

(作业3) 第四讲 CMOS 反相器 5分

1. 什么是反向器的噪声容限? 什么是反向器的上升时间和下降时间? 请用图示表示。
(40%)



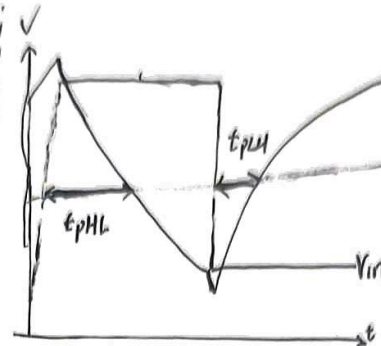
噪声容限: 输入信号可以承受的噪声幅度
而不会影响输出状态的最大限度

高电平噪声容限:

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

低电平噪声容限:

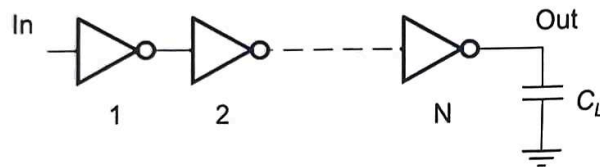
$$V_{NL} = V_{IL} - V_{OL}$$



上升时间 t_{PLH}

下降时间 t_{PHL}

2. 如下图的反相器链。已知第一级反相器取最小尺寸, $C_L = 32C_{g1}$, C_{g1} 为第一级反相器的输入电容。为了使反相器链延迟最小, 请分析计算所需的反相器级数、各级反相器和第一级反相器尺寸比 (60%)



第 i 级反相器延时: $t_{pi} = t_{p0} \left(1 + \frac{C_{gi+1}}{r C_{gi}} \right) = t_{p0} \left(1 + \frac{f_i}{r} \right)$

$$t_p = \sum_{i=1}^N t_{pi} = \sum_{i=1}^N t_{p0} \left(1 + \frac{f_i}{r} \right) = \sum_{i=1}^N t_{p0} \left(1 + \frac{C_{gi+1}}{r C_{gi}} \right)$$

延迟最小时 $f = \sqrt[N]{\frac{C_L}{C_{g1}}} = \sqrt[N]{F}$

t_p 最小时 $\frac{dt_p}{dN} = 0$, $f = e^{(1+\frac{r}{f})}$

当 $r=1$ 时 $f = 2.6 \approx 4$
 $N = \sqrt[2.6]{\frac{C_L}{C_{g1}}} \approx 3$

\therefore 级数 N 为 3. 尺寸比 4.

