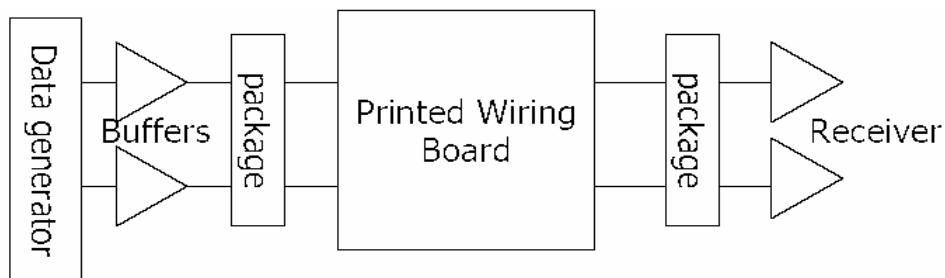


HSPICE 信号完整性应用举例

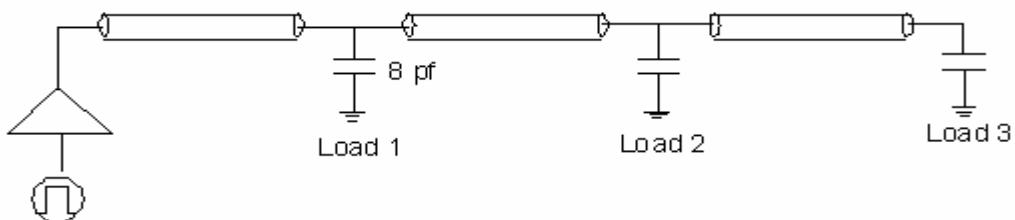
(作者: 19245068 Email: hht200309@163.com 欢迎交流)

在用HSPICE分析高速数字信号完整性过程中, 一般把整个电路分成很多部分写成子电路或整理成库, 需要这样做的包括, 数据产生器、缓冲器、传输线、封装模型和连接器等等。如下图所示:



而最主要的就是两个部分, 其一是 IBIS 模型 (.ibs 文件, 可以表示缓冲器及其内部封装寄生参数部分), 其二是 S 参数模型 (.snp 文件, 可以表示传输线、封装、连接器等等部分), 本文将先介绍 HSPICE 关于 IBIS 的应用, 然后介绍其关于 IBIS 模型和 S 参数混合仿真的例子。

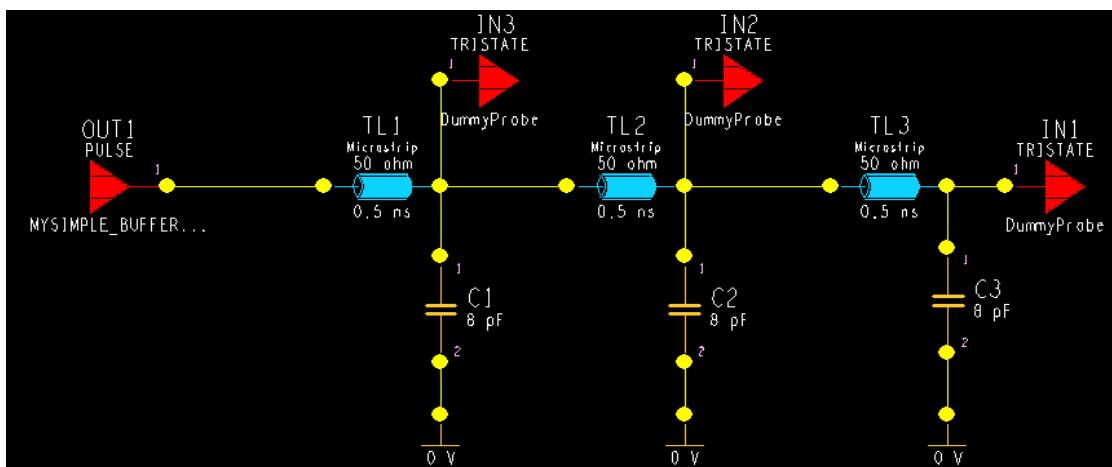
(1) 假如有下面一拓扑结构有待仿真 (IBIS 应用例子):



