

设计报告

课程名称：EDA 原理及应用

设计内容：测量与门特性

学 院：信息科学与技术学院

专业班级：信工 1702 班

姓 名：黄玥

学 号：2017040481

2019 年 11 月 8 日

北京化工大学

一. 设计要求

使用 Multisim 的 SPICE 仿真工具提供的瞬态分析和直流扫描分析功能，并正确选择仿真模型，完成对给定器件传输特性的分析，其中包括逻辑输入输出电平分析、传输延迟分析等（只要数据手册上给出的指标都尽量进行仿真）。上传附件中给出了 TI 给出的数据手册。

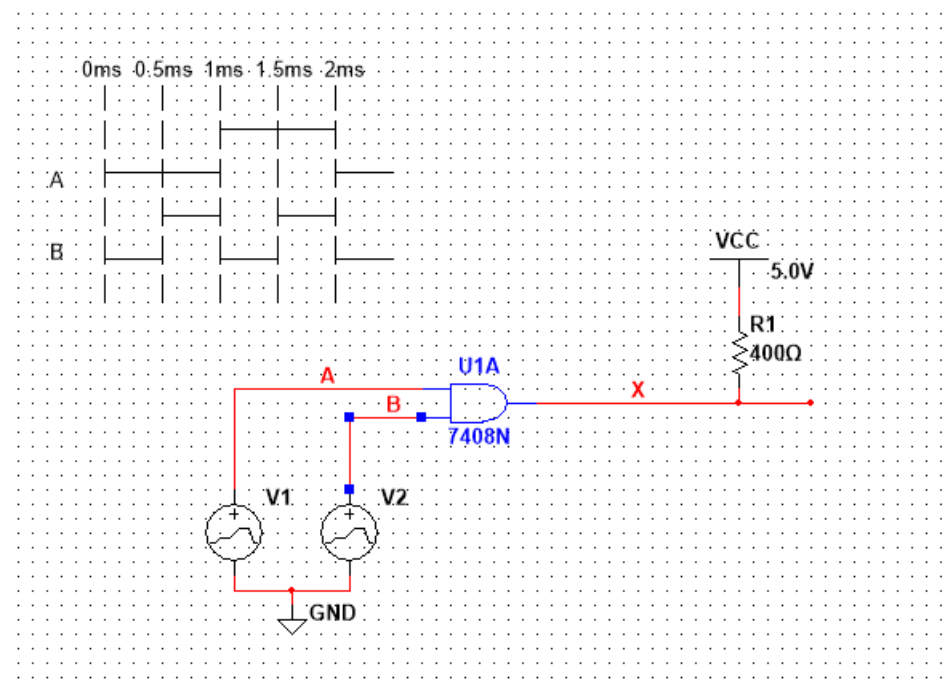
给出与门传输特性的详细分析过程，并与 TI 手册给出的指标进行比较。

二. 设计过程

SN7408 芯片

逻辑输入输出电平分析：

首先画出电路图如下



其中，给 V1、V2 设置如图中 AB 所示的波形

PWL Voltage

Label Display Value Fault Pins Variant User fields

☐ Use data directly from file

File name: Browse...

