

**腾云 Altium**

# 数模混合电路仿真实现

何宾

2015.07

# 学习内容和目标

- 建立数模混合电路仿真工程
- 构建数模混合仿真电路
- 数模混合电路实现原理分析
- 设置数模混合仿真参数
- 遇到仿真不收敛时的处理方法
- 分析数模混合仿真结果

# 数模混合电路仿真实现

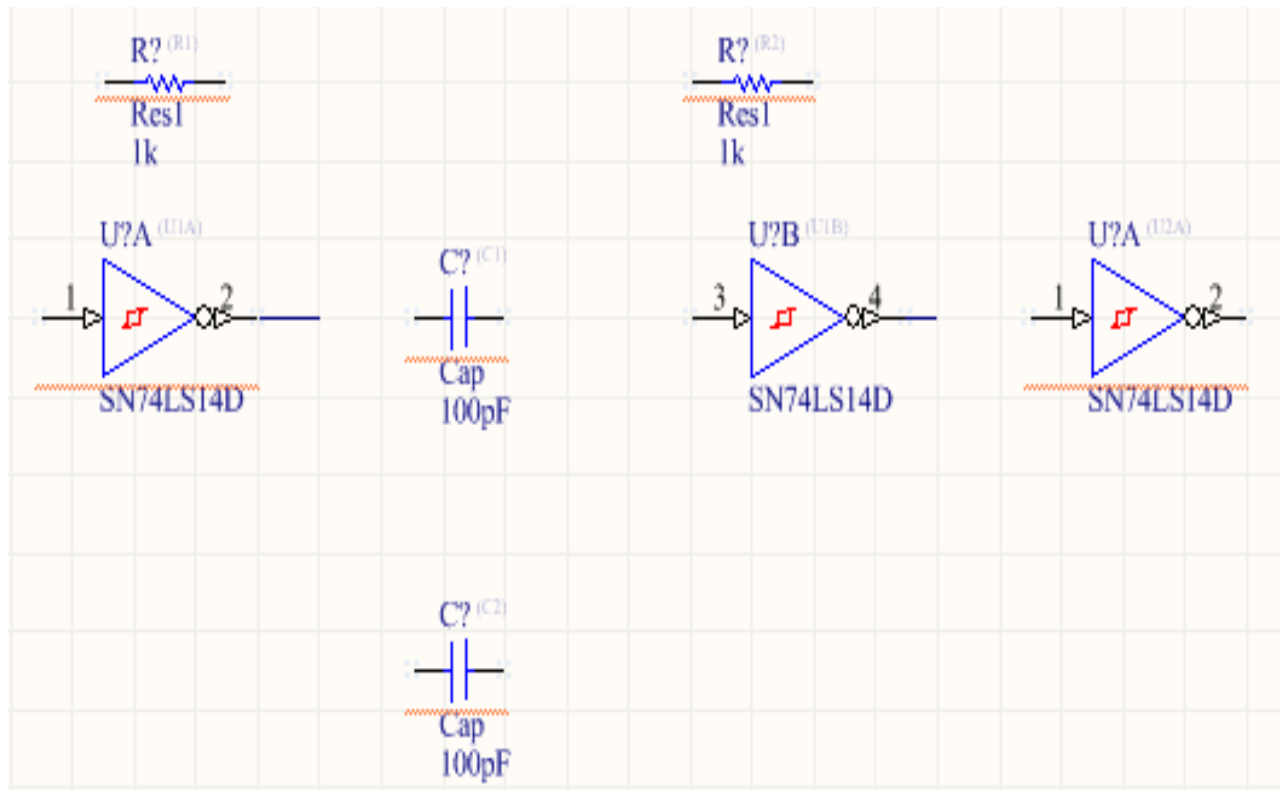
## --建立数模混合电路仿真工程

- 在Windows7操作系统主界面的左下角下，选择开始—>Altium Designer，打开Altium Designer 15.0软件。
- 在Altium Designer主界面主菜单下，选择New->Project。
- 在New Project对话框界面中，选择PCB Project选项，创建一个名字为PCB\_Project1.PrjPCB的新工程。
- 添加名字为Sheet1.SchDoc的原理图文件。

