

基于OrCAD的
电子线路计算机辅助设计

第7讲 数字及数模混合仿真

关于数字逻辑模拟

- 逻辑模拟是根据给定数字电路的拓扑关系、数字器件的逻辑功能及延迟特性进行分析计算，得出电路的性能。

电路的节点及分类

- 模拟节点：与节点相连的都是模拟器件
- 数字节点：与节点相连的都是数字器件
- 接口节点：与接点相连的有数字和模拟两类器件。
- 逻辑模拟过程中，要考虑信号的逻辑状态及逻辑强度。

数字信号的六种逻辑状态

逻辑状态	包含内容
0	Low(低电平)、false(假)、no(否)、off(断)
1	High(高电平)、true(真)、yes(是)、on(通)
R	Rising(0到1的变化过程) *
F	Falling(1到0的变化过程) *
X	不确定
Z	高阻



数字信号的逻辑强度

- 逻辑强度分为64个级别，从弱到强的顺序为0~63。
- 外加激励信号逻辑强度最强，高阻状态逻辑强度最弱。
- 处于禁止态的三态门、输出端集电极开路的器件逻辑强度为Z。
- 不同的逻辑状态作用于同一节点时，节点状态由逻辑强度最强的决定。
- 作用于同一节点的几个不同信号若逻辑强度相同，结果为X（不确定）。
- 总线信号通常与多个三态门输出电路相连，正常工作时只一个门为驱动态，其余为高阻，总线逻辑电平同驱动态三态门。

传输延迟

- 不同的逻辑器件延迟时间各不相同，在数字电路特性库中给出最小、典型、最大三种可选的延迟时间，可自行设定。

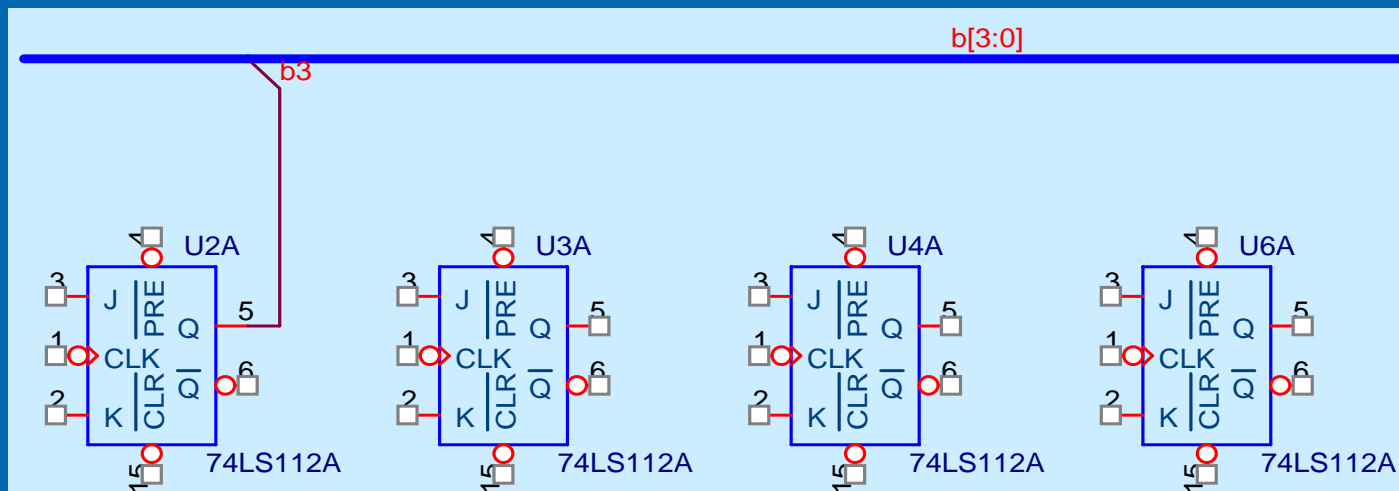
激励信号

- 时钟信号
- 一般信号（电位信号）
- 总线信号

总线信号的绘制

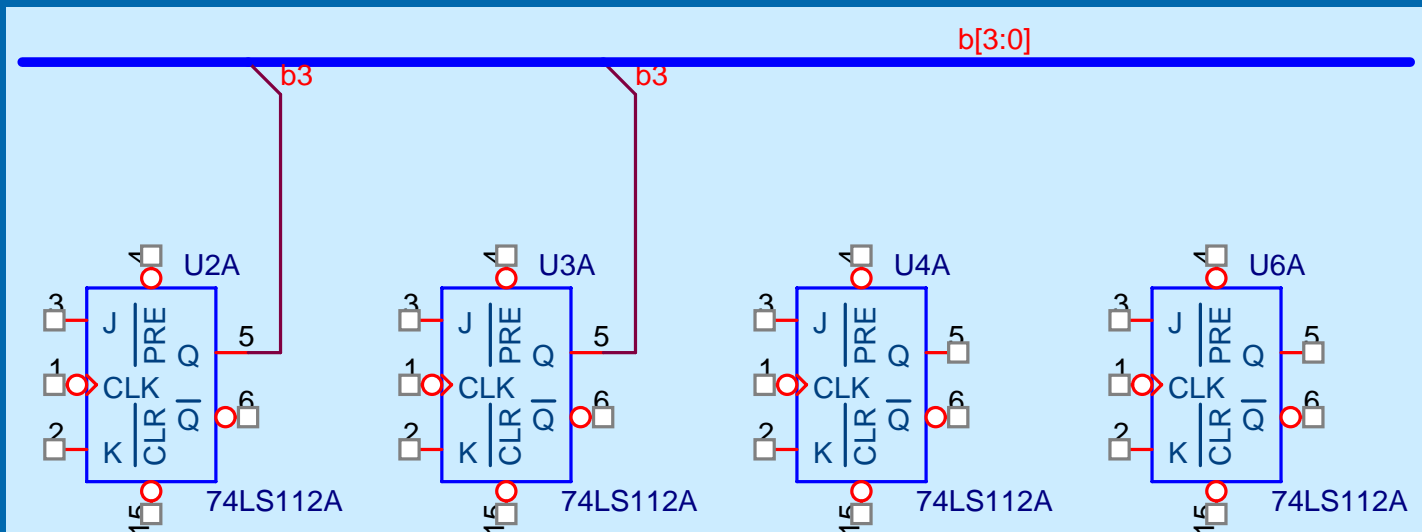
- Place bus: 绘制总线。
- Place net alias: 为总线命名。
- Place bus entry: 绘制总线引出端。
- Place wire: 在引出线上连接互连线，用place net alias为互连线命名。

