

在PSpice中使用德州仪器的Spice模型

作者: Bruce Carte

摘要

德州仪器提供了运算放大器的 Spice 模型。而这些 Spice 模型，是以通用的文本格式给出的。本应用报告说明了如何利用这些模型并将它们引入更广泛使用的仿真程序——PSpice 中。

目录

1	引言	2
2	获得 Spice 模型	2
3	创建一个 PSpice 模型	4
4	编辑元件符号	5
5	使用元件符号进行仿真	7
	5.1 创建一个仿真配置文件(Profile)	8
	5.2 绘制电路原理图	10
	5.3 显示仿真结果	11
6	结论	12
7	附录A: Spice 模型样例	13
1	在德州仪器的主页上搜索一个元件	2
2	搜索结果	2
3	技术文档框	3
4	Spice 模型链接	3
5	下载文件到本地硬盘的样例	3
6	PSpice 模型编辑器图标	4
7	新建库的建议存储位置	4
8	创建一个 OrCad Capture 库	4
9	一个正常的 Spice 模型所产生的状态文件	5
10	OrCad Capture 图标	5
11	库编辑窗口	5
12	新创建的元件符号	6
13	THS4131 的引脚号分配	6
14	编辑元件符号的渐进步骤	7
15	创建一个新的工程	8
16	创建一个新的仿真配置文件	8
17	仿真类型及频率设置	9
18	在仿真配置文件中添加库文件	9
19	在 Capture 中添加新库	10
20	PSpice 电路原理图样例	11
21	仿真结果	12

PSpice 是 Cadence 公司的商标。

所有其它商标均为其各自拥有者的财产。

1 引言

数十年来，Spice 模型已经成为了半导体公司应用部门的主要依靠。它们的提出主要是用于仿真，并以印刷品、软盘，最近还通过 CD 及互联网等方式进行发布。Spice 模型是以 ASCII 文本方式给出的，因此更为通用并可以引入到多种程序中。

可惜的是，世界早已发展得超越了 ASCII 文本进入 Spice 的时代。笔者还记得在大学课程里，Spice 曾被应用于中央处理器之中。电路原理图被减少到有限个节点，且描述每一个连接都需要在穿孔卡片上辛苦的打孔。若干年后，原理图可以被输入至一个 ASCII .cir 文件中，并且 PSpice 可以在 DOS 下运行，而产生的结果列表更是让人不可思议。

微软的 Windows 操作系统为 PSpice 引入了新的元素——图形界面。设计师们终于不需要再小心翼翼的输入 ASCII 文件了，他们可以调用元件符号并在屏幕上绘制电路原理图——这是由设计师产生的原理图文件。直观的好处是显而易见的：设计师可以看到整个原理图，而不再是一个电路连接的列表。将一个原理图转换为连接列表所带来的出错的可能性几乎被消除了。然而，还存在一个问题。设计师可使用的元件是有限的，仅限于程序的元件库中所列出的那些元件。从一开始，PSpice 就提供了一种输入新的元件符号的方法，但只有极少数设计师能够理解这一过程，就是由于不直观的原因。本应用报告将以 THS4131 为例，带领设计师熟悉这一过程。

2 获得 Spice 模型

德州仪器 Spice 模型可以从德州仪器的网站上获得：<http://www.ti.com>。获得一个模型的最快捷方式是在主页的搜索框中输入元件编号。



图 1. 在德州仪器的主页上搜索一个元件

搜索范围包括产品、其它相关项、产品文件夹等：

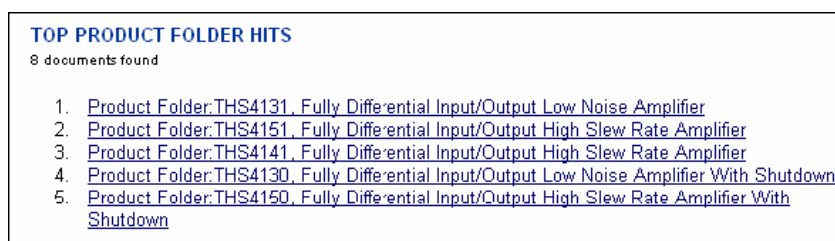


图 2. 搜索结果

产品文件夹方便的将所有与该元件相关的文档放在同一位置。点击器件的产品文件夹可获得所需器件。打开产品文件夹以后，可以在位于其左侧靠下位置处的“技术文档框”中找到 Spice 模型，相关文件链接为：