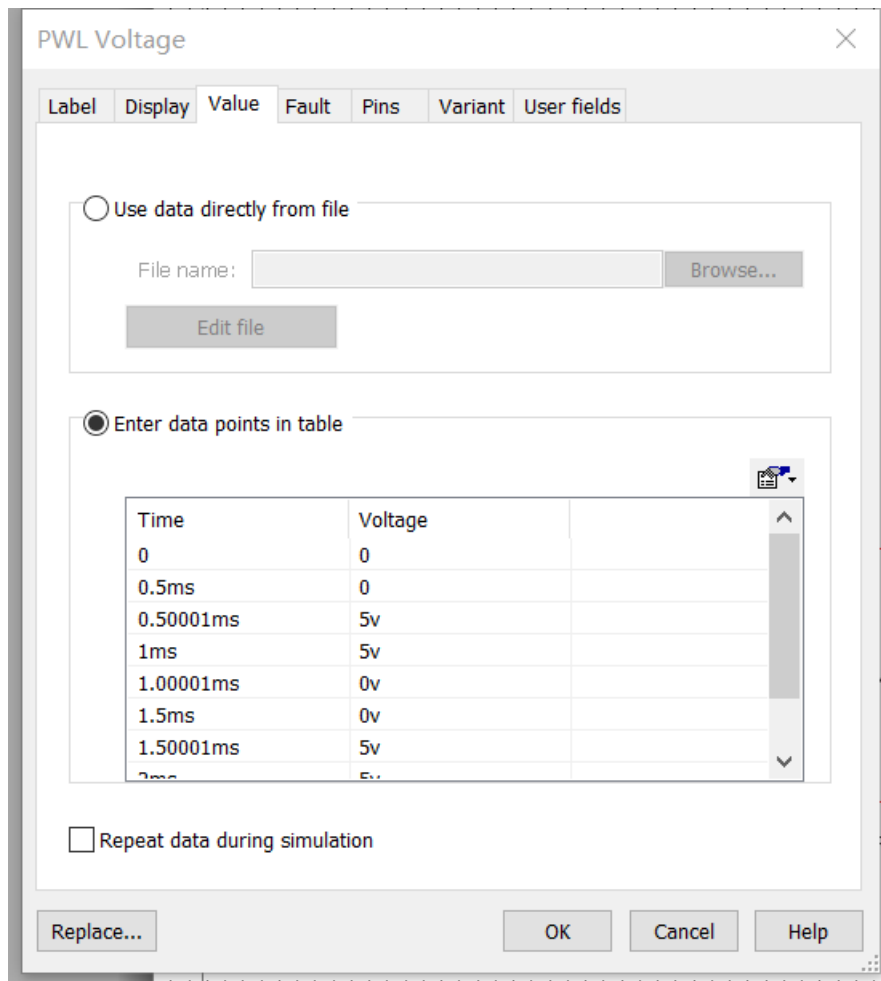
Edit file

☒ Enter data points in table

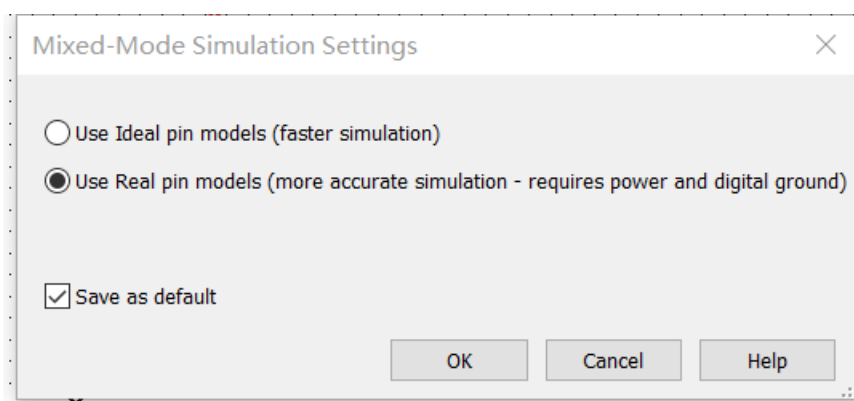
Time	Voltage
0	0
1ms	0
1.0001ms	5v
2ms	5v
2.001ms	<input checked="" type="checkbox"/> 0v

