

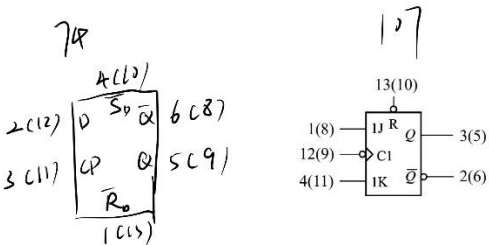
浙江大学实验报告

实验名称：集成触发器的应用 指导老师：周箭 实验类型：探究型

一、实验目的

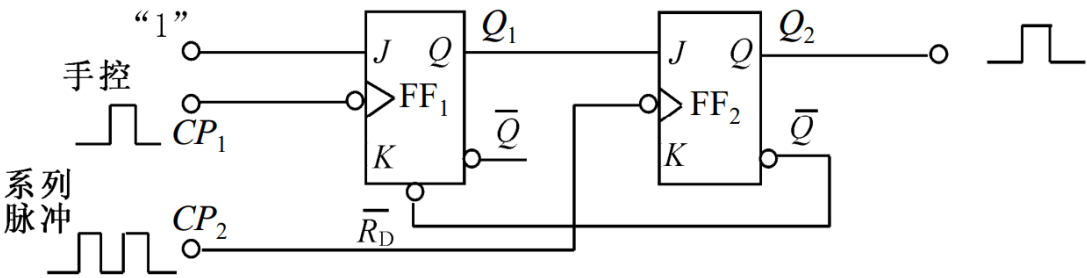
- 1、掌握集成触发器的功能测试方法；
- 2、熟悉触发器的两种触发方式（电平、边沿触发）及其触发特点；
- 3、了解集成触发器的应用；

二、实验内容、实验电路和实验原理



(实验芯片引脚图)

- 1、测试集成触发器（D 触发器 74xx74 和 JK 触发器 74xx107）的逻辑功能；
- 2、触发器的功能转换；
- 3、利用集成触发器产生功能电路（单脉冲发生器）；



三、主要仪器设备与实验元器件

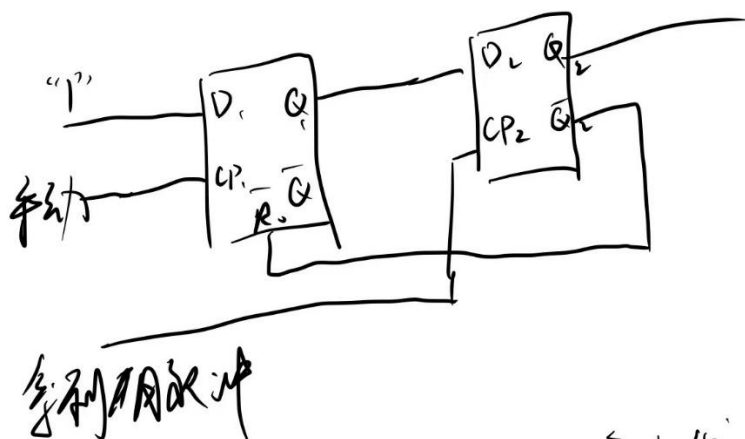
74xx74 芯片一个，74xx107 芯片一个，数字电路实验箱，其他逻辑门电路芯片若干。

四、实验步骤与操作方法

- 1、将芯片插入实验箱，并给其上电；
- 2、分别测试芯片的复位端和置位端功能是否正常；
- 3、测试芯片逻辑功能是否正常，并确定芯片的触发方式（上升沿、下降沿、高电平）；
- 4、设计并实现功能转换电路，完成触发器类型的转换。先取 JK 触发器，将其 J 看成 \underline{D} ，使用两个与非门取非后，输入 K 端，即可得到 D 触发器的表达式。再将时钟信号先用两个与非门取非，然后再输入 CP 端，即可实现由下降沿触发变成上升沿触发。