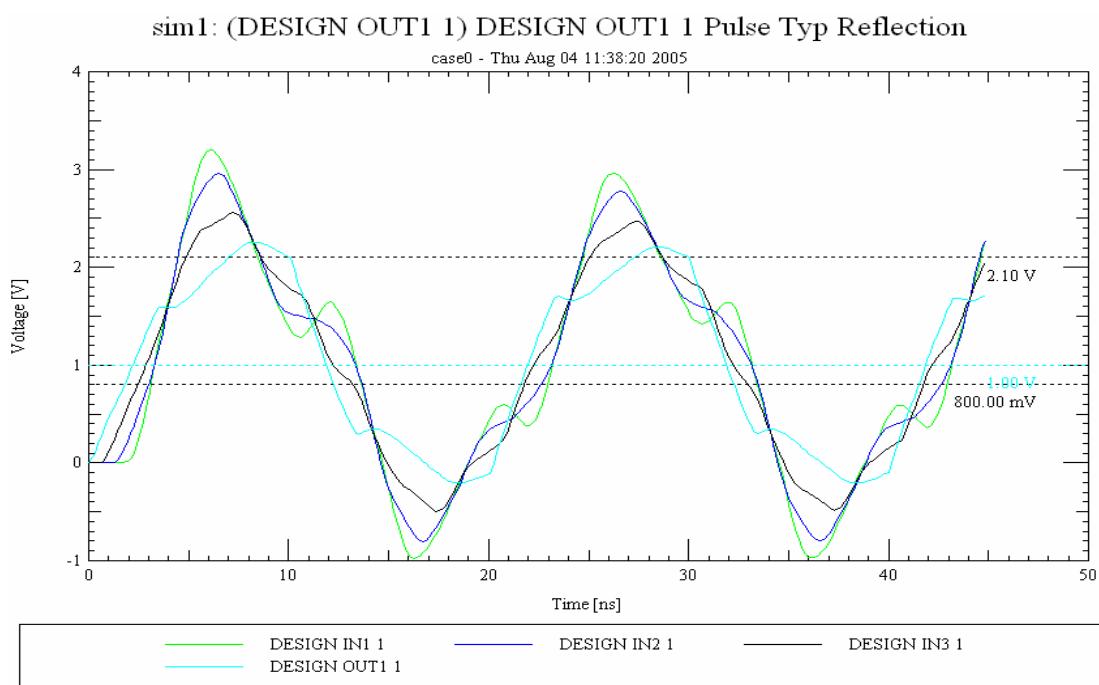
如图所示, 每根传输线的特性阻抗为 50 欧, 延迟为 0.5ns, 每段负载电容为 8pf, IBIS 文件采用 mysimple_buffer.ibs, 模型采用 special_IO, 类型为 output buffer (见附录), 下面只用 SQ signal explorer 和 HSPICE 来进行仿真。

① SQ signal explorer

其拓扑结构图如下:



其仿真波形如下:



② HSPICE

仿真网表如下:

* IBIS Buffer Test

.option post

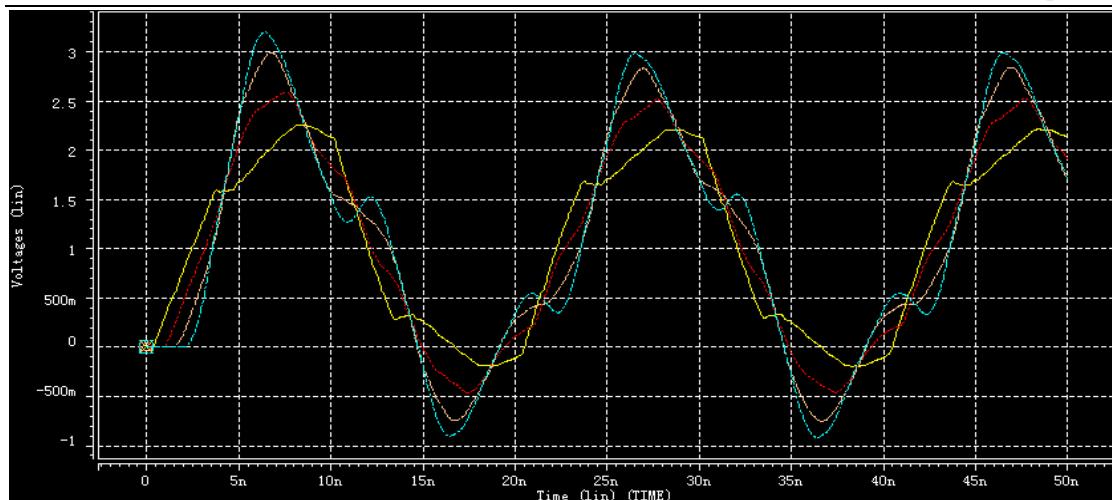
.tran 0.01n 50n

vin in 0 pulse(0V 5V 0n 1n 1n 8n 20n)

