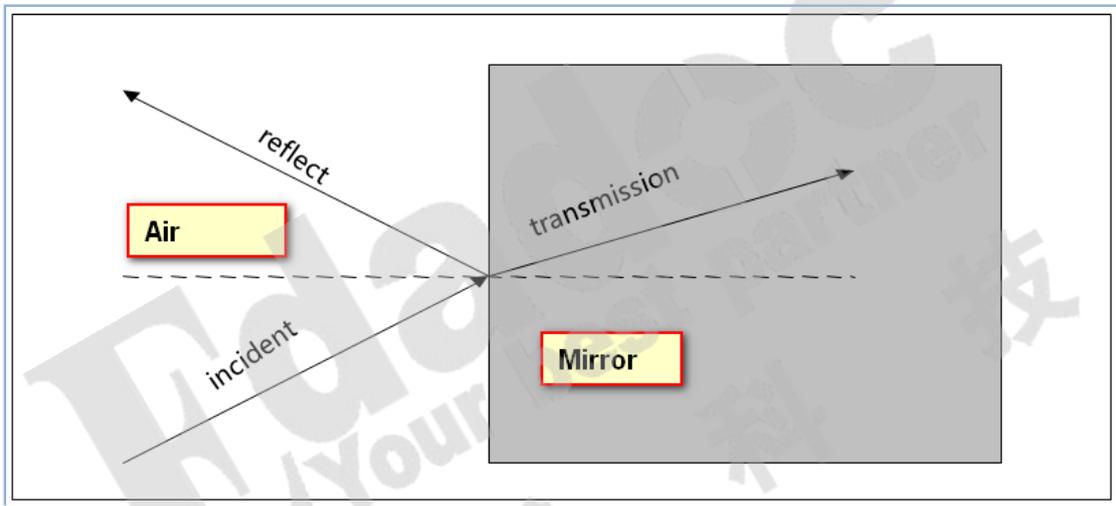


【高速先生原创|基础理论系列】传输线阻抗

作者：王萍 一博科技高速先生团队成员

1、反射与阻抗

高速设计的入门，我们就知道，信号会反射，就像光线从空气射到玻璃，一部分光会折射，还有一些会被反射。

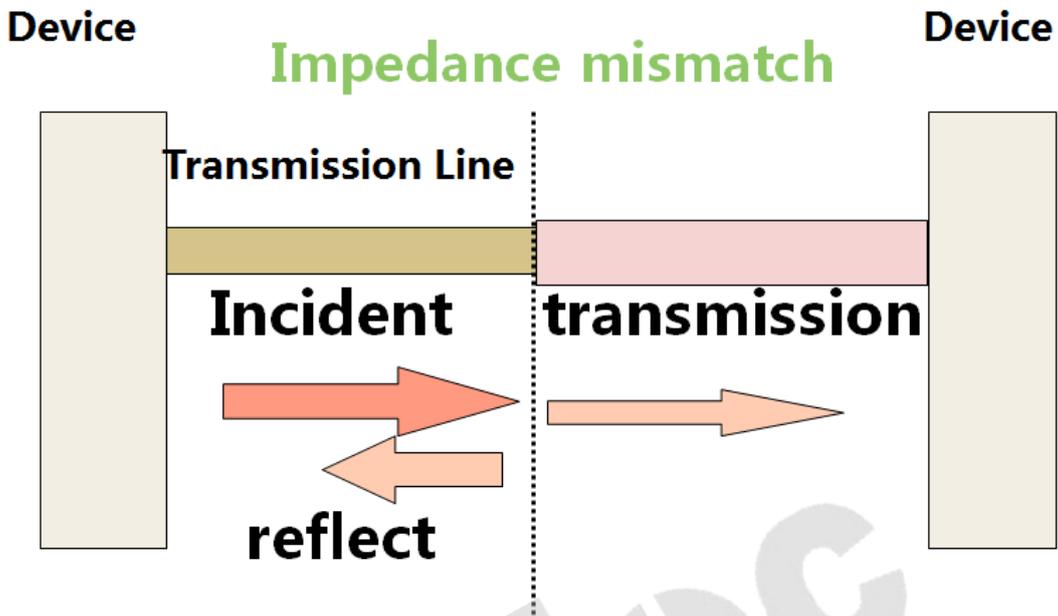


信号也一样，如果传输线的阻抗不一致，在阻抗跳变的地方，一部分能量继续传输，一部分能量会被反射回去。

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

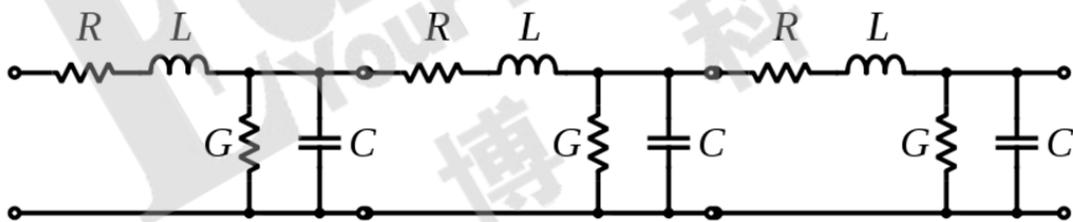




在这个话题里，我们首先知道，阻抗不连续会引起信号反射。当然，我们后面的话题会深入探讨：什么时候需要关注信号的反射，并不是所有的阻抗不连续都需要被关注。

2、阻抗可以有哪些话题

那么，什么是传输线阻抗呢？先来看看传输线的分布参数等效模型：



熟悉高速先生的朋友都知道，不到万不得已，我们不会给大家讲繁琐的公式推导，简单记住这个公式就好了：

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

这是一个特征阻抗近似计算公式，式中 L 为分布电感，C 为分布电容。

特征阻抗：这是使用频率非常高的一个专业术语，在各种定义中，笔者最喜欢的描述是：特征阻抗是沿线上分布电容和电感的等效，它的物理意义是，入射波的电压与电流的比值，或反射波的电压与电流的比值的负值。这个定义方式直观明了地解释了很多高速设计问题，方便设计工程师去理解阻抗控制的概念。

如何关注

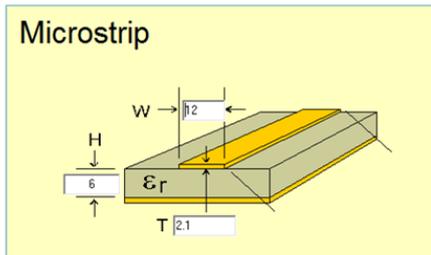
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



注：在高速先生所有系列中，“阻抗”就指的是特征阻抗。

上一篇文章提到了微带线与带状线，以及他们分别代表的电磁场意义，现在我们简单看一下两种传输线结构的阻抗计算公式：

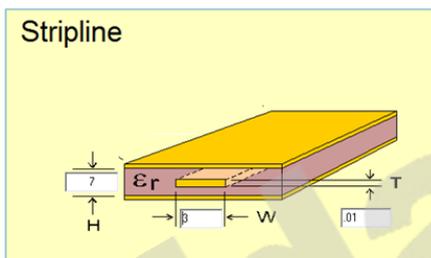
微带线阻抗：



$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \left(\frac{5.98H}{0.8W + T} \right) \quad \text{Ohm}$$

(Valid when $0.1 < W/H < 2.0$ and $1 < \epsilon_r < 15$)

带状线阻抗：



$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(\frac{4H}{0.67\pi(T + 0.8W)} \right) \quad \text{Ohm}$$