总线、总线引出线、引出线名称。



- 给总线命名：用命名组件(Place net alias) 给总线起名称，格式为：总线名称[m:n]。总线名称最后一位不要用数字，m是低位总线，n是高位总线，总线位数为 $|n-m|+1$ 。

复制引入线与互连线



➤ 复制连线

激励信号源——四类十七种信号源符号及功能

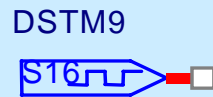
	DIGCLOCK	STIMn	FILESTIMn	DIGSTIMn
时钟信号	Digclock	STIM1	FilesStim1	DigStim1
一般信号		STIM1	FilesStim1	DigStim1
2位总线信号			FilesStim2	DigStim2
4位总线信号		STIM4	FilesStim4	DigStim4
8位总线信号		STIM8	FilesStim8	DigStim8
16位总线信号		STIM16	FilesStim16	DigStim16
32位总线信号			FilesStim32	DigStim32
波形设置方法	由元器件属性对话框直接修改相应的参数 器件符号在source库中		建立波形文件，在属性框中设定文件及波形名。器件符号在source库中	调用Stimulus Editor模块编辑波形。器件符号在sourcstm库中

激励源符号及名称

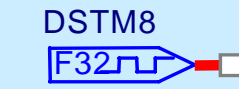
OFFTIME = .5uS
ONTIME = .5uS
DELAY = 0
STARTVAL = 0
OPPVAL = 1



a. DigClock

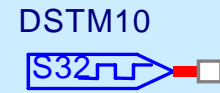


b. Stimn



FILENAME =
SIGNAME =

c. FileStimn




Implementation =

d. DigStimn

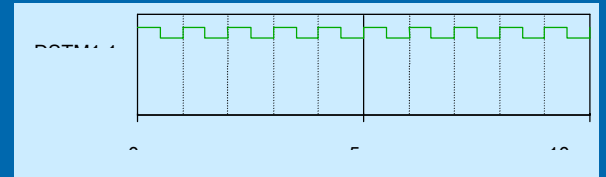
- a. 时钟信号 b. 一般数字信号 c. 文件波形信号 d. 交互绘制波形

时钟

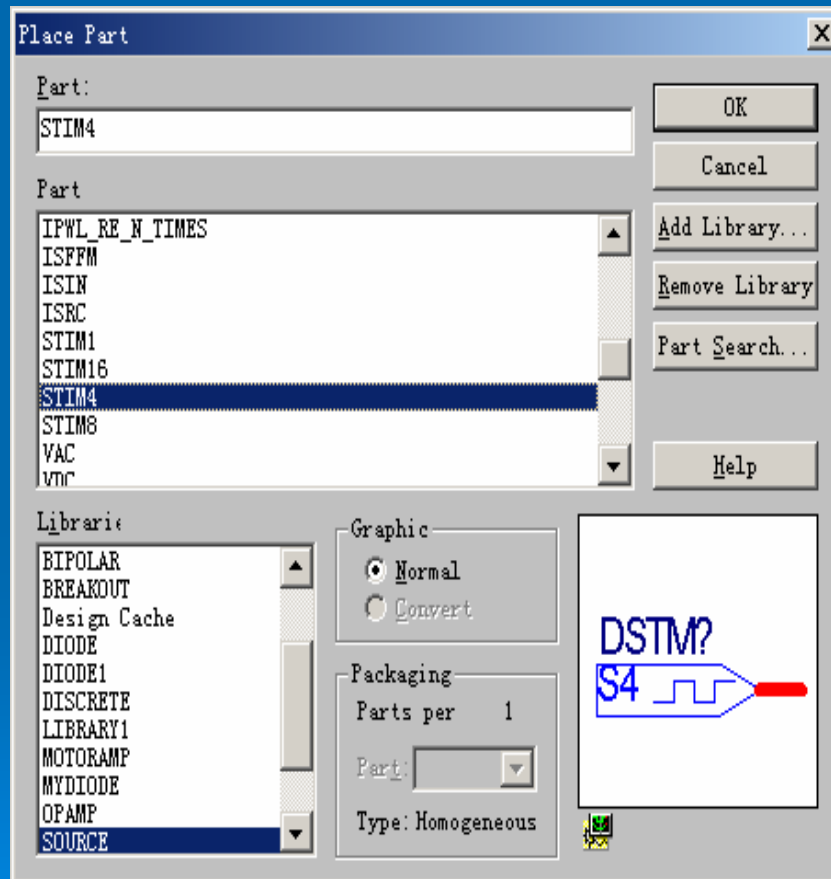
- 从source库中取出符号digclock放置于page页中，双击出现属性设置框：

		Reference	Value	DELAY	IO_LEVEL	IO_MODEL	OFFTIME	ONTIME	OPPVAL	STARTVAL
1	 SCHEMATIC1 : PAGE1 : DSTM7	DSTM7	DigClock	0	0	IO_STM	.5uS	.5uS	1	0

- OFFTIME: 在一个时钟周期内低电平持续时间。
- ONTIME: 在一个时钟周期内高电平持续时间。
- DELAY: 延迟时间。
- STARTVAL: $t=0$ 时信号初值，在延迟时间内均为此值，缺省值为0。
- OPPVAL: 时钟高电平状态，缺省值为1。
- I/O_MODEL: 激励信号的驱动强度，内容设置为IO模型名，缺省值为IO_STM,是最高强度，一般无须修改。
- I/O_LEVEL: 接口型节点的类型，一般采用缺省值。
- Reference: 激励源名称，在电路中以DSTM加序号命名。
- Value: 激励源性质，不需修改。
- 设置信号时，在属性框中设置相应属性，也可直接点击符号边上的文字设置相应的波形属性。时钟信号通常只需设置高低电平持续时间即可。



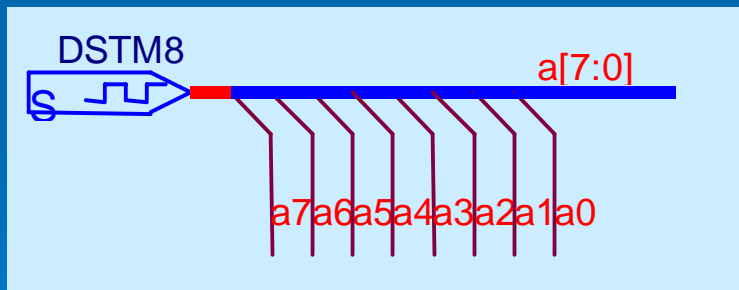
Stimn类信号



- STIMn类信号可以用于设置1、4、8、16位总线信号

Stim8示例

Reference	Value	COMMAND1	COMMAND10	COMMAND11	COMMAND12	COMMAND13	COMMAND14	
DSTM7	STIM16	0s 0000						
COMMAND8	COMMAND9	DIG_GND	DIG_PWR	FORMAT	IO_LEVEL	IO_MODEL	TIMESTEP	WIDTH
		\$G_DGND	\$G_DPWR	4444	0	IO_STM		16



