

数字电子技术



一、数字电路与数字信号

电子电路分类 { 模拟电路
数字电路

传递、处理模拟

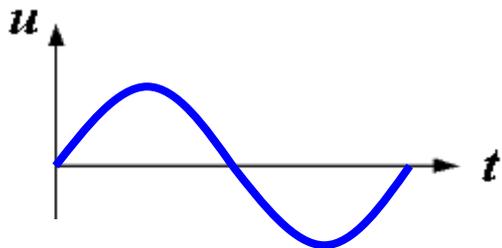
信号的电子电路

传递、处理数字

信号的电子电路

模拟信号

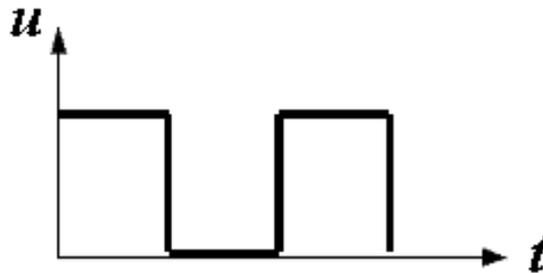
时间和幅度上都
连续变化的信号



数字信号

时间和幅度上都
断续变化的信号

数字电路中典型信号波形



二、数字电路特点

- **研究对象** 输出信号与输入信号之间的对应逻辑关系
- **分析工具** 逻辑代数
- **信 号** 只有高电平和低电平两个取值
- **电子器件工作状态** 导通(开)、截止(关)
- **主要优点** 便于高度集成化、工作可靠性高、抗干扰能力强和保密性好等



三、数字电路的分类

● 根据电路结构不同分

分立元件电路

将晶体管、电阻、电容等元器件用导线在线路板上连接起来的电路。

集成电路

将上述元器件和导线通过半导体制造工艺做在一块硅片上而成为一个不可分割的整体电路。

● 根据半导体的导电类型不同分

双极型数字集成电路

以双极型晶体管作为基本器件

例如 **TTL、ECL**

单极型数字集成电路

以单极型晶体管作为基本器件

例如 **CMOS**





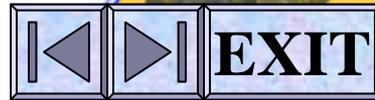
根据集成密度不同分

集成电路分类	集成度	电路规模与范围
小规模集成电路 SSI	1 ~ 10 门/片或 10 ~ 100 个元件/片	逻辑单元电路 包括：逻辑门电路、集成触发器
中规模集成电路 MSI	10 ~ 100 门/片 或 100 ~ 1000 个元件/片	逻辑部件 包括：计数器、译码器、 编码器、数据选择器、寄存器、算术 运算器、比较器、转换电路等
大规模集成电路 LSI	100 ~ 1000 门/片 或 1000 ~ 100000 个元件/片	数字逻辑系统 包括：中央控制器、存储器、各种接 口电路等
超大规模集成电路 VLSI	大于 1000 门/片 或大于 10 万个 元件/片	高集成度的数字逻辑系统 例如：各种型号的单片机，即在一 片硅片上集成一个完整的微型计算机

1.2 数制和码制

主要要求:

- 掌握十进制数和二进制数的表示及其相互转换。
- 了解八进制和十六进制。
- 理解 **BCD** 码的含义，掌握 **8421BCD** 码，了解其他常用 **BCD** 码。