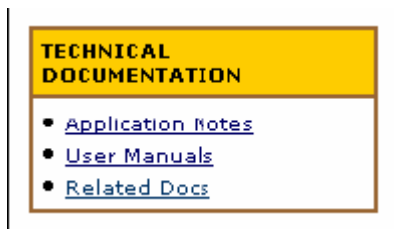


图 3. 技术文档框

点击相关的文档链接，将会出现链接指向的 Spice 模型。

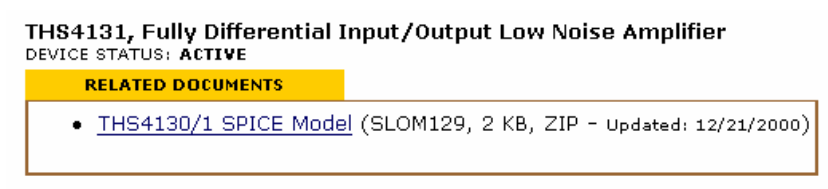


图 4. Spice 模型链接

当链接被点击时，不同的 Web 浏览器的具体行为也有所不同。设计师们需要将 ASCII 文本文件保存到他们的硬盘驱动器的理想位置。

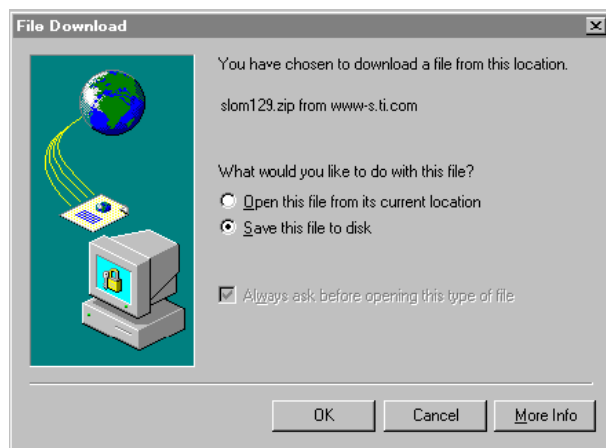


图 5. 下载文件到本地硬盘的样例

这一下载样例是使用 Internet Explorer 5.5 浏览器的情况。注意文件名和所放置的文件夹的名称，两者马上都会用到。

德州仪器的 Spice 模型都存储为 .zip 格式。设计师需要具有一些解压缩软件，如 WinZip，以便从 .zip 压缩包中提取实际的 Spice 模型文件。解压缩完成以后，设计师就获得了如附录 A 所示的文件：slom129_1.txt。

一个快速的检查表明，它本质上是一个 .cir 文件——这是 PSpice 过去遗留下来的。本文档将介绍如何创建一个 PSpice 符号。PSpice 是一个使用最广泛的仿真程序，但这些技术在许多 CAD 程序中都比较类似，因此希望本应用报告也能为那些使用其他仿真程序的设计师提供一些一般性的指导。

3 创建一个 PSpice 模型

打开 PSpice 模型编辑器（不是捕获程序）。模型编辑器的图标如图 6 所示：

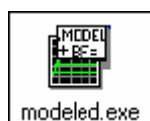


图 6. PSpice 模型编辑器图标

程序打开以后，选择 *File*，然后选择 *New*。

下一步选择 *Model*，*Import*，然后选择模型的文件名。ASCII 文本文件将出现在右侧的窗口中，而左侧的窗口将显示模型名称为 THS4131，类型是 *SUBCKT*。

接下来点击 *File*，*Save*，并给它取一个文件名。

- 建议 1：使用与元件名称相同的库名，因为它有可能是唯一需要创建的元件。
- 建议 2：将它保存在 UserLib 文件夹中：

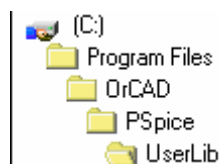


图 7. 新建库的建议存储位置

接下来，点击 *File*，*Create Capture Parts*。此时将出现一个对话框。浏览并将路径指向新建库的存储位置并选择它。此时位于底部的编辑框中也将自动填充相同的文件名和相同路径，并具有 .olb 扩展名。