- A[7: 0] 是总线名称，7是高位，0是低位。

属性项

- **Reference:** 激励源名字，由系统自动添入。
- **Value:** 激励源类型，系统自动添入。
- **COMMAND1~COMMAND16:** 输入指令建立相应的激励源。
- **WIDTH:** 总线位数，其值为Value中STIMn 中的n值，本例为16。
- **FORMAT:** 说明在描述总线信号逻辑电平时采用哪几种进制，数字取值为1（2进制）、3（8进制）、4（16进制），其数字之和应与WIDTH值相等。总线信号也可以同时用多种进制表示。
- **TIMESTEP:** 使用周期c作为时间单位时，指定c所代表的时间单位值。
- **IO-MODEL:** 驱动能力强度，一般由系统设定。
- **DIG-PWR、DIG-GND、IO-LEVEL:** 与接口型节点有关，一般采用内定值，见混合模拟。

总线信号的时间表示方法

- 0s: 0秒时刻
- 2c: 两个周期
- 在表示信号的时间时可采用绝对或相对模式。相对模式以“+”号表示。例如:
- 2s: 2秒时刻
- +10us: 2s+10us时刻
- +2c: 2s+10us时刻再加2个周期, (周期由TIMESTEP值确定)。

逻辑电平

- 信号在不同时刻的状态（逻辑电平）用0、1、R、F、X、Z表示，处于0、1状态的总线信号电平值可用2、8、16进制或混合进制的数表示，相对时间位置的逻辑电平值可用INCR BY<电平值>或DECR BY<电平值>表示。

信号波形的循环表示

➤ 用语句REPEAT、GOTO表示信号波形的循环。

➤ REPEAT的格式:

REPEAT <n> TIMES

<不同时刻的波形描述>

ENDREPEAT

其中: n 表示循环次数, n取值为-1或FOREVER表示无限循环。

➤ GOTO的格式:

LABEL=<Label名> GOTO循环的切入位置

<不同时刻的波形描述>

<时间值>GOTO<Label名><循环要求> 在“时间值”时按循环要求GOTO到“Label名”处。

其中: 循环要求表示形式如下:

<n> TIMES

UNTIL GT <逻辑电平值> 大于

UNTIL GE <逻辑电平值> 大于等于

UNTIL LT <逻辑电平值> 小于

UNTIL LE <逻辑电平值> 小于等于

Filestimn类信号源（波形文件）

- 该类信号波形由一个以STL为扩展名的波形描述文件中的数据确定，在信号模型的属性框中只需要指定波形文件名及其中要调用的信号名即可，激励源符号在SOURCE库中。
- 同一个波形文件可以设置多个不同的信号源，在同一个电路中可以有多个FILESTIMn类激励源调用同一个波形文件，指定使用其中不同或相同的信号源。

建立波形文件

- 在器件库的source库中选FILESTIMn 激励源符号置于绘图页面中并使之处于选中状态。
- 由下拉菜单file\new\text file 建立文本编辑页面，在该页面建立激励源的波形描述文件。

格式

- 文件头 (HEADER)
- 波形定义

波形

16进制不允许设下降F，因为F是一个16进制数会发生混淆。

	2进制	OCT8进制	HEX16进制
高、低电平	0、1	0~7	0~F
不确定	X	X	X
高阻	Z	Z	Z
上升	R	R	
下降	F	F	

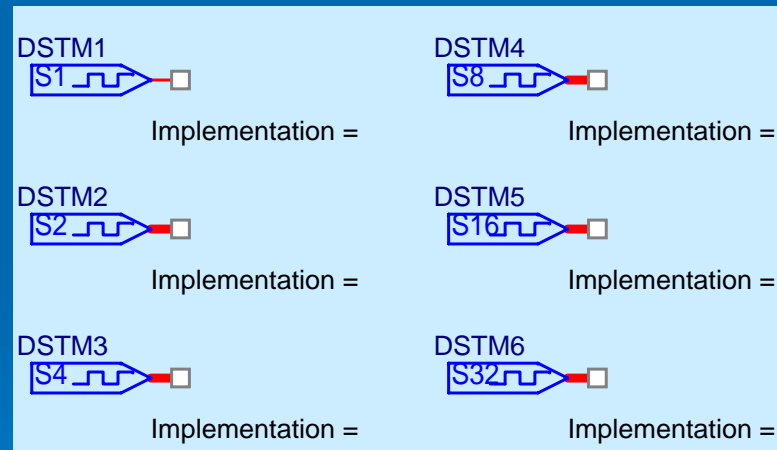
DIGSTIMn类信号（人机交互）

- 调用StmED程序以人机交互方式设定信号波形。
- 信号源符号在SOURCSTM器件库中。
- 可编辑时钟信号、一般信号、总线信号。
- 总线信号可以是2、4、8、16、32位。
- 编辑信号的数据保存在扩展名为STL的文件中。

