自我介绍：王德生　信号检测与处理研究所

电话：62781450

地点：东主搂 10 区 409

助教博士生：唐诚虎　10－409　Tel：62781450

刘宇靖　10－409　Tel　62781450

关于本课程

What？

课程名称：逻辑设计与数字系统

课程内容：数字电子技术基础

Why　？

学习目的：　振兴中华

课程作用：

本课程是正在飞速发展的信息与电子科学技术领域的入门和基础

所有其它科学技术领域都强烈地倚赖电子科学技术

How？

特点：有用，有趣，不难，仔细。

记好课堂笔记

做好课后作业

抓住基本概念

掌握工程方法

紧密联系实践

数字电子技术基础课程内容

◆数制与编码	2 学时
◆逻辑代数基础	3 学时
◆组合逻辑电路分析与设计	7 学时
◆时序逻辑电路分析与设计	16 学时
◆存储器与课编程逻辑器件	4 学时
◆数字系统基础	7 学时
◆数－模与模－数转换	3 学时
◆电子设计介绍	2 学时
◆机动	4 学时

考核与成绩

◆没有期中考试

◆课程作业占 20％，期末考试占 80％。

教材与参考书：

数字电路与系统 刘宝琴

清华

数字电子技术基础 阎石 清华

数字电路逻辑设计 王毓银 高教

数字设计引论 沈嗣昌 高教

影印原文教材：

数 字 逻 辑 电 路 分 析 与 设 计 清华

数 字 逻 辑 应 用 与 设 计 机械

逻 辑 与 计 算 机 设 计 基 础 电子

第一章　绪论（参考书页 1－14）

1．1 数字信号

一数字量和模拟量

模拟量：可以在一定范围内取任意实数值的物理量。如：温度、压力、距离和时间等。

数字量：在时间上和数量上都是离散的物理量。如：生产线上的零件数量，台阶的阶数。

一数字信号和模拟信号

模拟信号：表示模拟量的电信号。如：热电偶的电压信号，温度变化时，电压随之改变。

数字信号：表示数字量的电信号。

一数字电路和模拟电路

模拟电路：处理模拟信号的电路。如：运算放大器。

数字电路：处理数字信号的电路。如：计数

器等。

1．2 数制

✧ 十进制数

157.13=1×10^2＋5×10^1＋7×10^0＋1×10^{-1}＋3×10^{-2}

十进制一般形式：$(N)_{10}=\sum_{i=-m}^{n-1}K_i10^i$

K_i 为十进制数 0—9 中的任一数码。

N、M 为正整数，N 为整数数位，M 为小数数位。逢 10 进 1，借 1 当 10。

✧ 任意进制数

一般形式：$(N)_R=\sum_{i=-m}^{n-1}K_iR^i$

R：数制基数

R^i：I 位权

K_i：I 位系数

$(312.4)_5=3\times5^2+1\times5^1+2\times5^0+4\times5^{-1}$

$=75+5+2+0.8$

$=(82.8)_{10}$

日常碰到十、十二、六十进制等。

数字电路常用二、八、十六进制等。 **为什么？**

✧ 二进制数

一般形式： $(N)_2=\sum_{i=-m}^{n-1}K_i2^i$

基为 2，两个数码 0 和 1。

逢 2 进 1，借 1 当 2。

每个数位权为 2 地幂。

（101．01）$_2$＝$1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}$

表1.1二进制各位的权

二进制位数	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
权	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
（十进制）	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

二进制位数	-1	-2	-3	-4	-5	-6
权	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}
（十进制）	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.03125	0.015625

✧ 八、十六进制数

一般形式： $(N)_8=\sum_{i=-m}^{n-1}K_i8^i$ **和** $(N)_{16}=\sum_{i=-m}^{n-1}K_i16^i$ 。

