

# Using OrCAD PSpice

William Xu, Jan. 2020

PSpice 是个很有用的应用程序，它可以分析电子线路的现状，也可以做线路的动态分析，把动态曲线画出来。本文只介绍 1998 年的 OrCAD 9.2 版本。最新的版本可以从网上下载。<https://www.orcad.com>

## I. 概况

应用 PSpice 程序大概需要进行以下各步：

- 1) 启动程序。
- 2) 建立 Project。
- 3) 画线路图。
- 4) 建立各元件的初始条件。
- 5) 标识线路图的输出点。
- 6) 建立线路的测试点。
- 7) 建立 Simulation Profile。
- 8) 运行。
- 9) 查看运行结果。

图 1 表示了一个简单的电容电感电阻线路。假设电容上面的初始充电电压为  $-10V$ ，右边的曲线图表示了电容上的电压（绿色）和电感上的电压（红色）的  $2ms$  衰减曲线。

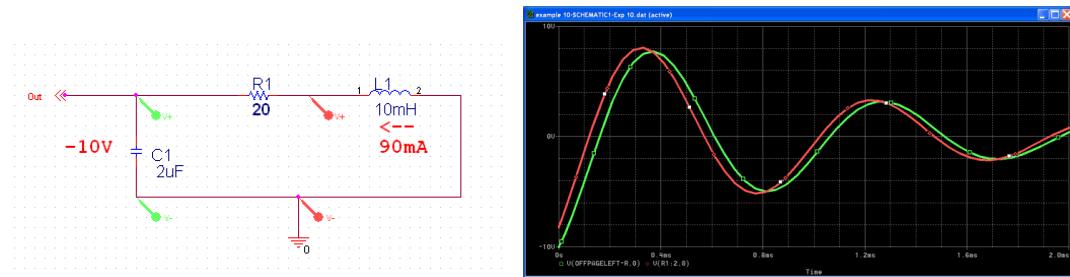


图 1. 电容电感电阻线路和电压衰减曲线

## II. 应用例子 1 — 直流电源纯电阻静态分析

### 2.1 启动程序

OrCAD 9.2 版本可以装在 Windows XP, Windows 7.0 等机器上。装完以后这里面有好几个 exe files. 必须注意你要启动 capture. exe 程序. 一般它会在目录

"C:\Program Files\OrcadLite\Capture\capture. exe"下. 见图 2.

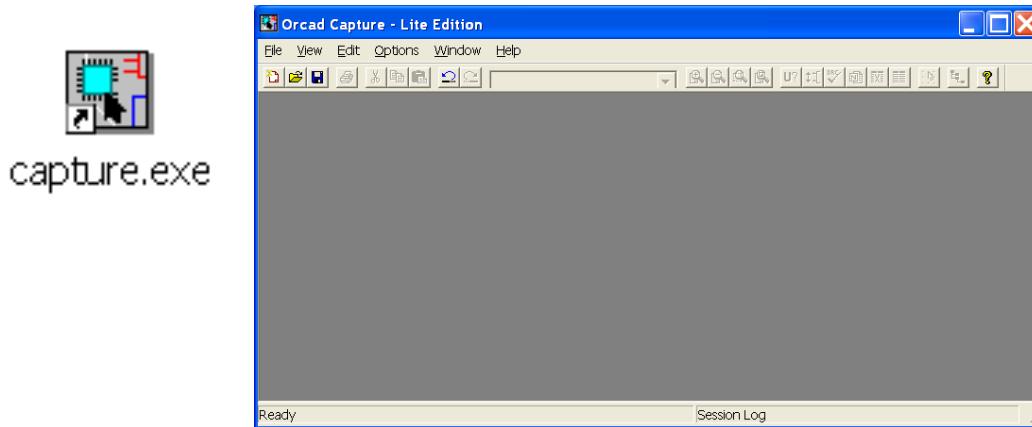


图 2. 启动 Capture. exe

## 2.2 建立 Project

1) File->New->Project

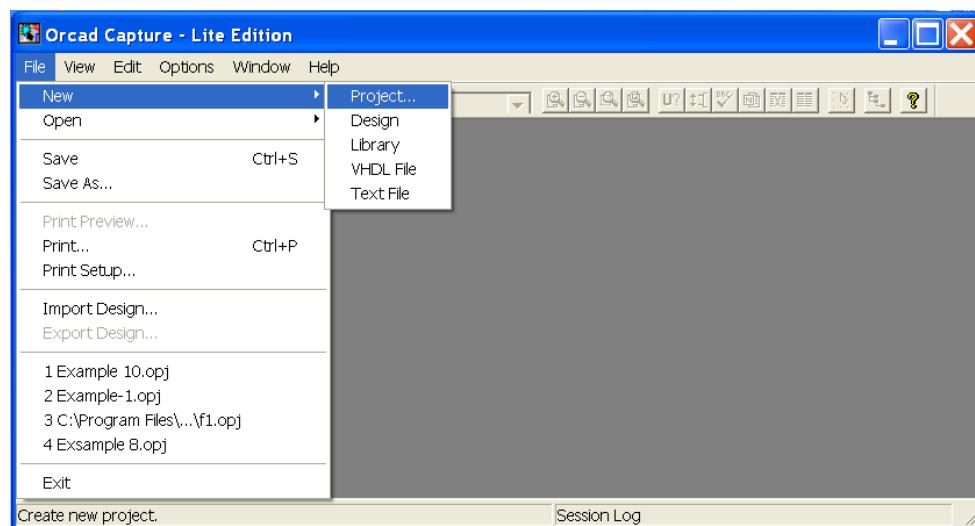


图 3. 建立 Project

2) 建立一个新的 Project, “Test-1”, 见图 4. 注意选择 ”Analog or Mixed A/D” .

3) 注意选择 “Create a blank project” . 见图 5.

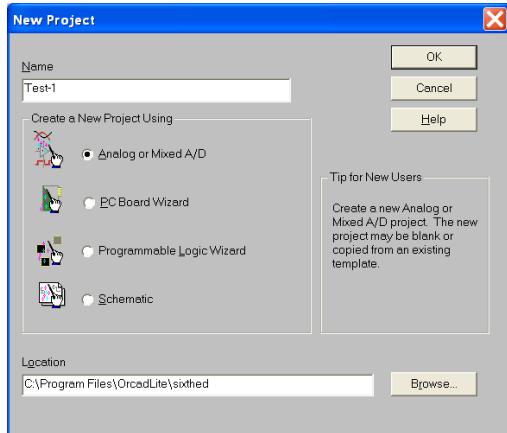


图 4. 选择 ”Analog or A/D”

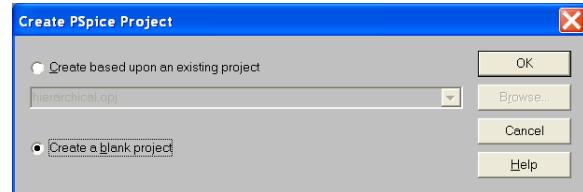


图 5. 选 Create a blank project

## 2. 3 画线路图

“Create a blank project” 以后可以见到一张空的线路图. 见图 6. 这时就可以开始画线路图.

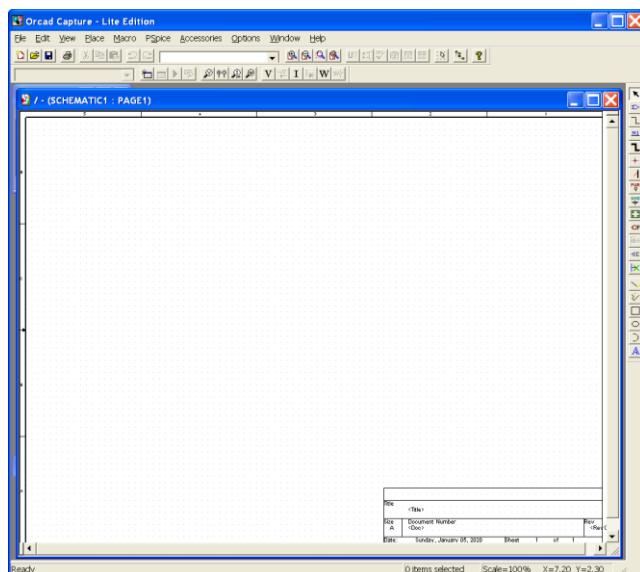


图 6. 一张空的线路图

电路图元件种类繁多, PSpice 提供很多元件的数据库(Lib), 可按要求装入. 比如:

元件电感, 电容, 电阻在 ANALOG.lib;

AC/DC 供电系统在 SOURCE.lib;

晶体管, 集成电路在 TRANSISTOR.lib, FIFO.lib;

运算放大器在 OPAMP.lib 等等.

线路图上画元件:

1) Place->Part, 可见到下面图 7.

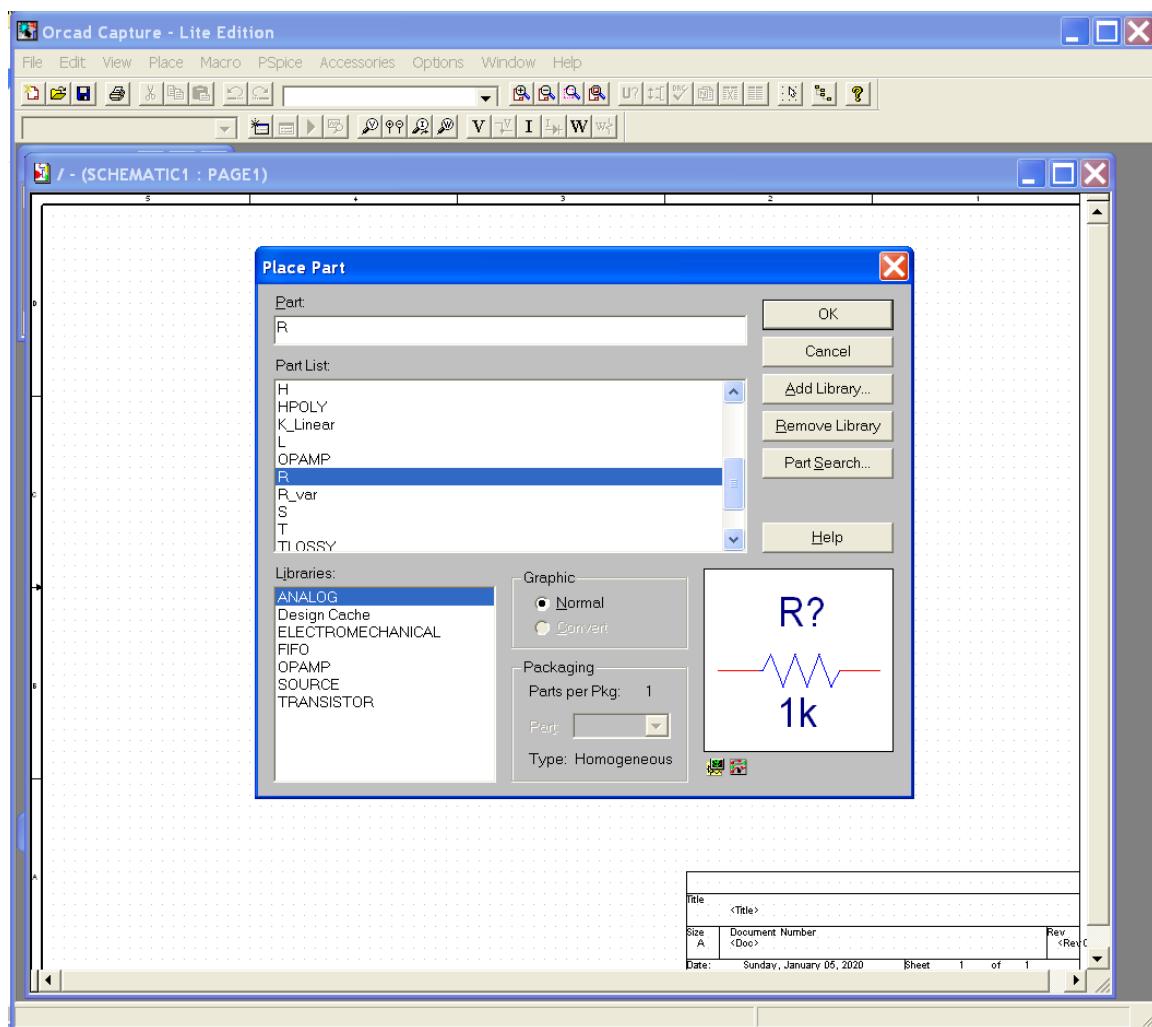


图 7. Place->Part

2) Add Library -> 装入 ANALOG.lib, 可见到图 7 中的各种元件, 如 R, L, OPAMP 等.

