

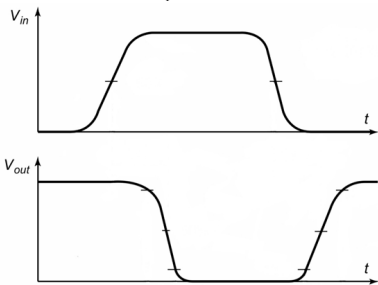
数字集成电路设计期末考试
2024.6.12

一、填空题（每空2分，共12分）

- 1、反相器的电源电压 V_{DD} 减小，则开关阈值 V_M _____（增大/减小），传播延时 t_p _____（增大/减小）。
- 2、_____、_____静态电路的特点是_____。
- 3、反相器的负载电容增大，则翻转期间的短路电流_____（增大/减小）。
- 4、有比逻辑与无比逻辑的区别是_____。
- 5、写出两种减小导线间电容串扰的方法：
_____。

二、（8分）

- 1、画出反相器的电压传输特性曲线，并标注各区间上晶体管的工作模式。
- 2、下图是一个反相器的输入与输出波形，请在图中标出上升时间 t_r 、下降时间 t_f 、正向传播延时 t_{pLH} 、负向传播延时 t_{pHL} 。



三、(10分)

在一个控制电路中需要一个CMOS逻辑门，实现以下功能：

$$F = \overline{AB + C(D + E)}$$

- 1、设计该逻辑电路。
- 2、如果最坏情形的上升与下降时间相同，求门中器件的尺寸 ($r=W_p/W_n=3$)。

四、(10分)

二输入与非门 (nand2) 的输入分别为A和B, 其中输入A靠近输出。

1、有三种可能的输入组合可以使与非门的输出从高切换至低, (a) $B=1, A=0 \rightarrow 1$; (b) $A=1, B=0 \rightarrow 1$; (c) $A=B=0 \rightarrow 1$ 。画出三种输入组合对应的VTC曲线a, b, c, 并解释三条曲线之间偏移的原因。

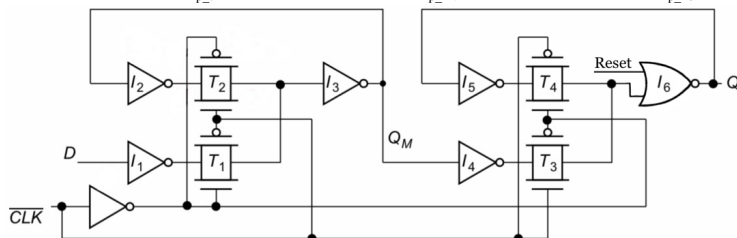
2、有三种可能的输入组合可以使与非门的输出从高切换至低, (d) $B=1, A=0 \rightarrow 1$; (e) $A=1, B=0 \rightarrow 1$; (f) $A=B=0 \rightarrow 1$ 。画出三种输入组合对应的延时特性曲线d, e, f, 并解释延时之间差异的原因。

五、(10分)

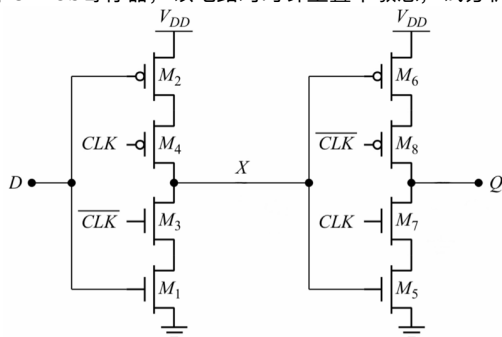
- 1、画出一种施密特触发器电路，并分析其工作原理。
- 2、设计一个信号下降沿检测电路，并说明其工作原理。

六、(10分)

- 1、分析下图所示电路实现的功能，并写出其传播延时、建立时间、维持时间（传输门传播延时为 t_{p_tx} ，反相器传播延时为 t_{p_inv} ，或非门传播延时为 t_{p_nor} ）。

