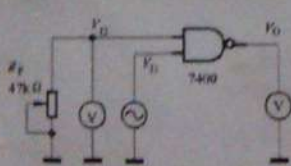


一、判断 (3分)

1. TTL反相器与CMOS反相器的电压传输特性曲线描述了各自的输入/输出电压之间的关系, 从二者传输特性曲线中转折区的斜率来看, 前者的传输延迟时间较长。 (X)
2. 半导体器件是数字逻辑运算的一种实现方式, 但不是唯一方式。 (V)
3. CMOS门电路与TTL门电路相比较, 前者总功耗主要是动态功耗, 与电路工作频率相关; 而后的总功耗不受电路工作频率影响。 (X)

二、填空 (52分) 若有备选答案, 请圈出你的选择, 如 (A) B)。

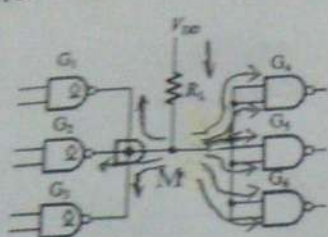
1. (4分) 要给 2013 年入学的 3300 名新生编制学号, 现用 7 进制代码编制代号, 至少需要 (5) 位编码; 若想从编码中添加院系归属 (清华有 36 个院系), 还需要增加 (2) 位编码。
2. (2分) 在本课程中, 我们采用 (离散电压序列) 表示信息; 在本课程中所学习的数字电子电路的主要任务是 (处理信息)。
3. (2分) 我们所学习的门电路结构中能够实现总线结构的是: (数据选择器三态输出)
4. (4分) 若每个门的 $t_{pd} = 8ns, t_{cd} = 1ns$, 则教材 199 页图 4.3.32 的数值比较器的 $T_{pd} = (40ns)$, $T_{cd} = (2ns)$ 。
5. (4分) 请将二进制补码 10011101.101 表示为等值的十进制数: (-29.625); 将 -189 用 12 位二进制补码表示为: (111101000111)。
6. (2分) 6 变量的逻辑函数, 化为最简与或形式, 最多可能含有 (32) 个相或的与项。
7. (4分) 有逻辑函数 $Y = (A \oplus C)(C + D)'(B \oplus D)$, (注: $m_{10} = AB'CD'$) 其最小项之和 (请填标号) 的形式是 $Y = \sum m(12)$; 最大项之积 (请填标号) 的形式是: $Y = \prod M(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16)$
8. (6分) 自 2 的一位同学为了观测 TTL 门电路的输入负载特性, 设计了如下图所示的测量电路, 在输入端加载激励, 并通过电压表来观测输入/出的静态电压。请将这位同学的测试数据表中的两行填写完整。注: 待测的 TTL 门电路的静态特性参见教材 118 页起的 3.5.3 节。



R_p (Ω)	V_{I1} (V)	V_{I2} (V)	V_O (V)
51 Ω	3.4V	0V	3.4V
51 Ω	0.2V	0V	3.4V
20K Ω	3.4V	1.4V	0.2V
20K Ω	0.2V	1.4V	3.4V

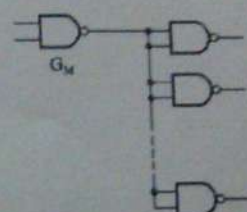
9. (3分) 对 $\begin{cases} Y = A'BD + A'BCD' + AB'CD' \\ \text{约束条件: } A'B' + AD = 0 \end{cases}$ 进行化简, 可得最简与-或表达式: $Y = (A'C + B'C + D)$ 。

10. (5分) ①若左图中都采用TTL门电路实现，在 R_L 的取值合理的情况下，在图中标出M点为逻辑高电平时，各支路电流的实际方向。



②若将G4, G5和G6换成TTL工艺的异或门，与①中 R_L 的取值上限和下限相比较，此时 R_L 的取值上限 (变小 不变 变大)，取值下限 (变小 不变 变大)。

