

【高速先生原创|高速串行系列】TDR 测试原理

作者：王锐 一博科技高速先生团队成员

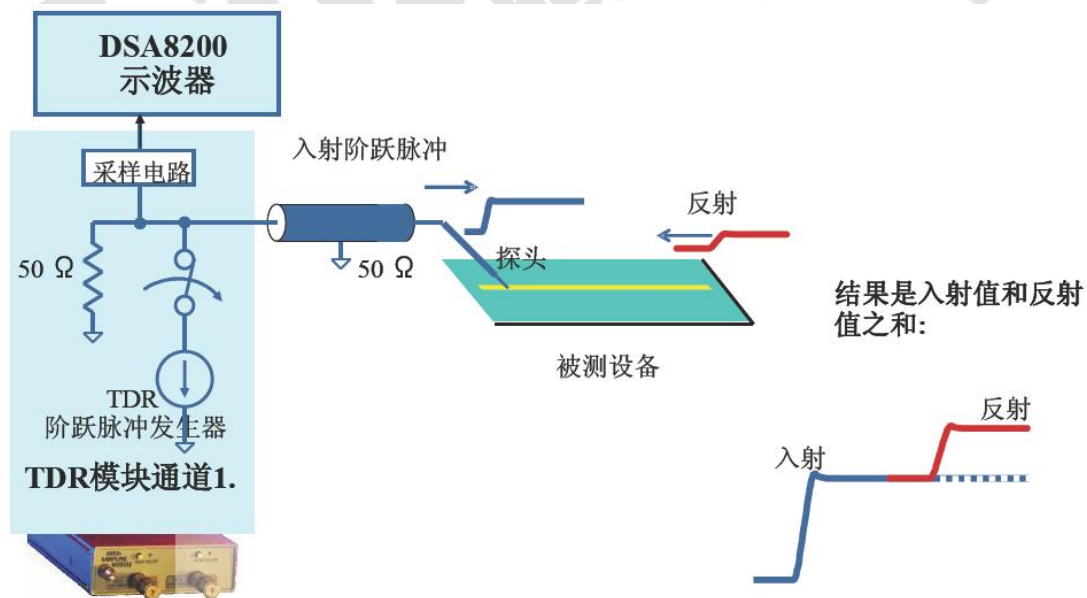
TDR 测试原理

什么是 TDR?

TDR 是英文 **T**ime **D**omain **R**eflectometry 的缩写，中文名叫时域反射计，是测量传输线特性阻抗的主要工具。TDR 主要由三部分构成：快沿信号发生器，采样示波器和探头系统。

TDR 测试原理

TDR 通过向传输路径中发送一个脉冲或者阶跃信号，当传输路径中发生阻抗变化时，部分能量会被反射，剩余的能量会继续传输。只要知道发射波的幅度及测量反射波的幅度，就可以计算阻抗的变化。同时只要测量由发射到反射波再到达发射点的时间差就可以计算阻抗变化的相位。



图(1) TDR 示意图

根据反射原理，反射系数

$$\rho = \frac{V_{\text{reflected}}}{V_{\text{incident}}} = \frac{Z_{\text{DUT}} - Z_0}{Z_{\text{DUT}} + Z_0} \quad \text{公式(1)}$$

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

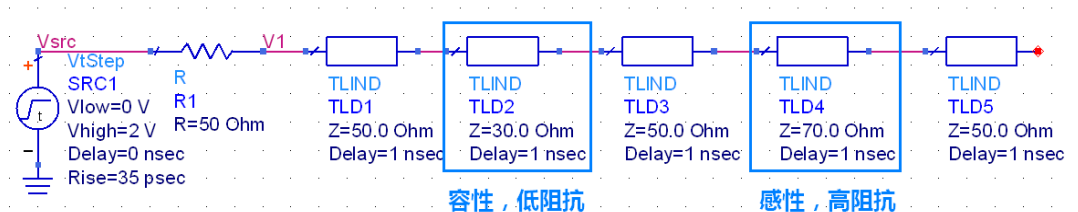


公式(1)中， Z_{DUT} 是待测器件的阻抗， Z_0 是TDR的输出阻抗，通常为50ohm标准电阻， $V_{reflected}$ 和 $V_{incident}$ 分别是反射波幅度和入射波幅度，可以通过示波器测得，算出反射系数 ρ ，从而算出待测器件的阻抗 Z_{DUT} 。

