
2.1 Pentium 提供的存储管理方式	(231)
2.2 分段式存储器管理	(232)
2.3 分页式存储管理	(233)
习题十三	(235)
第十四章 Pentium 汇编语言程序设计	(236)
§ 1 Pentium 新扩充的指令	(236)
§ 2 32 位算术运算	(240)
§ 3 移动 32 位数据串	(242)
§ 4 初始化表格	(243)
§ 5 双字对齐	(243)
§ 6 位扫描	(244)
§ 7 位测试	(244)
§ 8 索引和基寄存器的灵活性	(245)
§ 9 保护模式程序设计	(246)
9.1 DPMI(DOS 保护模式接口)	(247)
9.2 保护模式操作	(250)
9.3 保护模式程序设计	(253)
§ 10 汇编程序	(261)
§ 11 介绍 SOFT-ICE FOR WINDOWS	(263)
习题十四	(265)
附 录	(266)
附录 A 出错信息	(266)
附录 B 8086/8088 指令系统	(272)

附录 C BIOS 调用说明 (279)

附录 D DOS 功能调用说明 (288)

附录 E IBM PC 的键盘输入码和 CRT 显示码 (291)

附录 F 汇编语言的存储模型 (293)

参考书目 (306)

第一章 概 论

§ 1 微机系统组成

微机系统包括硬件和软件两部分。

1.1 微机硬件基本结构

典型的微机系统硬件结构可由图 1.1 表示。

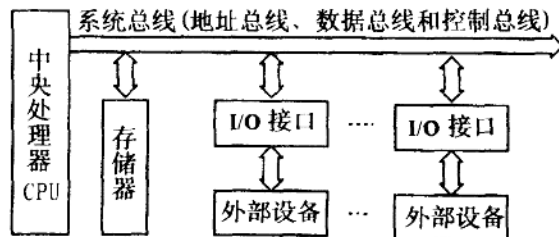


图 1.1 微机系统硬件结构示意图

1.1.1 中央处理器

中央处理器是一片集成电路。它是微机系统的核心部件，其主要功能是分析、执行指令及总线控制等。

1.1.2 存储器

存储器包括只读存储器 ROM 和随机读写存储器 RAM。ROM 中固化着基本输入输出设备驱动程序和微机启动自检程序等，称为 BIOS 系统程序，它是操作系统软件的组成部分。RAM 又称为内存储器(内存)，它由多片集成电路组成一个个内存条，可方便地在主板上拔插。RAM 用来存放程序和数据，任何要执行的程序和要处理的数据必须先装入 RAM 才能工作。

1.1.3 I/O 接口

I/O 接口是由多种集成电路芯片及其它电子器件组成的电路。它是主机与外设，外设与外设之间的硬件接口，不同的外设，通过配套的接口电路实现数据缓冲、传送以及信号转换等。

1.1.4 总线(BUS)

总线是一组公共数据线、地址线和控制信号线。它把系统中的各个设备及部件连接起来，构成微机的硬件系统。总线在工作时，数据及各种信息传送是分时操作的。

1.1.5 外部设备

外部设备一般包括外部存贮器(软盘、硬盘)及实现人与计算机交换信息的输入输出装置(如：键盘、显示器、打印机等)。外部设备必须通过 I/O 接口才能与系统总线相连。

1.2 微机软件系统

微机软件系统分为系统软件 and 用户软件两个层次。

系统软件是由计算机生产厂家提供给用户的一组程序,它又可分为两类:一类是面向机器的系统程序(操作系统),主要作用是对系统的硬、软件资源进行有效的管理,建立计算机的工作环境;另一类是面向用户的软件,对用户编制的程序进行编辑、编译、连接,加工成计算机能直接执行的目标程序。图 1.2 表示了软件系统的构成。