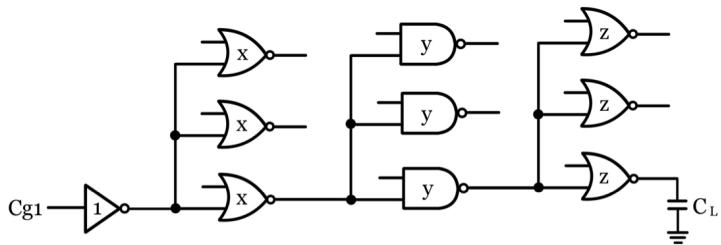


- 2、下图是一个C²MOS寄存器，该电路对时钟重叠不敏感，试分析其原理。



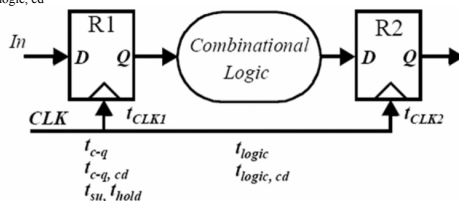
七、(10分)

下图的逻辑链是以 $r=W_p/W_n=2$ 的工艺制造的。请采用逻辑功效方法，计算输入至输出路径中每级的最优尺寸。已知 $C_L = 100 C_{g1}$ 。



八、(10分)

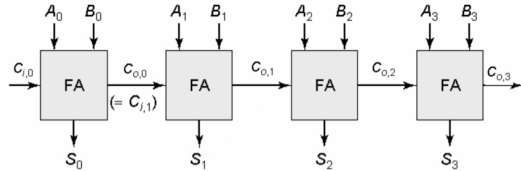
下图表示一个同步流水线数据通路的基本结构。已知时钟周期 T ，寄存器最大传播延时 t_{c-q} 、污染延时 $t_{c-q, cd}$ 、建立时间 t_{su} 、维持时间 t_{hold} ，组合逻辑最大延时 t_{logic} 、污染延时 $t_{logic, cd}$ 。



- 1、写出使该电路正确工作的时序约束条件。
- 2、考虑寄存器R1、R2间的时钟偏差 δ ，重新写出该电路正确工作的约束条件。
- 3、若 $t_{c-q} = 3 \text{ ns}$ ， $t_{logic} = 4 \text{ ns}$ ， $t_{su} = 3 \text{ ns}$ ， $\delta = 0.6 \text{ ns}$ ，求时钟周期允许的最小值。

九、(10分)

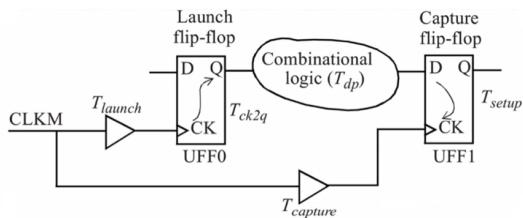
下图是一个4位行波进位加法器。对于每个一位全加器， C_i 至 C_o 的传播延时为 t_{carry} ， C_i 至 S 的传播延时为 t_{sum} 。



- 1、写出该加法器关键路径的传播延时 t_{adder} 。
- 2、定义进位传播 $P_k = A_k \oplus B_k$ ，进位产生 $G_k = A_k B_k$ ，将 S_k 与 $C_{o,k}$ 表示为 P_k 、 G_k 和 $C_{o,k-1}$ 的函数 ($k = 1, 2, 3$)。
- 3、超前进位加法器通过展开 $C_{o,k-1}$ 来消除 $C_{o,k}$ 对 $C_{o,k-1}$ 的依赖。请推导4位超前进位加法器输出进位 $C_{o,3}$ 的表达式。

十、(10分)

下图是一个时序电路，在对该电路进行逻辑综合时，需要添加一定的约束来生成门级网表。



- 1、对时钟CLKM建立约束，可使用文字描述或Synopsys指令。
- 2、对寄存器UFF0建立时序约束，可使用文字描述或Synopsys指令。
- 3、对寄存器UFF1建立时序约束，可使用文字描述或Synopsys指令。