# 数模混合电路仿真实现

## --构建数模混合仿真电路

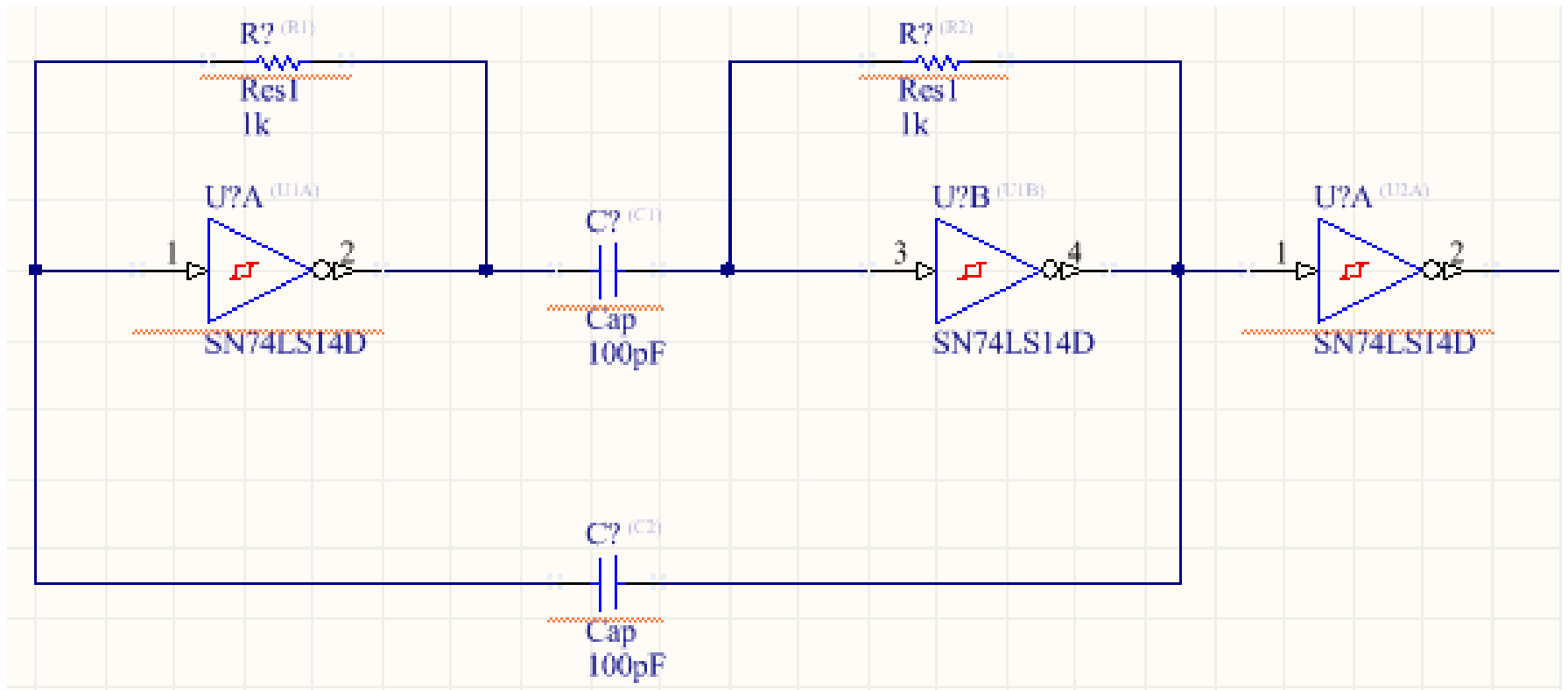
- 从TI Logic Gate 2.IntLib[Component View]库中找到如下图所示元件并展开，按照下图所示的位置，分别放置。



# 数模混合电路仿真实现

## --构建数模混合仿真电路

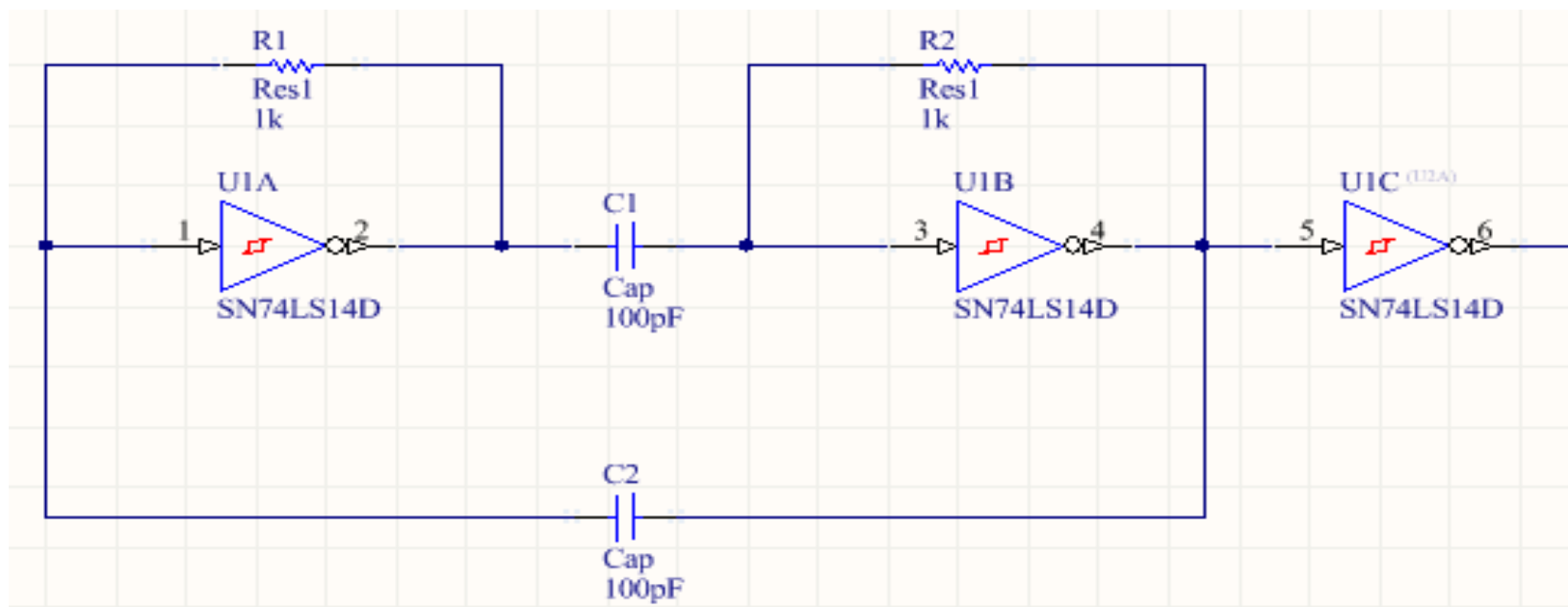
- 单击Altium Designer主界面下的工具栏内的连线按钮，按照下图所示的方式将这些元器件连接到一起。