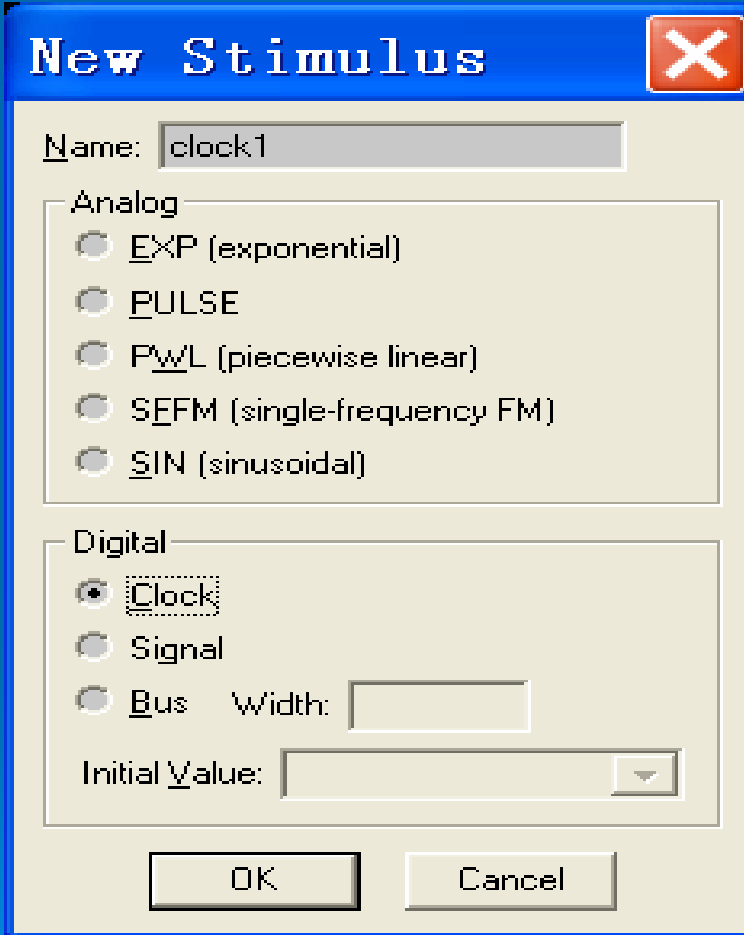
调入StmEd编辑模块

- 从SOURCESTM库中取出相应的符号DIGSTIMn（n是信号的位数）并使其处于选中状态后,再从菜单选择执行edit/pspice stimulus 指令即调入StmEd。
- 由开始菜单处调入

调用DIGSTIMn的器件符号



设置



The image shows a 'New Stimulus' dialog box with a blue title bar and a red close button. The dialog is divided into two sections: 'Analog' and 'Digital'. In the 'Analog' section, five radio buttons are listed: 'EXP (exponential)', 'PULSE', 'PwL (piecewise linear)', 'SEFM (single-frequency FM)', and 'SIN (sinusoidal)'. In the 'Digital' section, three radio buttons are listed: 'Clock', 'Signal', and 'Bus'. The 'Clock' radio button is selected and has a dashed border. To the right of the 'Bus' radio button is a 'Width:' label and an empty text input field. Below the 'Digital' section is an 'Initial Value:' label and a dropdown menu. At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

New Stimulus ✕

Name:

Analog

- EXP (exponential)
- PULSE
- PwL (piecewise linear)
- SEFM (single-frequency FM)
- SIN (sinusoidal)

Digital

- Clock
- Signal
- Bus Width:

Initial Value:

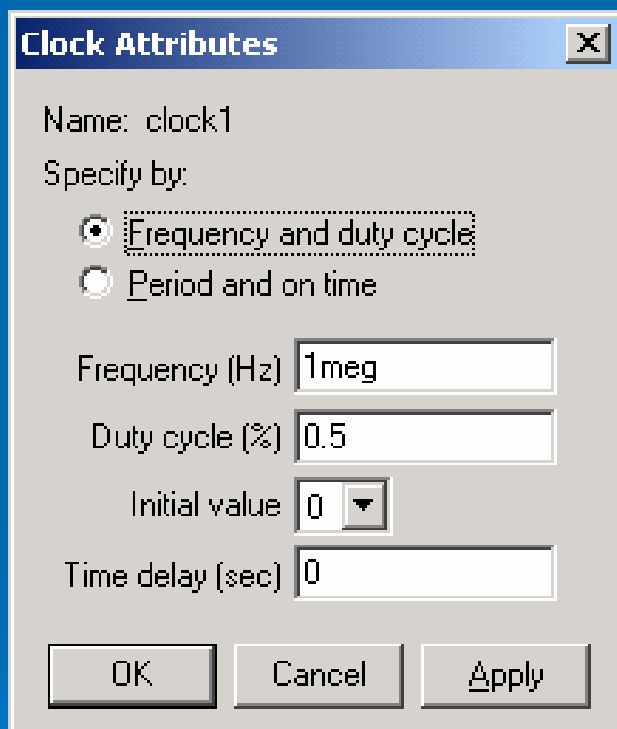
时钟信号

频率

占空比

初值

时延（上升）



Dialog box titled "Clock Attributes" for "clock1". The "Specify by:" section has "Frequency and duty cycle" selected. The "Frequency (Hz)" field is set to "1meg". The "Duty cycle (%)" field is set to "0.5". The "Initial value" dropdown is set to "0". The "Time delay (sec)" field is set to "0". Buttons for "OK", "Cancel", and "Apply" are at the bottom.