一、数制 计数的方法

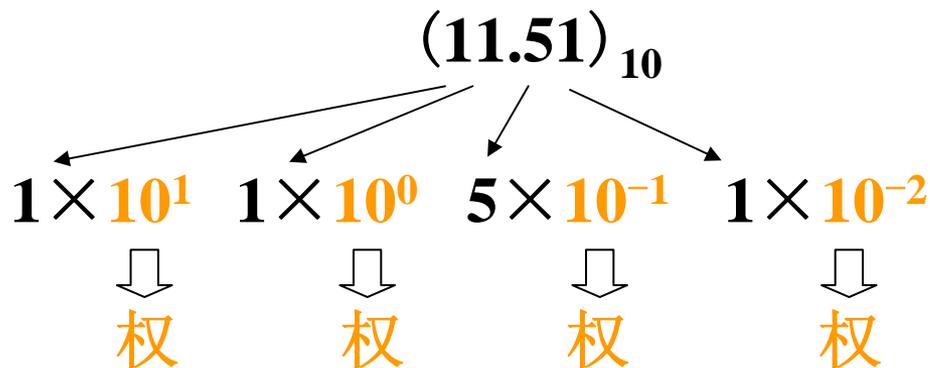
(一) 十进制 (Decimal)

$(xxx)_{10}$ 或 $(xxx)_D$ ← 例如 $(3176.54)_{10}$ 或 $(3176.54)_D$

数码: 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

进位规律: 逢十进一, 借一当十

数码所处位置不同时, 所代表的数值不同



10^i 称十进制的权

10 称为基数

0 ~ 9 十个数码称系数

数码与权的乘积, 称为加权系数

十进制数可表示为各位加权系数之和, 称为按权展开式

$$(3176.54)_{10} = 3 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

(二) 二进制 (Binary)

$(xxx)_2$ 或 $(xxx)_B$

例如 $(1011.11)_2$ 或 $(1011.11)_B$

数码: 0、1

进位规律: 逢二进一, 借一当二

权: 2^i 基数: 2

系数: 0、1

例如 $0 + 1 = 1$ $1 + 1 = 10$
 $11 + 1 = 100$ $10 - 1 = 1$

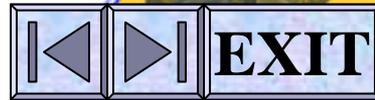
按权展开式表示

$$(1011.11)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

将按权展开式按照十进制规律相加, 即得对应十进制数。

$$\begin{aligned} (1011.11)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0.25 = 11.75 \end{aligned}$$

→ $(1011.11)_2 = (11.75)_{10}$



(三) 八进制和十六进制

进制	八进制 (Octal)	十六进制 (Hexadecimal)
数的表示	$(xxx)_8$ 或 $(xxx)_O$	$(xxx)_{16}$ 或 $(xxx)_H$
计数规律	逢八进一, 借一当八	逢十六进一, 借一当十六
基数	8	16
权	8^i	16^i
数码	0 ~ 7	0 ~ 9、A、B、C、D、E、F

$$\begin{aligned}\text{例如 } (3BE.C4)_{16} &= 3 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 14 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} + 4 \times 16^{-2} \\ &= 768 + 176 + 14 + 0.75 + 0.015625 \\ &= (958.765625)_{10}\end{aligned}$$

二、不同数制间的关系与转换

(一) 不同数制间的关系

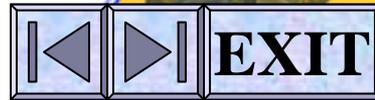
对同一个数的不同计数方法

十进制、二进制、八进制、十六进制对照表

十	二	八	十六	十	二	八	十六
0	0000	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

- 数字电路中的信号只有高电平和低电平两个取值，通常用 **1** 表示高电平，用 **0** 表示低电平，正好与二进制数中 **0** 和 **1** 对应，因此，数字电路中主要采用二进制。
- 常用的计数进制有十进制、二进制、八进制和十六进制。

二进制数进位规律是逢二进一，借一当二。
其基数为 **2**；权为 2^i 。



- **二进制数→十进制数**方法：按权展开后求和。
十进制数→二进制数方法：整数“除 2 取余”法，
小数“乘 2 取整”法。
写出转换结果时需注意读数的顺序。
- **二进制代码**指将若干个二进制数码 0 和 1 按一定规则排列起来表示某种特定含义的代码，简称二进制码。