# 数模混合电路仿真实现

## --构建数模混合仿真电路

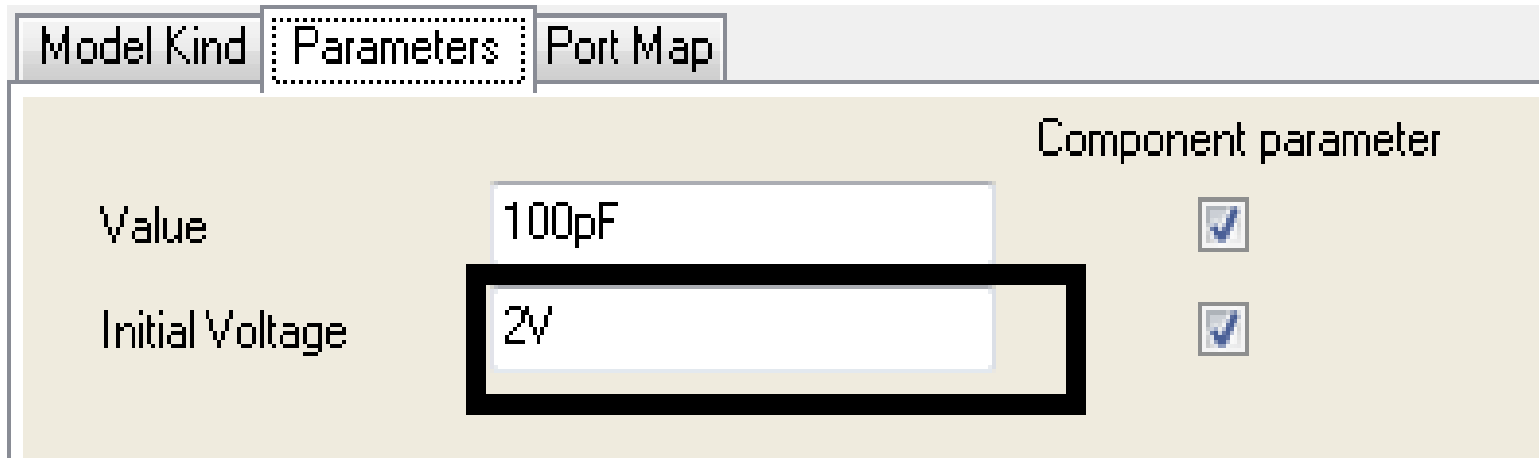
- 为电路中的元件分配唯一的标识符。



# 数模混合电路仿真实现

## --构建数模混合仿真电路

- 分别打开C1和C2的参数配置界面，为它们分别分配初始工作电压。如下图所示，在Initial Voltage后面输入2V。

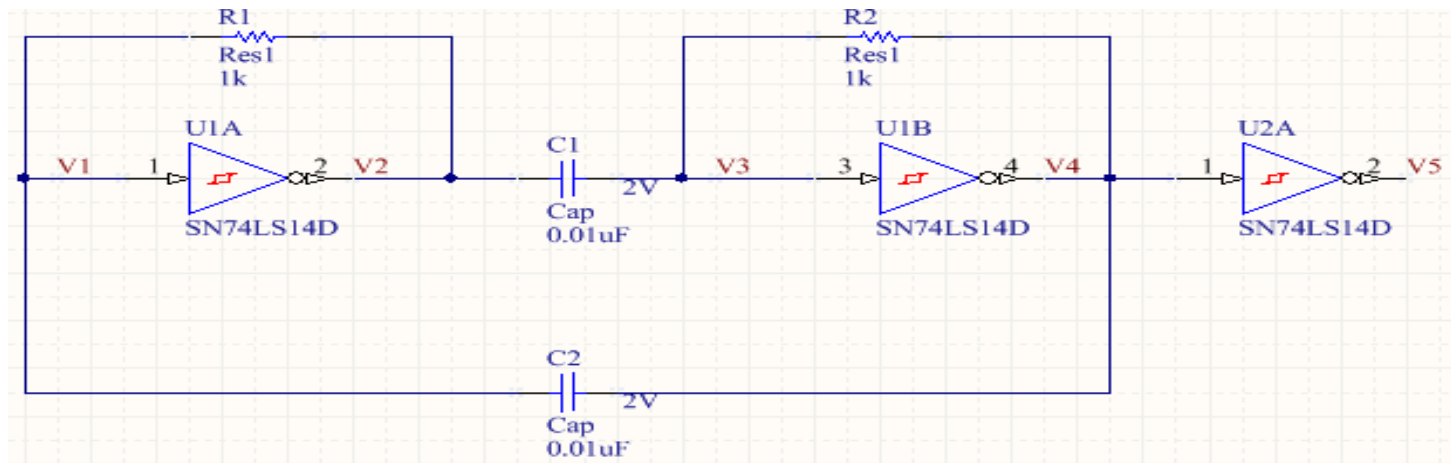


		Component parameter
Value	100pF	<input checked="" type="checkbox"/>
Initial Voltage	2V	<input checked="" type="checkbox"/>

# 数模混合电路仿真实现

## --分析数模混合电路实现原理

- 电阻R1，R2连在施密特触发器的逻辑门输入和输出端。因此，U1A，U1B工作在临界电压附近。所以，只要门的输入信号产生的微小变化，则将引起输出大幅度的变化。





# 数模混合电路仿真实现

## --分析数模混合电路实现原理

- 在系统刚上电时，假设V1为高，V2就为低，上电瞬间电容短路，V3为低，V4为高。
- V4经R2向C1充电，V3点电压升高。而经过C2向R1放电，V1点电压降低。当V1和V3达到临界时，U1A和U1B状态反转。V1为低，V2为高。在转态瞬间电容短路，V3为高，V4为低。
- V2经R1向C2放电，V1点电压升高。而经过C1向R2放电，V3点电压降低。当V1和V3达到临界时，U1A和U1B状态反转。V1为高，V2为低。在转态瞬间电容短路，V3为低，V4为高。