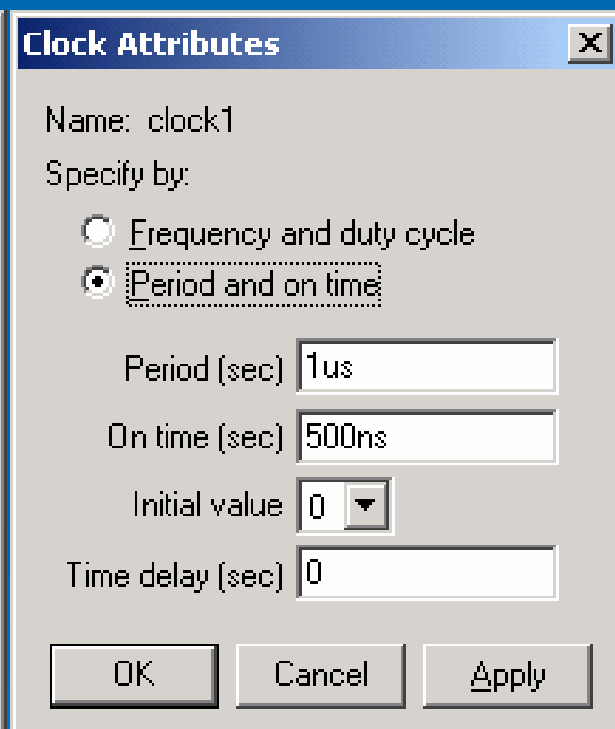
设定频率

周期

高电平时间

初值

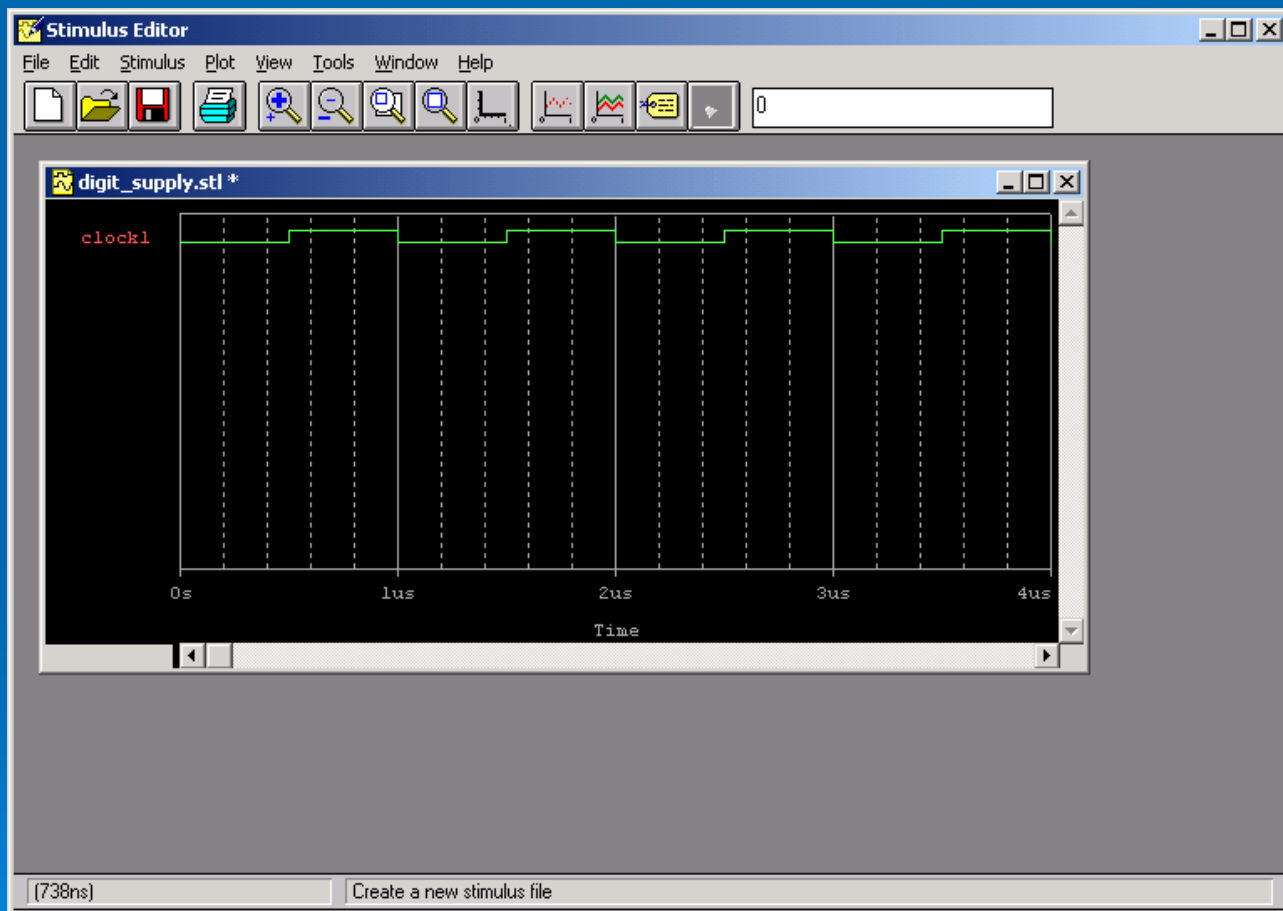
时延（上升）



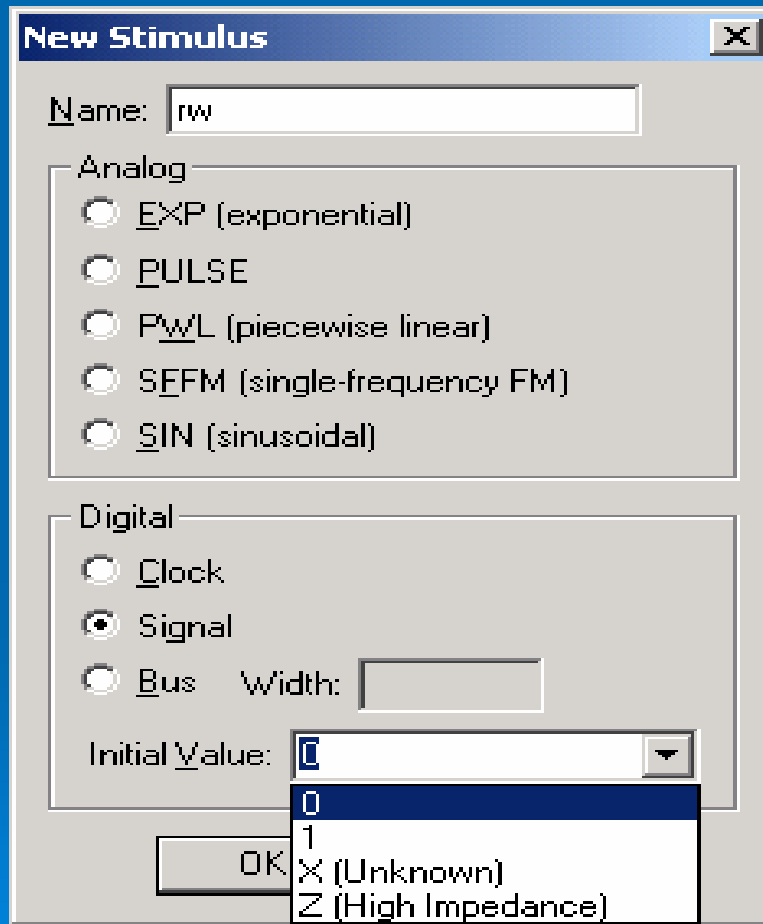
Dialog box titled "Clock Attributes" for "clock1". The "Specify by:" section has "Period and on time" selected. The "Period (sec)" field is set to "1us". The "On time (sec)" field is set to "500ns". The "Initial value" dropdown is set to "0". The "Time delay (sec)" field is set to "0". Buttons for "OK", "Cancel", and "Apply" are at the bottom.