11. (4分) ①右图中是由CMOS系列组成的电路，已知图中 G_M 后至多能驱动10个2输入与非门，现将 G_M 后级的与非门换成相同系列的4输入或非门，则 G_M 能驱动的 (5) 个4输入或非门。



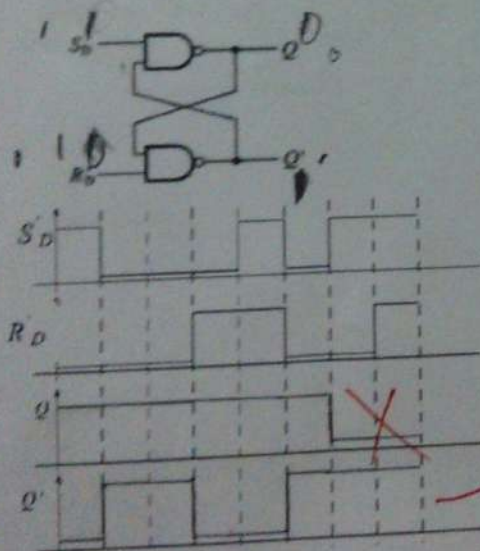
②若右图中的 G_M 采用的是TTL的74标准系列，而后级的与非门电路采用的是CMOS的74AHC系列，电路 (能) 正常工作，原因是 (TTL系列的 $V_{OH(min)}$ 高于74AHC系列的 $V_{IH(min)}$)

12. (4分) 现有 $F(A,B,C,D) = \sum m(5,7,8,9,10,11,13,15)$ ，请化简成最简与-或逻辑式得：

$F = (AB' + BD)$

); 若依照化简后的逻辑函数式直接进行电路实现，该电路存在固有的竞争-冒险现象；若要可靠消除这个现象，可以在逻辑式中加入 (AD)；若不通过修改逻辑式来消除该竞争-冒险，也可通过在电路输出端加 (一个很小的滤波电容) 来消除。

13. (2分) 请分析并画出下图中Q和Q'的波形。



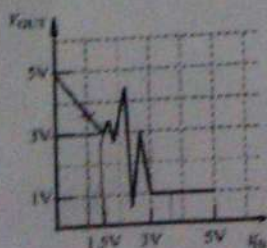
14. (6分) 一芯片公司生产出了一款单输入/单输出的器件。

为了测量该器件的电压传输特性：可在输入端加载： (③)

- ①10kHz, 0~5V的三角波；
- ②100Hz, -2.5V~2.5V的三角波；
- ③100Hz, 0~5V的三角波；

用示波器的 (②) 进行观测，得其电压传输特性见下。

- ①Y-T方式；
- ②X-Y方式




经公司技术部门商讨，欲把这一器件命名为“反相器—自2系列”推向市场，并商定 $V_{IL(max)} = 1.0V, V_{IH(min)} = 3V$ ；

这个决定 (否) 合理；如果你认为可行，请帮助确定如下参数：
 $V_{OL(max)} = (X)$, $V_{OH(min)} = (X)$, 输入噪声容限 $N = (X)$ ；若不可行，则在参数处填上X。

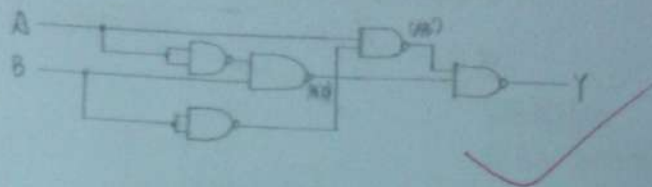
-4+4

三、设计 (45 分)

1. (5 分) 如果只用双端输入单端输出的与非门 ，有 (5) 个就能够实现 2 变量的异或运算。画出实现逻辑电路图。

$$Y = AB' + A'B$$

$$= (AB')' (A'B)'$$

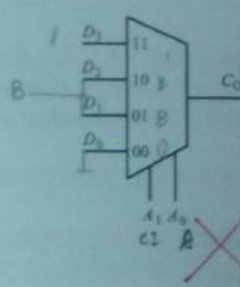
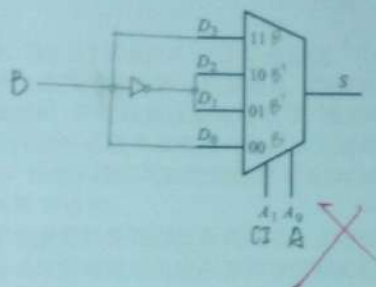