# 分析数模混合电路实现原理

## --模拟和数字元器件所构建的振荡电路进行分析

**注：电路是靠元件本身的噪声起振。但是，在执行PSICE仿真时，所使用的是无噪声的理想元件。所以，各个节点均将保持在默认偏压点的电压值。这将导致电路无法起振。**

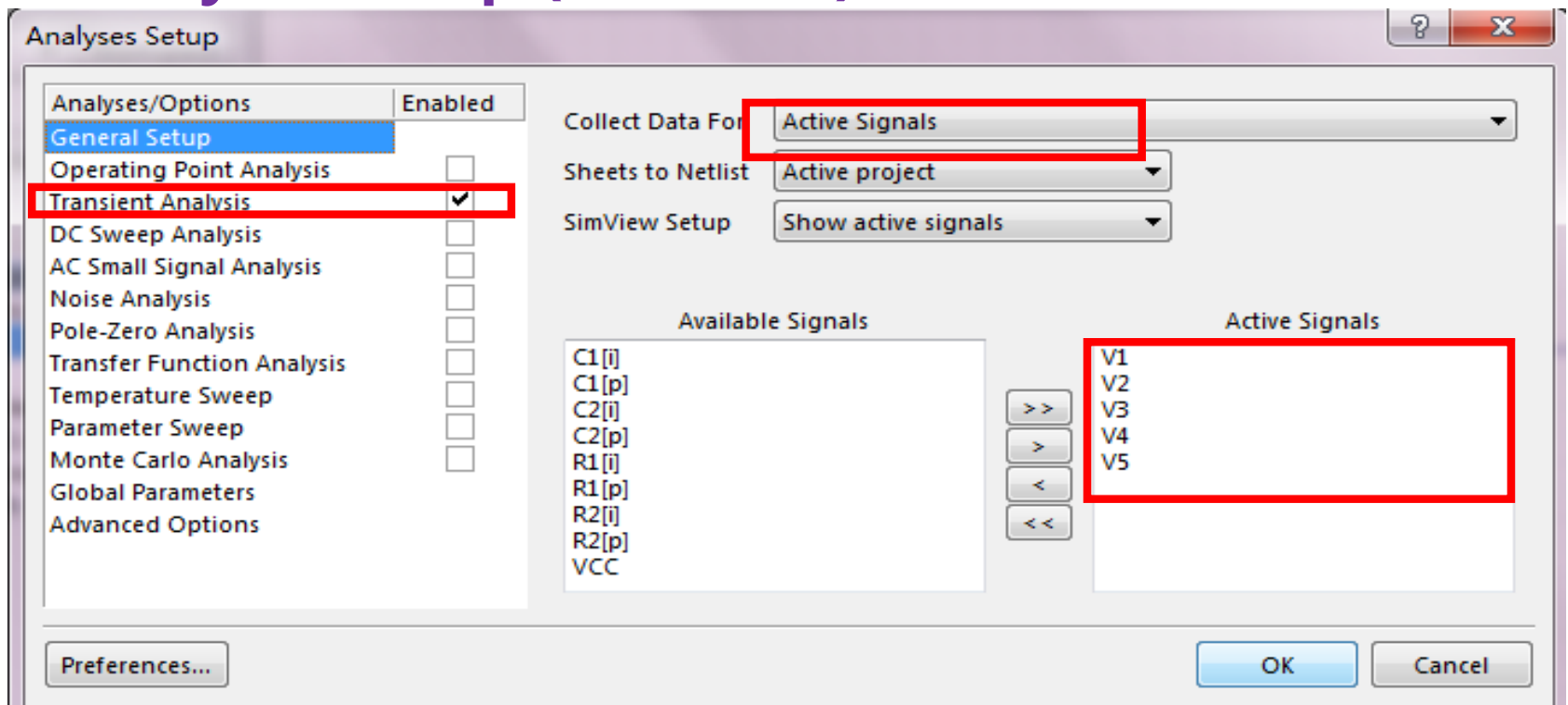
### ■ 可以通过以下几种方式进行解决：

- 为电容给出起始电压，强迫电路从非偏压点位置开始仿真
- 使用折线波信号源加在电源的节点。然后，将信号由0升高到需要的电源值。