☐ Repeat data during simulation

Replace... OK Cancel Help

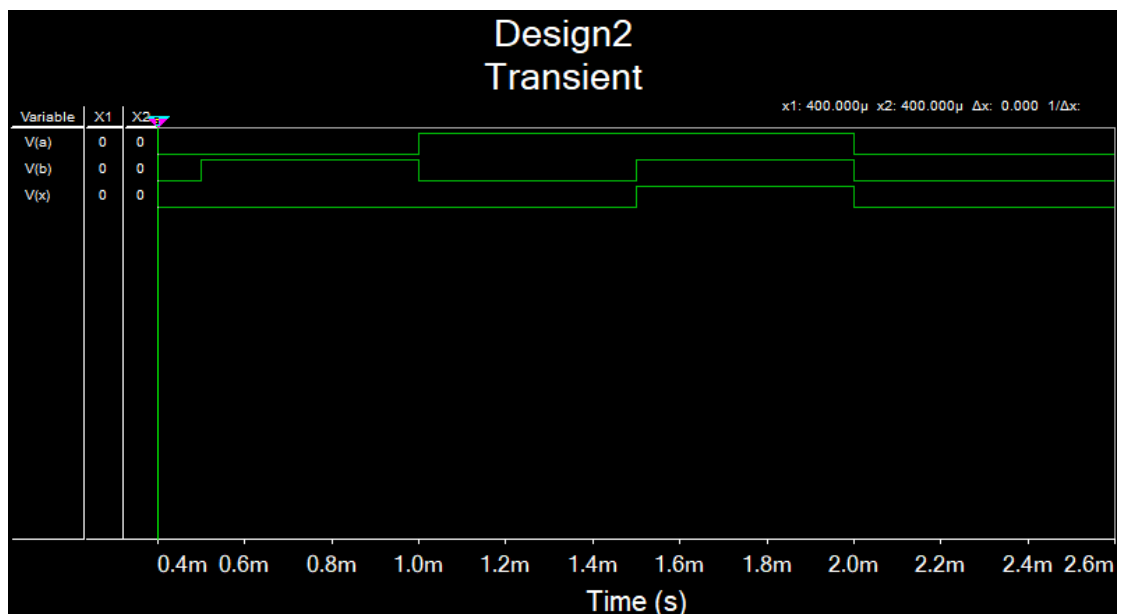


首先，为了得到更加准确的电压值，在进行瞬态分析和直流扫描前，先进行如下设置：



这样使用的不再是理想值，而是较为精确和真实。

对 A B Y 进行瞬态分析，得到结果如下图



由于 SN7408 是一个与门传输器件，可以画出 A B 和 Y 的逻辑关系表如下：

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

由于输入 A 为 00110，输入 B 为 01010，因此输出 Y 应为 00010。

与瞬态分析图比较可知，SN7408 器件确实起到了与门的功能。

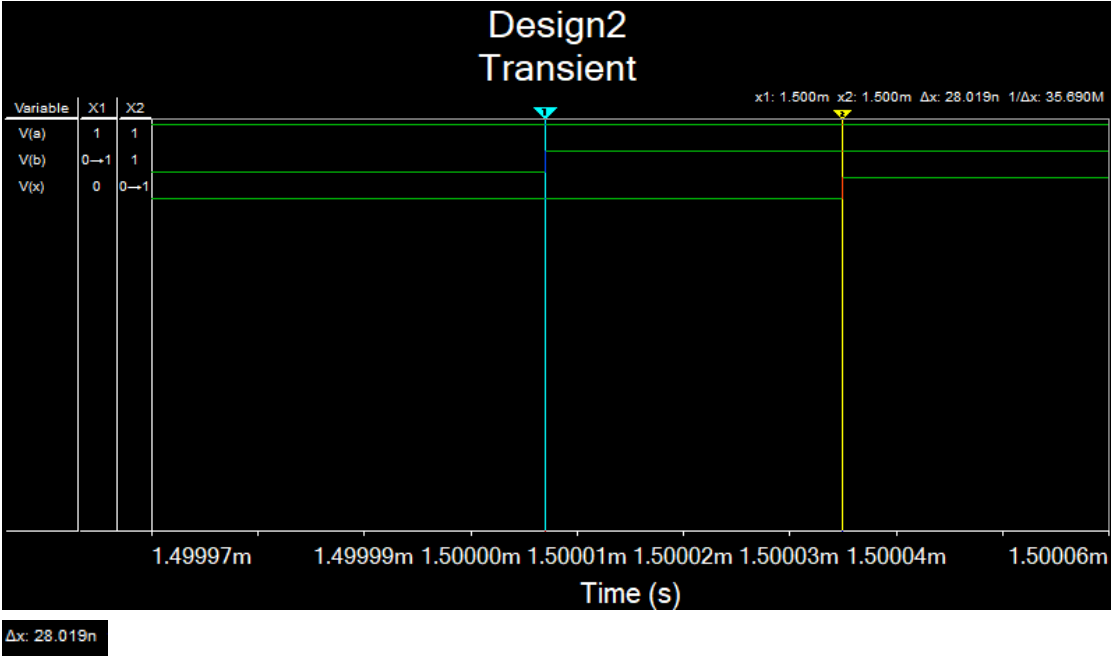
传输延迟测量（使用瞬态分析测量）

（为了与器件手册中的延迟所用参数相同，此处将电阻 R1 改为 400 Ω ）