设定周期

编辑界面

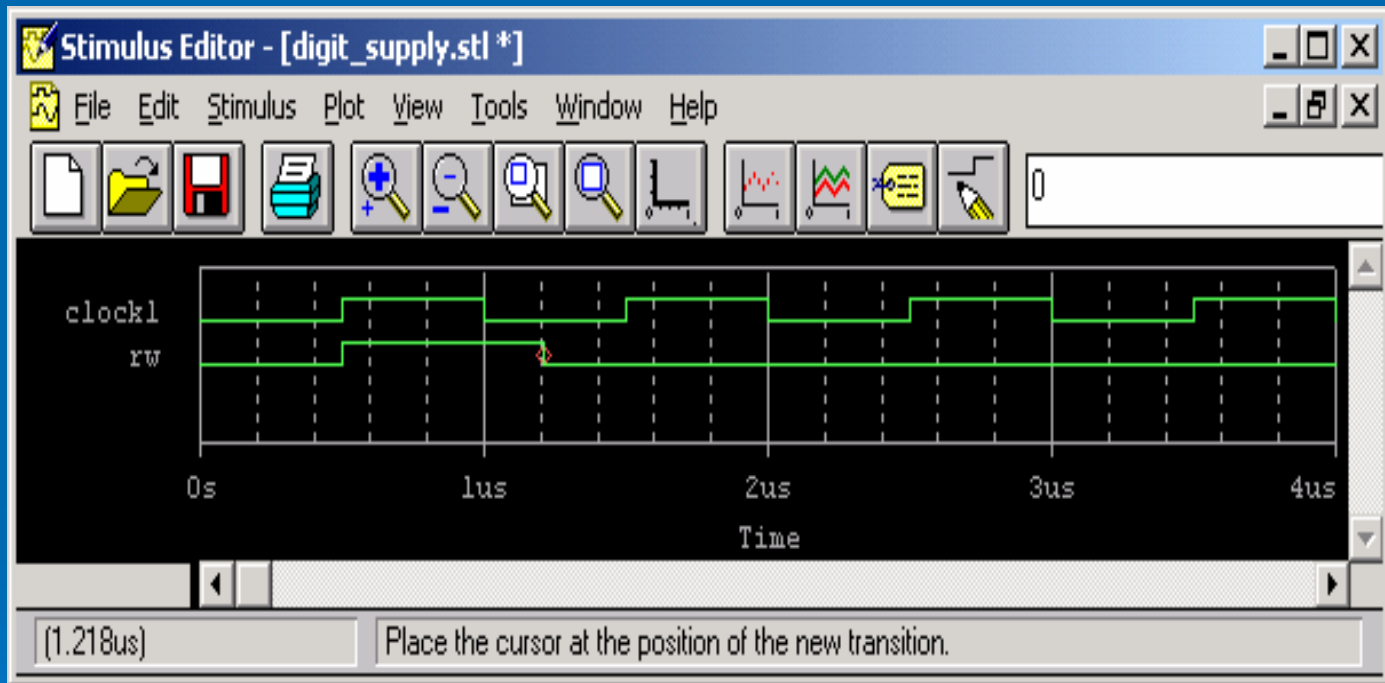


设置并编辑一位信号波形

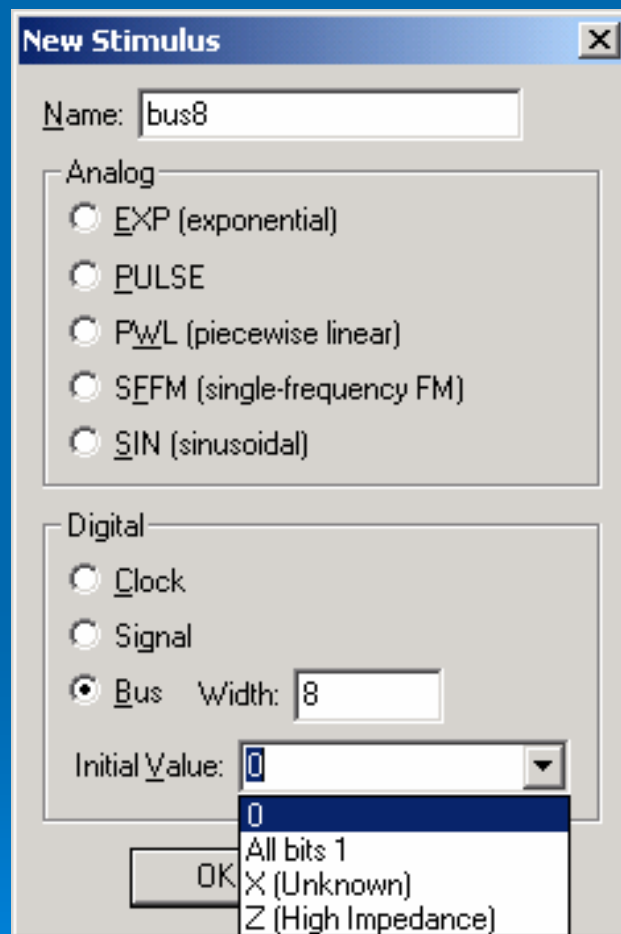


- 波形名
- 初值

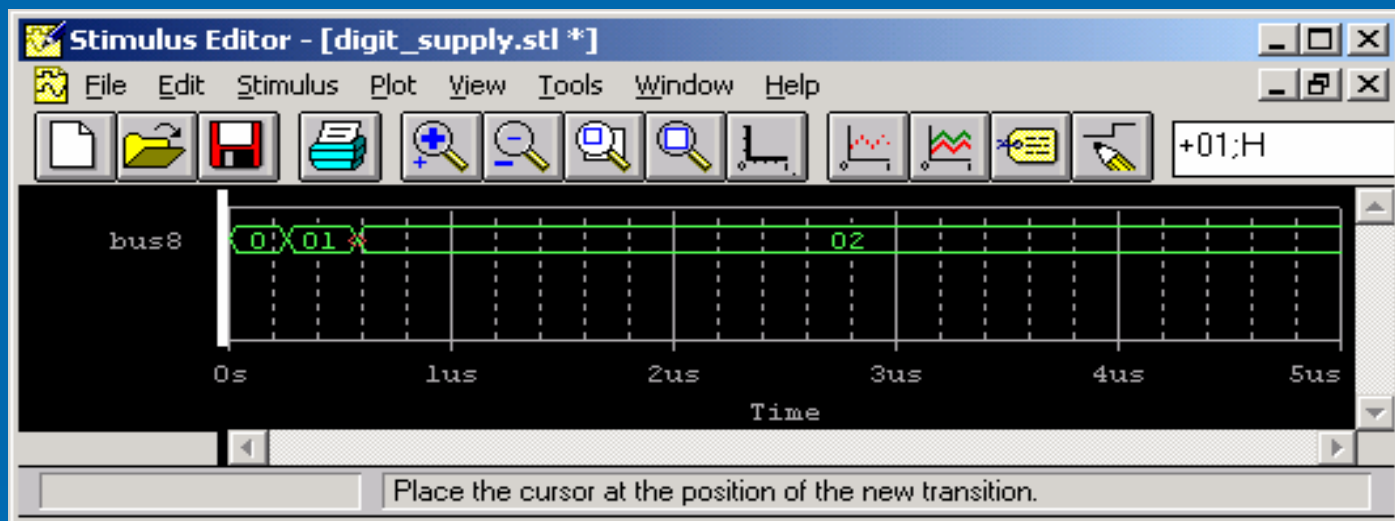
编辑一位信号



设置并编辑总线信号



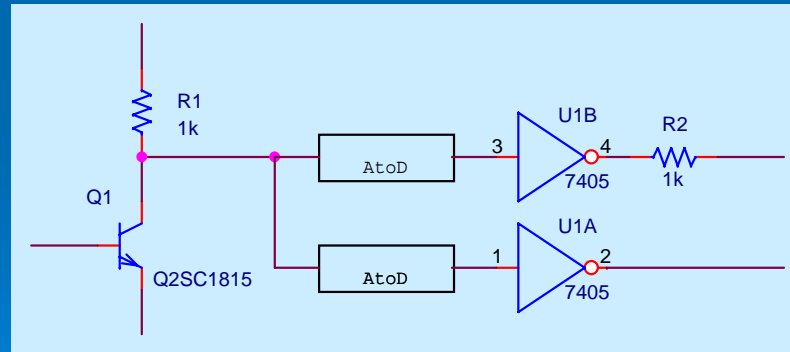
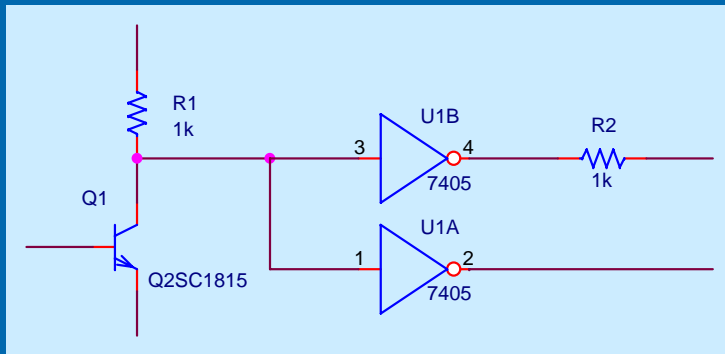
编辑总线信号