- 在接地点加上一个起始脉冲。
- 使用集电极开漏电路，在起始时加入信号，强迫起振。注意，不得影响电路的正常工作。

# 数模混合电路仿真实现

## --设置数模混合电路仿真参数

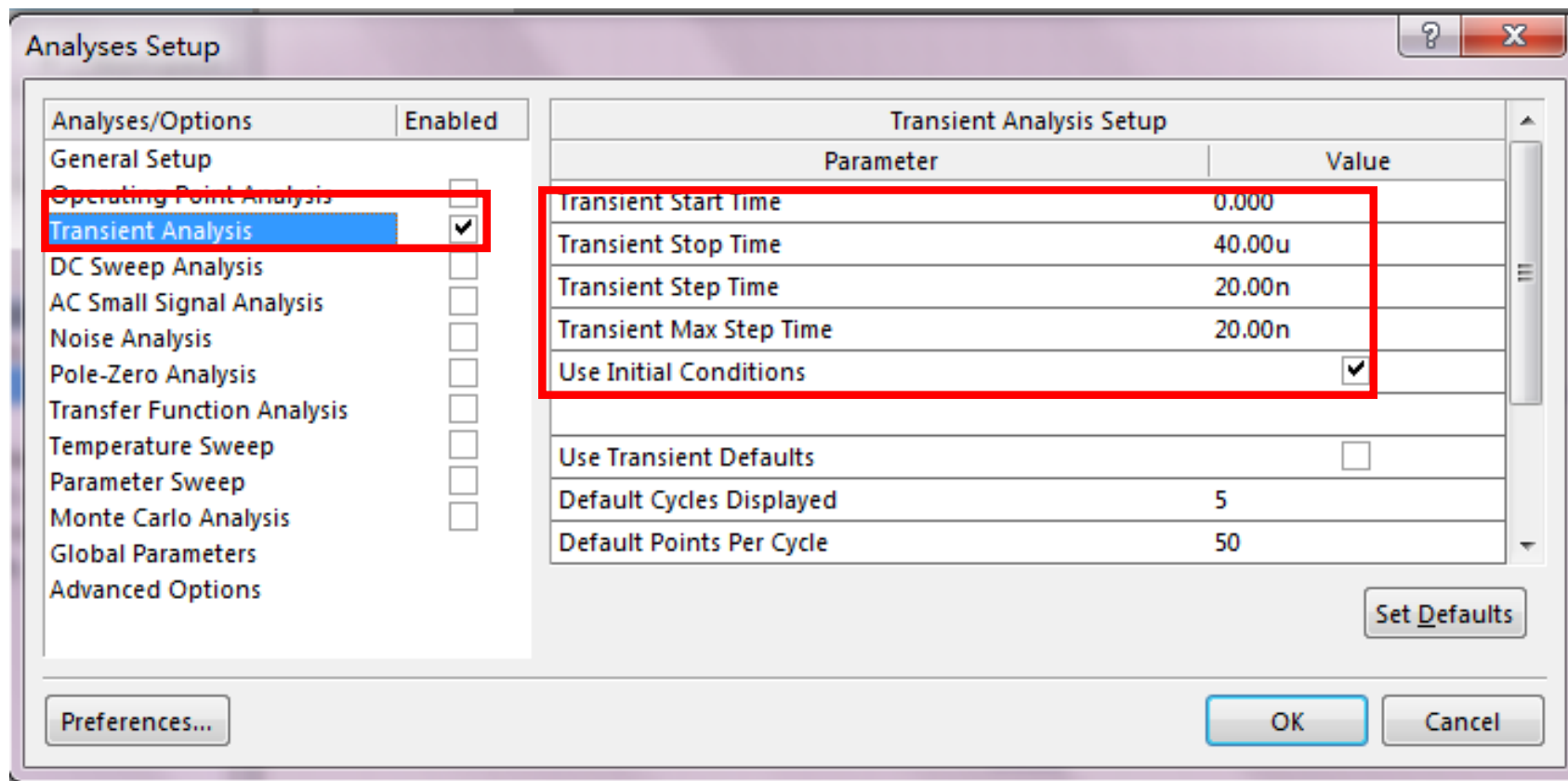
- 在Altium Designer主界面主菜单下，选择Design->Simulate->Mixed Sim。
- 打开Analyses Setup（分析设置）界面。按下面参数设置：