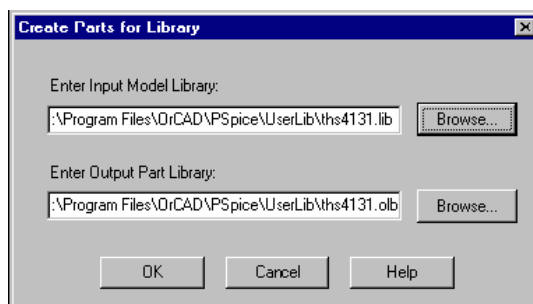


图 8. 创建一个 OrCad Capture 库

点击 OK，库将被成功创建而不会发生错误。

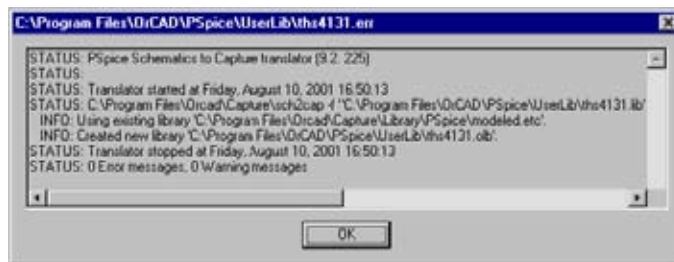


图 9. 一个正常的 Spice 模型所产生的状态文件

点击 OK 关闭状态文件，并退出模型编辑器。现在在目标目录中应该具有两个文件——THS4131.lib 和 ths4131.olb。两者都是仿真所必需的。

4 编辑元件符号

现在开始编辑前面所创建的元件符号。前面的过程创建了一个 OrCad Capture库，并且其中只包含了一个元件——THS4131。在 OrCad Capture 中可以对元件库进行编辑。双击 Capture 图标：



图 10. OrCad Capture 图标

接下来，点击 File，Open，Library，并将路径指向 THS4131.olb。然后点击 Open。在出现的窗口中将列出库中所包含的元件：

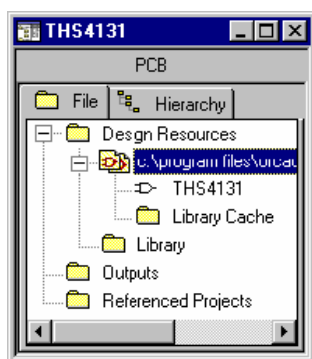
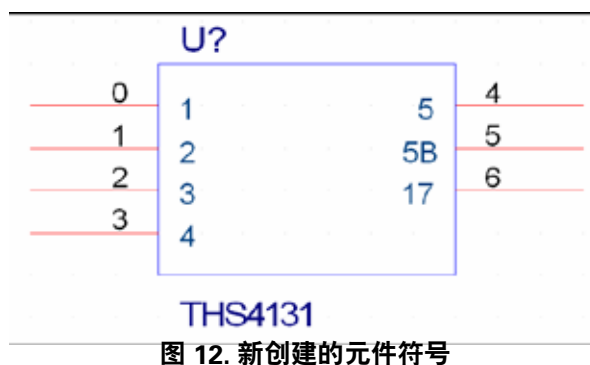


图 11. 库编辑窗口

双击元件名 THS4131。元件符号将出现在屏幕上：



对于一个习惯了用三角形符号表示运算放大器并知道引脚数应该是多少的设计师，这不会有太大的帮助。如不知道引脚号，可以打开一个 Notepad 窗口并显示 Spice 模型的原始文本文件。在附录 A 的文本中可以看到，在上面的元件符号中方框内部的数字代表了以下引脚：

