数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第一章　基本知识

主讲教师 | 于俊清

提纲

- 数字信号与系统
- 数制及其转换
- 带符号二进制数的代码表示
- 几种常用的编码

数制及其转换

数制是人们对数量计数的一种统计规律

日常生活中广泛使用的是十进制

数字系统中使用的是二进制

进位计数制

十进制	（0，1，2，3，4，5，6，7，8、9）
十六进制	（ 0，1，2，3，4，5，6，7，8、9，A，B，C，D，E，F ）
八进制	（ 0，1，2，3，4，5，6，7）
四进制	（ 0，1，2，3）
二进制	（ 0 ， 1 ）

十进制编码特点

- 0123456789十种状态，状态过多
- 运算组合状态过多

例 加法组合数$=C_{10}^{2}+10=10*9/2+10=55$

0+0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	0+8	0+9
	1+1	1+2	1+3	1+4	1+5	1+6	1+7	1+8	1+9
		2+2	2+3	2+4	2+5	2+6	2+7	2+8	2+9
			3+3	3+4	3+5	3+6	3+7	3+8	3+9
				4+4	4+5	4+6	4+7	4+8	4+9
					5+5	5+6	5+7	5+8	5+9
						6+6	6+7	6+8	6+9
							7+7	7+8	7+9
								8+8	8+9
									9+9

其他进制的运算组合数

十六进制	$C_{16}^{2}+16=16*15/2+16=136$
八进制	$C_{8}^{2}+8=8*7/2+8=36$
四进制	$C_{4}^{2}+4=4*3/2+4=10$
二进制	$C_{2}^{2}+2=2*1/2+1=3$

结论

二进制的组合状态最少、最简单

二进制的特点

只使用两个基本符号：1 0

符号个数最少，物理上容易实现

用数字电路的两个状态表示（如电压的高低）

与二值逻辑状态真假对应

用二进制编码表示数值，运算规则简单

0+1=1+0=1

0+0=0

1+1=0

用一个异或门可以实现

进位计数制

两个要素

- 基 数
- 位 权

基 数

计数制中所用到的数字符号的个数

位 权

指在一种进位计数制表示的数中，用来表明不同数位上数值大小的一个固定常数

进制表示法: 对于R进制，逢R进一

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times R^i$$

- N 代表一个数值
- R 是数制的基（Radix）
- i 表示这个符号排列的位号
- K_i 表示位号为 i 位上的一个数字符号
- R^i 表示位号为 i 位上的一个1代表的实际数值，即**位权**

举例说明

例

$$(8168)_{10}=8\times10^3+1\times10^2+6\times10^1+8\times10^0$$

$$=8000+100+60+8=8168$$

$$(8168)_{16}=8\times16^3+1\times16^2+6\times16^1+8\times16^0$$

$$=32768+256+96+8=33128$$

$$(10110)_2=1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0$$

$$=16+0+4+2+0=22$$

数制转换

数制转换

- 十进制数转二进制数
- 二进制数转十进制数
- 二进制转八进制
- 二进制转十六进制

十进制转二进制

整数部分：除2取余

2 | 11	1
2 | 5	1
2 | 2	0
2 | 1	1
0	

低 → 高

除尽为止：1011

小数部分：乘2取整

	0.625 × 2
1	0.25 × 2
0	0.5 × 2
1	0.0

高 → 低

求得位数满足要求为止

二进制转十进制

从二进制求十进制数，逐位码权累加求和

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times R^i$$

例

$(10110110)_2 = 1\times2^7+0\times2^6+1\times2^5+1\times2^4+0\times2^3$

$+1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0$

$=182$

二到八或十六进制的转换

二进制转八进制

小数点为界，向两边三位一组变为一位八进制数

如：

$$(10\ 011\ 100\ .\ \underline{01})_2 = (234.2)_8$$

$$\downarrow$$

010

二进制转十六进制

小数点小数点为界，向两边四位一组变为一位十六进制数

如：

$$(1001\ 1100\ .\ \underline{01})_2 = (9C.4)_{16}$$

$$\downarrow$$

0100

常用的 2 的幂

- $2^5=32$, $2^6=64$, $2^7=128$, $2^8=256$, $2^9=512$
- $2^{10}=1024$ (1 Kilo) , $2^{11}=2048$, $2^{12}=4096$
- $2^{13}=8192$, $2^{14}=16384$, $2^{15}=32768$
- $2^{16}=65536$, $2^{20}=1048576$ (1 Mega)
- $2^{30}=1073741824$ (1 Giga) , $2^{40}=1$ Tera
- $2^{50}=1$ Peta, $2^{60}=1$ Exa
- $2^{70}=1$ Zetta, $2^{80}=1$ Yotta

数制的快速转换算法

- $130=128+2=1000\ 0010$
- $65539=65536+3=2^{16}+3$
- $2003=2047-44=1111\ 1111\ 1111 - 32 - 8 - 4$
- $1111\ 1111\ 0111=2^{12} - 1 - 8$
- $1111\ 1111\ 1110= 1111\ 1111\ 1111 – 1$

  $=2^{12} - 1-1=4094$
- $17/128=(2^4+1)/2^7=10001$(小数点左移7位)

  $= 0.0010001$

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 于俊清