

示波器如何进行 I²C、SPI、MDIO 时序分析

何为时序分析？

简单来说，时序（timing）就是通信总线各信号有效的先后顺序及配合关系，因而为了确保产品的稳定，需要对器件的总线通信时序进行一致性测试。

总线信号通信举例

1. I²C

I²C 总线只需要两条线，一条 SDA 数据线，一条 SCL 时钟线，根据这两条线的高低电平、上升沿、下降沿就可以实现主机与 I²C 设备的通讯，其中有：

传输开始条件：SCL 处于高电平，SDA 下降沿时；

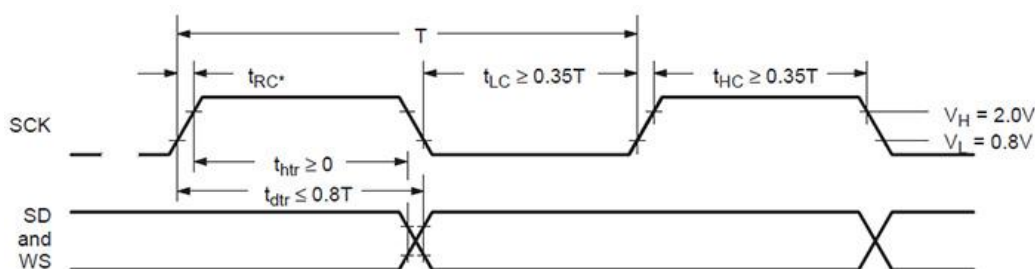


图 1 I²C 时序图

传输接收条件：SCL 处于高电平，SDA 上升沿时；

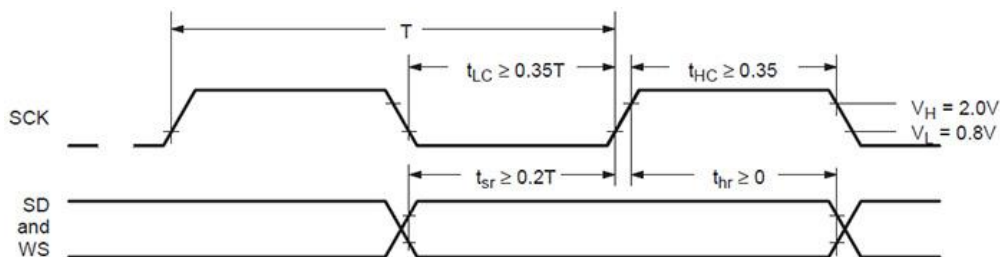


图 2 I²C 时序图

传输数据：开始传输后，SCL 处于高电平时，SDA 的数据为所传输的数据；

回应：当传输完一个字节后，I²C 设备需要回应一个 ACK，这样主机才继续发送；因此回应信号是在传输完 8bit 后的下一个数据位（SDA 值），当 SDA 为 0 表示有回应，为 1 表示没回应。

2. SPI

SPI 总线有四种工作方式：

- {POL,PHA}={0,0}：时钟空闲时为低电平，上升沿采样；
- {POL,PHA}={0,1}：时钟空闲时为低电平，下降沿采样；
- {POL,PHA}={1,0}：时钟空闲时为高电平，下降沿采样；
- {POL,PHA}={1,1}：时钟空闲时为高电平，上升沿采样。

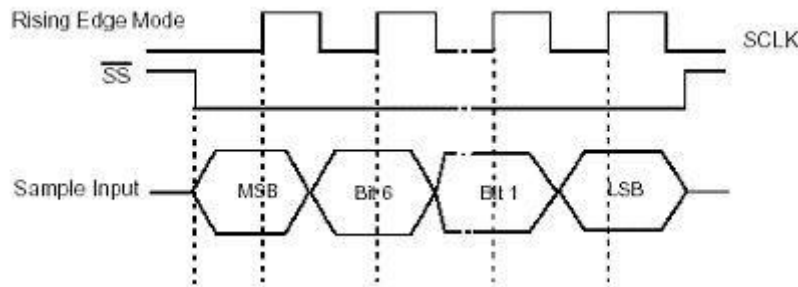


图3 SPI 时序

SPI 接口在内部硬件实际上是两个简单的移位寄存器,传输的数据为 8 位,在主器件产生的从器件使能信号和移位脉冲下,按位传输,高位在前,低位在后。在 SCLK 的下降沿上数据改变,上升沿一位数据被存入移位寄存器。

3. MDIO

MDIO 接口 (Management Data Input/Output Interface), 最早在 IEEE 802.3 的第 22 卷定义, 后来在第 45 卷又定义了增强版本的 MDIO, 其主要被应用于以太网的 MAC 和 PHY 层之间, 用于 MAC 层器件通过读写寄存器来实现对 PHY 层器件的操作与管理。

MDIO 接口包括两条线, MDIO 和 MDC, 其中 MDIO 是双向数据线, 而 MDC 是由 STA 驱动的时钟线。MDIO 接口只是会在 MDC 时钟的上升沿进行采样, 而并不在意 MDC 时钟的频率 (类似于 I²C 接口)。当 MDIO 由 STA 输出时, 需要满足建立时间、保持时间均大于 10ns。当 MDIO 由 PHY 输出时, 需要满足输出延迟不超过 300ns。

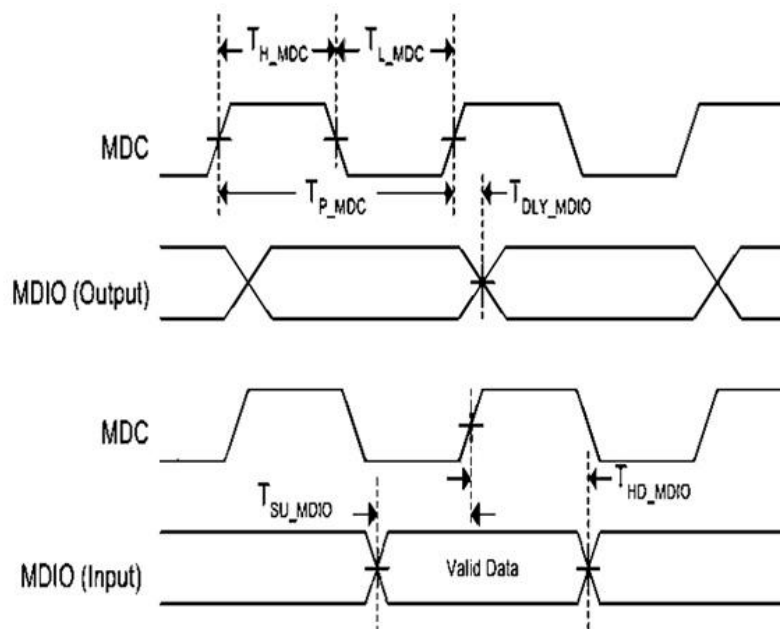


图4 MDIO 时序

ZDS5054Pro 示波器最多支持四十多种通信协议解码, 拥有 512Mpts 的存储深度, 可以一次解码长时间通信报文, 同时可自动分析 MDIO、I²C、SPI、CAN 等协议的通信时序。以 SPI 为例, ZDS5054Pro 系列可以对 SPI 的信号进行解码, 还可以设定以下时序参数的阈值, 看每一帧信号是否符合时序要求。



图5 测试项目

整个解析到出结果的过程不超过 30 秒，在进行测试后，位于 STATUS 一栏，则会显示各项测量项目是否通过，并且能够生成测试报告。



图6 时序测试结果