在数字域，将输出电平跳变处放大数倍后，可看出输出电平的跳变相比较于输入电平的跳变，有了一定的传输延迟。用两个游标分别放在

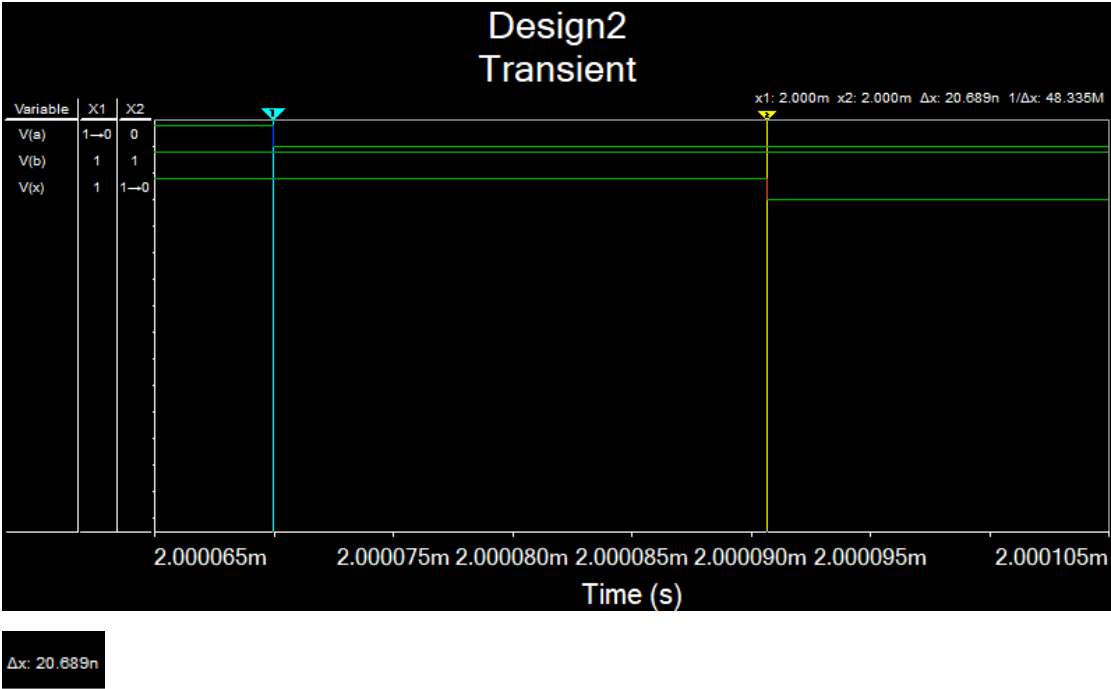
输入电平跳变处和输出电平跳变处，可以测出传输延迟时间

如图，图中为从 0 到 1 的跳变



即从 0 到 1 的传输延迟为 28.019ns。

下图则为从 1 到 0 的跳变

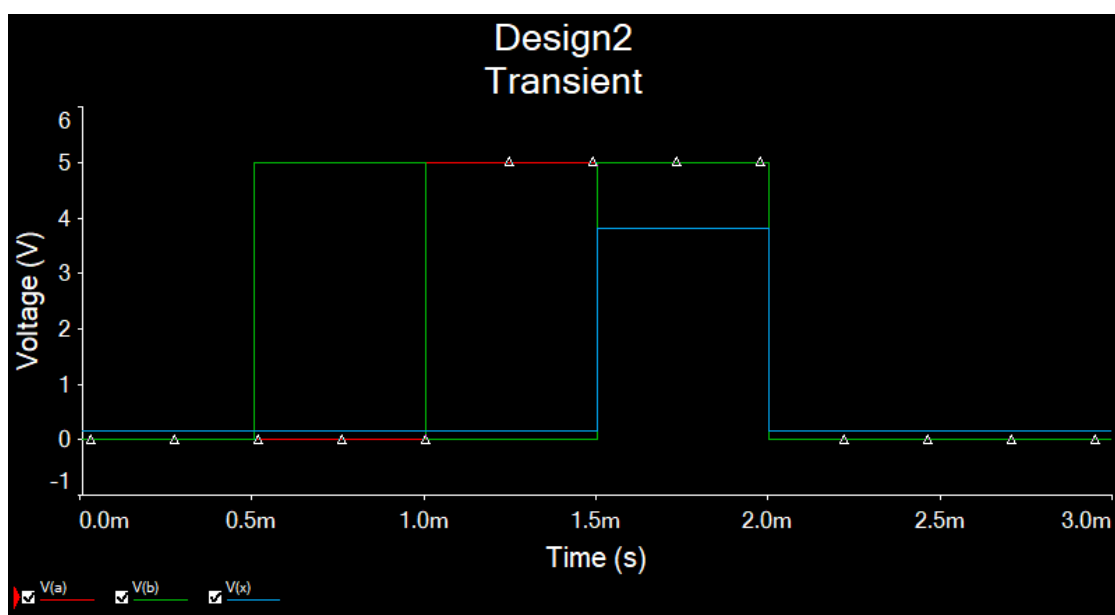


即从 1 到 0 的传输延迟为 20.089ns

与器件手册中进行对比：

单位/ns	t_{PLH}	t_{pHL}
实际值	28.019	20.089
理论值	27	19

在模拟域，可以看到实际的输出电压（即蓝色线条）值并不是 5V。



测量逻辑电平（用直流扫描分析）：

首先理解概念：

输入高电平：保证逻辑门的输入为高电平时所允许的最小输入电平，当输入高于 V_{IH} 时，则认为输入电平为高电平。

输入低电平：保证逻辑门的输入为低电平时所允许的最大输入电平，当输入低于 V_{IL} 时，则认为输入电平为低电平。

输出高电平：保证逻辑门的输入为高电平时所允许的最小输出电平，

当输出高于 V_{OH} 时，则认为输出电平为高电平。

输出高电平：保证逻辑门的输出为高电平时所允许的最大输出电平，当输出低于 V_{OL} 时，则认为输出电平为低电平。

阈值电平：电路刚刚勉强能翻转时的电平。介于输入高电平和输入低电平之间，若要保证稳定的输出，必须要求输入电平 $>V_{IH}$ 或者输入电平 $<V_{IL}$ 。

下面开始测量(测量均在 $V_{CC}=5V, R_1=400\Omega$ 时进行)

使 V_1 恒为高电平（5V），在直流扫描中设置 V_2 的值从 0V 到 5V 以 0.01V 的精度变化（保证测出数值比较精确），如图：

设置 V_1 （只要保证 0 时刻的输入值为高电平即可）

PWL Voltage ×

Label Display Value Fault Pins Variant User fields

☐ Use data directly from file

File name: Browse...