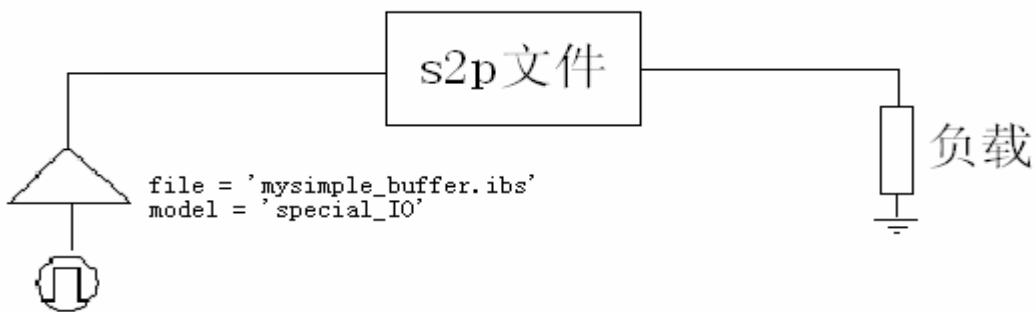
x1 in out bufferhht

```
tline1 out 0 out1 0 ZO=50 TD=0.5n
tline2 out1 0 out2 0 ZO=50 TD=0.5n
tline3 out2 0 out3 0 ZO=50 TD=0.5n
c1 out1 0 8p
c2 out2 0 8p
c3 out3 0 8p
.subckt bufferhht nd_in0 nd_out0
b_op_0 nd_pu0 nd_pd0 nd_out nd_in0
+ file = 'mysimple_buffer.ibs'
+ model = 'special_IO'
+typ=typ power=on buffer=2 interpol=1
xpin nd_out nd_out0 pkg
.ends
.subckt pkg nd_out nd_out0
r_pkg nd_out_c nd_out0 12m
c_pkg nd_out_c 0 2p
l_pkg nd_out nd_out_c 2n
.ends
.print v(in) v(out) v(out1) v(out2) v(out3)
.end
```

其仿真波形如下：



(2) 假如拓扑结构变成下图 (混合仿真例子)



下面给出混合仿真的 SPICE 网表:

* IBIS and s-parameter Test(signal integrity test)

.option post

.tran 0.01n 50n

vin in 0 pulse(0V 5V 0n 1n 1n 8n 20n)

x1 in out bufferhht

S1 out out1 0 mname=s_model

.model s_model S TSTONFILE=lunwen1.s2p

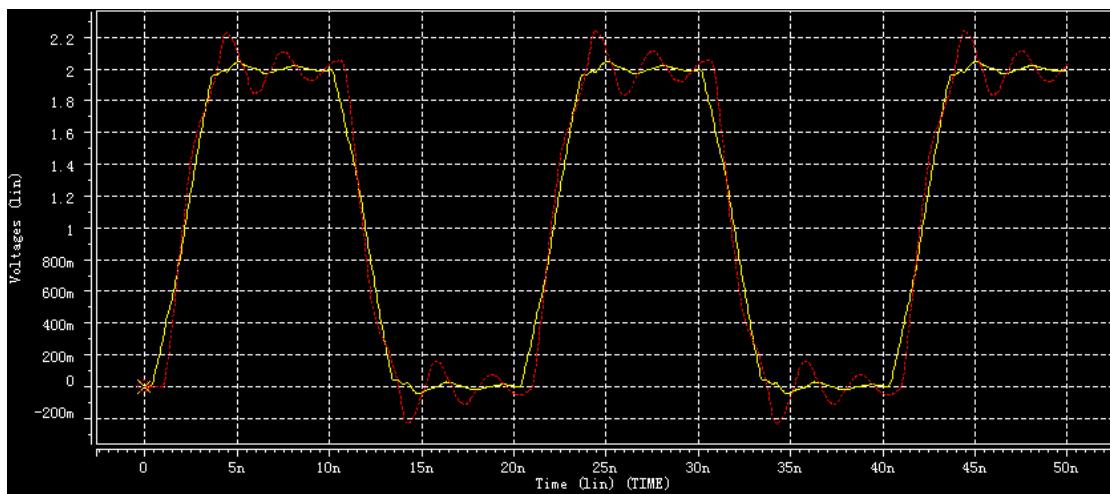
r1 out1 0 1meg

.subckt bufferhht nd_in0 nd_out0

b_op_0 nd_pu0 nd_pd0 nd_out nd_in0

```
+ file = 'mysimple_buffer.iba'  
  
+ model = 'special_IO'  
  
+typ=typ power=on buffer=2 interpol=1  
  
xpin nd_out nd_out0 pkg  
  
.ends  
  
.subckt pkg nd_out nd_out0  
  
r_pkg nd_out_c nd_out0 12m  
  
c_pkg nd_out_c 0 2p  
  
l_pkg nd_out nd_out_c 2n  
  
.ends  
  
.print v(in) v(out) v(out1)  
  
.end
```

仿真结果如下：



至此，我们可以进行延迟、反射、阻抗不连续（比如过孔、拐带等等，这些都可以通过场仿真得到的 S 参数来解决）等信号完整性问题，同步切换噪声等电源完整性问题将在后面的文章中阐述。

射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



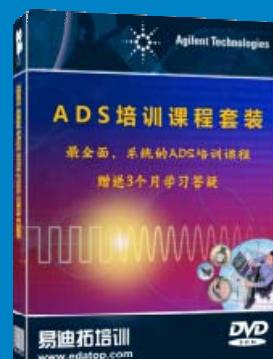
射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…



课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出, 是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装, 所有课程都由经验丰富的专家授课, 视频教学, 可以帮助您从零开始, 全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装, 还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线, 让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…



详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>