循环信号

- 建立基本波形
- 修改波形文件构成循环信号（加入循环语句）。

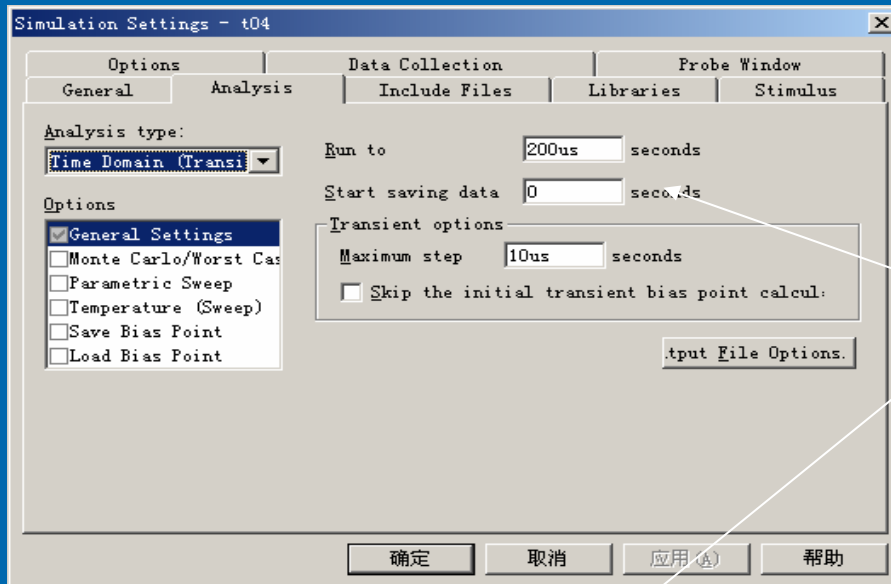
数模混合电路的节点



接口等效电路电源电压

- 由系统自动提供

仿真参数的设置



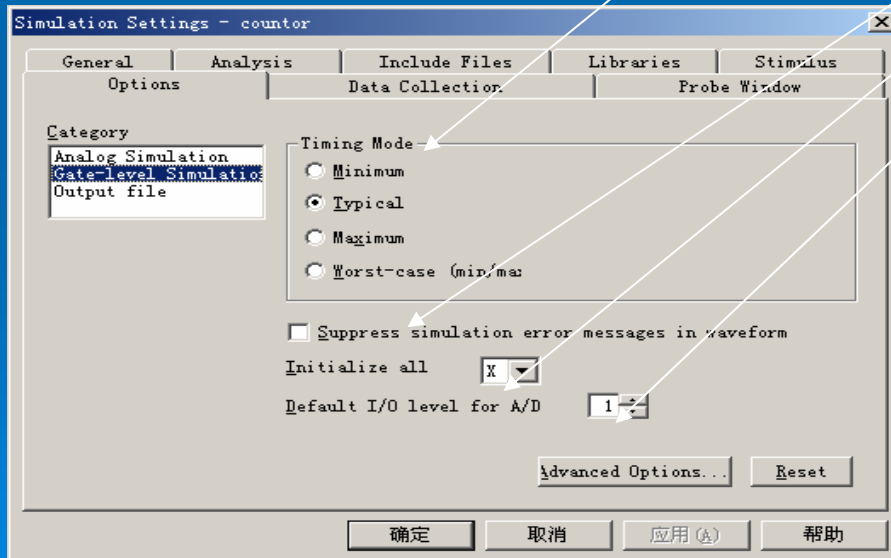
→ 进行时域分析

→ 各逻辑器件采用的缺省延迟时间，采用不同延迟的器件，修改器属性项 mntymxdly 为 1~4（顺序对应 4 种情况）任一项。