2. (6 分) 如下图所示，用两个 4 选 1 的 MUX 实现 1 位二进制全加器，如下图所示，见教材 194 页图 4.3.27b。若将两个加数 A, B 接到 MUX 的地址输入端，请填写两个 MUX 数据输入端的正确配置，标出相对应的输入端 CI，输出端 S, CO。

如教材 P193: $S = C'I'A'B + C'I'AB' + CIA'B' + CIA B$

$CO = C'I'AB + C'IAB' + CIA'B' + CIA B = C'I'A' \cdot 0 + C'I'AB + CIA'B' + CIA \cdot 1$

A, B, CI 高电平有效
输出 S, CO 也是高电平有效



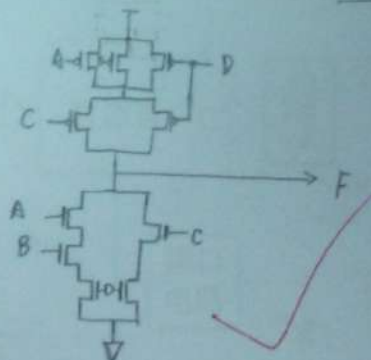
3. (6 分) 若以 CMOS 工艺实现 逻辑门电路 $F = A'C + B'C + D'$ ，画出其内部实现图 (不考虑缓冲级)。

$$F = (A+C)(B+C)D'$$

$$= (AB+C)D'$$

$$= (ABD+CD)'$$

分上拉下拉设计



3. (10分) 基于下面一片3线-8线译码器74HC138(逻辑框图见教材p178), 设计实现具有如下功能的电路: 若4位二进制数ABCD能被3整除, 则输出0; 否则, 输出1. 请列出真值表、写出逻辑式并画出电路连接图, 标出输入、输出。注: 电路实现尽可能简洁, 附加必要的门电路。

ABCD	Y
0000	0
0001	1
0010	1
0011	0
0100	1
0101	1
0110	0
0111	1
1000	0
1001	0
1010	1
1011	1
1100	0
1101	1
1110	1
1111	0

$$Y = m(1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14) = m'(0, 3, 6, 9, 12, 15)$$

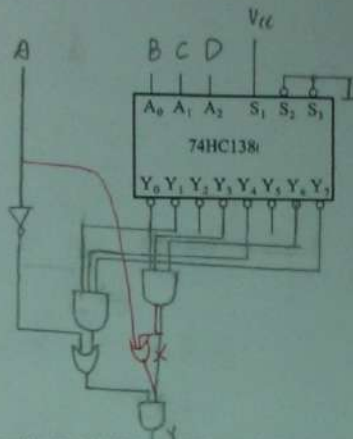
A·B·C·D 高电平有效

思路:

分两种情况:

① A=0, BCD为0, 3, 6, 9时 ✓

② A=1, BCD为1, 4, 7, 10时 ✓



4. (18分) 某化工厂有化学液体罐, 在罐体上每隔1米间隔安装了9个液位检测传感器。该种液位检测传感器的工作原理是: 液面高于传感器时, 传感器输出逻辑高电平; 当液位低于传感器时, 传感器输出逻辑低电平。请按照如下要求分别设计监测电路模块和报警接口电路模块, 以便随时监测液面高度并完成液位超高报警。

① 监测电路选用的逻辑电路均采用CMOS工艺制造, 工作电压为5V, 其主要特性参见教材105页第2~6行。

② 监测电路检测到液面高度后, 实时地将高度显示在一位共阴极的七段显示数码管上。

③ 当液面高度超出最高检测传感器的位置9m后, 点亮发光二极管D报警。已知发光二极管的导通电压为1.6V, 正向电流5~20mA时才能发光。