3) 第一次我们选择 R, 以后我们再选其他的元件, 最后画成如图 9 的线路图.

4) 要说明的是用这个符号  画连接线, 用这个符号  画地线, 见图 8.

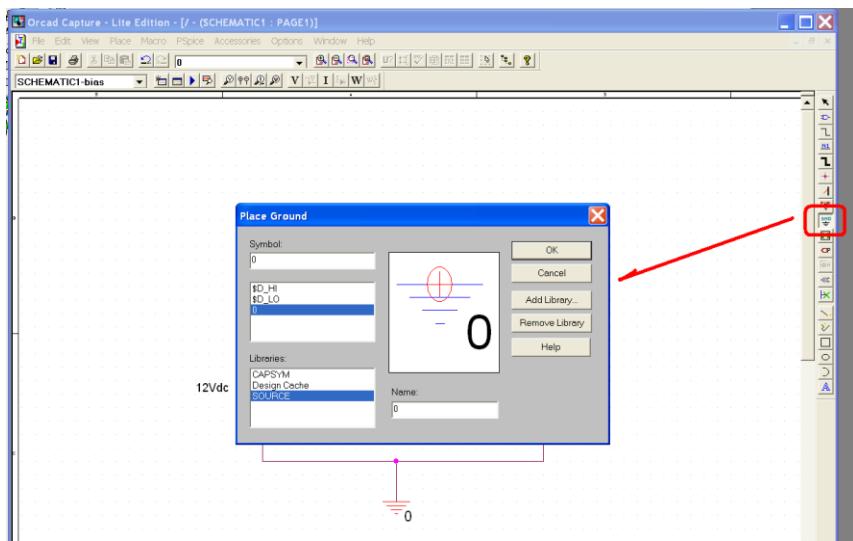


图 8. 用这个符号画地线,

5) 最后画成如图 9 的线路图.

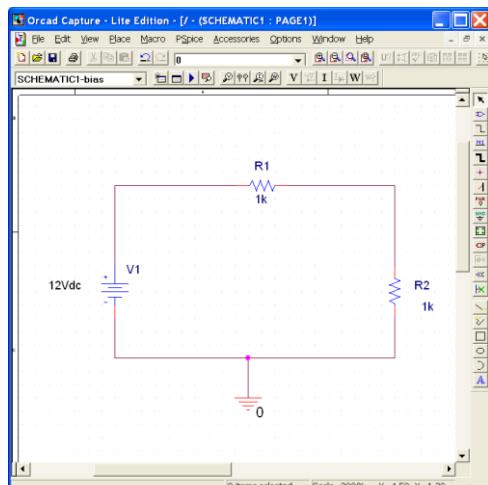


图 9. 最后画成的线路图

## 2.4 建立 Simulation Profile

- 1) PSpice->New Simulation Profile (图 10).

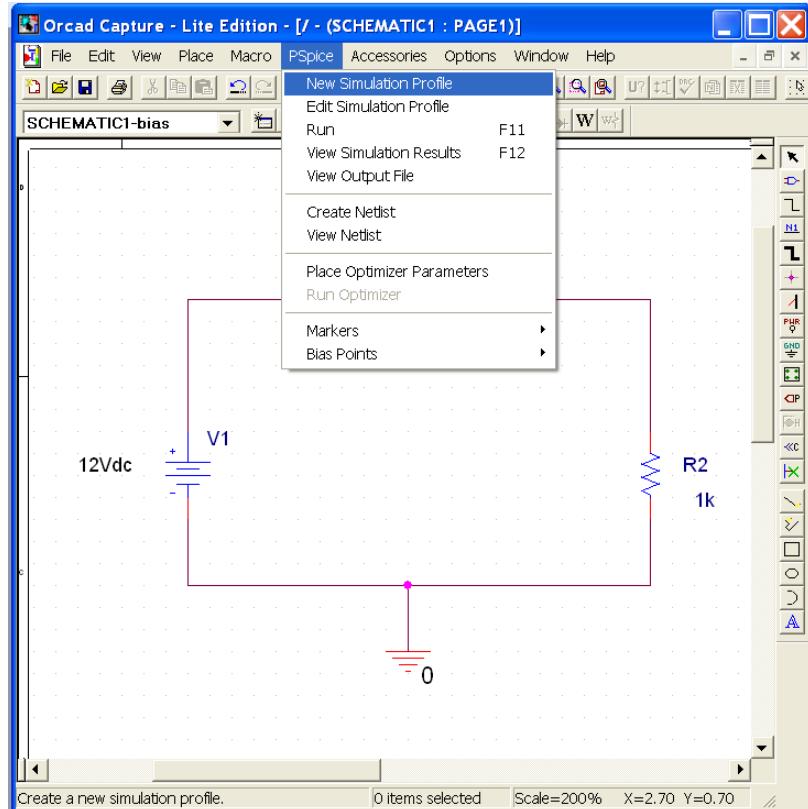


图 10. 建立 Simulation Profile

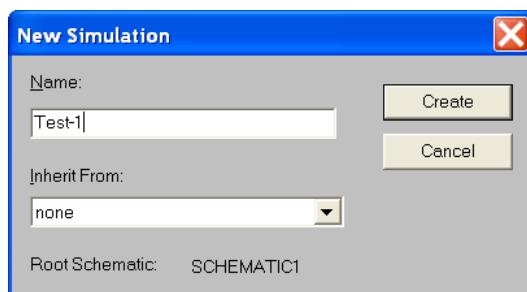


图 11. 建立 New Simulation

- 2) This time we only test the static voltage and current. Therefore be sure to select “Bias Point”, and then “OK” . (图 12)

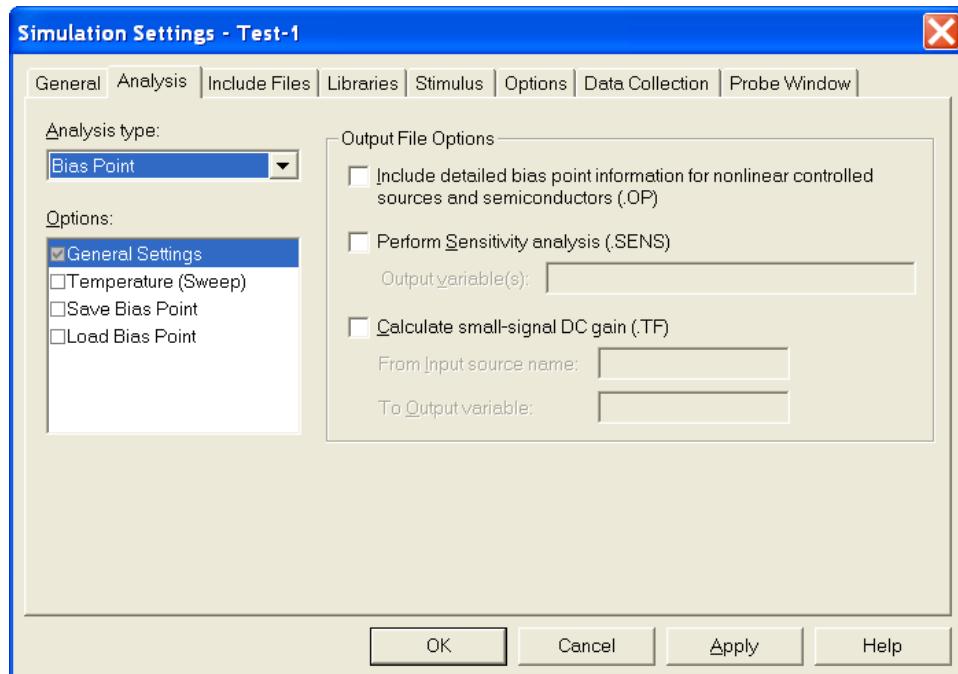


图 12. Be sure select “Bias Point”

## 2.5 运行 (Run) 应用例子 1.

PSpice->Run

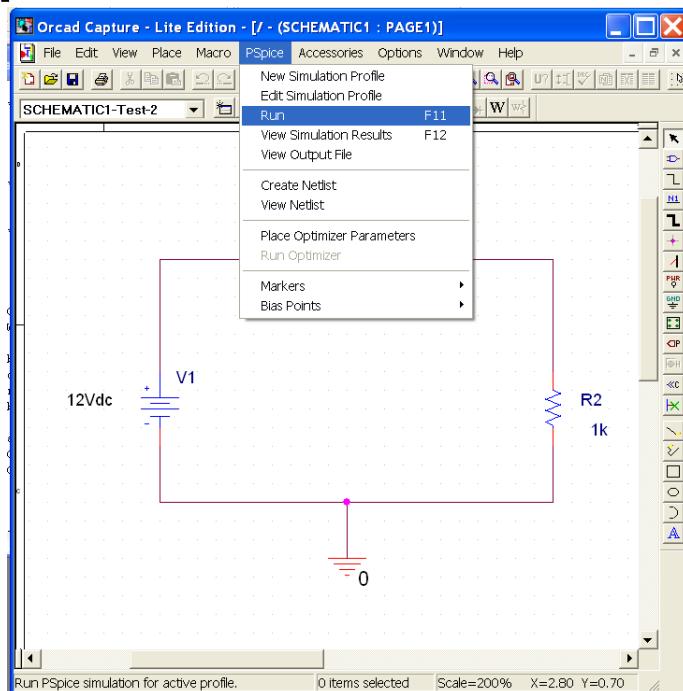


图 13. RUN the program

## 2.6 RUN 以后查看运算结果(图 15)

这个图上有三个小方块 V, I, W. 分别点击它们可以显示线路图上各点电压, 电流, 和功率大小.

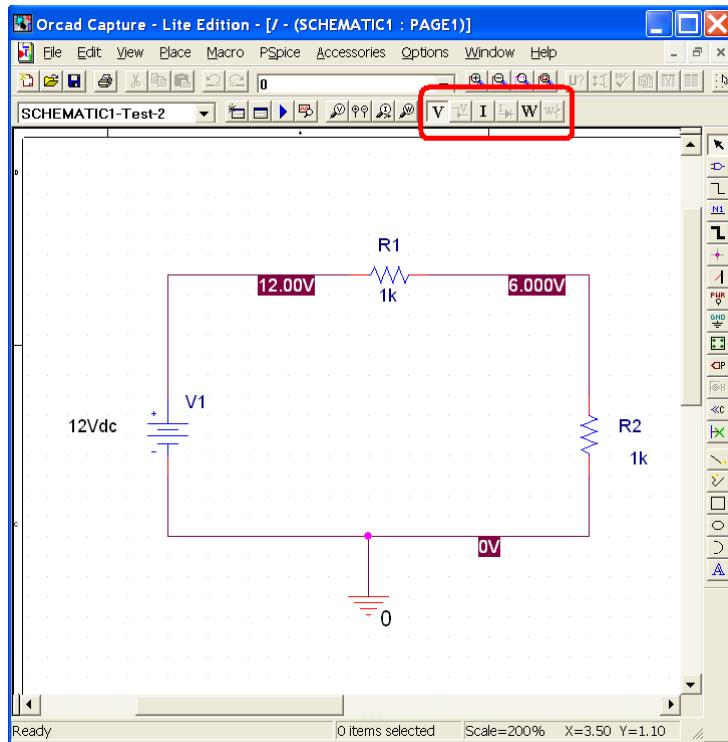


图 14. RUN 以后查看运算结果

## III. 应用例子 2 – 电容电感电阻线路, 画动态电压衰减曲线

图 16 表示了一个简单的电容电感电阻线路. 假设电容上面的初始充电电压为-10V, 电感上的初始电流为 90mA, 用 PSpice 来画出 2ms 内的衰减曲线.