- 1：放大器输入
- 2：反相输入
- 3：正电源
- 4：负电源
- 5：放大器输出
- 5B：反相输出
- 17： $V_{(OCM)}$

方框外面的数字与 IC 上的引脚号无关。要想让 OrCad 元件符号可用，还有很多工作要做。引脚号的分配可以从数据表中获得：

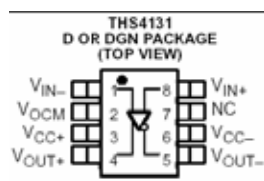


图 13. THS4131 的引脚号分配

图 14 显示了把一个新创建的符号编辑为可用的元件符号所涉及到的步骤：

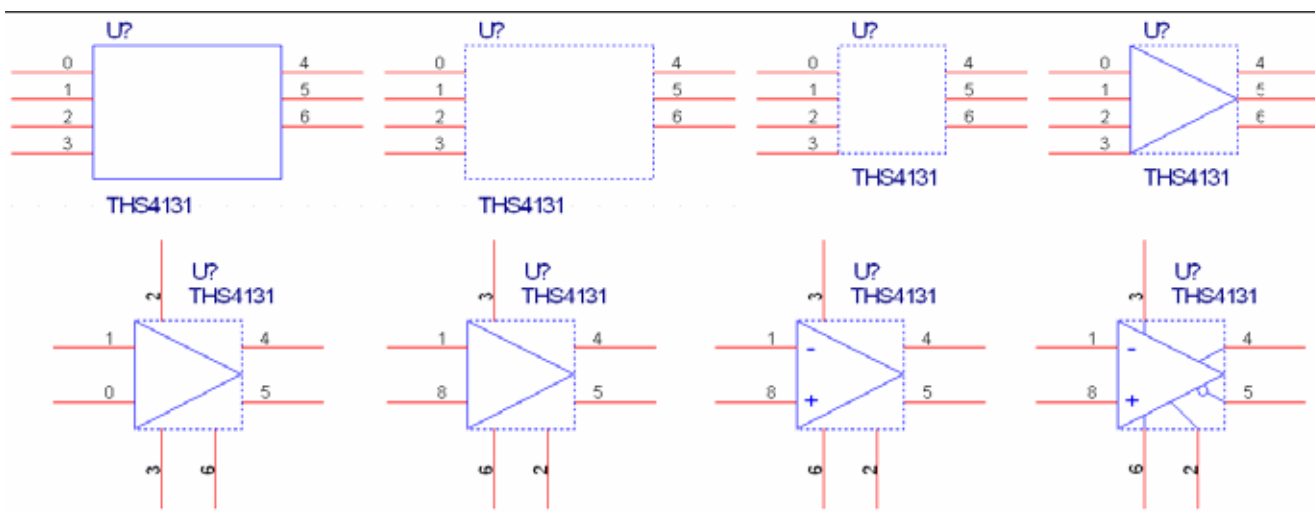


图 14. 编辑元件符号的渐进步骤

创建一个元件符号的过程中涉及到一些美观的规定。这里所描述的过程将会创建一个符号，虽然不一定是最好的符号。用于创建以上元件符号的步骤是：

1. 在元件编辑器窗口中，点击 Option, Part Properties, Pin Names Visible（方框中），然后选择 False。这时方框里面的引脚名将会消失——这是件好事，因为它们容易让人困惑。
2. 选中并删除方框。对于运算放大器更适合的外形是三角形。
3. 调整元件外形的大小。许多运算放大器都绘制成了 0.4 乘以 0.4 网格大小。
4. 使用画线工具创建一个三角形的运算放大器主体。
5. 将引脚和标签移动至所需位置。在这种情况下，反相输入将在左上角，+、- 电源分别位于上方和底部，输出在右侧，而 V(OCM) 在底部。
6. 编辑引脚号及引脚类型。不要改变引脚名称，因为它是由符号反向关联到 Spice 模型的途径。当 V(OCM) 引脚存在时，它应该是一个双向的类型。其余所有引脚都可以作为输入或输出。这个例子显示的是电源引脚作为输入。如果引脚被指定的类型是电源，那么它们将不可见。
7. 使用文本工具为输入添加 +、- 号。
8. 使用画圈及画线工具完成图形细节。注意，反相输入与非反相输出是相反的，反之亦然。这样最适合完成反馈回路。

当元件符号被正确创建，保存元件库。程序也将提示用户保存元件。

5 使用元件符号进行仿真

原理图绘制完成后，在捕获程序中运行 PSpice 仿真，捕获程序就是前面用于编辑库符号的程序。

5.1 创建一个仿真配置文件

选择 File, New, Project。此时将出现一个对话框，输入项目名并选择 Analog and Mixed A/D 单选按钮：

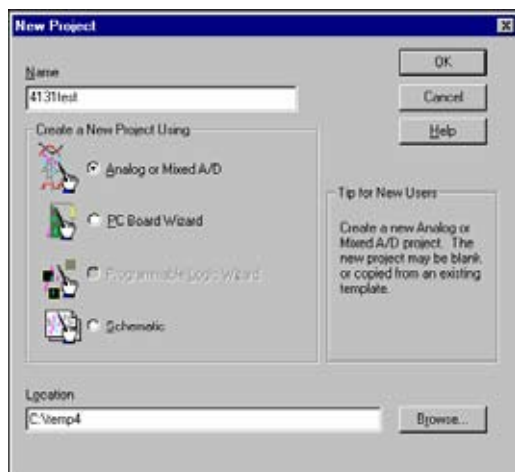


图 15. 创建一个新的工程

然后点击 OK。此时将出现第二个对话框，允许用户创建一个空项目或是复制一个已有的项目。如果这是第一次设计，或是它非常不同于已有的项目，选择空白。本文档假定事先没有仿真配置文件存在，故选择 blank。