5、接下来再将转换好的 D 触发器变成 T' 触发器。只需要将输出 Q 取非后再输入 D (J) 端即可，再撤去 CP 端的非门，变回下降沿触发。

6、使用 D 触发器实现单脉冲发生器，电路图如下：



7、系列脉冲接 2Hz 低频信号，将 Q1 和 Q2 接到 LED 灯，手动脉冲接逻辑开关，不断开关逻辑开关，观察 LED 闪烁情况；

8、系列脉冲接 1024Hz 高频信号，将 Q1 和 Q2 信号输入示波器，手动脉冲接逻辑开关，不断开关逻辑开关，在示波器上观察 Q1 和 Q2 信号的波形；

9、系列脉冲和手动脉冲都接高频信号，Q1 和 Q2 信号输入示波器，观察波形；

五、实验数据记录和处理

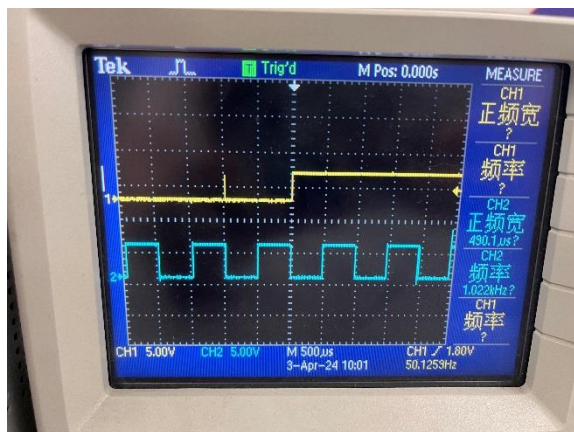
1、芯片功能测试正常，D 芯片为上升沿触发，JK 芯片为下降沿触发；

2、下图为 JK→D 触发器的特征方程转换分析过程

$$Q_{n+1} = \bar{Q}_n J + Q_n \bar{K} \Rightarrow \bar{Q}_n \cdot D + Q_n \cdot \bar{D} = D$$

即 $Q = D$

下图为示波器的观察波形，蓝色为时钟脉冲，频率为 1kHz



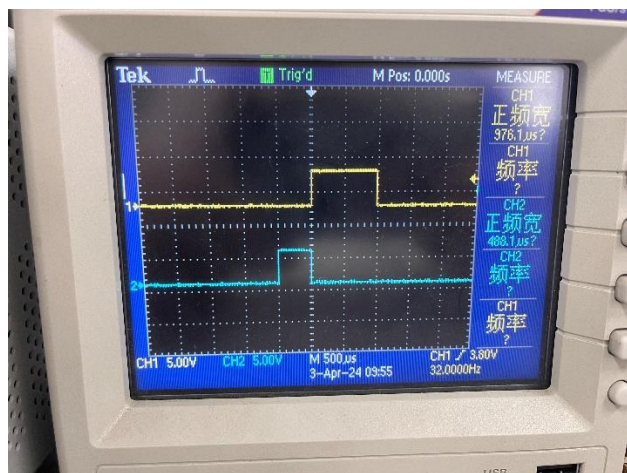
可见此时触发器虽然实现了 D 触发器的逻辑功能，但仍然保持了下降沿触发的特征，可以将时钟脉冲取非来实现上升沿触发。