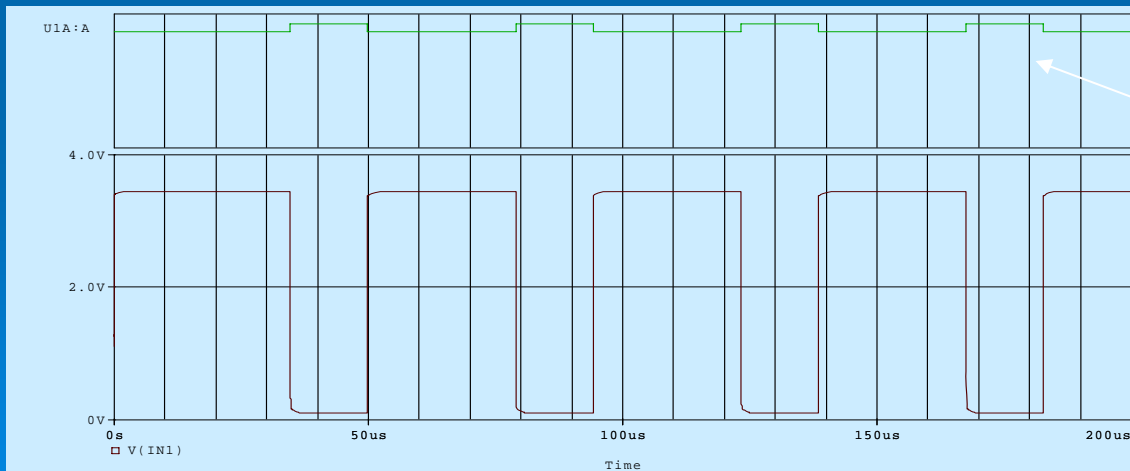
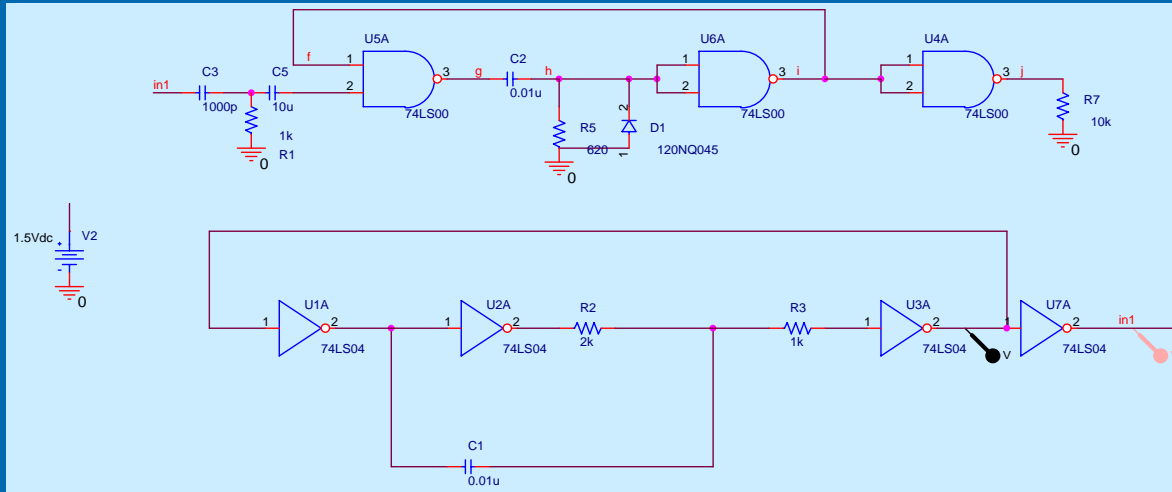
→ 显示波形时不考虑出错信息。

→ 设定触发器的初值

→ 接口型子电路模型级别

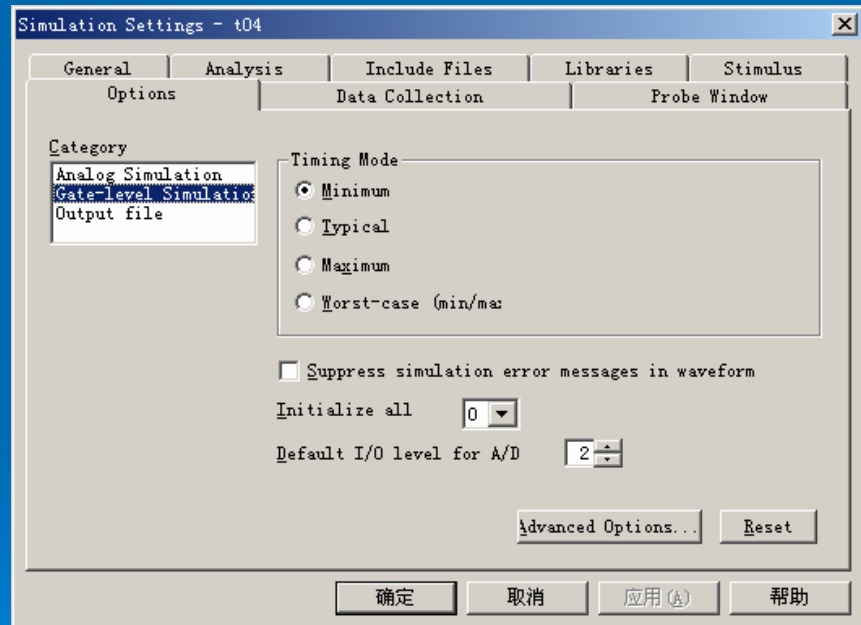
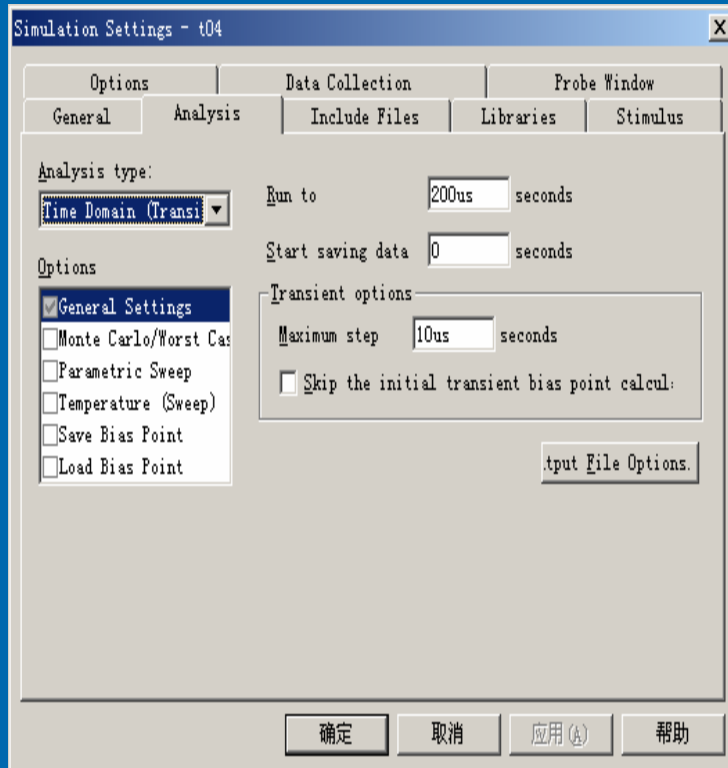


AD混合仿真



数字信号
模拟信号

仿真参数设置



End