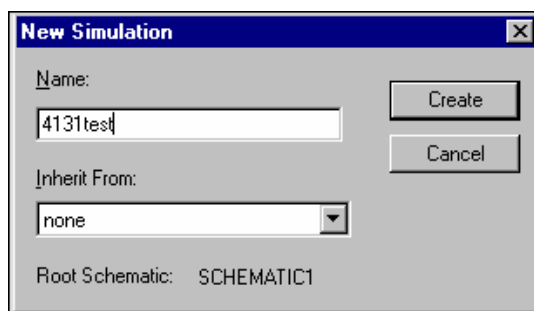


图 16. 创建一个新的仿真配置文件

仿真配置文件的名称不是必须与项目名完全相同，但二者可以相同。创建一个仿真配置文件的过程包括几个步骤，将在下一个对话框中出现。

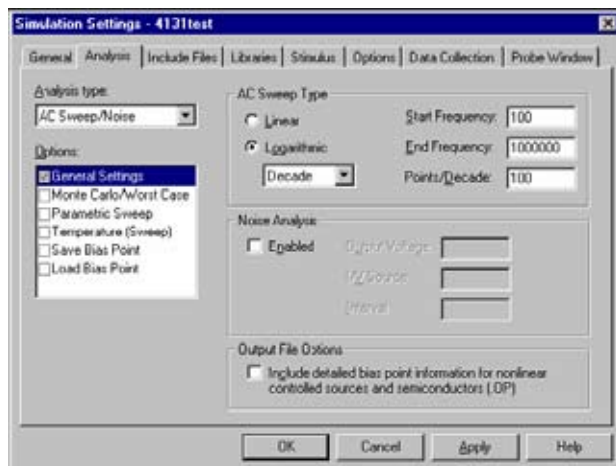


图 17. 仿真类型及频率设置

幸运的是，对于设计师而言，一些默认值已经选好。设置 Analysis 类型、是对数扫描还是线性扫描、开始频率、结束频率及每十进频率的点，这些都是很重要的。在这个例子中选择了的对数 AC 扫描，开始频率为 100 Hz，结束频率为 1 MHz。应小心设置每十进频率的点的个数；它们能增加文件大小和执行时间。设置为 100 在通常情况下是足够的，除了那些更细节的线性扫描。

下一步是在仿真配置文件中添加库 (.lib) 文件。点击 Library 选项卡：

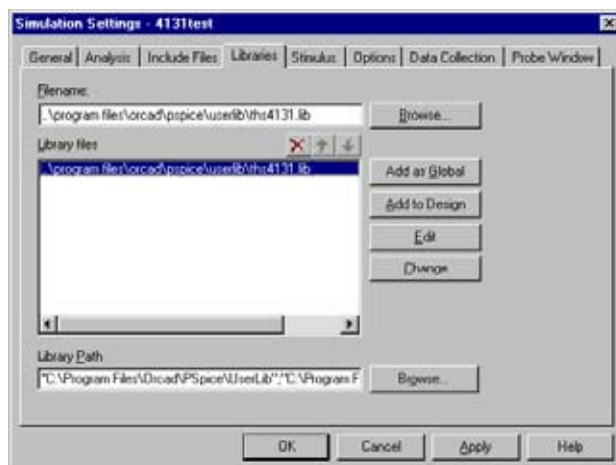


图 18. 在仿真配置文件中添加库文件

浏览并将路径指向 .lib 文件，选择 Add as Global 或是 Add to Design。如果元件用于多个项目中，将它作为一个全局项来添加。点击 OK 并保存仿真配置文件。

5.2 绘制电路原理图

在这一节中，将绘制完成电路原理图。本文档假定设计师熟悉 PSpice，以及如何在 Capture 中使用仿真所需要的符号来绘制一个原理图。

在原理图中放置新元件之前，需要先在库列表中添加元件库：

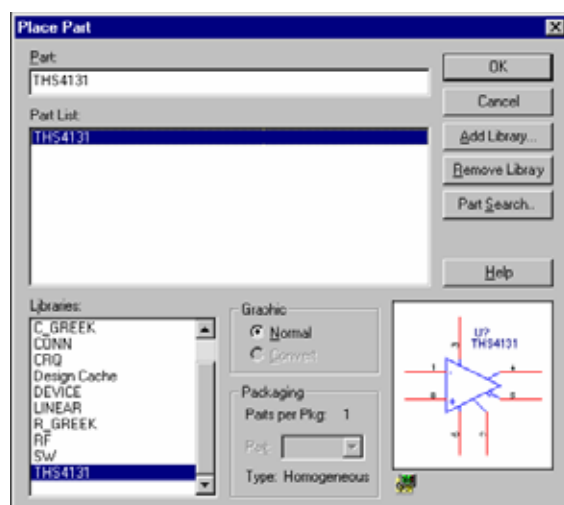


图 19. 在 Capture 中添加新库

首先，点击 Add Library。然后浏览到新建库的位置处。当它被成功添加以后，在元件列表中选中所需元件。元件的电路原理图符号应出现在右下角，一旦点击了 OK 按钮，该元件可以被随意放置。