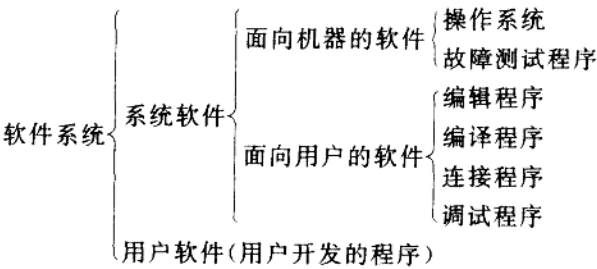


图 1.2 微机软件系统组成

§ 2 计算机语言

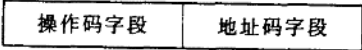
当人们使用计算机来完成某些任务时,就必须告诉它怎样具体地处理这些任务。同计算机进行这种交流的工具是什么呢?就是计算机语言。人们利用计算机语言告诉计算机某个问题应如何处理,先做什么,后做什么,即人们用计算机语言安排好处理步骤,每一步都是用计算机语言描述的,这种用计算机语言描述的处理步骤,称为程序。计算机执行程序时,就按处理步骤,完成人所规定的任务。

计算机语言可分为三类:机器语言、汇编语言和通用语言,前两类语言是面向机器的,一般称为低级语言;后一类是面向程序设计人员的,一般称为高级语言。

2.1 机器语言

虽然我们可以使用各种语言编写程序,但计算机却只能识别在设计机器时事先规定好的机器指令。

机器指令即指挥计算机完成某一基本操作的命令。它们均由 0 和 1 二进制代码串组成。机器指令的一般格式为:



操作码字段指出该指令执行何种操作,地址码字段指出被操作的数据(操作数)和操作结果的存放位置。

例如 将地址为 0000 0100B 的字节存储单元中的内容加 3,若用 Intel8086/8088 机器指令来完成该操作,则相应的机器指令为:

10000011
00000110
00000100
00000011

这条指令共 4 个字节,其中前 2 个字节的二进制代码是操作码,表示要进行“加”操作,并指明了以何种方式取得两个加数;第三个字节二进制代码指出了第一个加数存放在偏移地址为

00000100B 的内存单元,最后一个字节二进制代码指出第二个加数是 3。

机器指令也常被称为硬指令,它是面向机器的,即不同的计算机规定了自己所特有的、一定数量的基本指令(指令系统)。用机器指令进行描述的语言就叫做机器语言,用机器语言编写的程序称为机器语言程序或目标程序。目标程序中的二进制机器指令代码称为目标代码。

使用任何语言编写的程序最终都要转换成机器语言程序,才能被计算机识别、理解并执行。

2.2 汇编语言

由于机器指令是用二进制表示的,编写、阅读和调试程序都相当困难。于是,人们想出了用助记符表示机器指令的操作码,用变量代替操作数的存放地址,还可以在指令前冠以标号,用来代表该指令的存放地址等。这种用符号书写的、与机器指令一一对应的、并遵循一定语法规则的符号语言就是汇编语言。用汇编语言编写的程序称为汇编语言源程序。例如,对前面的例子,用汇编语言来书写就成为:

```
MOV    SI,0004H
ADD    BYTE PTR [SI],3
```

由于汇编语言是为了方便用户而设计的一种符号语言,因此,用它编写出的源程序并不能直接被计算机识别,必须将它翻译成机器语言程序,即目标程序才能被计算机执行。这个翻译工作是由系统软件提供的一个语言加工程序完成的。这个把汇编语言源程序翻译成目标程序的程序称为汇编程序,汇编程序进行翻译的过程叫汇编。这里,汇编程序相当于一个翻译器,它加工的对象是汇编语言源程序,加工的结果是目标程序,如图 1.3 所示。

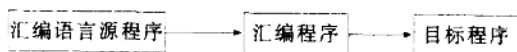


图1.3 汇编语言源程序翻译成目标程序

为了能让汇编程序正确完成翻译工作,必须告诉它源程序从什么位置开始安放,汇编到什么位置结束,数据应放在什么位置,数据类型是什么等等。这就要求源程序中有一套告诉汇编程序如何进行汇编的命令,这种汇编命令称为伪指令。由此可见,指令助记符、语句标号、数据变量、伪指令及它们的使用规则构成了整个汇编语言的内容。

