

CH1 进制转换与逻辑门

一、进制转换

1. 位置计数法

$$5374_{10} \quad 1101_2$$

$$(N)_R = (K_{n-1} K_{n-2} \cdots K_1 K_0 . K_{-1} K_{-2} \cdots K_{-m})_R$$

2. 进制表示

十进制D (Decimal)

二进制B (Binary)

八进制O (Octal)

十六进制H (Hexadecimal)

3. 进制转换

- $\alpha \rightarrow 10$
- $10 \rightarrow \beta$
- $\alpha \rightarrow 10 \rightarrow \beta$

整数部分：基数除法

小数部分：基数乘法

$$(13.7)_{10} = (1101.1\dot{0}11\dot{0})$$

$$0.7 \times 2 = 1.4 \rightarrow 0.4 \times 2 = 0.8 \rightarrow 0.8 \times 2 = 1.6 \rightarrow 0.6 \times 2 = 1.2 \rightarrow 0.2 \times 2 = 0.4 \cdots$$

取分别取每一位的结果的个位：即10110，出现4，重复，即后面为无限循环小数。

4. 特殊情况

$$16 \leftrightarrow 2 \leftrightarrow 8$$

只需写成2进制，每3(4)位隔开即可。

二、二进制加法

1. 原/补码

设数字为 $p_{n-1}p_{n-2} \cdots p_1p_0$

$$\text{原码: } x = (-1)^{p_{n-1}} \sum_{i=1}^{n-2} p_i \times 2^i$$

$$\text{原码表示范围: } [-(2^{N-1} - 1), 2^{N-1} - 1]$$

$$\text{补码: } x = -p_{n-1} \times 2^{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} p_i \times 2^i$$

$$\text{补码表示范围: } [-(2^N - 1), 2^{N-1} - 1]$$

2. 原码→补码

正数: x

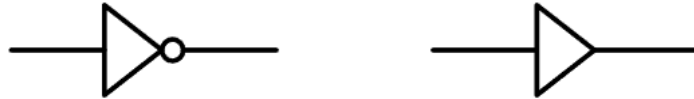
负数: $\sim x + 1$, 符号位不变

3. 位扩展

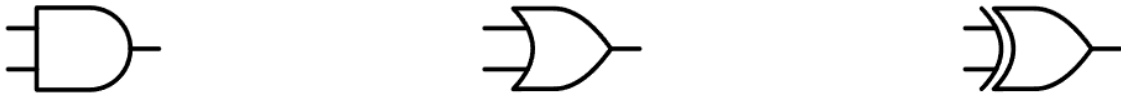
零扩展、符号位扩展

三、逻辑门

非门、缓冲门



与门、或门、异或门



与非门、或非门、异或非门



多输入与门、多输入或门



四、逻辑电平

1. 逻辑电平

离散电压表示1和0

$0 = \text{ground}(GND) \text{ or } 0v$

$1 = V_{DD} \text{ or } 5v$

2. 噪声

$\text{Driver}(5v) \rightarrow \text{noise} \rightarrow \text{Receiver}(4.5v)$

3. 静态约束

对于有效的逻辑输入，所有的电路单元都必须产生有效的逻辑输出。

只能使用有限的电压范围来表示离散的数值1和0。

4. 噪声容限

$[GND, V_{OL}]$ 逻辑低电平

$[V_{OH}, V_{DD}]$ 逻辑高电平

$$V_{IH} = V_{OH} - NM_H$$

$$V_{IL} = V_{OL} + NM_L$$

噪声容限之后的逻辑高/低电平表示范围为：

$[GND, V_{IL}]$ 0

$[V_{IH}, V_{DD}]$ 1

$[V_{IL}, V_{IH}]$ z (Forbidden Zone)

5. 直流传输特性

理想情况： $NM_H = NM_L = (V_{DD} + GND)/2$

实际情况： $NM_H < NM_L < (V_{DD} + GND)/2$

五、CMOS晶体管

1. P型半导体与N型半导体

N型半导体：硅/锗晶体中掺入5价磷（锑），带正电（自由电子）

P型半导体：硅/锗晶体中掺入3价硼（镓），带负电（空穴）

2. PN结

在同一片半导体基片上，分别制造P型半导体和N型半导体，经过载流子的扩散，在他们的交界面处边便形成了**PN结**

正向偏置：变薄，较大扩散电流

反向偏置：变厚，较小反向电流

3. MOS晶体管

pMOS：能够很好地导通高电平1，源极接电源 V_{DD} （使用0触发）

nMOS：能够很好地导通低电平0，源极接地GND（使用1触发）

4. CMOS晶体管

一个pMOS和一个nMOS组成CMOS。

一个非门需要一个CMOS。

一个与非门需要两个CMOS。

六、晶体管功耗

1. 动态功耗

$$P_d = \frac{1}{2} CV_{DD}^2 f$$

2. 静态功耗

$$P_s = I_{DD} V_{DD}$$

3. 功耗计算

$$P = P_d + P_s$$