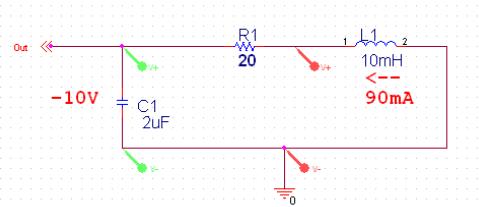


图 15. 简单的电容电感电阻线路

### 3.1 与应用例子 1 略有不同

建立 PSpice 应用的过程与应用例子 1 基本相似，只有以下 3 点不同：

- a) 对电容和电感两个元件必须建立初始条件(IC, Initial Condition).
- b) 用 Probe Plot 建立两个测试点，分别显示电容和电感的衰减曲线.
- c) Simulation Setting 的条件不一样

### 3.2 同例子 1，建立 Project, 画线路图等. 最后画成如图 15 的线路图.

### 3.3 对电容(C1)建立初始条件(IC = 10V)

- 1) 点击电容 C1.
- 2) Right Click  $\rightarrow$  Edit Properties

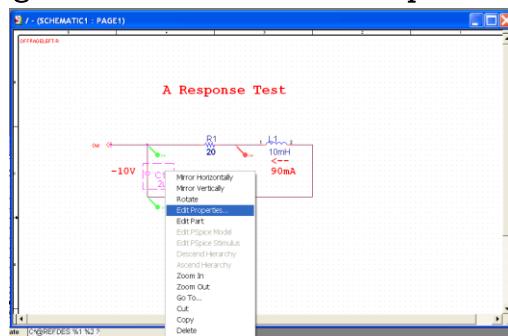


图 16. 建立初始条件

- 3) Modify “IC”  $\rightarrow$  10V

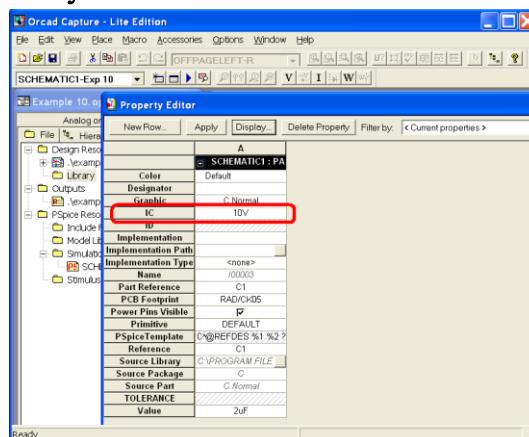


图 17. 建立 IC

### 3.4 对电感(L1)建立初始条件( $IC = -90mA$ )

Same as 3.3, Modify “IC”  $\rightarrow$   $-90mA$

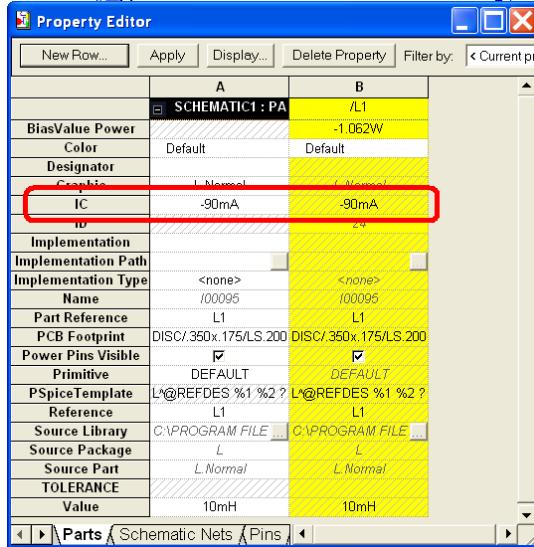


图 18. 建立 IC

### 3.5 用 Probe Plot 建立两个测试点，分别显示电容和电感的衰减曲线。

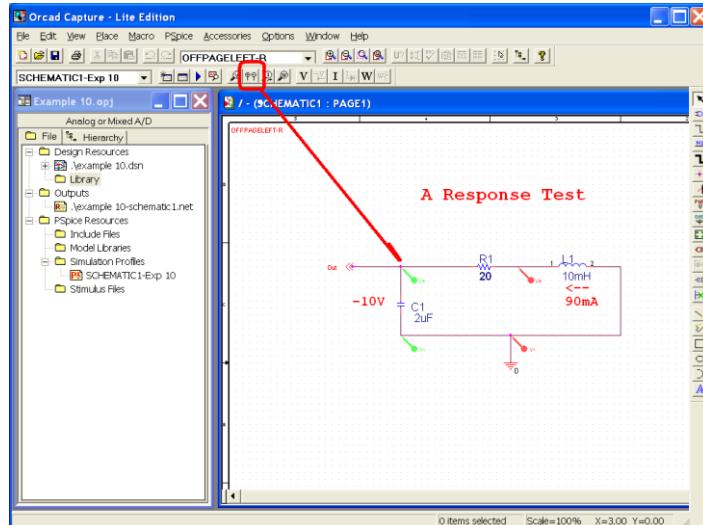


图 19. 建立测试点

### 3.6 建立 Simulation Profile

注意设置 Simulation Setting 的条件：

“Analysis type” 是 Time Domain (Transient)

“Run to time” 是 2ms

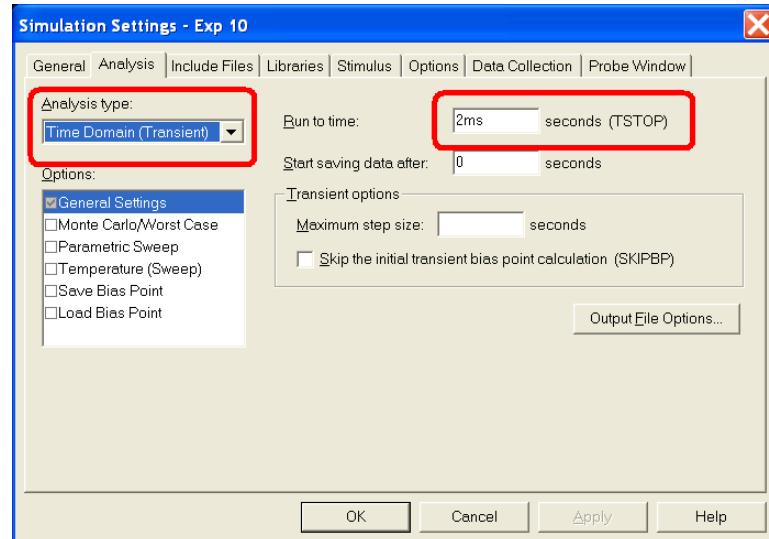


图 20. 设置 Simulation Setting 的条件.

### 3.7 RUN 以后查看运算结果 (图 21)

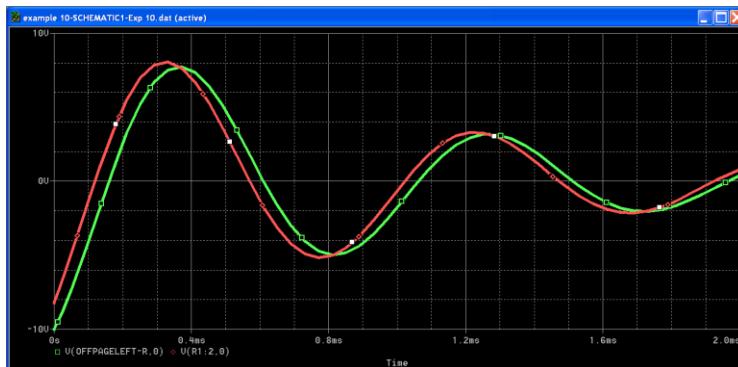


图 21. RUN 以后查看运算结果

## IV. 应用例子 3 — 动态改变某元件的值, 观察线路的响应情况

这是 PSpice 全局变量应用的一个例子. PSpice 中的元件的值除了设定具体的数字以外还可以用全局变量的值来替代. 当这个全局变量的值在 Run 时不停变化的时候, 线路的响应情况就可以用曲线表示出来了.

例子 3 基本上同例 2 的情况, 只是 R1(20 欧姆) 改用了全局变量 RESISTANCE. 当全局变量 RESISTANCE 的值在 Run 时变化的时候, 结果曲线就画出来了.

#### 4.1 例子 3 与例子 2 略有不同

建立 PSpice 应用的过程与应用例子 2 基本相似，只有以下 3 点不同：

- 建立一个全局变量，名为 RESISTANCE.
- 修改 R1 的值。原来是 20 欧姆，现在改为全局变量 {RESISTANCE}。（注意必须加上两个括号 { }）
- Simulation Setting 的条件不一样

#### 4.2 用例 2 的结果，我们已经有了图 19 的线路。

#### 4.3 建立一个全局变量区 PARAMETERS.

- Place->Part->Add Library (SPECIAL.lib). 可见图 22.

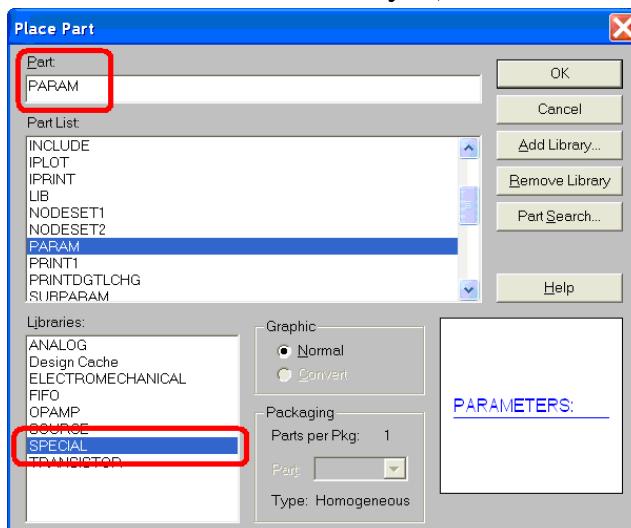


图 22. 建立一个全局变量区 PARAMETERS

- 在 SPECIAL.lib 选择 PARAM, OK. 可见图 23.

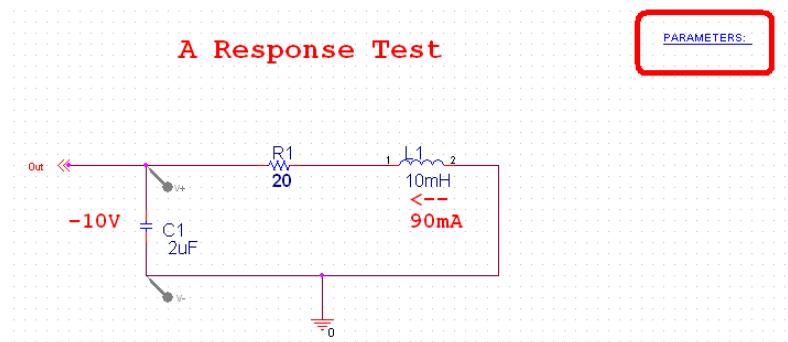


图 23. 全局变量区 PARAMETERS: 已建立

4.4 在全局变量区 PARAMETERS: 中增加一个全局变量, 名为 RESISTANCE.