Edit file

☒ Enter data points in table

Time	Voltage
0	5v
1ms	5v
1.0001ms	5v

☐ Repeat data during simulation

Replace... OK Cancel Help

设置 V2

Source 1

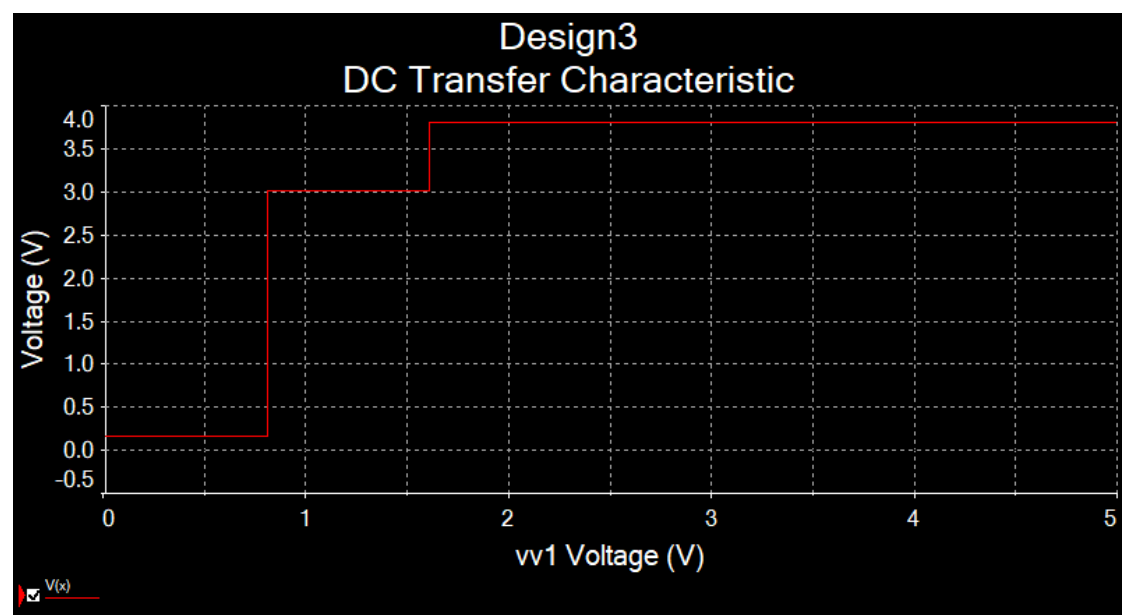
Source: V2 Change filter

Start value: 0 V

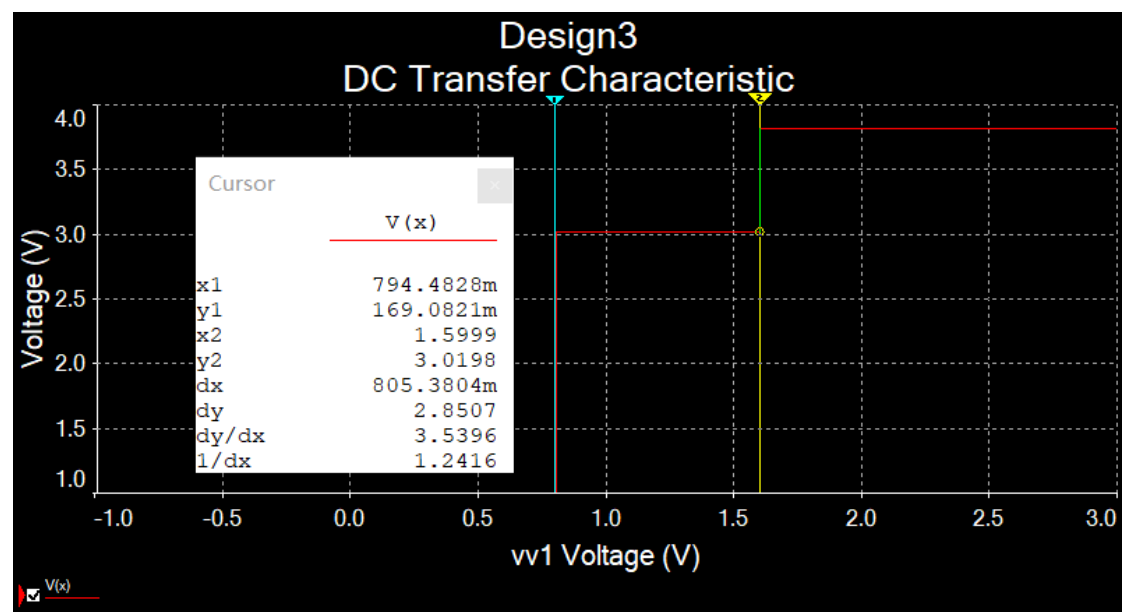
Stop value: 5 V

Increment: 0.01 V

在直流扫描分析中显示 $V(x)$,即可得如下波形



将游标放在发生跳变的两处，读取游标示数得：



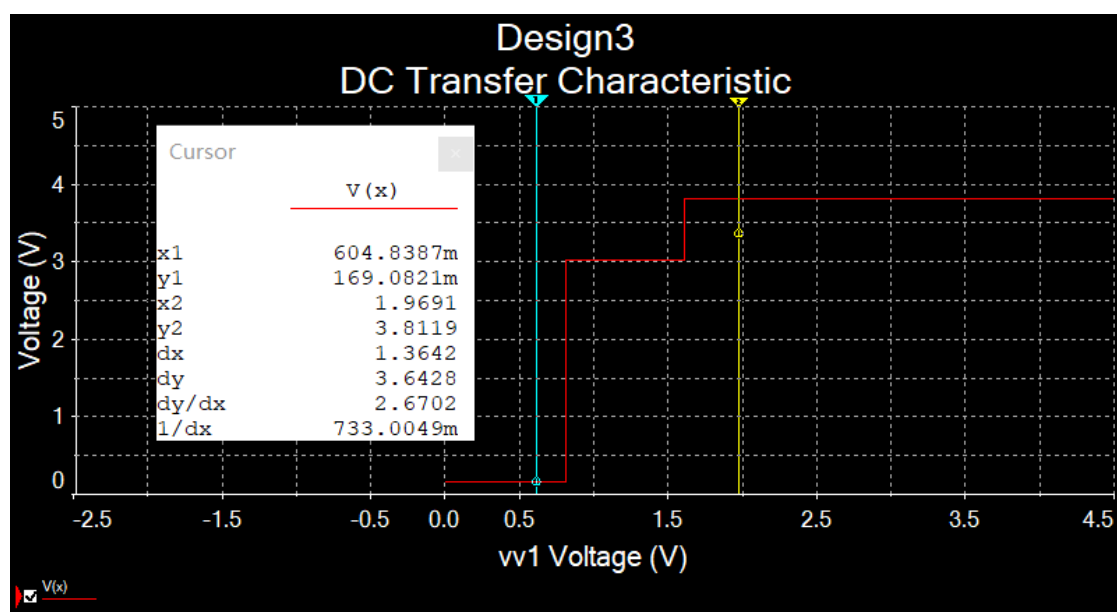
横向来看，第一个跳变发生在大约 0.794V 处，第二个跳变发生

在大约 1.599V 处。