下面的例子给出了如何使用 THS 4131 作为一个单位增益、单级低通滤波器。直流电压标签并未出现，直到对电路进行了仿真以后才会出现。

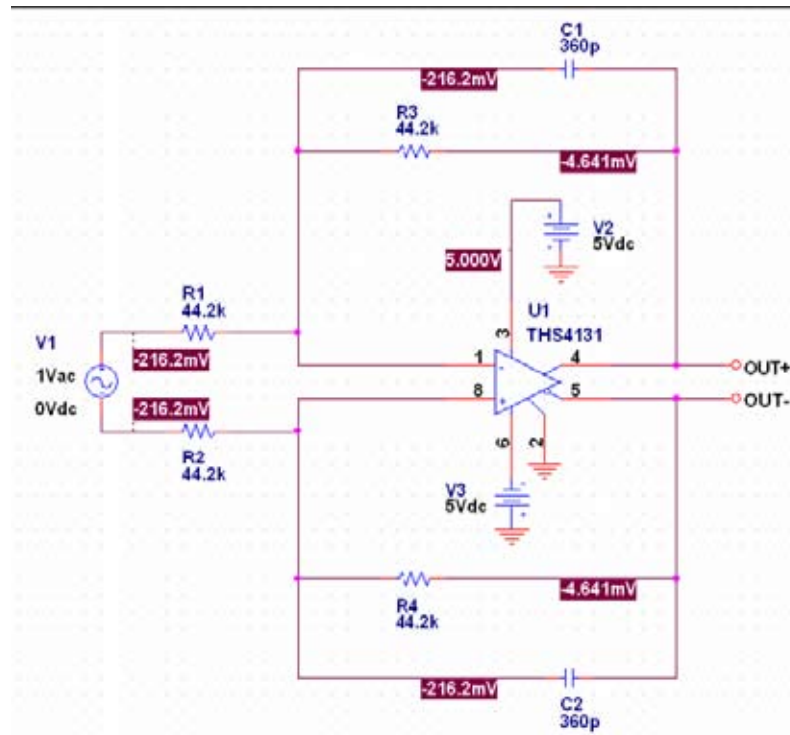


图 20. PSpice 电路原理图样例

5.3 显示仿真结果

点击PSpice，Run，按照仿真配置文件中所进行的设置来运行仿真。当探针窗口出现时，仿真结果图是空白的。点击Trace，Add Trace，然后选择需要显示的电压或电流。