- 1) 点击 PARAMETERS:.
- 2) Right Click  $\rightarrow$  Edit Properties

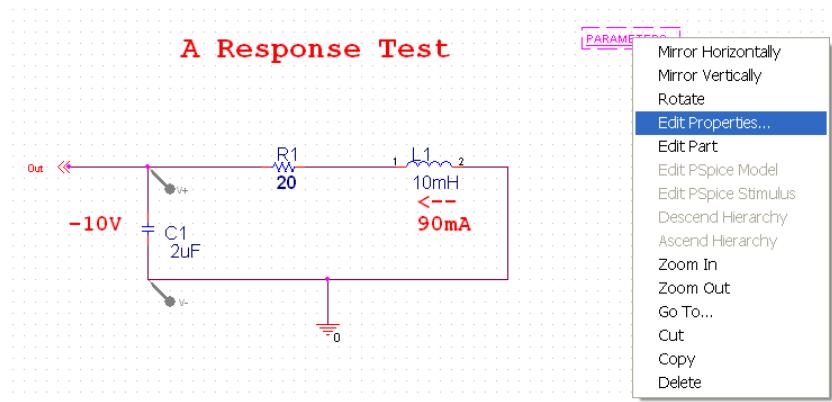


图 24. 全局变量区 PARAMETERS 已建立

- 3) 点击 New Row  $\rightarrow$  Name (RESISTANCE)  $\rightarrow$  Value (20)

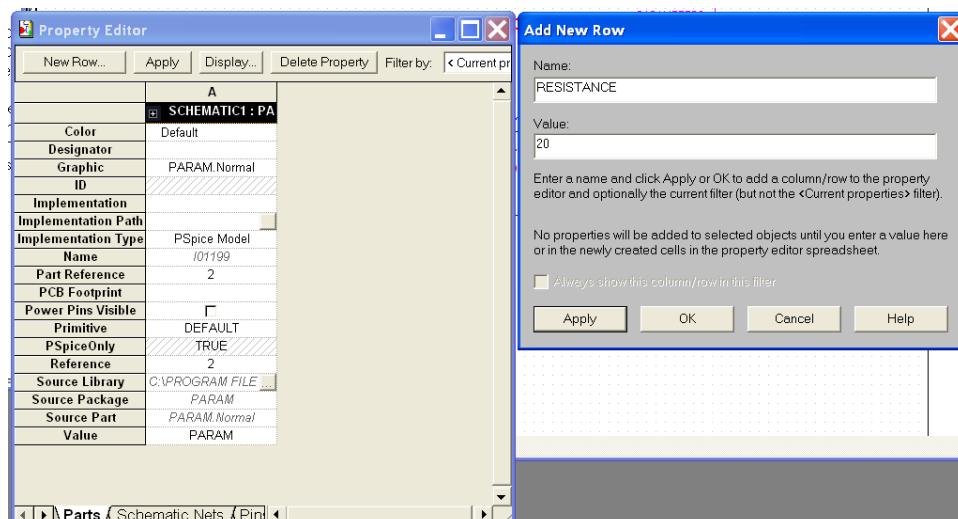


图 25. 建立全局变量 RESISTANCE

- 4) 点击 Apply. 见图 26, 全局变量 RESISTANCE 已建立.

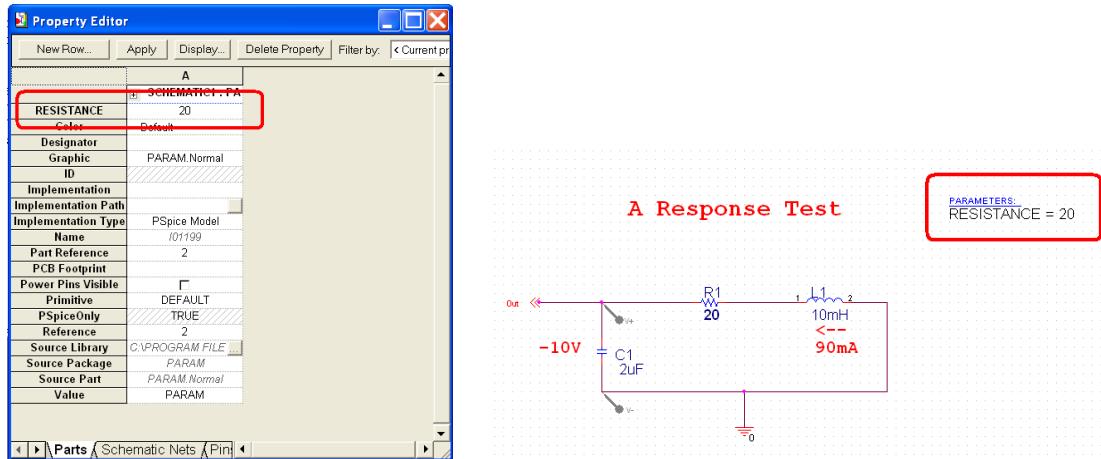


图 26. 全局变量 RESISTANCE 已建立

#### 4.5 关于全局变量还有几句话要说

- 1) 一个全局变量区可以加多个全局变量.  
用” New Row...”可以加更多的全局变量. 见图 27.

PARAMETERS:  
GLOBAL-1 = 10  
GLOBAL-2 = 100

图 27. 一个全局变量区可以加多个全局变量

- 2) 新的全局变量刚加上时并不显示. 需要用” Display...”让它显示. 具体的做法是:
  - a) 点击新的全局变量, 把它变成黑色
  - b) 用” Display...”来选择显示什么 (Name Only or Name and Value), 见图 28, 图 29.

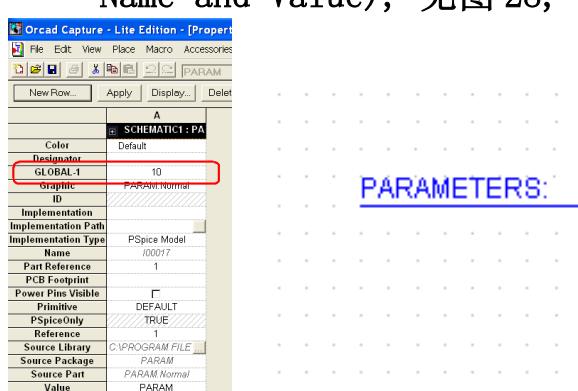


图 28. 新的全局变量(GLOBAL-1)刚加上时并不显示

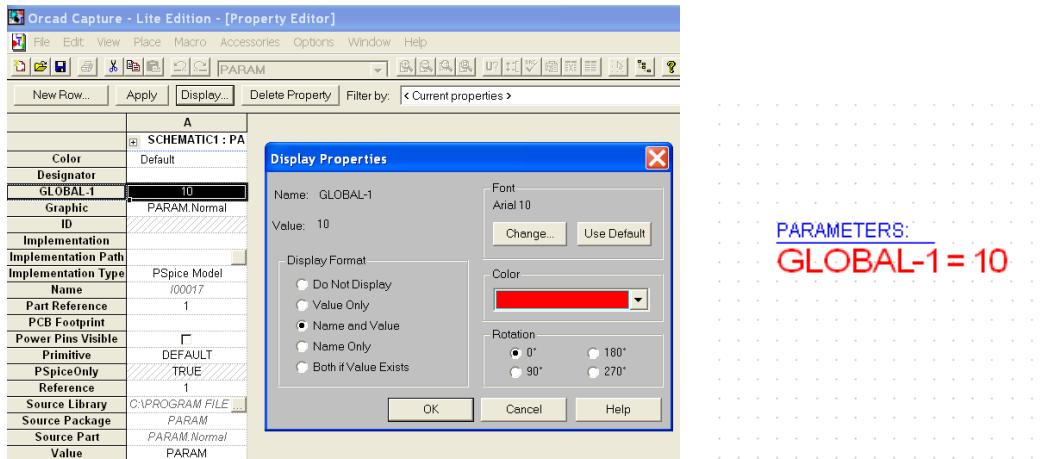


图 29. 点击 (GLOBAL-1), 用”Display...”让它显示

#### 4.6 修改 R1 的值. 原来是 20 欧姆, 现在改为 {RESISTANCE}

- 1) 点击 R1, Right Click -> Edit Properties
- 2) 原来是 20 欧姆, 现在改为 {RESISTANCE}

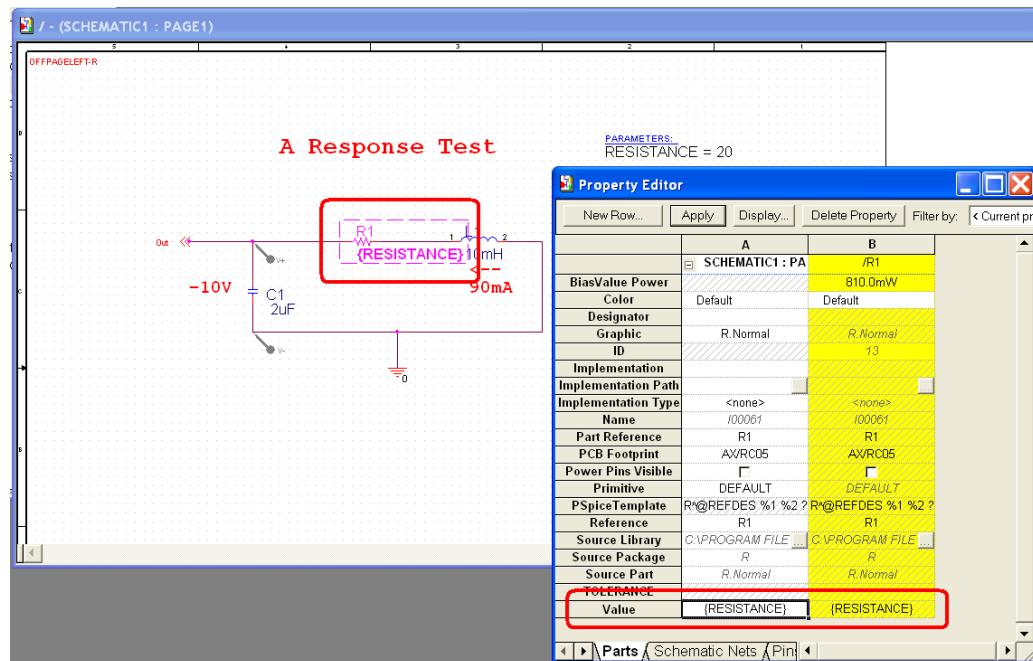


图 30. R1 原来是 20 欧姆, 现在改为 {RESISTANCE}

#### 4.7 修改 Simulation Profile

注意, 这里加上了全局变量 RESISTANCE 和它的变化范围 (20–100), 每次增加 20.