算出待测器件的阻抗，接下来再来看看待测器件的电气长度如何计算。

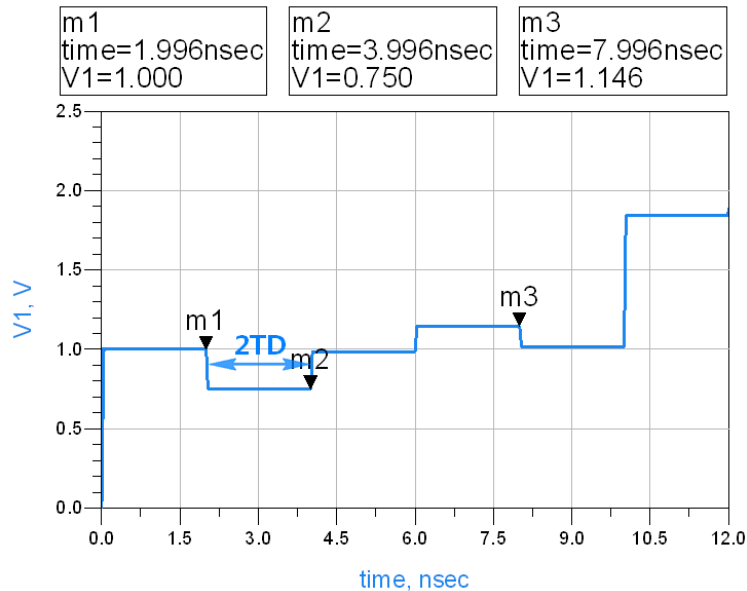
TDR产生一个阶跃信号到待测器件中，会产生入射波，入射波经过时延TD之后在待测器件中遇到阻抗不连续的地方，又会产生发射波，反射波将会叠加在入射波上，再经过时延TD到达TDR的输出端。

通过仿真工具模拟TDR，如图(2)



图(2) 模拟 TDR

模拟采样示波器上看到的电压和阻抗曲线，如图(3)，图(4)

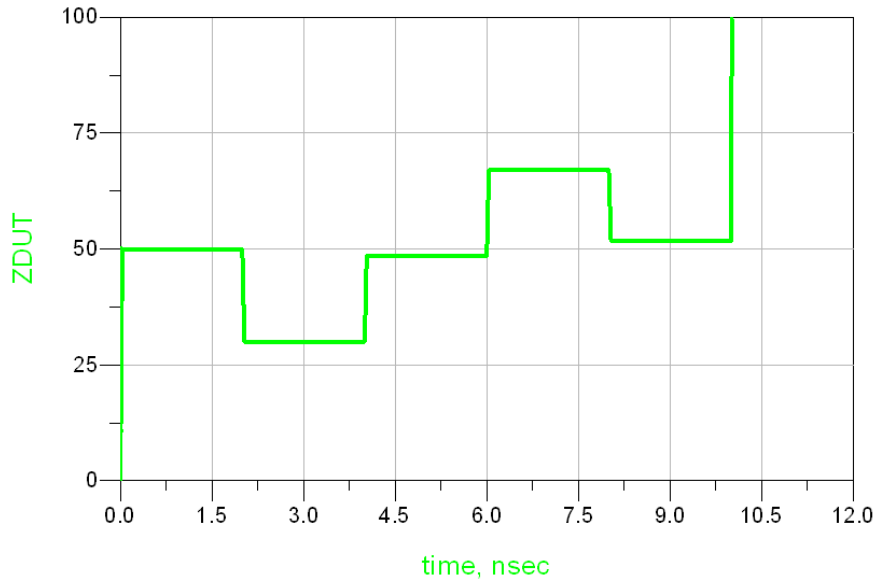


图(3) 电压曲线

如何关注

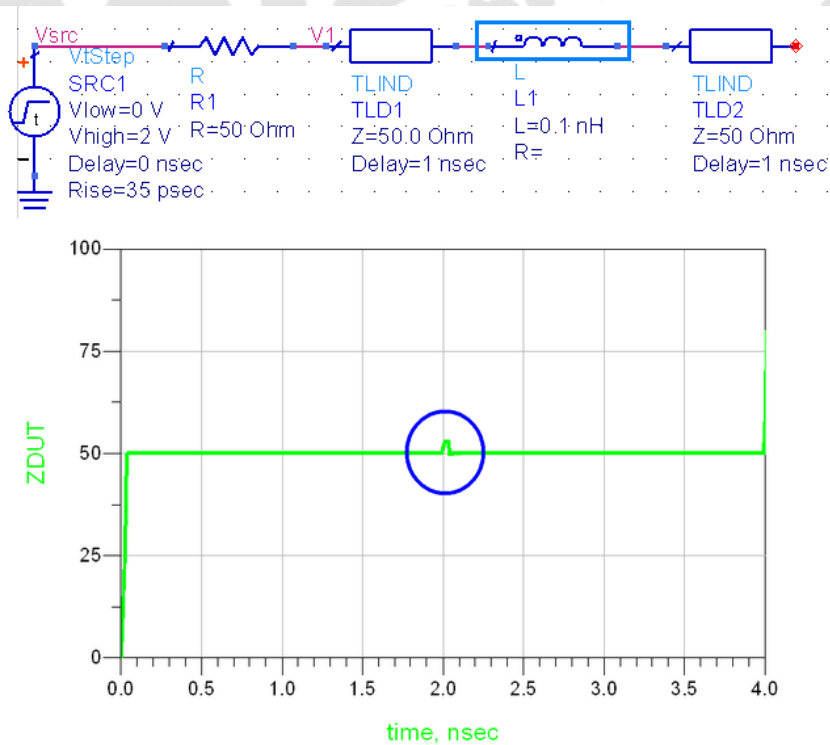
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