基为 8 和 16。

8 进制 8 个数码 0—7。16 进制 16 个数码为 0—9、A、B、C、D、E、F。A—F 表示 10—15。

$(127.4)_8 = (87.5)_{10}$

$(B65F)_{16} = (46687)_{10}$

1.3 数制转换

（1）R 进制 → 十进制

按权展开　十进相加　（略）

（2）十进制 → R 进制

整数部分与小数部分分开转换，整数部分除基取余，小数部分乘基取整。

例：将 $(153)_{10}$ 转换为八进数。

153/8=19+1/8　余数=1　最低位

19/8=2 +3/8　=3

2/8=0 +2/8　=2　最高位

$(153)_{10} = (231)_8$

例：将 $(41)_{10}$ 转换为二进制数。

41/2=20+1/2　余数=1　最低位

20/2=10 =0

10/2=5 +1/2 =0

5/2=2 +1/2 =1

2/2=1 =0

1/2=0 +1/2 =1 最高位

$(41)_{10}=(101001)_2$

例：将（0.6875）转换为二进数。

0.6875*2=1.3750 取整 =1 最高位

0.3750*2=0.7500 =0

0.7500*2=1.5000 =1

0.5000*2=1.0000 =1 最低位

$(0.6875)_{10}=(0.1011)_2$

例：将 $(0.513)_{10}$ 转换为八进小数，取小数三位。

0.513*8=4.104 取整 =4 最高位

0.104*8=0.832 =0

0.832*8=6.656 =6

0.656*8=5.248 =5 最低位

$(0.513)_{10}=(0.407)_8$

最后位四舍五入

与前例结合得 $(153.513)_{10}=(231.407)_8$

（3）基数位 2^k 进制互相转换

利用二进作媒介，分段转换。

例：将（BE.29D）$_{16}$转换为八进制数。

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad B\qquad E\qquad 2\qquad 9\qquad E \\ (BE.29D)_{16}=(\underline{10}\ \ \underline{111}\ \ \underline{110}.\underline{001}\ \ \underline{010}\ \ \underline{011}\ \ \underline{101})_2 \\ \qquad\qquad\quad =(2\quad 7\quad 6\ \ .1\quad 2\quad 3\quad 5\ )_8 \end{array}$$

例：将（276.1235）$_8$转换为 16 进制数。

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad 2\quad 7\quad 6\quad 1\quad 2\quad 3\quad 5 \\ (276.1235)_8=(0\ \ \underline{1011}\ \ \underline{1110}.\underline{0010}\ \ \underline{1001}\ \ \underline{1101})_2 \\ \qquad\qquad\quad =(\ \ B\qquad E\ \ .\ 2\qquad 9\qquad D\ \ )_{16} \end{array}$$

（4）任意进制相互转换

可以以 10 进为媒介，先转换为 10 进制，再转换为所需进制。（略）

1. 4 二值编码

为信息交换，用二进两个码元 0、1 按约定表示数和文字，称为二值编码。代码所含位数为码长。

（1）十进制代码（BCD 码）

用四位二进制表示十进数符，可有 $2.9*10^{10}$ 种编码方案。

8421、2421BCD 码为有权码。

注意：（0011 1001 0101）$_{8421}$ ≠ （001110010101）$_{2}$

（2）格雷码

格雷码相邻码只有一位不同。且有循环性与反射性。

（3）ASCII 码

用五或七位二进制数表示数字、字母和符号。

表 1.3 常见的十进制代码

十进制	8.4.2.1BCD 码	2.4.2.1 码	余 3 码	余 3 格雷码
0	0000	0000	0011	0010
1	0001	0001	0100	0110
2	0010	0010	0101	0111
3	0011	0011	0110	0101
4	0100	0100	0111	0100
5	0101	1011	1000	1100
6	0110	1100	1001	1101
7	0111	1101	1010	1111
8	1000	1110	1011	1110
9	1001	1111	1100	1010

（4）可靠性编码

检错码。5 中取 2 码。增加码位。

奇偶校验码。增加码位。可分离码。

Berger 码。检单向多错，用位少。

纠错码。增加码位，定位检错。

1.5 算术运算 （参考书页 P142—144）

二进制加、减、乘与 10 进制规则同，但进借位权不同。逢 2 进 1，借 1 当 2。

为运算方便，数字系统常采用反码和补码。

✧ 二进制原码、补码、反码。

原码：自然二进制数。

补码：（全称为 2 的补码）

如 n 位二进原码为 N，则有：

$$[N]_{补}=2^{n}-\mathrm{N}$$

反码：（全称为 1 的补码）

$$[N]_{补}=(2^{n}-1)-\mathrm{N}$$

例：原码　1001

反码　10000—1—1001

＝　0110

补码　10000—1001

＝　0111

■ 二进反码，各位取反。

■ 二进补码，反码加 1。

■ 反码的反码为原码。

■ 补码的补码为原码。

✧ 二进制正、负数表示

带符号二进制数＝符号位＋数值位

符号位 0 为正，1 为负。

特别规定：

正数的原码、反码、补码均相同，符号位为 0，数值位为正数本身。

负数的原码、反码、补码的符号位均为 1，数值位分别为其绝对值的原码、反码、补码。

这种规定的好处是只用加法就可实现加减运算。其规则是连同符号位求反或补的两数相加之和即为其结果的反或补。**产生溢出时，反码运算则循环进位，补码运算则舍弃。**

例：反码求 26－21，字长八位。

【26】$_{\text{反}}$＝　00011010

【－21】$_{\text{反}}$＝＋11101010

100000100

＋　　1　循环进位

00000101　＝【＋5】$_{\text{反}}$

例：反码求 21－26，字长八位。

【21】$_{\text{反}}$＝　00010101

【－26】$_{\text{反}}$＝＋ 11100101

11111010 ＝【－5】$_{\text{反}}$

例：补码求 26－21。

【26】$_{补}$＝　　00011010

【－21】$_{补}$＝ ＋ 11101011

进位舍弃　　　　100000101 ＝【＋5】$_{补}$

例：补码求 21－26。

【21】$_{补}$＝　　00010101

【－26】$_{补}$＝ ＋ 11100110

11111011 ＝【－5】$_{补}$