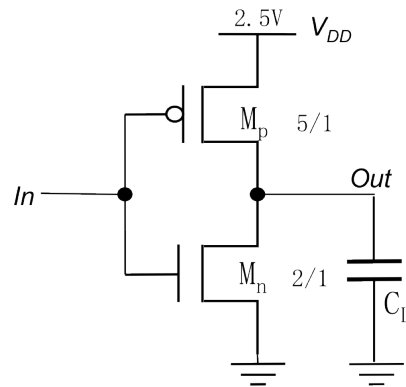


第三章作业

1. 计算图中反相器平均传输延迟 t_p , 上升时延 t_r , 下降时延 t_f , 其中 $C_L=1\text{pF}$

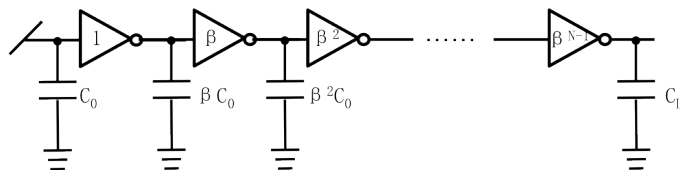
	NMOS	PMOS
V_T	+0.6V	-0.6V
K'	$100\mu\text{A}/\text{V}^2$	$40\mu\text{A}/\text{V}^2$



2. 在这道题中, 我们设计一个能达到期望延迟值的对称反相器。
设计要求: 设计一个对称反相器的 $(W/L)_N$, $(W/L)_P$, 使其在电源电压为 3.3V、驱动负载为 0.2pF 时, 平均传输延迟 t_p 为 250ps。假设 CMOS 工艺的阈值电压为 $V_{TN} = -V_{PN} = 0.75\text{V}$ 。(假设 $K'_N=100\mu\text{A}/\text{V}^2$, $K'_P=40\mu\text{A}/\text{V}^2$)
3. 要使得反相器上升和下降时间相等, 上拉和下拉的导通电阻需要相等。请验证在第 2 题中, 导通电阻 R_{onN} 和 R_{onP} 相等。
4. 利用第 3 题得到的结果, 进行 SPICE 仿真, 发现大约有 280ps 的传输延迟。这是因为 t_p 计算公式, 要求输入的是理想阶跃函数。利用仿真结果, 求实际达到 250ps 的平均传输延迟, 所需要的 $(W/L)_N$, $(W/L)_P$ 。

(关于延迟 t_p 等相应计算公式, 请参见课件, 如: $t_{PHL}=1.2R_{onN}C$ 。单位转换: $\text{s/F} \rightarrow \Omega$)

5. (1) 环形振荡器的用途?
(2) n (n 为奇数) 个反相器首尾相连构成环形振荡器, 其工作频率为 f , 每个反相器的平均传输延迟为 t_p , 请问 f 和 n , t_p 的关系是什么?
(3) 从电路工作频率理解对称反相器的优点是什么?
6. 为了驱动大的负载电容, 在反相器级联中, 每一级后续的反相器中晶体管的 W/L 都按 β 增加, 而负载电容 $C_L = \beta^N C_0$, 其中, C_0 是标准参考反相器的输入电容。假设指定节点的负载电容由下一个反相器的输入电容决定, 即第一个反相器负载电容为 βC_0 , 以此类推, 如下图所示。



- (1) 列出 β , C_0 , C_L 的关系式子?
(2) 如果驱动负载电容 C_0 的单位尺寸反相器传输延迟为 t , 则上图每一级反相器的传输延迟为多少?

- (3) N 级反相器的总传输延迟 t_B 为多少? (根据第(1)问, 列出 t_B, t, N, C_0, C_L 的关系式子)
- (4) 是否可以在第(3)问基础上, 对变量 N 求导并当导数为 0 时, 得到 t_B 最优时, 对应的 N ? (提示: t, C_0, C_L 为已知项; 在求导之前, 可对式子两边取对数 \ln , 简化运算)