与机器语言相比,汇编语言易于理解和记忆,所编写的源程序容易阅读和调试。汇编语言的魅力还在于程序占用内存少,执行速度快,并且可直接对硬件编程,能充分发挥计算机的硬件功能。

2.3 通用语言(高级语言)

通用语言是用接近自然语言的符号对计算机操作步骤进行描述的计算机语言,如 FORTRAN、Pascal 和 C 语言等。目前计算机高级语言有数百种之多。高级语言的特点是程序容易编制和调试,科学计算和事物处理能力强,且与机器硬件无关,通用性强;但生成目标代码长,占用内存多,执行速度较慢。

上述的高级语言是面向过程的程序设计语言。随着计算机软件技术的发展,出现了面向对象的可视化程序设计语言,例如 Visual C++、Delphi、Visual Basic 等,这种语言是将数据(属性)及数据的处理过程(方法)封装起来,用对象加以描述。程序设计者通过实现对象,完成软件的开发,但数据处理过程的具体实现采用的仍是面向过程的方法。

§ 3 汇编语言的应用范围

汇编语言是计算机所能提供的最快、最有效的语言,也是能够利用计算机所有硬件特性的唯一语言。汇编语言主要应用在实时性要求高、对硬件设备进行控制的场合,如过程控制、媒体接口、通信等用高级语言难以实现的操作,必须使用汇编语言。

目前系统软件的研制虽然已有不少采用高级语言,但给出的目标程序往往还是采用汇编语言的形式,而且还有不少系统软件,必须使用汇编语言编写。汇编语言程序是系统软件的核心成分之一。因此,对于开发、应用计算机的技术人员,必须掌握汇编语言,才能分析、修改和扩充计算机系统软件,增加计算机功能。

汇编语言程序设计是从事计算机研究的基础,是计算机研究和应用的技术人员必须掌握的一门技术。由于汇编语言与计算机硬件特性有关,因此,要学习汇编语言就必须首先了解机器的硬件资源的结构和使用情况、数据类型及表示方法等。第二章将从程序设计的角度出发,介绍有关的知识。

习 题 一

1. 目前流行的微型计算机中,CPU 的种类有哪些?
2. 试说明微机的硬件和软件系统的构成。
3. 总线包括那些? 它们的作用是什么?
4. 什么是机器语言? 什么是汇编语言? 机器语言、汇编语言与通用语言各有哪些优缺点?
5. 什么是汇编程序? 什么是汇编语言源程序? 汇编程序与汇编语言源程序有何不同?
6. 什么叫汇编?“汇编”的含义是什么?
7. 在什么情况下适合使用汇编语言进行程序设计?

第二章 汇编语言预备知识

汇编语言是一种面向机器的语言,使用汇编语言编程,直接涉及对 CPU 内部寄存器的操作、存储器的定义和分配以及对数据类型的转换等问题。因此,本章从程序设计的角度,介绍数据类型及表示方法、微处理器功能结构及其可编程寄存器组以及存储器等内容。

§ 1 数据类型

1.1 数制及相互转换

8086/8088 宏汇编语言源程序中允许使用二进制数、八进制数、十进制数和十六进制数。在书写不同数制的数时,常在一个数的尾部用一个字母来表示该数的数制。二进制数用字母 B(Binary),八进制数用字母 O(Octal),十进制数用字母 D(Decimal),十六进制数用字母 H(Hexadecimal)。其中,十进制数尾部字母 D 可省略。汇编程序在对源程序进行汇编时,能自动将不同数制的数转换成二进制数。

不同进制数的对应关系如表 2.1 所示。

表 2.1 不同进制数之间对应关系

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
二进制数	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
十六进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
八进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17

我们在编写或阅读程序时,常需要将一种进制数转换为另一种进制表示。熟练掌握不同进制数之间的转换,是进行汇编语言程序设计的基础。

1.1.1 N 进制数转换为十进制数

转换方法:按权相加。

例 2.1 求 10011.101B 的十进制值。

$$\begin{aligned}10011.101\text{B} &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} \\&= 16 + 2 + 1 + 0.5 + 0.125 \\&= 19.625\text{D}\end{aligned}$$