# 数模混合电路仿真实现

## --设置数模混合电路仿真参数

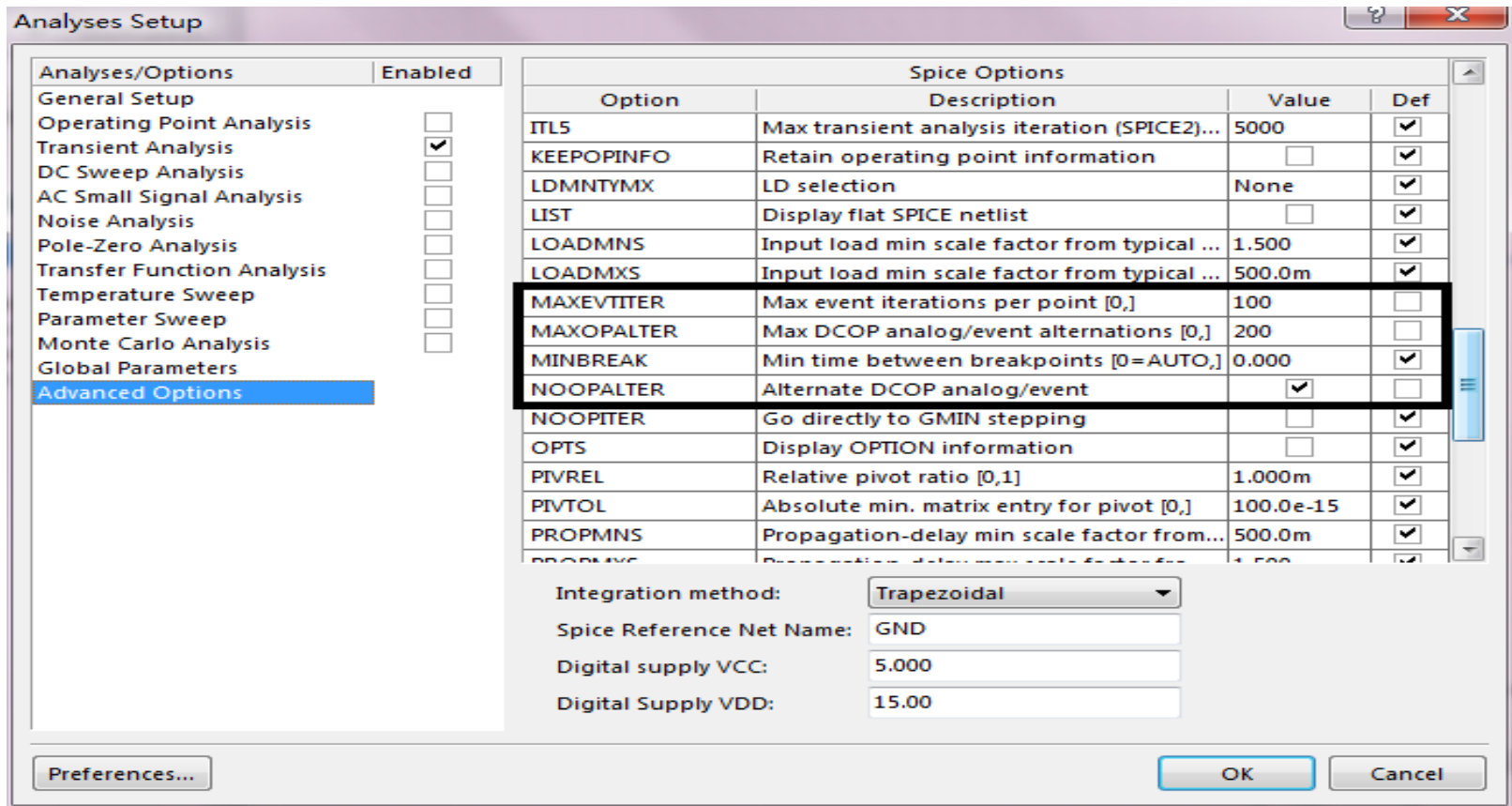
- 打开Transient Analysis Setup (瞬态分析设置) 界面, 按下图参数设置:



# 设置数模混合仿真参数

## --设置数模混合电路仿真参数

- 单击Advanced Options选项。对MAXEVTITER、MAXOPALTER和NOOPALTER的参数进行设置。



# 设置数模混合仿真参数

## --设置数模混合电路仿真参数

- 其它按默认参数设置。
- 单击OK按钮，退出分析设置界面，运行仿真。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --修改误差容限

- 在出现不收敛的情况时，首先应该检查电路描述本身是否正确，以及给定的模型参数值是否合理。其次，考虑是否用修改误差要求的方法来帮助收敛。
- 下表给出了3个误差容限的参数。

参数	默认值	可帮助或者加速收敛的值	强迫收敛的值
RELTOL	0.001	0.01	0.1
ABSTOL	1pA	1nA	1mA
VNTOL	1 $\mu$ V	1mV	10mV

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --直流分析帮助收敛策略

### ■ 采用.NODESET

- 可以在电路的一些关键点上设置初始电压。
- 在直流分析时，SPICE首先将在这些节点连接一个等于.NODESET卡中设定电压值得电压源，并进行迭代求解，直到收敛。
- 然后，去掉这些电压源。这是将存在这些电压源时所获得的收敛解作为迭代初值，再进行迭代直到求得真正的解。
- 所以，该选项设置的电压值并不影响最终的直流解而仅仅是帮助收敛。



# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --直流分析帮助收敛策略

### ■ 采用OFF可选项

- 可以为器件指定初始条件。
- 如在选项中指定了OFF可选项，则该器件的端电压就被设置为零。
- 求直流的时候，假定这些元件是截止的。
- 在收敛求得解后再取消OFF，并以取消前的收敛解作为继续迭代的初始值。
- 所以OFF的设置并不影响最终解。
- 在有OFF项时，元件处于截止状态，相当于不存在此元件。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --直流分析帮助收敛策略

### ■ 采用.IC ( 初始条件 ) 可选项

- 在第一次迭代求直流解时，将.IC ( 初始条件 ) 可选项所设定的值作为初始值。
- 在完成第一次迭代后，这些设定值就不再起作用。
- 这种方法对于求解收敛过程的约束力最弱。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --直流分析帮助收敛策略

### ■ 采用源步进法

- 对于同一电路，在低偏置条件下的直流解一般要比高偏置时容易求解。因而，可以先设法求得低偏置下的解（可以从零偏置开始），再将该解作为下一步高偏置时的迭代初值，如此逐步提高偏置直到达到电路所规定的偏置电压值时为止。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## --直流分析帮助收敛策略

- 在瞬态分析中，当无法收敛时会提示下面的信息：

### INTERNAL TIMESTEP TOO SMALL IN TRANSIENT ANALYSIS

- 这是因为当不收敛时，SPICE就将时间步长缩短为原来的1/8，如此继续，就会使得时间步长小于程序内部设置的最小步长；
- 一旦小于这个步长，就会退出程序。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## -- 瞬态分析帮助收敛策略

### ■ 采用.IC选项，但.TRAN中无UIC项

- UIC是一个可选的关键字，是指使用初始条件，表明不要求设计者在瞬态分析前求解静态工作点，无UIC项表示在瞬态分析前仍要求求解静态工作点。
- 设计者可以使用.IC选项，来设置某些关键节点的初始电压值。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## -- 瞬态分析帮助收敛策略

### ■ 采用.IC选项，同时.TRAN中有UIC项

- 将直接根据.IC上的节点电压，求出各个元器件上的端电压，将其并作为瞬态分析时第一次迭代的初始条件。
- 由于在瞬态分析前，不再计算直接偏置的解，所以要非常小心的设置.IC卡上的初始值。
- 但是，进行正确的设置又是非常困难的。

# 遇到仿真不收敛时的处理方法

## -- 瞬态分析帮助收敛策略

### ■ 修改瞬态误差容限或者提高迭代次数的上限

- 当步长预估采用局部截断误差法时，可以修改瞬态误差容限TRTOL来影响收敛。
- 如果增加TRTOL值，就意味着减弱截断误差的作用，有助于收敛。
- 如果采用迭代次数控制法时，可设法提高迭代次数的上限值ITL4，以帮助SPICE实现收敛。