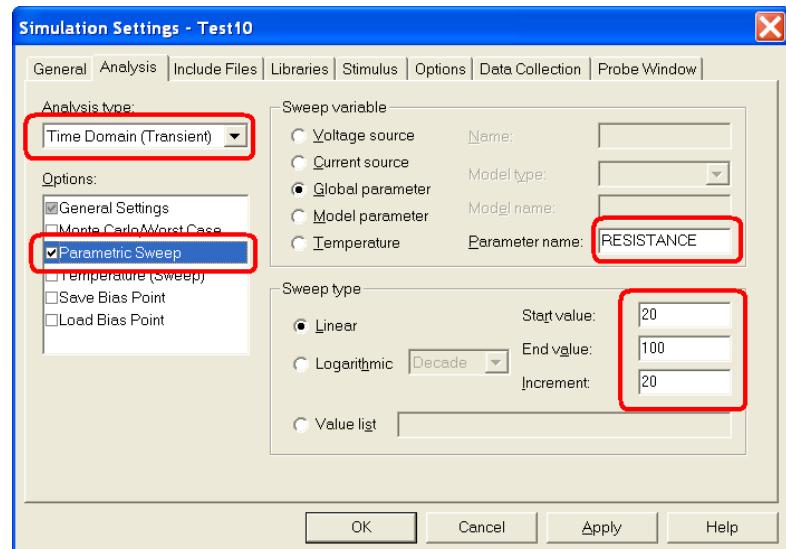


图 31. 修改 Simulation Profile

#### 4.8 RUN 以后查看运算结果 (图 32)

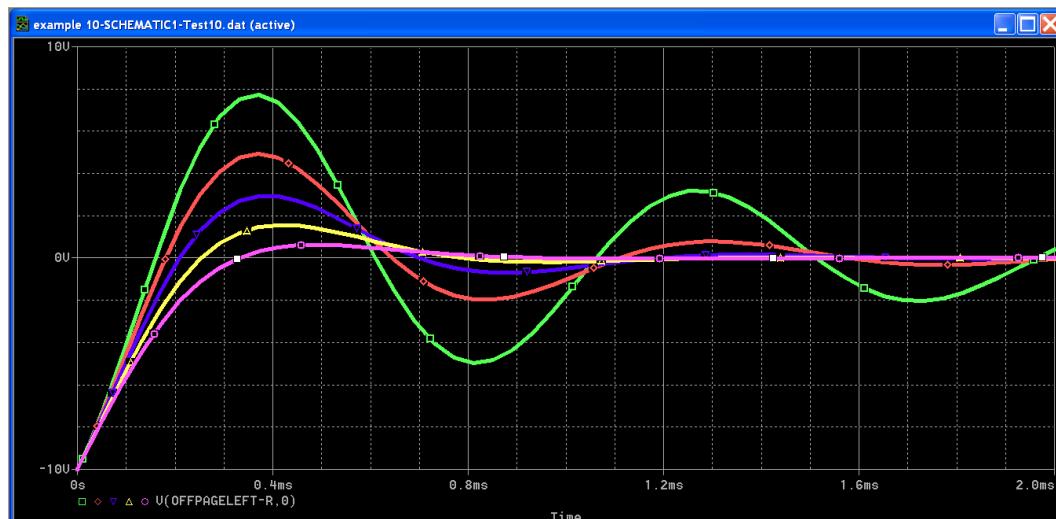
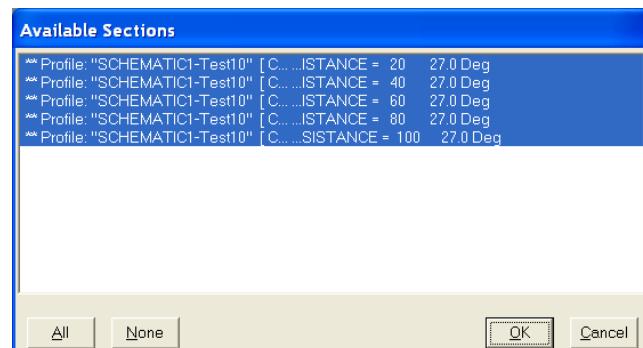


图 32. 5 条曲线. 分别是  $R=20, 40, 60, 80, 100$  时的响应图

## V. 应用例子 4 – AC 电流扫描电容电感线路, 寻找谐振点

这是 PSpice AC 电流频率扫描应用的一个例子. 假设有一个如图 33 的电容电感线路, PSpice 中的 AC 电流频率扫描功能可以用来寻找谐振点.

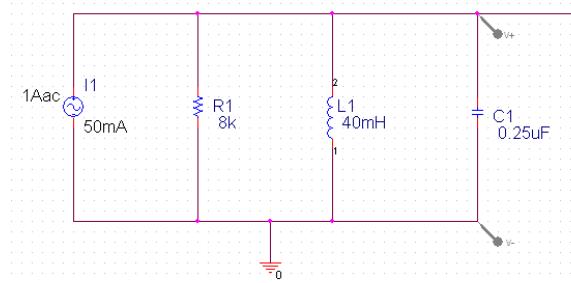
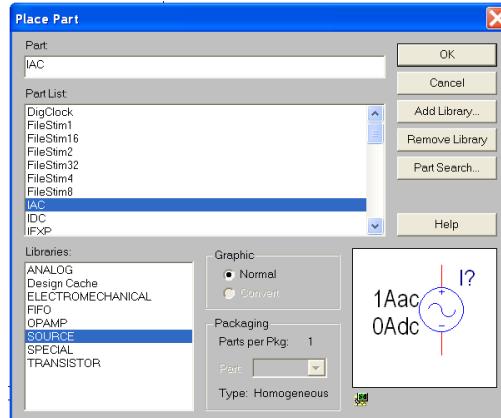


图 33. 电容电感线路

5.1 建立 PSpice 例 4 应用的过程与其他的例子基本相似, 只有以下 2 点不同:

a) 用 SOURCE lib 的 IAC 产生 50mA 交流电流



b) Simulation Setting 的条件不一样

5.2 假设我们已经完成如图 33 的线路.

5.3 建立 Simulation Profile

注意设置 Simulation Setting 的条件:

“Analysis type” 是 AC Sweep/Noise

“AC Sweep Type” 是 Start Frequency = 1000

End Frequency = 3000

Total Points = 101

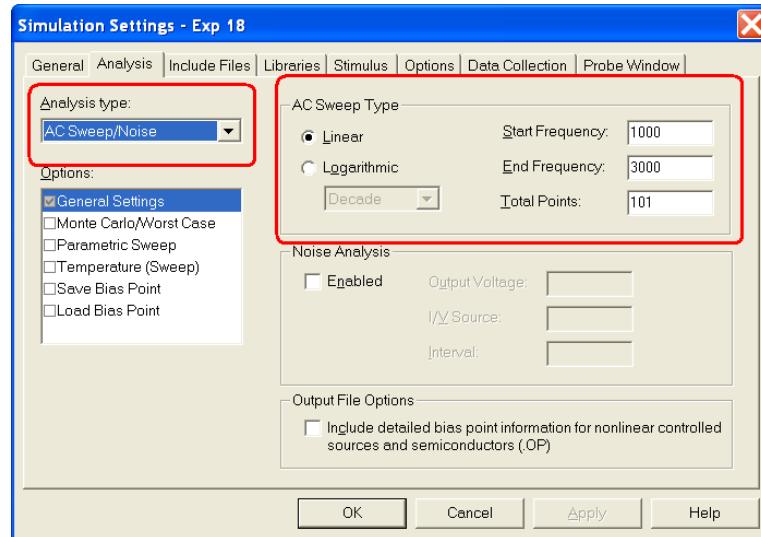


图 34. 建立 Simulation Profile

#### 5. 4 RUN 以后查看运算结果 (图 35)

可见谐振点在 1600Hz 附近

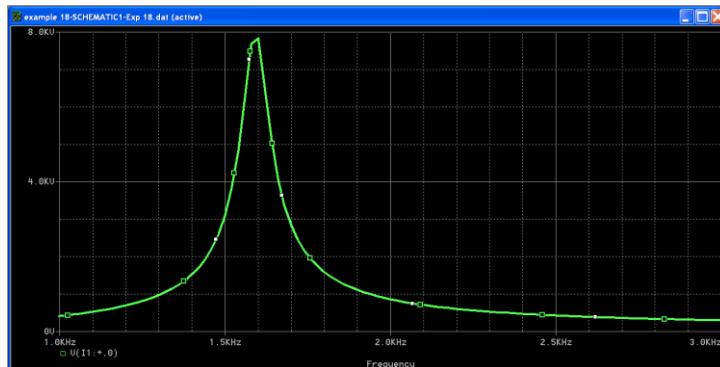


图 35. 计算结果显示了谐振点

### VI. 应用例子 5 - 同应用例子 4, 但是用全局变量动态改变电容器的值, 寻找多个谐振点.

6. 1 建立 PSpice 应用例 5 的过程与例 4 基本相似, 只有以下 2 点不同:

- 建立全局变量 CVAL.
- Simulation Setting 的条件不一样.

6.2 假设我们已经建立全局变量 CVAL, 完成如图 36 的线路.

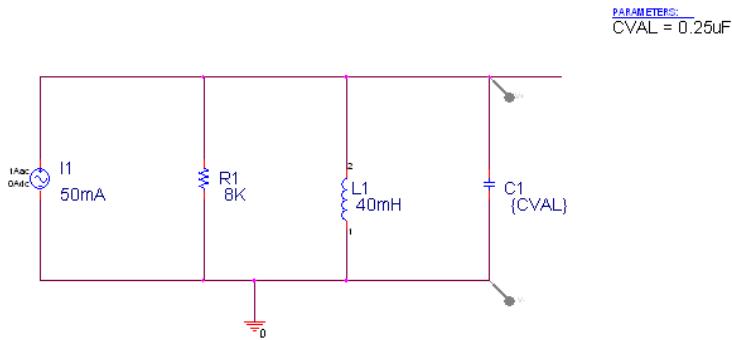


图 36. 建立 C1 的全局变量 CVAL

### 6.3 建立 Simulation Profile

注意设置 Parametric Sweep 的条件:

“Global parameter” 是 CVAL

“Sweep type” 是 Start Frequency = 0.15uF

End Frequency = 0.35uF

Total Points = 0.05uF

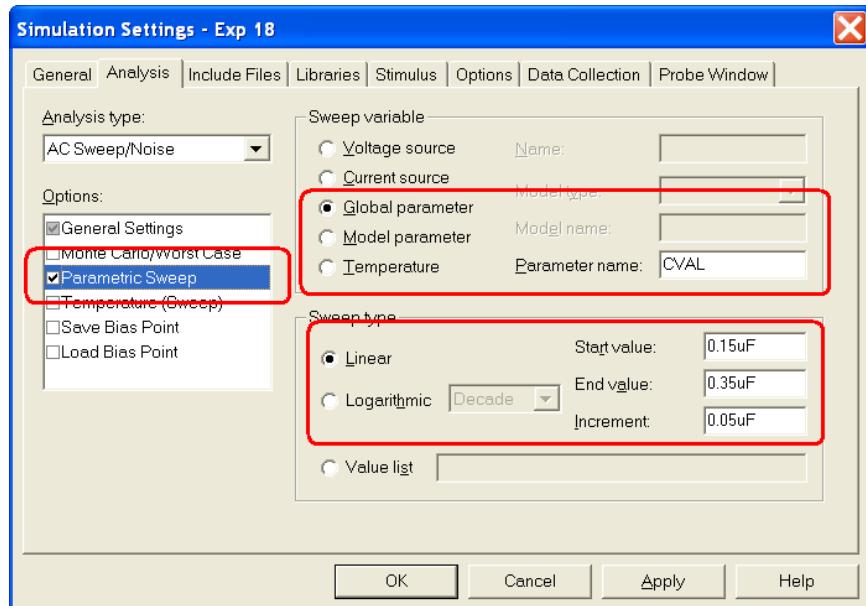


图 37. 设置 Parametric Sweep 的条件

## 6.4 RUN 以后查看运算结果. (图 38, 图 39)

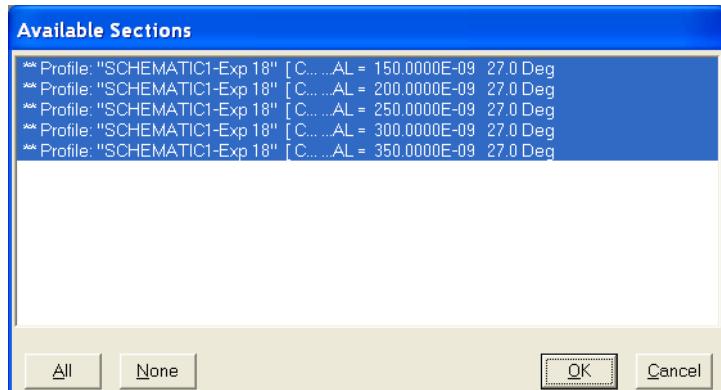


图 38. Click OK to see the final curves

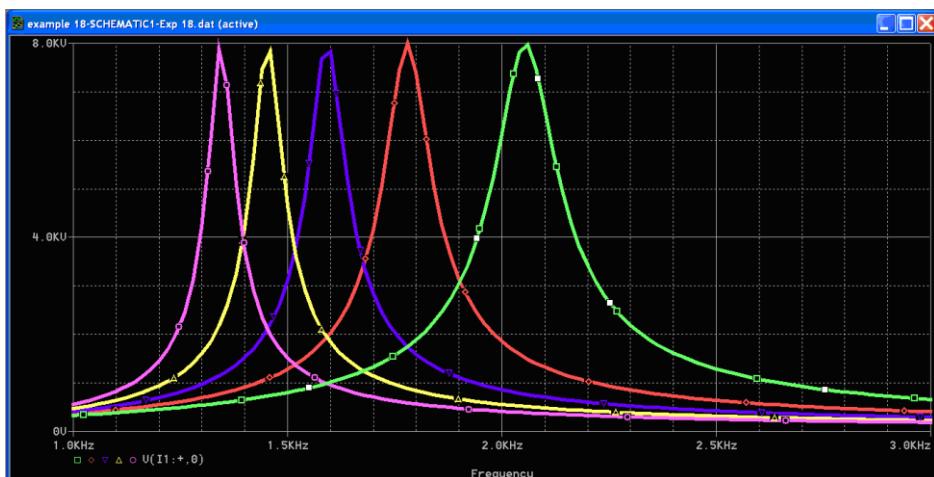


图 39. C1 不同值的时候谐振点不一样

## VII. 应用例子 6 - 傅里叶变换(Fourier Transform)的应用

7.1 PSpice 可以用于周期波形的频谱特性分析(Frequency Spectrum Characteristics of Period Waveform). 例子 6 从一个脉冲方波的前后沿分析开始, 最后给出傅里叶变换结果.

7.2 图 40 是一个用脉冲方波作为信号源的电路. 用 PSpice 可以显示 R2 的两端有不同的电压波形(红色和绿色), 见下面的图 41.

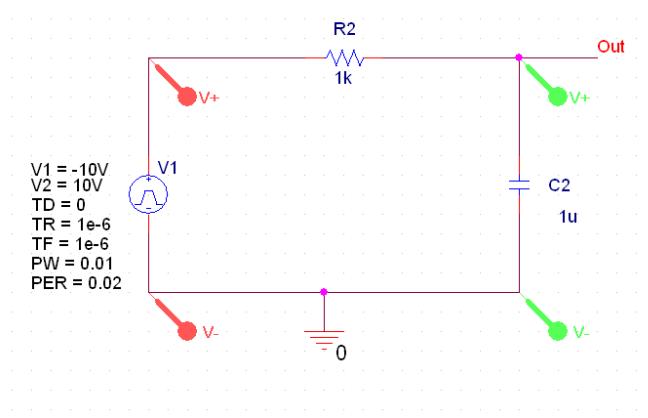


图 40. 脉冲方波作为信号源

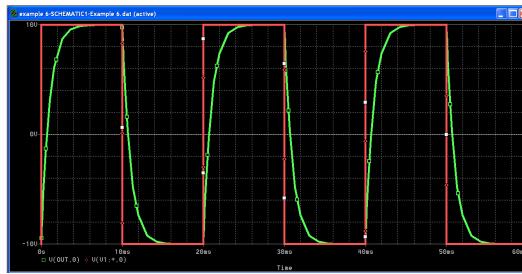


图 41. R2 的两端有不同的电压波形

7.3 对于脉冲方波, 我们必须懂得它的前后沿有不同的定义. 图 42 和图 43 分别说明了它们的含义. 这些概念在我们后面的应用中会用到.

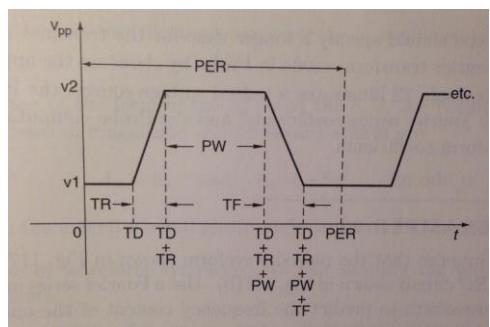


图 42. 脉冲方波

$V_1$  = initial value (volts);  
 $V_2$  = pulsed value (volts);  
 $TD$  = delay time (seconds);  
 $TR$  = rise time (seconds);  
 $TF$  = fall time (seconds);  
 $PW$  = pulse width (seconds);  
 $PER$  = period (seconds).

图 43. 脉冲方波的时间段

7.4 建立一个 Project 带有图 40 的线路图. 这里要说明的是如何建立脉冲方波信号源.

1) 加信号源: Place->Part->SOURCE->VPULSE, 可见到下面图 44.

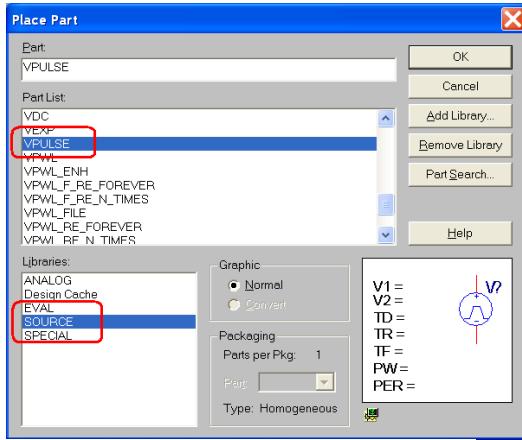


图 44. 加脉冲方波信号源

2) 修改脉冲方波的 Properties, 使它与图 45 相同.

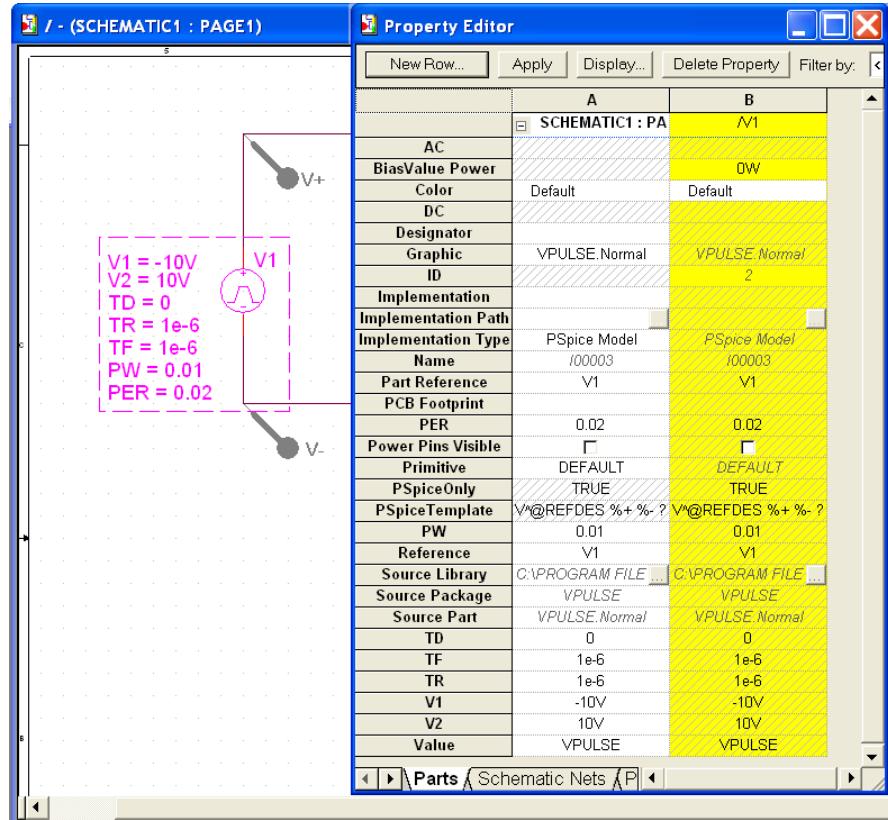


图 45. 修改脉冲方波的 Properties

3) 最后建成一个如图 46 的线路图

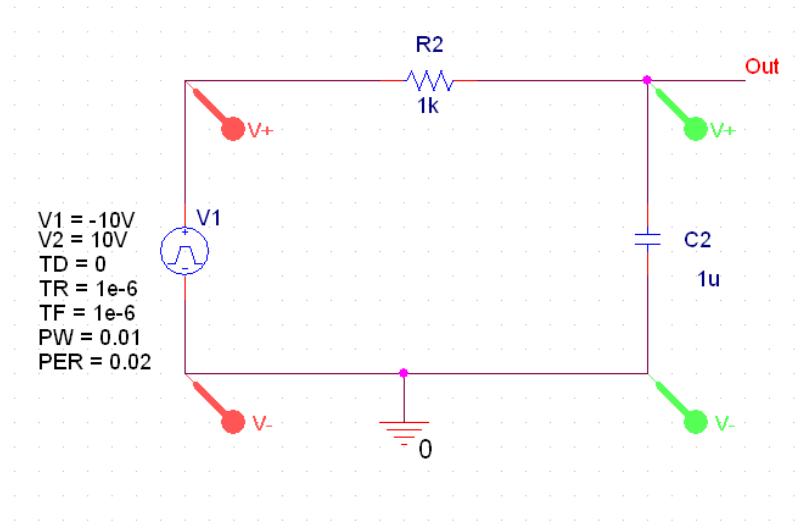


图 46. 最后建成的线路图

4) 修改 Simulation Profile, 使它与图 47 相同.

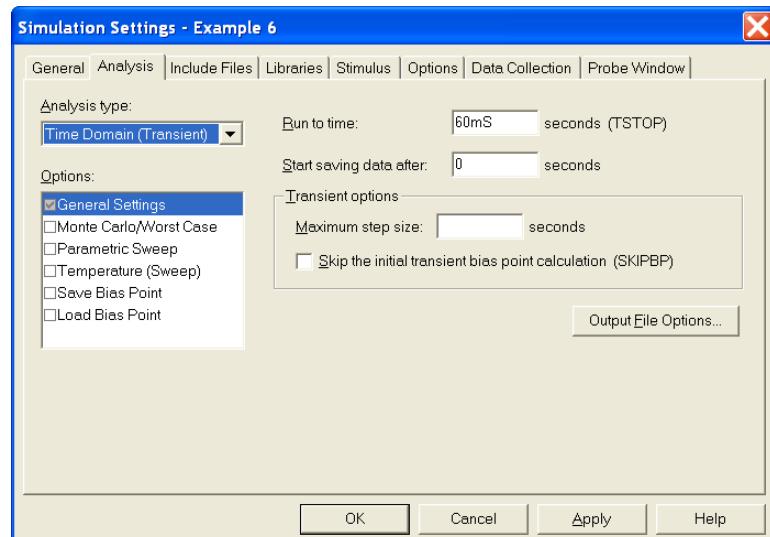


图 47. 修改 Simulation Profile

7.5 RUN 以后查看运算结果. (图 48)

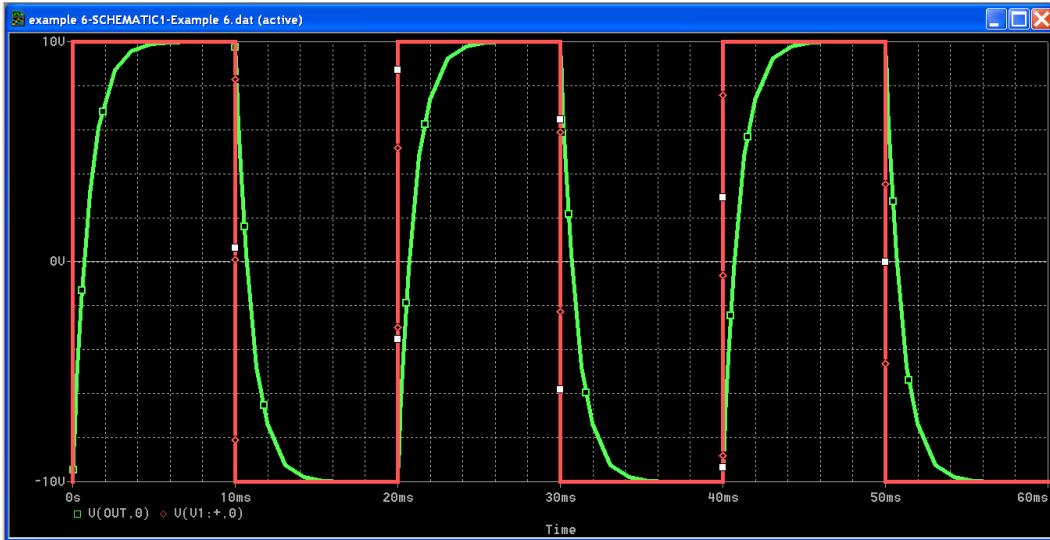


图 48. 运算结果

## 7.6 最后显示傅里叶变换结果.

- 1) 得到图 48 的结果以后在 Tool Bar 上面按这个  就可得到傅里叶变换结果, 见图 49.

