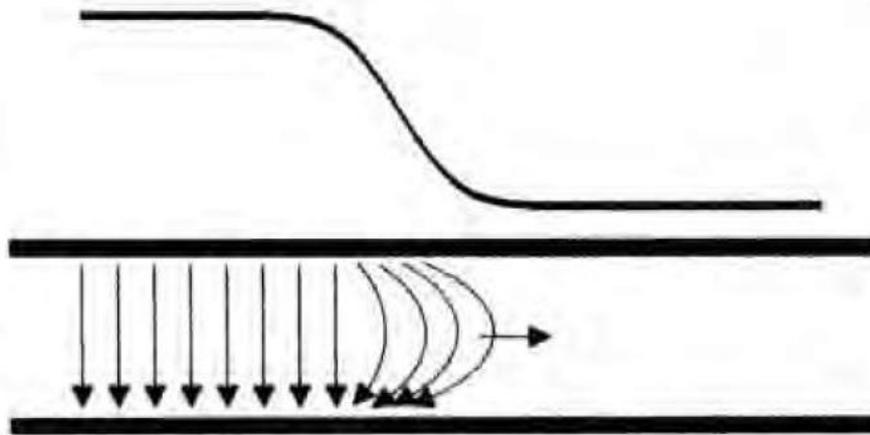


【高速先生原创|高速串行系列】回流是如何干扰信号的？

作者：王锐 一博科技高速先生团队成员

“长安回望绣成堆，山顶千门次第开；一骑红尘妃子笑，无人知是荔枝来。”相信各位看官对杜牧的这首《过华清宫》并不陌生，这是讲述唐明皇和中国四大美女之一杨玉环的故事。不过呢，高速先生拿出这首诗，可不是要讲唐明皇和杨玉环的故事哦，今天要讲的是那个“一骑红尘妃子笑”的“骑”，对，你没看错，就是“骑”，呵呵~~“骑”——千里马，古时候，千里马除了可以送荔枝，还可以干什么呢？“八百里加急”都听过吧，千里马还可以用来通讯。另外了，还有烽火狼烟、孔明灯、飞鸽传书、鸿雁传书等等都是古代的通讯手段，这些通讯手段所花费的时间，少则几个钟头，多则数天。跟我们现如今的通讯手段是不可同日而语的了，现代的手机、电话，即使是在地球的这端，而我在地球的那端，通讯也是分分钟的事儿。

如此高效的通讯手段，少不了传输媒介中能高速传输的信号功劳。那信号在传输线的传播速度到底有多快？大多数人都知道是光速，大约 11.8inch/ns ，这个速度相当于在 1s 的时间内可以绕地球赤道飞行 7 圈半。如此惊人的速度是怎样形成的？很久以前，我们有这样一个认知，一段电路中产生电流，必须有电荷的定向移动。那信号的速度会是电荷的移动速度吗？在 Eric 的《信号完整性分析》上有详细的估算过程，电子的移动速度大约等于 1cm/s ，跟信号传输速度相差甚远，很显然，信号的速度不是电荷的移动速度。经常看高速先生文章的人应该看到过这样一个概念，信号的传输速度实际上是由周围空间里的交变电场和交变磁场的建立速度和传输速度决定的。

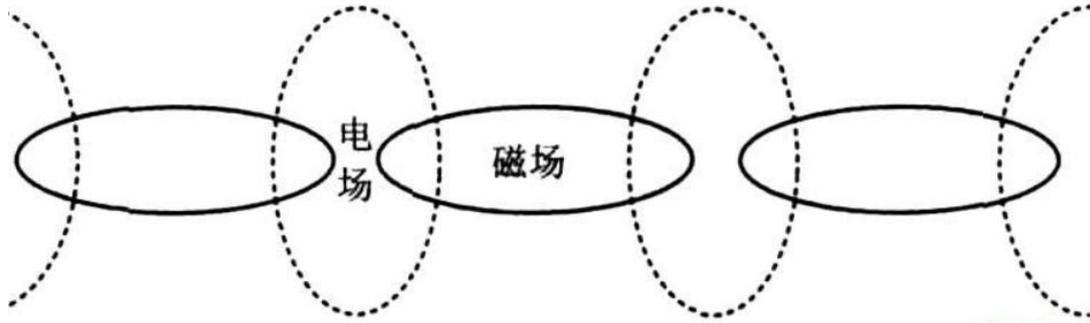


如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



怎么去理解呢？很久以前，我们也有这样的一个认知，就是变化的电场产生磁场，变化的磁场产生电场，信号的本质就是一个电势差，在信号路径与返回路径之间的电势差会产生电场，从而产生磁场，就这样来来回回，在信号路径与返回路径之间产生交变的电场和磁场，这样说不太好理解，如果你把它想象成较链就比较直观了。