说明在与门的其中一个输入为逻辑高电平时，另一个输入由 0 到 5V 逐渐增大的过程中达到 0.794V 时，输出跳变，可以看到达到了 2.8V 左右，这就是过渡区域（由于设置的门限电压为 2.5V，过渡区域实际上也是逻辑高电平），达到 1.599V 时，输出再次从过渡区跳变到输出高电平。

由此推断，0.794V 即为 V_{IL} (输入低电平)，1.599V 即为 V_{IH} (输入高电平)。而 0.794V 和 1.599V 中间即为上面概念中提到的阈值电平，即不稳定的过渡状态，处于 V_{IH} 和 V_{IL} 之间，要使输出稳定，必须要求输入电平 $> V_{IH}$ 或者输入电平 $< V_{IL}$ 。

纵向来看，将游标放在低电平和高电平处，测出高低电平的值分别为 3.6428V 和 0.169V。即输出小于 0.169V 时为逻辑低电平，输出大于 3.6428V 时为逻辑高电平。由此推断，0.169V 即为 V_{OL} (输出低电平)，3.6428V 即为 V_{OH} (输出高电平)。



与器件手册中的进行比较，

单位/V	输入低电平 V_{IL}	输入高电平 V_{IH}	输出低电平 V_{OL}	输出高电平 V_{OH}
实际值	0.794	1.599	0.169V	3.6428
理论值	0.8	2	0.2	3.4