D 转 T'触发器只需要将 Q 非输入到 D 即可，实验中功能验证正常。

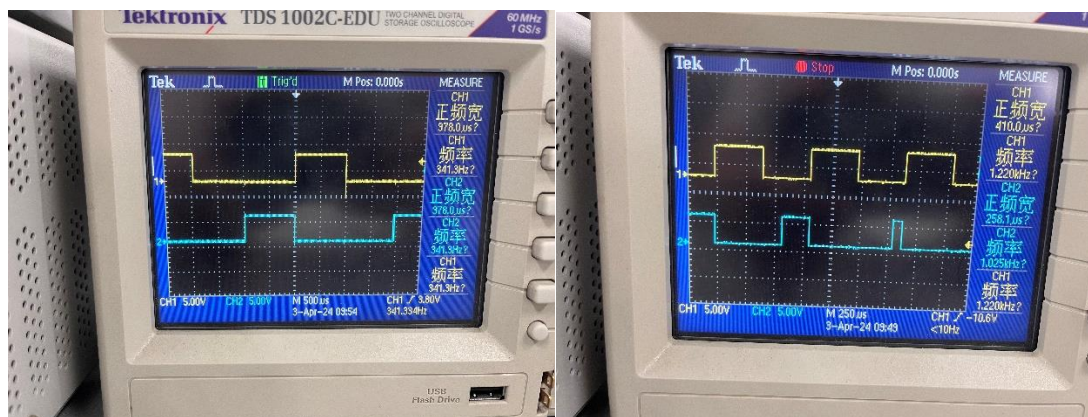
3、单脉冲发生器。

使用低频和 LED 观察时，能明显发现，开关一次逻辑开关，Q1 灯闪烁完之后 Q2 灯开始闪烁，且 Q2 灯闪烁时间明显长。

下图是高频系列脉冲和低频手动脉冲的信号图，上方信号为 Q2，下方为 Q1。可见此时 Q2 的脉冲宽度约 Q1 的两倍。符合实验预期。



下图为高频系列脉冲和高频手动脉冲的信号图，

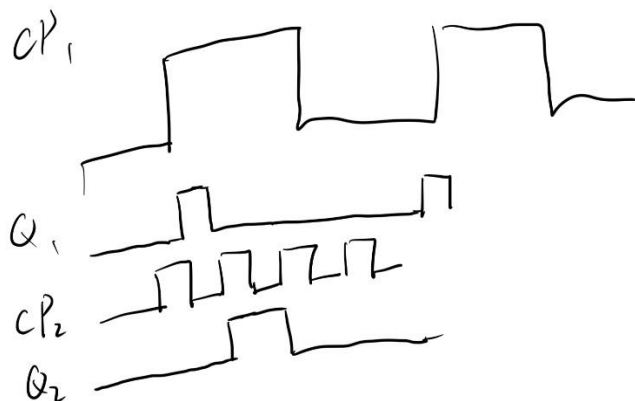


左图两列脉冲都为 1kHz，右图两者频率不同，通过可变频率调节器改变手动脉冲或者系列脉冲，可以得到一系列不同的信号图。

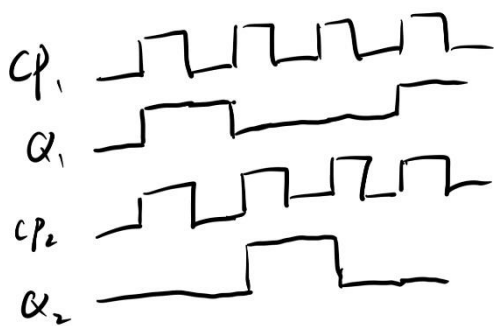
六、实验结果分析

触发器功能检测以及功能转换实验都符合实验预期，下面简单分析一下单脉冲发生器。

当手动触发脉冲为低频时，其开始触发时，系列脉冲很快也进行了触发，Q1 持续时间将小于一个脉冲，而后触发 Q2，强制置零 Q1，Q2 将刚好持续一个脉冲周期。如下图所示。



当手动脉冲和系列脉冲周期一样，且相位一致时，就可以得到两列只有相位差的脉冲信号。如下图所示。



简单分析可以发现，Q1 和 Q2 的周期为 CP 脉冲的 3 倍。

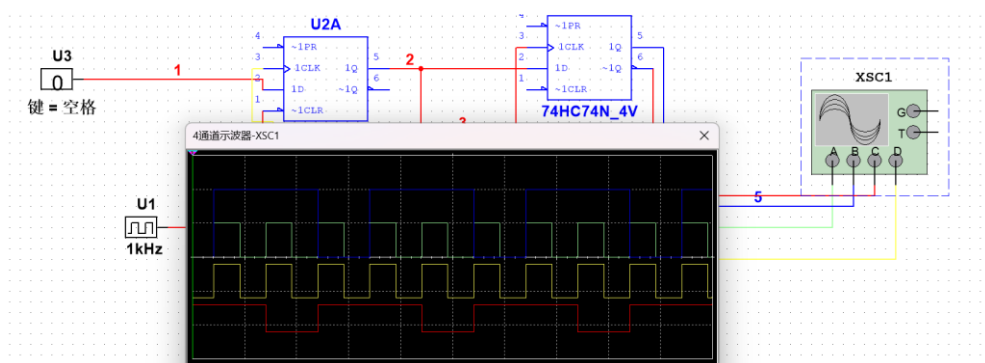
而实验中，由于 CP1 和 CP2 接的是同样的脉冲信号，所以完美地复现了理论分析结果（相位一致），且测量频率 341.3Hz 也约为 1kHz 的三分之一。