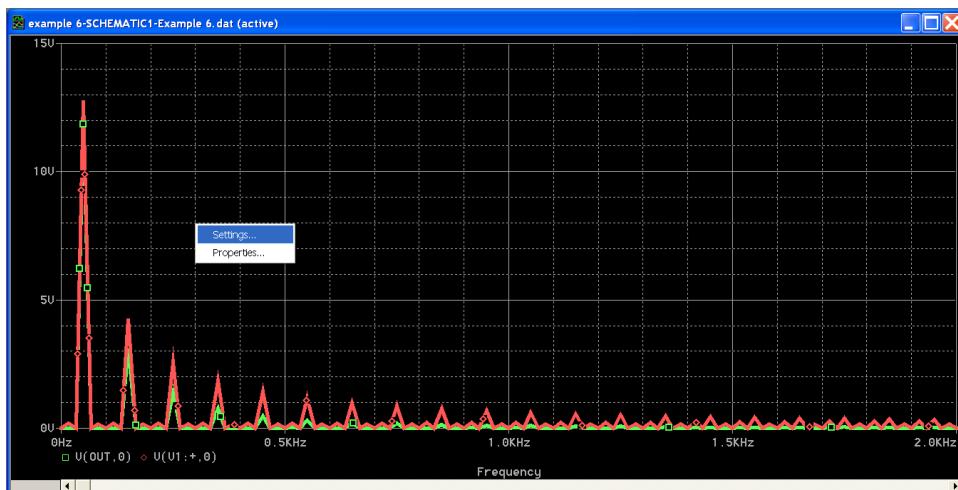


图 49. 傅里叶变换结果

- 2) 如果想看得清楚一点可以 Right Click->Settings (见图 49), 调节 X 轴长度到 500Hz, 见图 50. 最后的傅里叶变换结果显示在图 51 上.

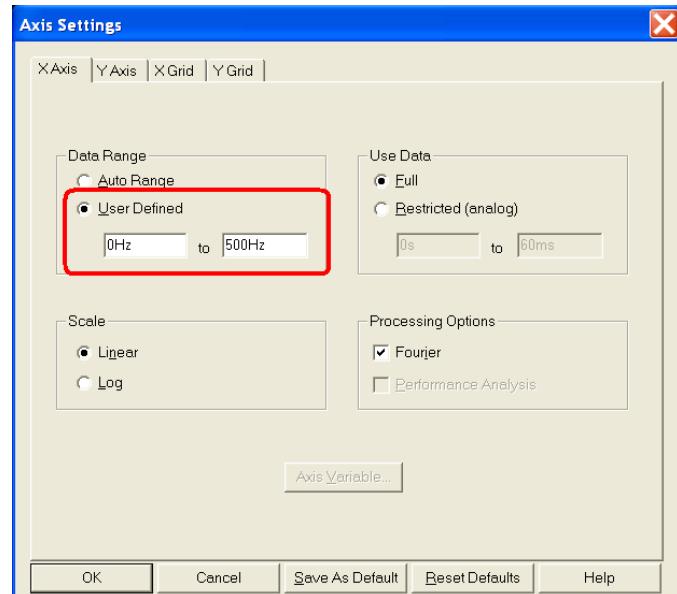


图 50. 调节 X 轴长度到 500Hz

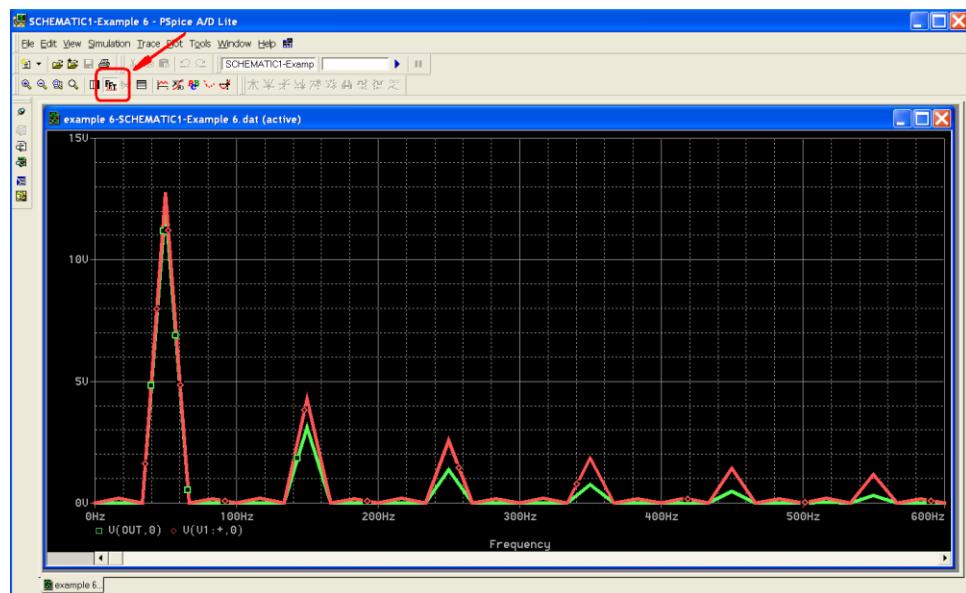


图 51. 最后的傅里叶变换结果

## VIII. 应用例子 7 - 分段线性电源 (Piecewise Linear Source) 的应用

假设我们有如图 52 的分段线性电源, (40uS 以后从 0V 上升到上升到 60V), 如果我们把它加到图 53 的线路中, PSpice 可以用于分析输出电压的瞬间变化, 显示图 54 的曲线.

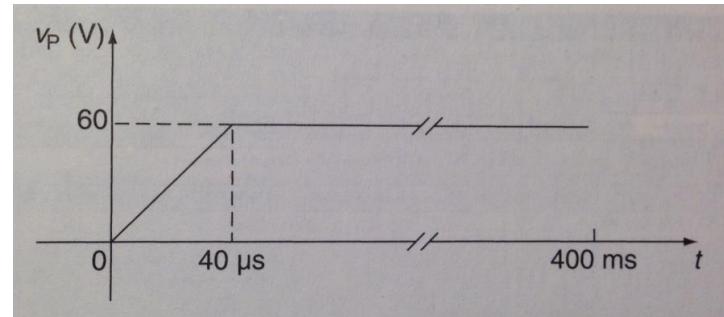


图 52. 分段线性电源, 40 $\mu$ s 以后上升到 60V

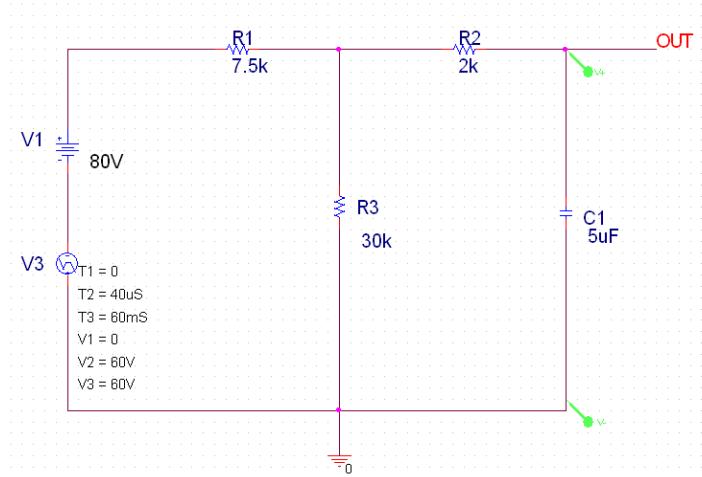


图 53. 带分段线性电源的线路图



图 54. 输出电压的瞬间变化

8.1 建立一个 Project 带有图 53 的线路图. 这里要说明的是如何建立分段线性信号源.

- 1) 加信号源: Place->Part->SOURCE->VPWL, 可见到下面图 55.

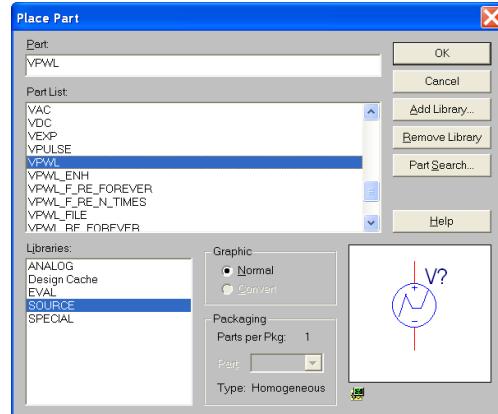


图 55. 加信号源 VPWL

2) 修改分段线性电源的 Properties, 使它与图 56 相同.