(Valid when $W/H < 0.35$ and $T/H < 0.25$)

还是一样的原则，我们不需要记公式，只需要记住各个元素和阻抗的比例关系，然后能在工作中灵活运用就好了：

介电常数:材料性质的一种，决定当单位电压下，单位容量内材料可存储的静电能。介电常数增大,阻抗减小。

线路到参考平面距离:距离增加阻抗增大

线宽:线宽增加阻抗变小.

铜厚:铜厚增加阻抗变小.

相邻线间距（针对差分）:间距增大阻抗增大

绿油厚度:厚度增加阻抗变小

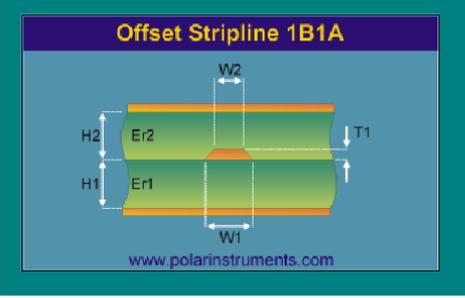
案例 1：某 PCB 板上的走线比较密，只能用比较小的线宽，通过计算发现阻抗超过了标准，在板材不变（介电常数不变）的情况下，可以通过减小层间距离来实现阻抗控制。

案例 2：某 PCB 板，板厚 1.2mm，需要设计成 10 层板。层间的平均厚度也就是 0.1mm 左右，又不想走太细的线，但是怎么算，4mil 走线的阻抗都达不到 50 欧姆。

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





			Tolerance	Minimum	Maximum	
Substrate 1 Height	H1	4.0000	+/- 0.0000	4.0000	4.0000	Calculate
Substrate 1 Dielectric	Er1	4.5000	+/- 0.0000	4.5000	4.5000	Calculate
Substrate 2 Height	H2	4.8000	+/- 0.0000	4.8000	4.8000	Calculate
Substrate 2 Dielectric	Er2	4.5000	+/- 0.0000	4.5000	4.5000	Calculate
Lower Trace Width	W1	4.0000	+/- 0.0000	4.0000	4.0000	
Upper Trace Width	W2	3.5000	+/- 0.0000	3.5000	3.5000	Calculate
Trace Thickness	T1	0.6000	+/- 0.0000	0.6000	0.6000	Calculate
Impedance	Zo	44.27		44.27	44.27	Calculate
						More...

问题来了

这个案例怎么实现 50 欧姆阻抗？

高速先生欢迎您和我们进行交流，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。

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。

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



【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