只要电场和磁场在不断变化，信号就会不断向前传播，以电磁场的变化速度，也就是光速。认识了信号的传播过程，下面我们再来看看怎样估算信号的传播速度。

在单一介质中，信号的传播速度通常会用

$$v = \frac{12}{\sqrt{\epsilon_r}} \frac{\text{in}}{\text{ns}}$$

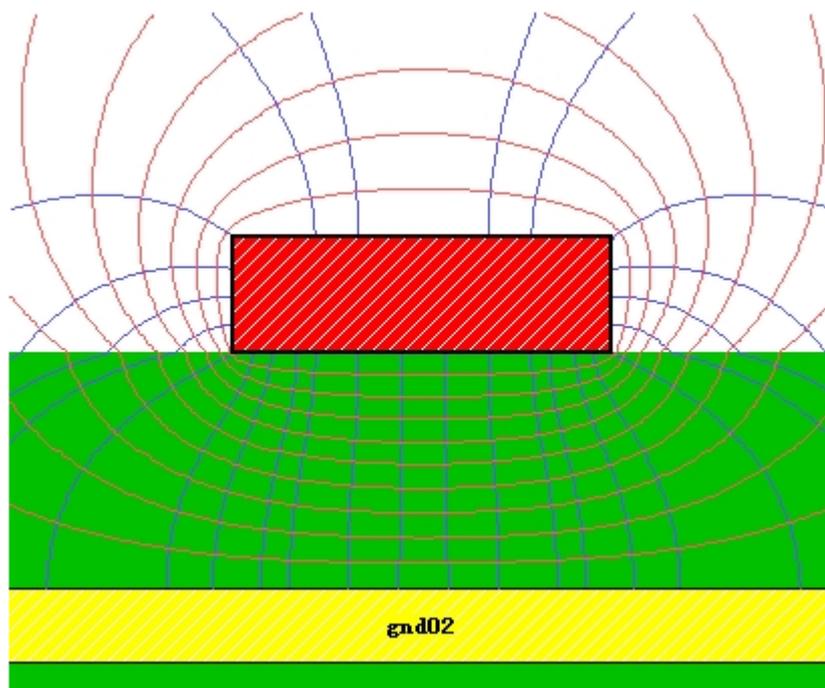
带状线通常上下层介质的介电常数会比较接近，而且有两层参考，电场和磁场会被限制在两层铜皮之间，所以上述这个公式比较适合带状线的传输速度估算。

当传输线处于不均匀的介质中时，传输速度计算起来就比较麻烦，这其中涉及到一个等效介电常数的计算，典型的例子就是微带线。

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





微带线

下面列举几个微带线传输速度的经验公式

$$\epsilon_{\text{eff}} = 0.475\epsilon_r + 0.67 \quad (1)$$

这个公式有一个问题，他只跟介电常数有关，跟传输线的形状没有关系，其实我们知道，微带线的传输速度是跟传输线的形状有一定关系的，上述公式可以拿来粗略估算用。

还有一个经验公式

$$v(\text{MS}) = 12/\text{Br}\sqrt{\epsilon_r} \quad (2)$$

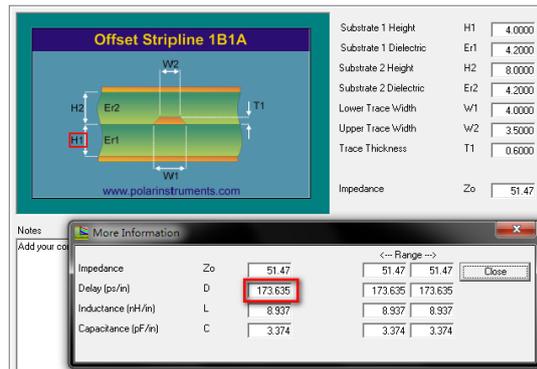
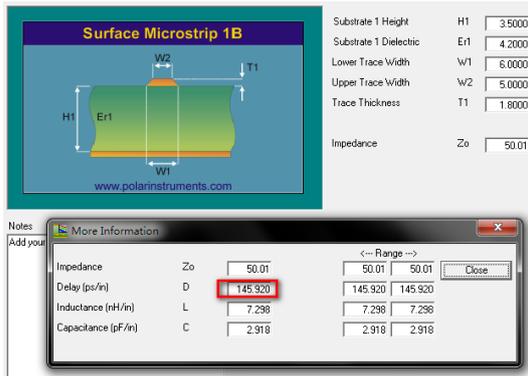
其中 $B_r = 0.8566 + (0.0294)\ln(w) - (0.00239)h - (0.0101)\epsilon_r$ ， w 是线宽 (mil)， h 是介质厚度 (mil)，这个公式估算出的值就比较精确了。通过公式(1)(2)，我们大致可以看出 $v(\text{SL})$ 大约等于 0.85 倍的 $v(\text{MS})$ 。如果你细心观察，你会在很多检查等长的表格或者软件里面会看到，计算表层微带线的走线长度时，并不会直接使用它本身的长度，而是会乘以 0.85 左右的系数，然后再加上内层带状线的长度，这两个长度加在一起再和其他信号线做等长匹配。

下面我们通过仿真来验证一下，以普通 50 欧姆走线为例：

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





通过仿真计算，同一种阻值的走线，微带线时延是 145.9ps/in，带状线时延为 173.6 ps/in，在这种设定下，我们计算下微带线和带状线的时延差别 $145.9/173.6=0.84$ ，在 0.85 附近。

问题来了

当普通微带线的线宽变宽时，信号的传输速度会怎么样变化？变快，还是变慢？为什么？

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。

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