图(4) 阻抗曲线

在图(4)中可以看到，当负载呈容性不连续时，阻抗会偏低；当负载呈感性不连续时，阻抗会偏高。PCB 中常见的阻抗不连续的地方，过孔、焊盘、拐角通常呈容性，跨分割处、breakout 等通常呈感性。

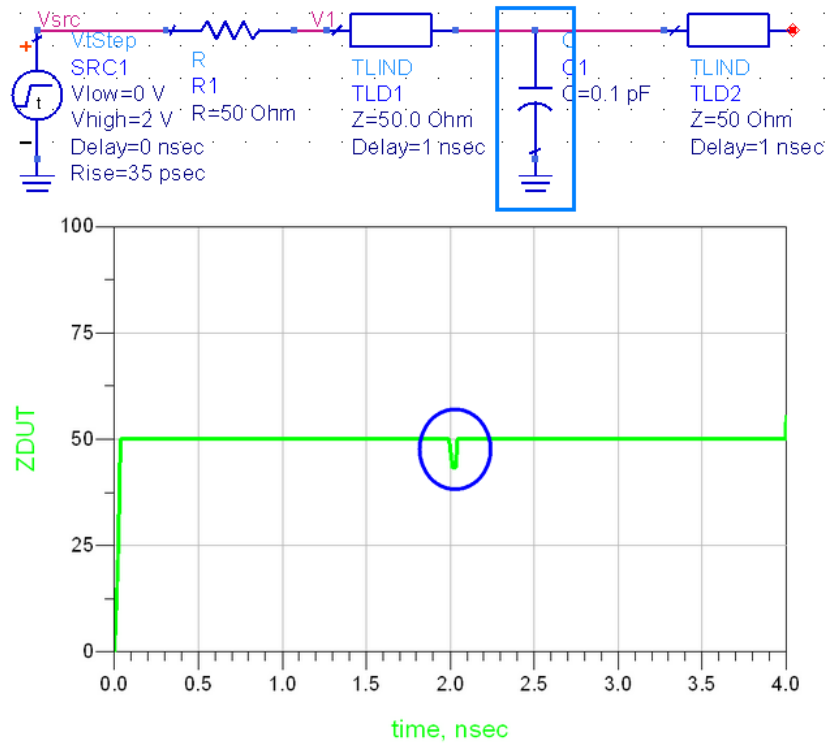


图(5) 感性阻抗不连续

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





图(6) 容性阻抗不连续

问题来了

TDR 作为一种测量仪器，其分辨率是多少？

高速先生欢迎您和我们一起进行交流，关注微信名（高速先生），直接将答案通过会话回复，参与互动答题即有机会获得奖品，回复关键词“奖品”查看更多。

【关于一博】

一博科技专注于高速 PCB 设计、PCB 制板、焊接加工、物料供应等服务。作为全球最大的高速 PCB 设计公司，我司在中国、美国、日本设立研发机构，全球研发工程师 500 余人。超大规模的高速 PCB 设计团队，引领技术前沿，贴近客户需求。

一博旗下 PCB 板厂成立于 2009 年，位于广东四会（广州北 50KM），采用来自日本、德国的一流加工设备，TPS 精益生产管理以及品质管控体系的引入，致力为广大客户提供高品质、高多层的制板服务。

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



一博旗下 PCBA 总厂位于深圳，并在上海设立分厂，现有 12 条 SMT 产线，配备全新进口富士 XPF、NXT3、全自动锡膏印刷机、十温区回流炉等高端设备，并配有波峰焊、AOI、XRAY、BGA 返修台等配套设备，专注研发打样、中小批量的 SMT 贴片、组装等服务。

【关于高速先生】

高速先生由深圳市一博科技有限公司 R&D 技术研究部创办，用浅显易懂的方式讲述高速设计，成立至今保持每周发布两篇原创技术文章，已和大家分享了百余篇呕心沥血之作，深受业内专业人士欢迎，是中国高速电路第一自媒体品牌。



扫一扫，即可关注

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