若两个高频信号的周期不一致，且非简单整数比，我们能够观察到 Q1 会输出不同的脉宽信号，这是因为两个时钟脉冲周期比较复杂，要很多次不同的脉冲才能组成一个周期。

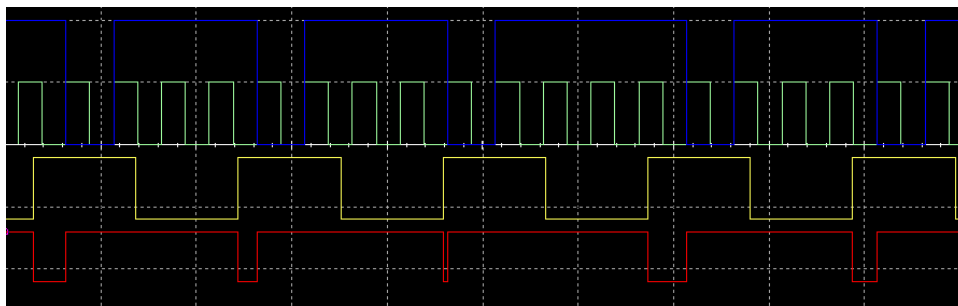
下面为仿真的补充，因为实际实验没有四踪示波器。

（上方为 Q2 和其时钟信号，下方为 Q1 和其时钟信号）

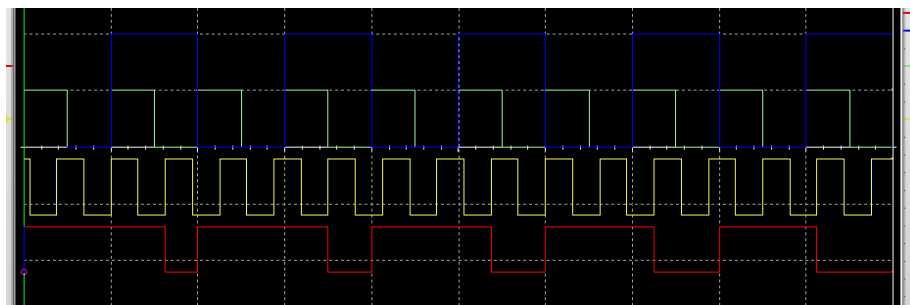
可以看到使用的 D 触发器皆为上升沿触发，且在 Q1 高电位时，在上升沿 Q2 触发高电位，强制置 Q1 为 0。并且在随意改变时钟信号频率比例时，Q1 的波形脉宽会发生变化，这是由于其被强制置 0 的时机不稳定（因为时钟频率不是简单整数比）



（时钟频率 1: 1）



(时钟频率 1000: 233)



(时钟频率 1000: 2333)

七、讨论、心得

本次实验中，我们趁热打铁，将刚学会的触发器知识应用于实际，制作了简单的单脉冲发生器，并探究了其中的一些原理，巩固了知识，又探索了新知。

但这次实验中我也发现一些问题，在设计触发器转换电路时，我的设计中只需要用到简单的非门就可以了，但由于我对各个芯片对应的门电路并不熟悉，所以只能使用上一节课使用过的与非门，而这意味着将门电路复杂化了。所以后续做实验前，我们得先了解一下各个芯片对应的门电路，以便在后续实验中，更加简洁、迅速地实现所需电路功能。

此外，学习使用 multisim 进行仿真，熟悉了一些数电器材的使用。