### ■ 将数值积分法从梯形法改为基尔法

- 这是因为高阶基尔法的截断误差较小，可选用较大的步长。

# 分析数模混合仿真结果

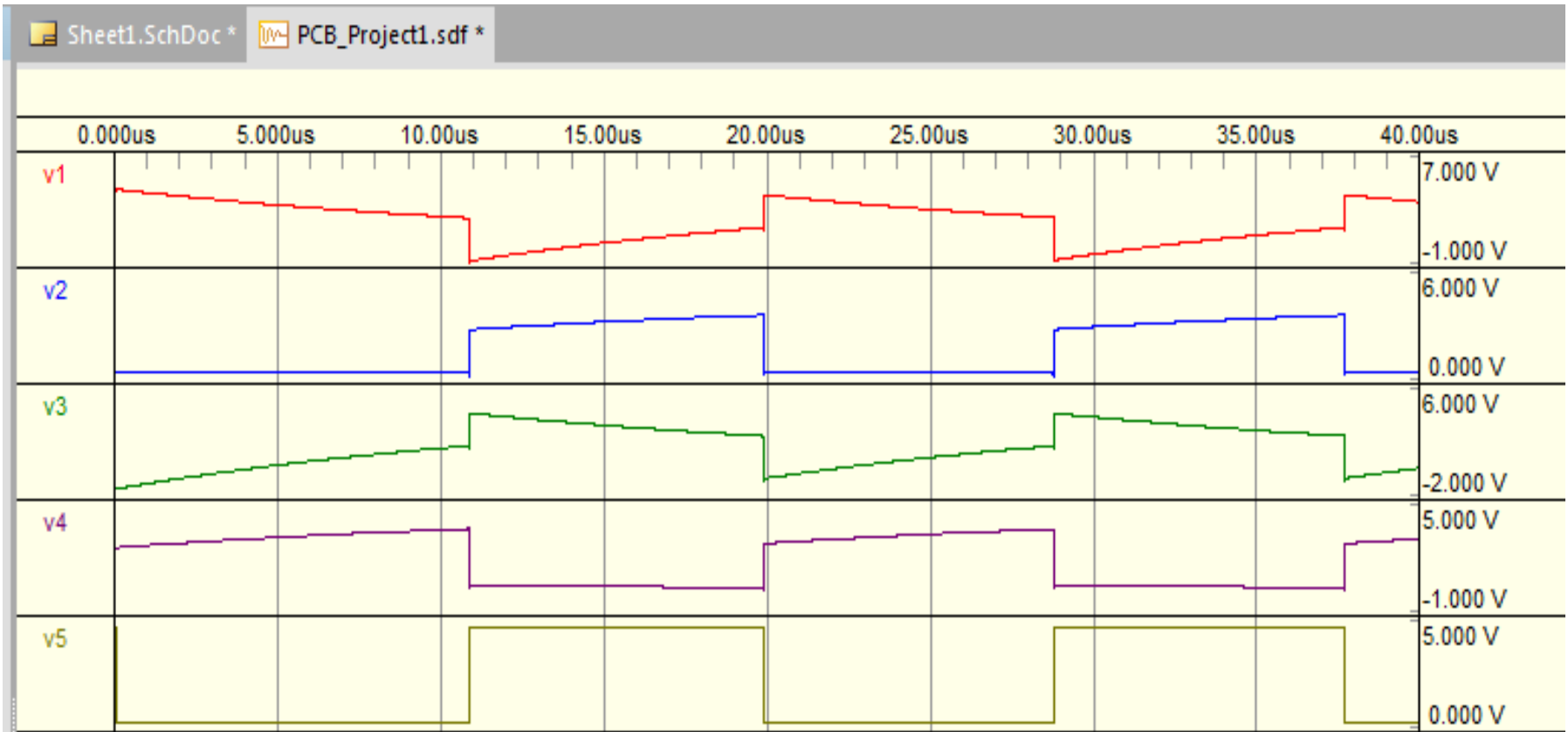
## --数模混合仿真结果分析

- 运行SPICE仿真后，弹出消息对话框。关闭该对话框界面。
- 自动打开PCB\_Project1.sdf文件。在该文件下，点击Transient Analysis标签。
- 在该界面中，分别添加v1、v2、v3、v4和v5波形。
- 保存工程文件，将其保存到digital\_analog\_analysis目录下。
- 退出设计工程。



# 分析数模混合仿真结果

## --数模混合仿真结果分析



- 何宾老师出版的《Altium Designer 15.0电路仿真、设计、验证与工艺实现权威指南》一书中所有设计案例源代码、书中所用半导体器件相关参考手册、书中所用PCB制板工艺设计资料、Altium提供的元件库封装等设计资源请通过如下地址进行下载
- <http://www.gpnewtech.com/download/altium>
- 如将本书做为教材需ppt源代码请访问如下地址：
- <http://www.gpnewtech.com/ppt>