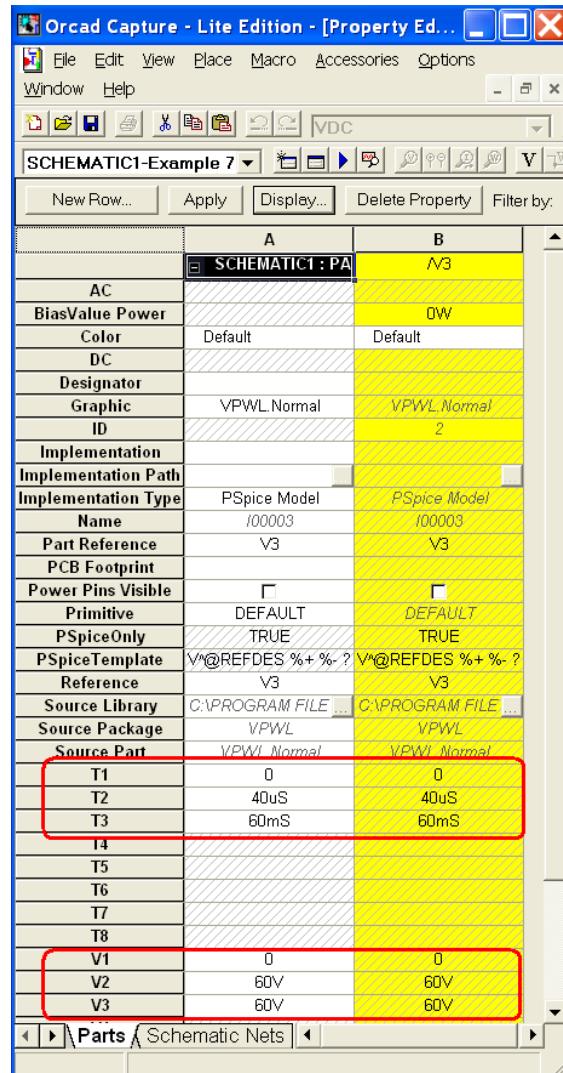


图 56. 修改分段线性电源的 Properties

## 8.2 修改 Simulation Profile, 使它与图 57 相同.

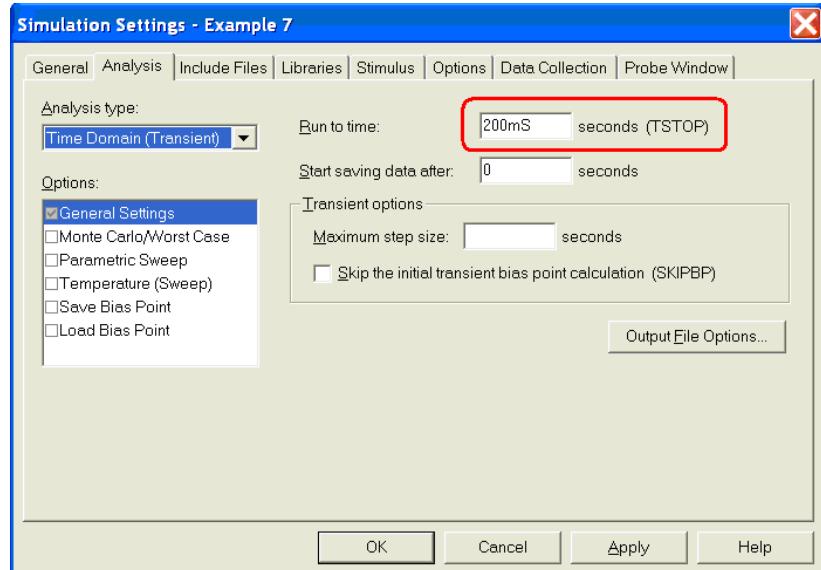


图 57. 修改 Simulation Profile

## 8.3 RUN 以后查看运算结果. (图 58)

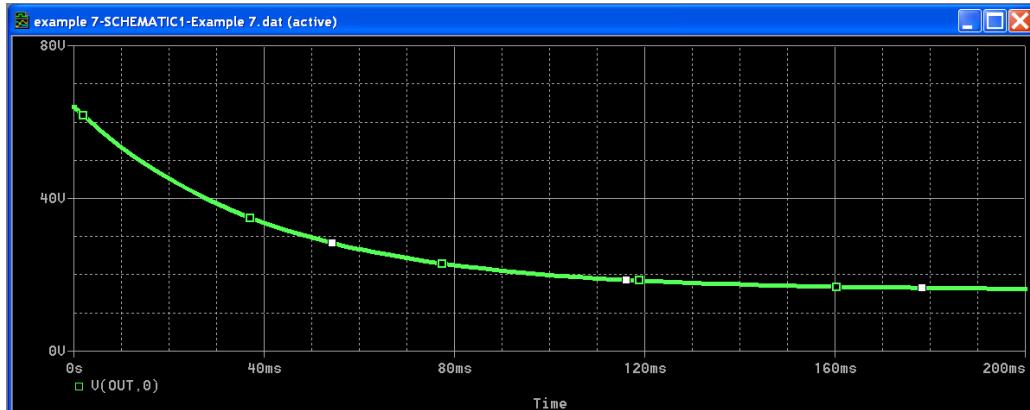


图 58. 输出电压的瞬间变化

## IX. 应用例子 8 - 实用开关(Realistic Switch)的应用

PSpice 提供两种实用开关: 一种是常断开关 (normally-open, Sw-t0open); 一种是常闭开关 (normally-close, Sw-tClose). 本例中我们使用 PSpice 的常断开关来显示电容器上面的瞬间充电电压.

假设我们有如图 59 的线路图, 图上有一个常断开关 U2. 用 PSpice 可显示当开关合上的瞬间电容器上面的充电电压.

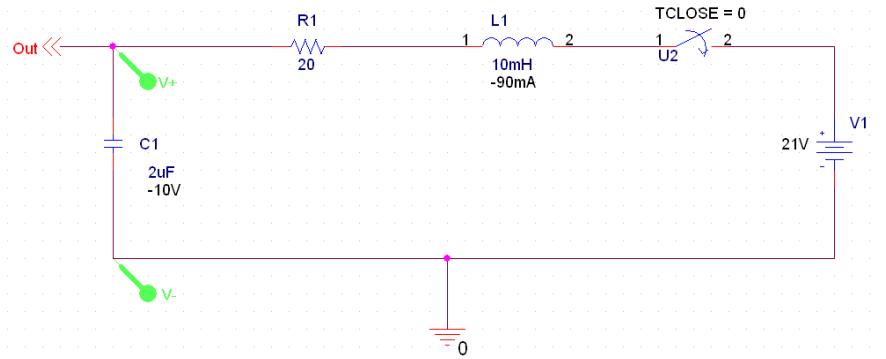


图 59. 有常断开关 U1 的线路图

9.1 建立一个 Project 带有图 59 的线路图. 这里要说明的是如何建立开关 Sw\_tClose.

- 1) Eval. olb Library: Place->Part->Add Library, 加上 EVAL library (eval.olb)
- 2) 加实用开关: Place->Part->Sw\_tClose. (图 59)

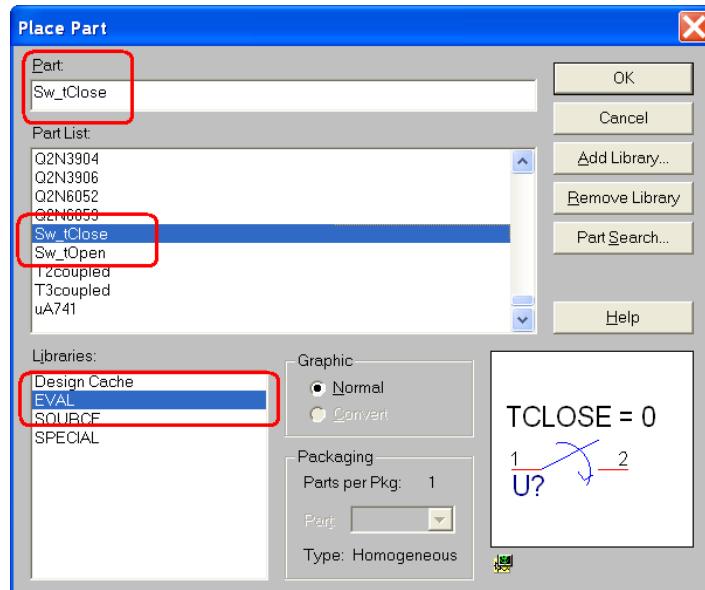


图 59. 加开关 Sw\_tClose

- 3) 修改开关 Properties, 使它与图 60 相同.

Property Editor

	A	B
SCHEMATIC1 : PA	/U2	
BiasValue Power		8.084KW
Color	Default	Default
Designator	Sw_tClose.Normal	Sw_tClose.Normal
ID		84
Implementation	Sw_tClose	Sw_tClose
Implementation Path		
Implementation Type	PSpice Model	PSpice Model
Name	I01122	I01122
Part Reference	U2	U2
PCB Footprint		
Power Pins Visible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Primitive	DEFAULT	DEFAULT
PSpice Template	X@REFDES %1 %2	X@REFDES %1 %2
RCLOSED	0.01	0.01
Reference	U2	U2
ROPE	1Meg	1Meg
Source Library	C:\PROGRAM FILE ...	C:\PROGRAM FILE ...
Source Package	Sw_tClose	Sw_tClose
Source Part	Sw_tClose.Normal	Sw_tClose.Normal
TCLOSE	0	0
TTRAN	1u	1u
Value	Sw_tClose	Sw_tClose

图 60. 修改开关 Properties.

9.2 与第 8 页的第 2 例相同, 图 59 的线路也有 C1 和 L1. 我们也要加上它们的 IC(初始值) -10V 和 -90mA. 可以参考图 17 和图 18.

9.3 修改 Simulation Profile, 使它与图 61 相同.

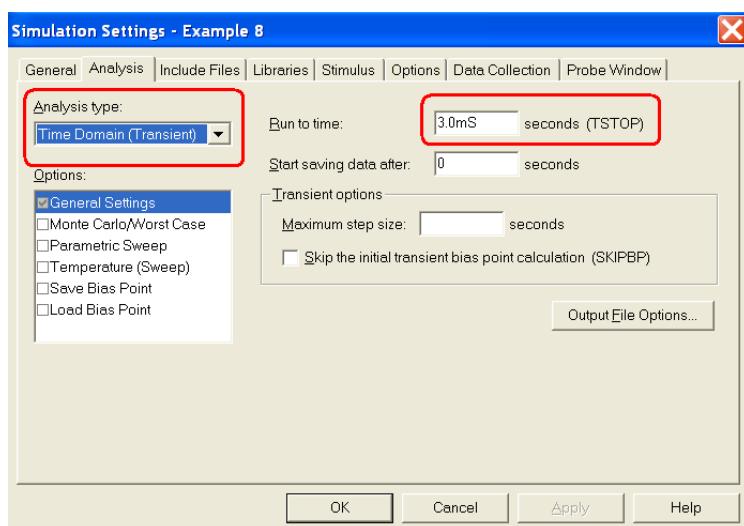


图 61. 修改 Simulation Profile

#### 9.4 RUN 以后查看运算结果. (图 62)

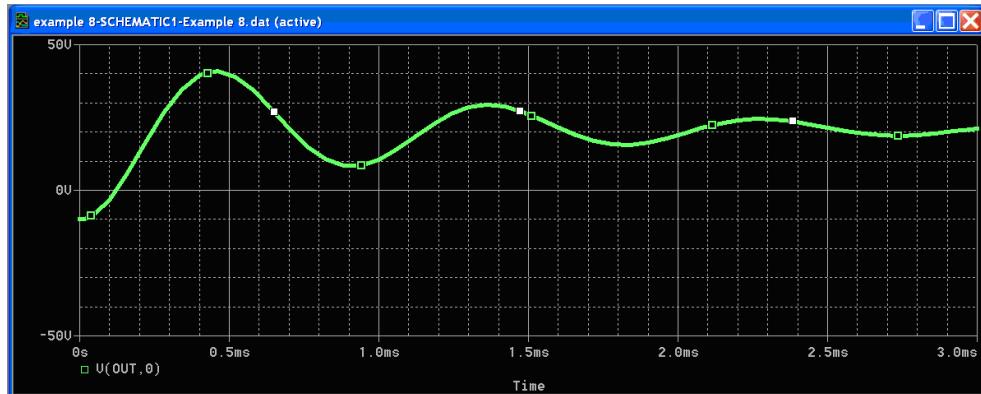


图 62. 开关合上的瞬间电容器上面的充电电压

#### Reference:

Introduction to PSpice Manual, Using OrCAD Release 9.2.  
© 2005 By Pearson Education, Inc.

#### Appendix:

在建立新的 Project 时如何使用原来已经画好的线路图?  
例如例 5 使用与例 4 相同的线路图. 我们不需要重新画线路图,  
只要在建立新的 Project 时选择 “Create based upon an existing  
project” 即可. 见图 40.

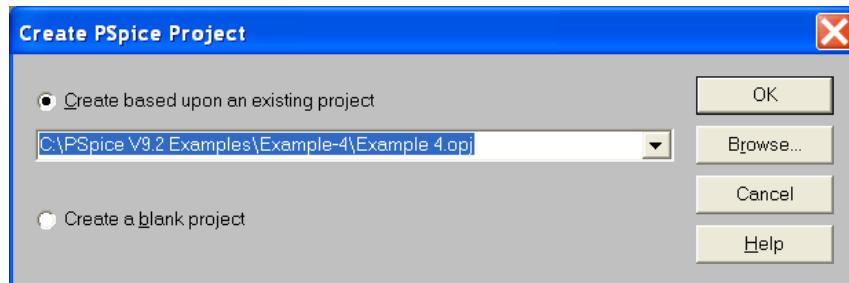


图 40. “Create based upon an existing project”