- 建议：在右侧的方框中有一些数学运算符。其中，DB()运算符是非常方便的。当被点击时，它将出现在下方的方框中。

在本例中，我们所需要的追踪量是微分增益。这还需要在你所设计的元件上做些工作。得到差分输出的方法是使用DB()运算符，而在()中的是两个输出的差分：

$$\text{DB}(V(\text{OUT+})-V(\text{OUT-}))$$

当仿真结果图出现时，设计师也许想要改变坐标轴的设置和/或窗口大小。一个小的实验将会产生预期效果。图 21 显示的是仿真结果：

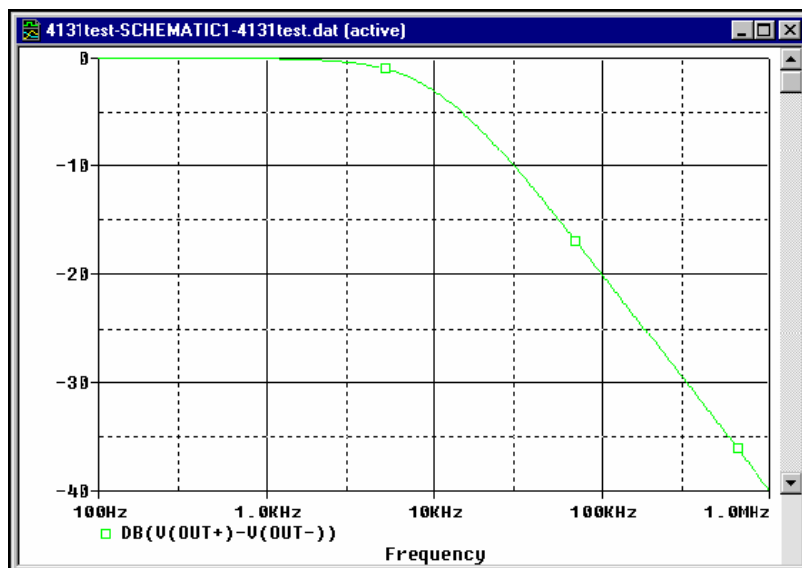


图 21. 仿真结果

这是所期望的结果，因而 Spice 模型被成功的引入到了一个 PSpice 仿真中。

6 结论

以下载方式所提供的德州仪器 Spice 模型，不能直接在 PSpice 中使用。然而按照本说明文档所给出的步骤，它们将可以被成功使用。

```
* THS4131 SUBCIRCUIT
* FULLY DIFFERENTIAL HIGH SPEED MONLITHIC OPERATIONAL AMPLIFIER
* WRITTEN 9/18/00
* TEMPLATE=X^@REFDES %IN+ %IN- %VCC+ %VCC- %OUT+ %OUT- %VOCM @MODEL
* CONNECTIONS:      NON-INVERTING INPUT
*                   | INVERTING INPUT
*                   || POSITIVE POWER SUPPLY
*                   || NEGATIVE POWER SUPPLY
*                   || OUTPUT +
*                   || OUTPUT -
*                   || VOCM
*.SUBCKT THS4131    1 2 3 4 5 5b 17
*
* INPUT *
Q1      27 1 28 NPN_IN 2
Q2      25 2 29 NPN_IN 2
R2      26 29 15
R1      26 28 15

* SECOND STAGE *
Q3      07 Vref 27 PNP 2
Q4      09 Vref 25 PNP 2
Q5      07 105 06 NPN 1
Q7      09 105 08 NPN 1
R3      4 06 333
R4      4 08 333
Cc      0 09 25.5p
Ccb     0 07 25.5p

* HIGH FREQUENCY SHAPING *
Ehf     34 0 09 0 1
Lhf     34 35 7n
Rhfb    102 35 25
Chf     0 102 23p
Ehfb    24 0 07 0 1
Lhfb    24 33 7n
Rhfb    12 33 25
Chfb    0 12 23p

* OUTPUT *
Q8      102 102 103 PNP 1
Q9      102 102 104 NPN 1
Q10     3 103 30 NPN 5
Q11     4 104 31 PNP 7.5
R5      5 30 4
R7      31 5 4
Q8b     12 12 13 PNP 1
Q9b     12 12 15 NPN 1
Q10b    3 13 22 NPN 5
Q11b    4 15 23 PNP 7.5
R5b     5b 22 4
R7b     23 5b 4

* Vcm ERROR AMP *
Gcm     0 105 16 17b 1e-4
Vcm     17 17b 285e-3
Rtop    17 3 30k
```

```

Rbot      17 4 30k
Rcm       16 5 10k
Ccm       16 5b 100p
Rcm2      16 5b 10k
Ccm2      16 5 100p

* BIAS SOURCES *
V1        3 Vref 1.85
I1         3 27 DC 2.1e-3
I2         3 25 DC 2.1e-3
I3         0 103 DC 1.225e-3
I4         26 4 DC 2.1e-3
I5         104 0 DC 1.86e-3
I6         0 13 DC 1.225e-3
I7         15 0 DC 1.86e-3

.MODEL NPN IN NPN
+ IS=170E-18 BF=400 NF=1 VAF=100 IKF=0.0389 ISE=7.6E-18
+ NE=1.13489 BR=1.11868 NR=1 VAR=4.46837 IKR=8 ISC=8E-15
+ NC=1.8 RB=25 RE=0.1220 RC=20 CJE=120.2E-15 VJE=1.0888 MJE=0.381406
+ VJC=0.589703 MJC=0.265838 FC=0.1 CJC=133.8E-15 XTF=272.204 TF=12.13E-12
+ VTF=10 ITF=0.147 TR=3E-09 XTB=1 XTI=5 KF=7.5E-14

.MODEL NPN NPN
+ IS=170E-18 BF=100 NF=1 VAF=100 IKF=0.0389 ISE=7.6E-18
+ NE=1.13489 BR=1.11868 NR=1 VAR=4.46837 IKR=8 ISC=8E-15
+ NC=1.8 RB=250 RE=0.1220 RC=200 CJE=120.2E-15 VJE=1.0888 MJE=0.381406
+ VJC=0.589703 MJC=0.265838 FC=0.1 CJC=133.8E-15 XTF=272.204 TF=12.13E-12
+ VTF=10 ITF=0.147 TR=3E-09 XTB=1 XTI=5

.MODEL PNP PNP
+ IS=296E-18 BF=100 NF=1 VAF=100 IKF=0.021 ISE=494E-18
+ NE=1.49168 BR=0.491925 NR=1 VAR=2.35634 IKR=8 ISC=8E-15
+ NC=1.8 RB=250 RE=0.1220 RC=200 CJE=120.2E-15 VJE=0.940007 MJE=0.55
+ VJC=0.588526 MJC=0.55 FC=0.1 CJC=133.8E-15 XTF=141.135 TF=12.13E-12
+ VTF=6.82756 ITF=0.267 TR=3E-09 XTB=1 XTI=5

.ENDS

```

Product Information Center

德州仪器 免费热线：800-820-8682 www.ti.com.cn/contactus

产品

DSP – 数字信号处理器	http://www.ti.com.cn/dsp
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
放大器和线性器件	http://www.ti.com.cn/amplifiers
接口	http://www.ti.com.cn/interface
模拟开关和多路复用器	http://www.ti.com.cn/analogswitches
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
RF/IF 和 ZigBee® 解决方案	http://www.ti.com.cn/radiofre
RFID 系统	http://www.ti.com.cn/rfidsys
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
时钟和计时器	http://www.ti.com.cn/clockandtimers
标准线性器件	http://www.ti.com.cn/standardlinearde
温度传感器和监控器	http://www.ti.com.cn/temperaturesensors
微控制器 (MCU)	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

安防应用	http://www.ti.com.cn/security
工业应用	http://www.ti.com.cn/industrial
计算机及周边	http://www.ti.com.cn/computer
宽带网络	http://www.ti.com.cn/broadband
汽车电子	http://www.ti.com.cn/automotive
视频和影像	http://www.ti.com.cn/video
数字音频	http://www.ti.com.cn/audio
通信与电信	http://www.ti.com.cn/telecom
无线通信	http://www.ti.com.cn/wireless
消费电子	http://www.ti.com.cn/consumer
医疗电子	http://www.ti.com.cn/medical
GPS-个人导航设备	http://www.ti.com.cn/gps
便携式医疗仪表	http://www.ti.com.cn/pmi

最新书籍/CD索取

<http://www.ti.com.cn/literature>

热门产品

TI 高性能模拟 >> 您的成功之道™

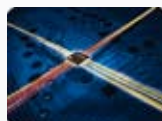
CC28070/UCC28060	让 PFC 登上新的台阶, 效率更高、设计更简便, 可升级至更高功率.	http://www.ti.com.cn/ucc28070
ADS5281	8 倍电源效率, 功耗最低的 8 通道 10 位和 12 位 ADC – 最高 65MSPS.	http://www.ti.com.cn/ads5281
TAS5706	聆听不同之处, 业界领先闭环、数字输入 D 类放大器.	http://www.ti.com.cn/tas5706
AFE5805	超声波 AFE 实现完美影像, 体积缩小 50%、噪声降低 40%、功耗减少 20%.	http://www.ti.com.cn/afe5805
CC2480	ZigBee® 轻松实现, Z-Accel™ 简化了设计、缩短了上市时间.	http://www.ti.com.cn/cc2480
TPS2358/TPS2359	双槽热插拔, 适用于 AdvancedMC™ 的自然集成的解决方案.	http://www.ti.com.cn/tps2359
SN65HVS882	集成输入, 首款 8 通道数字输入串行器.	http://www.ti.com.cn/sn65hvs882



模拟eLAB

TI Analog eLab™ 设计中心可以为您的所有设计需求提供帮助.

<http://www.ti.com.cn/analogelab>



TI 汇

专业为您打造的绿色通道, TI 最新的产品讯息一网打尽.

<http://www.ti.com.cn/tialbum>



培训

参与 TI 技术培训, 资深工程师与您面对面.

<http://www.ti.com.cn/training>



TI 知识库

半导体技术支持知识库旨在帮助您解答有关 TI 半导体产品和服务的技术问题.

<http://www.ti.com.cn/knowledgebase>



TI 热榜

聚焦工程师的目光, 最新最热样片申请及技术资料下载榜单.

<http://www.ti.com.cn/hotrank>



质量与无铅(Pb-Free) 数据

快速查找无铅 (RoHS) 和绿色环保材料成分的详细信息, 以及转换日期和可供应日期.

<http://www.ti.com.cn/productcontent>



重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated