



1087 SMA

MPLAB® 软件模拟器
高级激励

课程目标

当结束本课程之后，您将学会：

- 使用**SCL**生成器来产生复杂的，并用的时钟激励
- 产生并激励多通道**A/D** 波形输入
- 使用**SCL**生成器来纪录数据以验证程序功能

期望

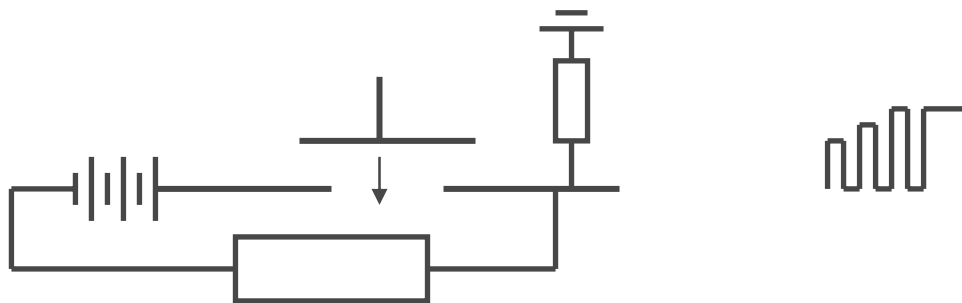
- 本课程将不涵括下列的基本操作
 - 软件模拟器
 - SCL 生成器/控制器
- 细节将在动手实验中涉及
- 教学方法
 - 实践“如何”实现该功能
 - 试验

日程

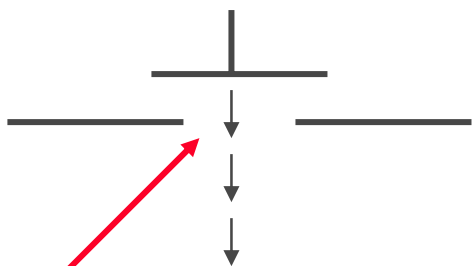
- 运用 **SCL** 生成器于复杂信号中
 - 重复的，周期性的时钟（键消抖）
实验1
 - 条件激励注入（编码器）
实验2
 - 产生并使用多通道A/D信号注入
实验3
- 纪录数据并验证运算代码
实验3b
- 发掘更多...

键消抖

- 瞬时脉冲



- 需要时重复



异步事件

触发

同步时钟

激励控制器选择

MPLAB IDE v7.31

File Edit View Project Debugger Programmer Tools Configure Window Help

Select Tool
 Clear Memory

Run F9
 Animate
 Halt F5
 Step Into F7
 Step Over F8
 Step Out
 Reset

Breakpoints... F2

StopWatch
Stimulus Controller
 SCL Generator
 Profile
 Refresh PM
 Settings...

New Scenario
 Open Scenario
 Save Scenario
 Close Scenario

Stimulus Controller - [Untitled]

Stimulus (SCL) File
 c:\bin\tests\33xxx\masters06\keybounce.scl
 Attach Detach Import/Merge

Asynchronous Stimulus

Fire	Pin / SFR	Action	Width	Units	Comments / Message
>	RD2	Pulse High	60	cyc	

Delete row

Save Scenario Exit Help

定义异步按键

● 选择引脚

- Rx?
- TxCLK

● 选择动作

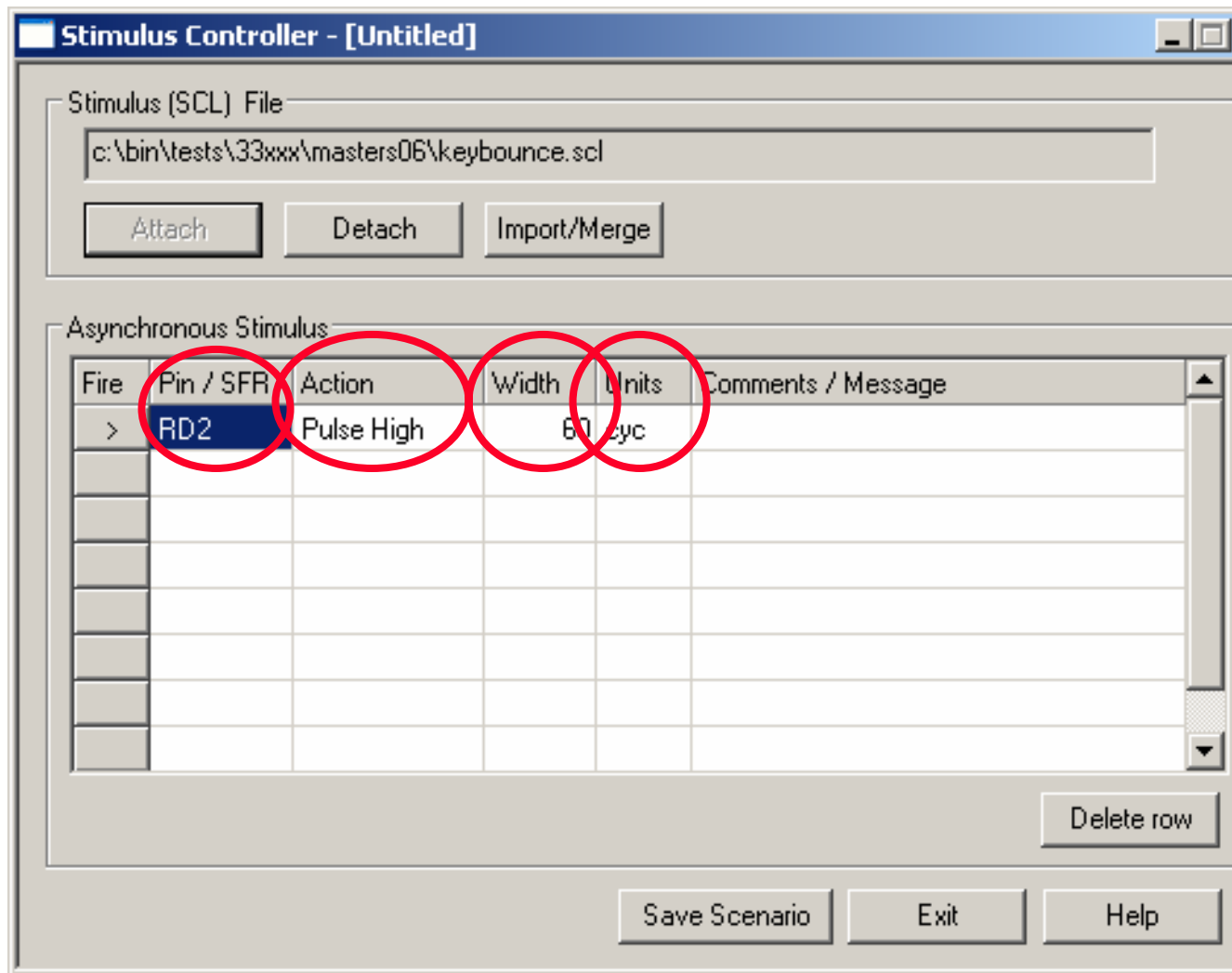
- Pulse
- High
- Low
- Toggle

● 选择宽度

- 十进制数值

● 单位

- cyc, ns
us, ms
sec



SCL 生成器选择

MPLAB IDE v7.31

File Edit View Project Debugger Programmer Tools Configure Window Help

Select Tool
 Clear Memory

Run F9
 Animate
 Halt F5
 Step Into F7
 Step Over F8
 Step Out
 Reset

Breakpoints... F2

StopWatch
 Stimulus Controller

SCL Generator

Profile
 Refresh PM
 Settings...

New Workbook
 Open Workbook
 Save Workbook
 Close Workbook

SCL Workbook - [Untitled]

Pin / Register Actions Advanced Pin / Register Clock Stimulus Register Injection Register Trace

Label	Pin	Initial	Low Cyc	High Cyc	Begin	End	Comments

Begin

☒ At Start
☐ PC = hex/label
☐ Cycle = dec absolute time
☐ Pin = is

End

☒ Never
☐ PC = hex/label
☐ Cycle = dec
☐ Pin = is

Generate SCL From Workbook Delete Row Save Workbook Exit Help

同步时钟

SCL Workbook - C:\...\Keybounce.sbs

Pin / Register Actions Advanced Pin / Register Clock Stimulus Register Injection Register Trace

Label	Pin	Initial	Low Cyc	High Cyc	Begin	End	Comments
Keybounce	RD2	Low	5	5	RD2 is High	50 cyc+	10 oscillation per trigger

- 每行提供一个独立时钟
- 标号(label)可选
- 选择要注入时钟的引脚
- 指定初始状态
- 低电平时间
- 高电平时间
- 注释(comments)可选

同步时钟

- 在“Begin”列的编辑框指定时钟何时开始
- “At Start”表示在指令开始执行时开始，缺省
- “PC”表示到某一PC值或在某一指定的标号处开始

Register	Clock Stimulus		Register Injection
High Cyc	Begin	End	Com
	5 RD2 is High	50 cyc+	10 o

- “Cycle”表示从程序开始执行后到了某个绝对指令周期数时开始，或是到从上个时钟作用后的相对指令周期数时开始
- “Pin”表示选中的引脚状态变为所选的状态时开始。RD2 :- Port D bit 2

同步时钟

ister	Clock Stimulus		Register Injector
	High Cyc	Begin	End
i	5	RD2 is High	50 cyc+
			10 o:

- “End” 列编辑框指定时钟何时结束
- “Never” 表示此时钟永不停止，缺省
- “PC” 表示到达某PC值或者指定的标号处停止

“Cycle”表示从程序开始执行到了某个绝对指令周期数时结束，或是到时钟开始作用后的相对指令周期数时结束

“Pin”表示选中的引脚状态变为所选的状态时结束

End

☐ Never

☐ PC = hex/label

☒ Cycle = dec

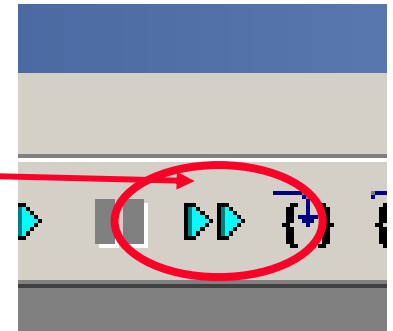
☐ Pin = is

测试...

- 是否需要代码？

不一定...

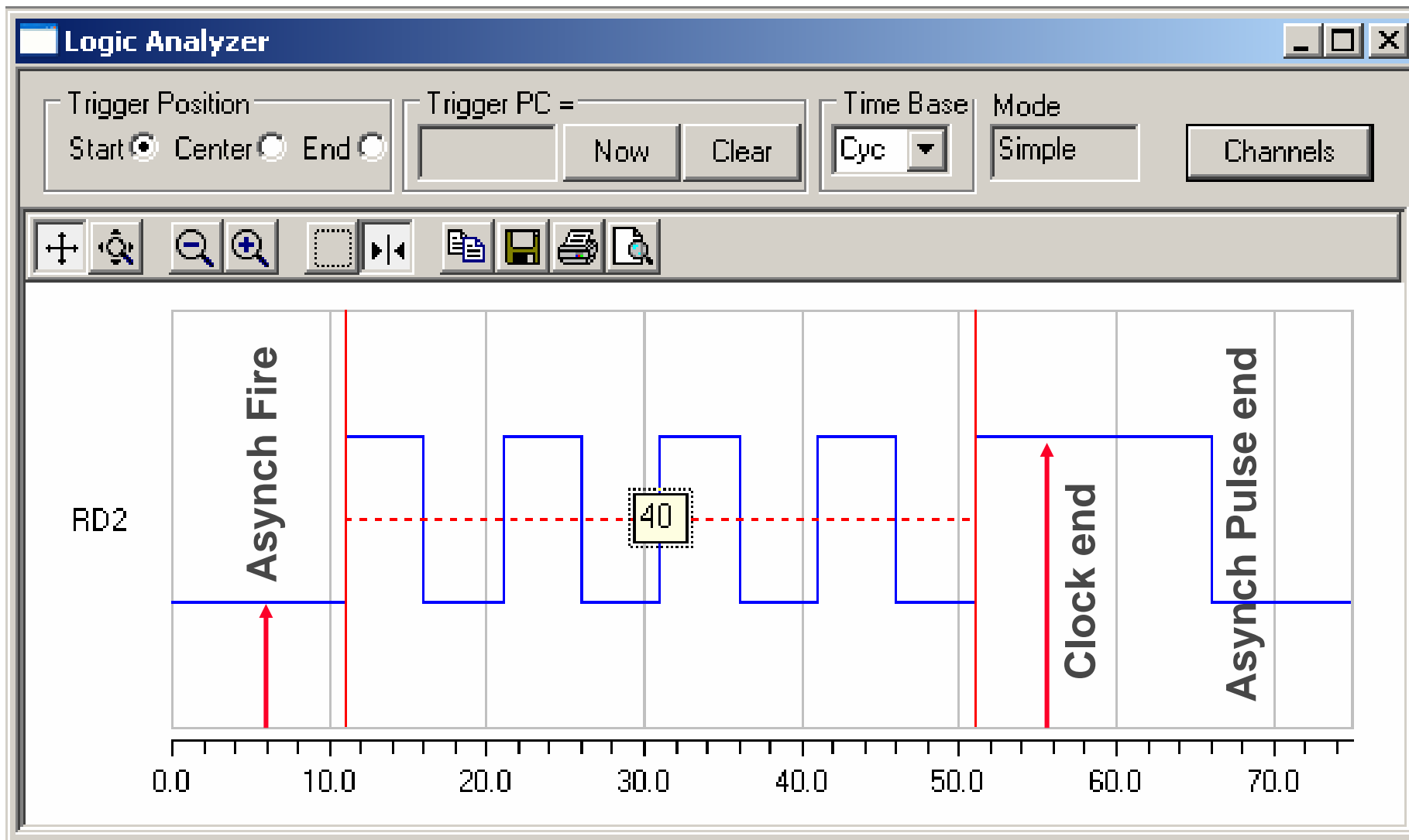
 - 建一个simple.asm文件
 - 第一行: goto 0
 - 第二行: end 伪指令
- 使用**Quick Build** (*Project>Quickbuild*)
- 确保使能了“Trace”
- “连续单步”(Animate)来跑程序
- 点击“**Fire**”按钮
- 暂停“**Halt**” 连续单步并察看逻辑分析仪。选择 **RD2**



实验演示

- 打开**Stimulus Controller**
 - 定义一个异步高脉冲于RD2
- 打开**SCL Generator**
 - 定义时钟脉冲
 - 生成SCL
- 用**Stimulus Controller**粘附**SCL文件**
- 开始测试

结果

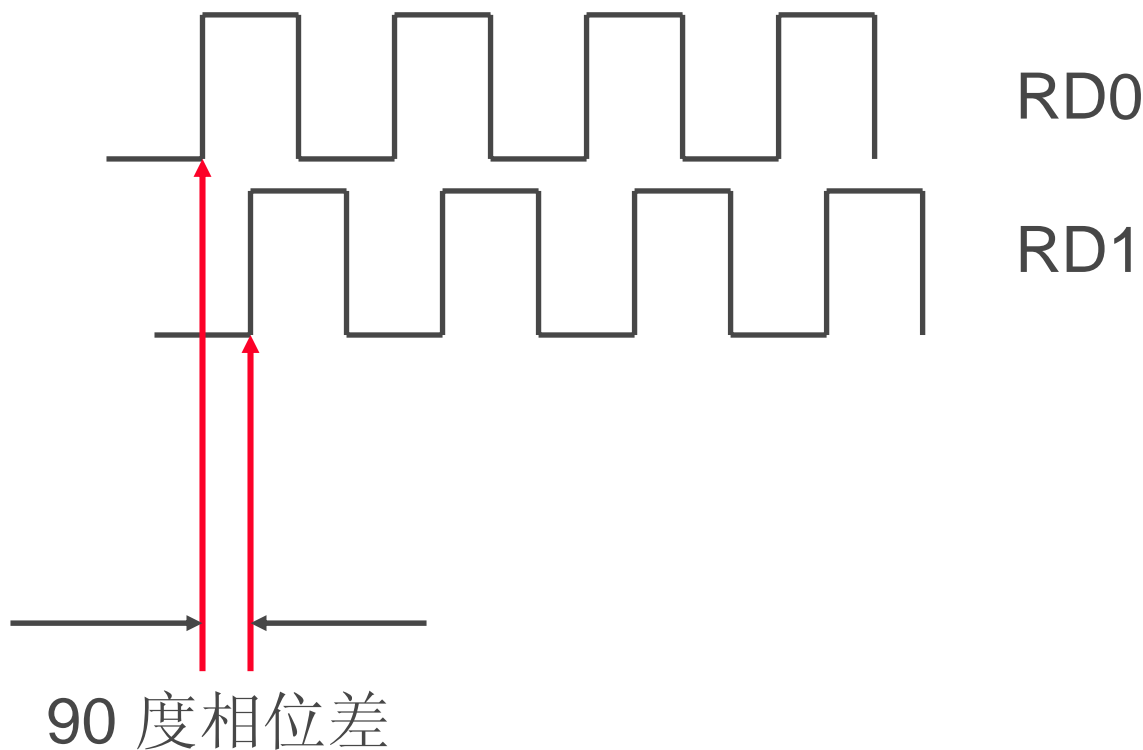
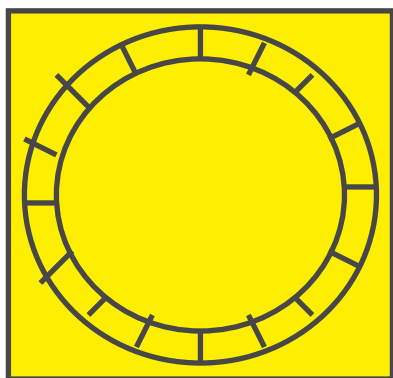




编码器

编码器

● 两个脉冲序列



编码器

● 第一个脉冲序列

- 与键消抖的方法相同
- 使用“时钟”激励 (产生6个高脉冲，即6低6高)
- 依引脚状态来触发
- 按预设时间来运行



RD0

编码器

● 第二个脉冲序列

- 使用 “Advanced Pin / Register” 选项卡
- 根据第一个脉冲序列，产生一个脉冲序列，需要设置条件

SCL Workbook - C:\...\Encoder.sbs

Pin / Register Actions **Advanced Pin / Register** Clock Stimulus Register Injection Register Trace

Define Conditions

Condition	Pin	When Changed	Wait	Comments
COND1	Pin	RD0 = 1	3 cyc	
COND3	Pin	RD0 = 0	3 cyc	

高级引脚/寄存器

SCL Workbook - C:\...\Encoder.sbs

Pin / Register Actions Advanced Pin / Register Clock Stimulus Register Injection Register Trace

Define Triggers

Enable	Condition	Type	Re-Arm Delay	RD1	Click here to Add Signals
<input checked="" type="checkbox"/>	COND1	Cont	0 cyc	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	COND3	Cont	0 cyc	0	
<input type="checkbox"/>	COND1	Cont	5 ms	0	
<input type="checkbox"/>	COND3	1x		1	

Define Conditions

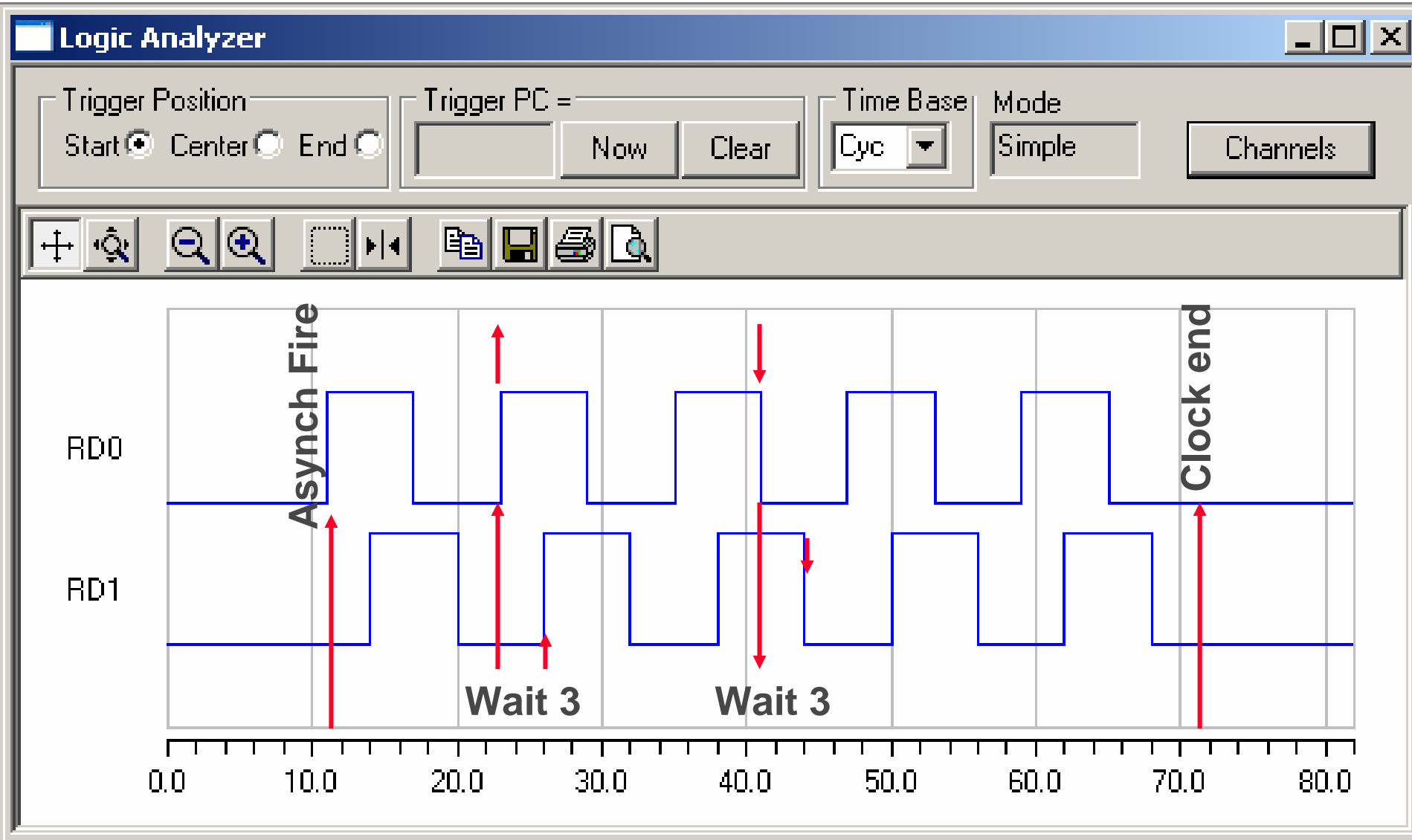
Condition	When Changed				Wait	Comments
COND1	Pin	RD0	=	1	3 cyc	
COND3	Pin	RD0	=	0	3 cyc	

Generate SCL From Workbook Delete Row Save Workbook Exit Help

实验演示

- 打开 **Stimulus Controller**
 - 定义一个异步置高事件于RD0
- 打开 **SCL Generator**
 - 定义一个持续12cycle的时钟脉冲
 - 根据第一个时钟脉冲定义第二个
 - 生成SCL
- 使用**Stimulus Controller**，粘附**SCL**文件
- 开始测试

结果





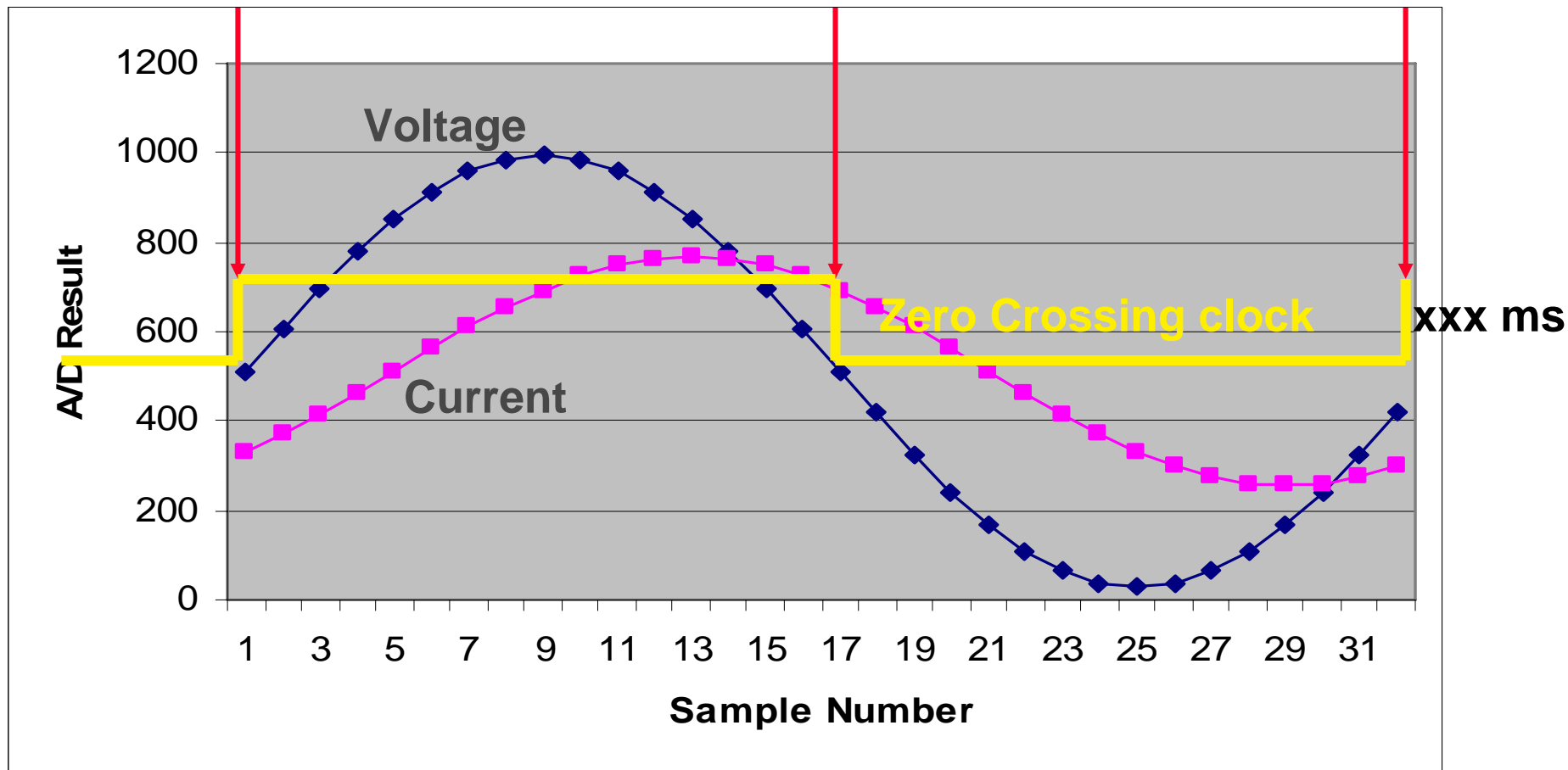
多通道A/D输入的 过零检测

过零检测应用

- 运用于
 - 交流电表
 - 断路器
 - UPS 系统
 - 交流电机
 - 电器的速度控制
- 用来同步**A/D**转换和计算与电流线的周期
 - 电流线的频率，相位与A/D采样的时间点都来源于过零点
- 断路器:- 用来同时采样两个**A/D**通道的电压和电流
 - 检测到过流时切断输出

电源

● 两个波形：电压 & 电流



断路器过零(ZC) 实验

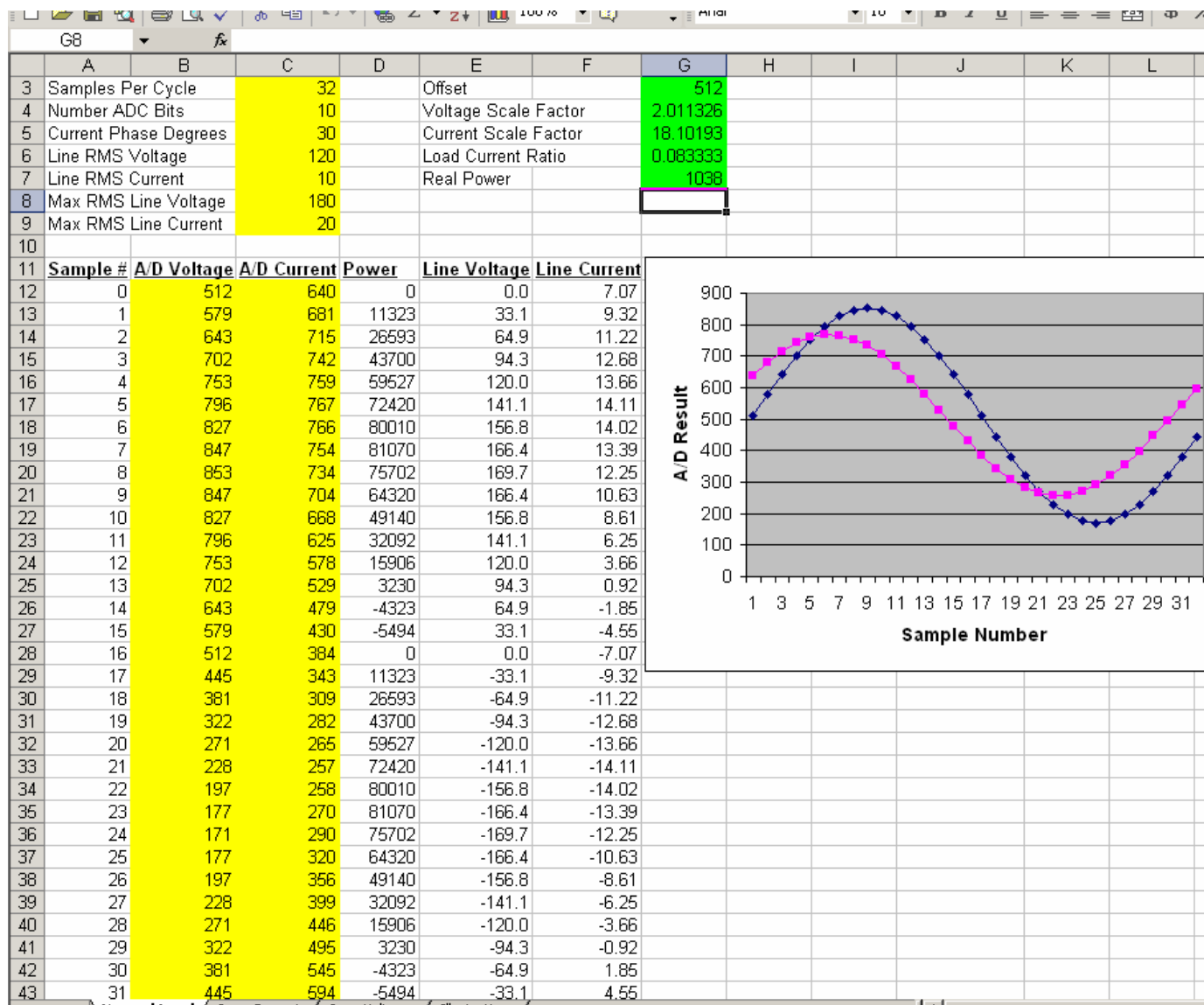
- 使用一个 **MPLAB® IDE** 项目:- 应用代已写好，来完成下列功能：
 - 每个线周期(美国是60Hz)，电流电压各采32个点
 - 计算电压有效值，实际功率，从而检测过流过压状况
 - 根据过零点的间隔来确定和调整采样率。并反馈给输入捕捉（调整**TIMER3**）
 - **TMR3** 触发ADC

断路器软件模拟要求

- **2组A/D数值（按比例）注入到2个通道的A/D外设**
- **过零(ZC)时钟加到输入捕捉外设**
- **输出真正的功率数据来验证运算**
- **多组的数据来测试不同的场合**
 - 正常运行
 - 过流
 - 过压

A/D 数据 :- EXCEL 表格

制作2列
 数据，结
 果图表化
 拷贝两列
 数据，并
 粘贴到一个
 数据文件
xxx.txt



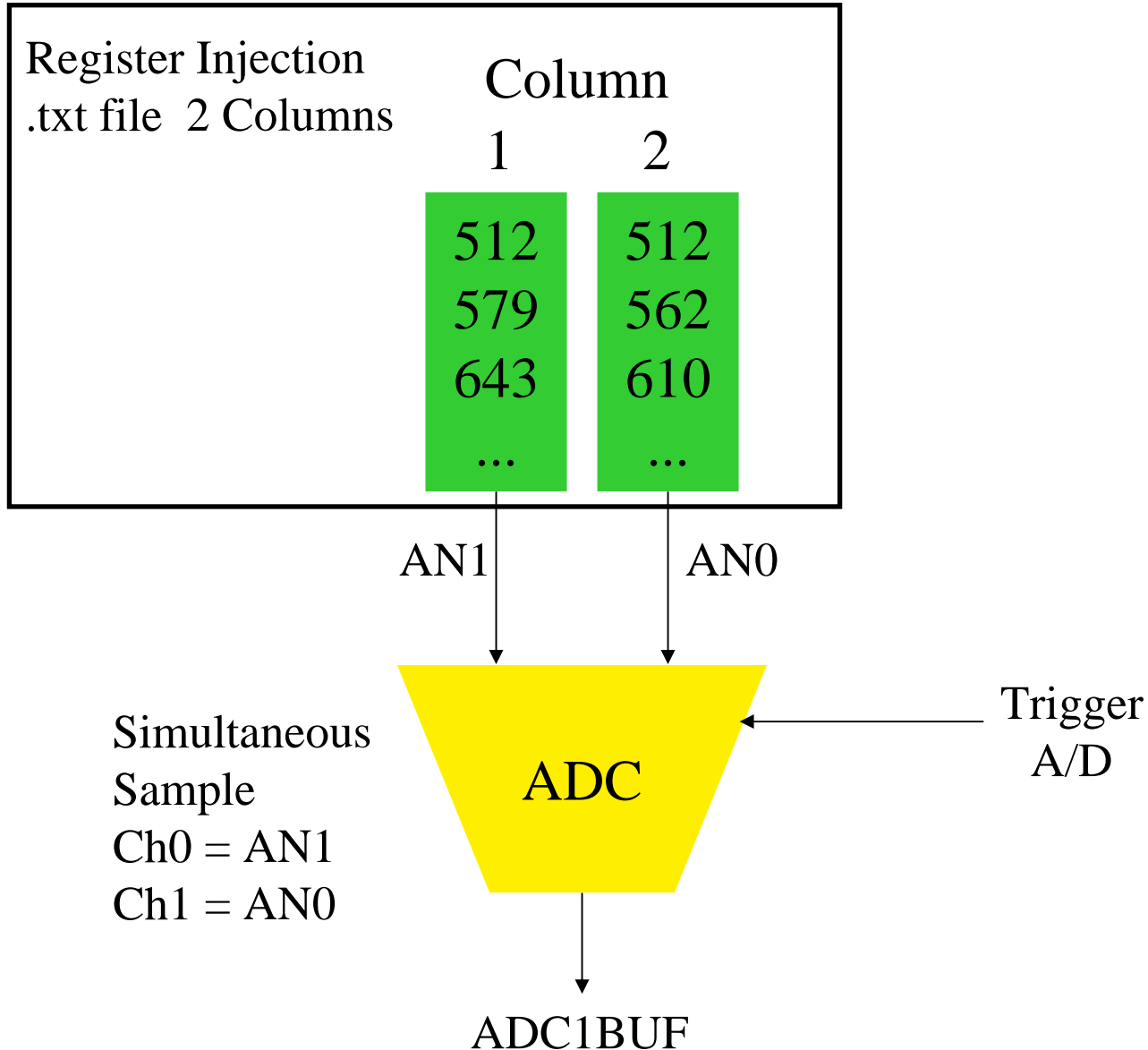
数据文件

- 数值之间有空格
 隔开
- 一行代表一组**A/D**
 结果数值
- **N**通道的**A/D**采样
 值就有**N**列的数据

The screenshot shows a TextPad window titled "TextPad - [Document1 *]". The window contains a list of numerical data organized into two columns. The data is as follows:

512	512
611	412
707	316
795	228
873	150
936	87
984	39
1013	10
1023	1
1013	10
984	39
936	87
873	150
795	228
707	316
611	412
512	512
412	611
316	707
228	795
150	873
87	936
39	984
10	1013
1	1023
10	1013
39	984
87	936
150	873
228	795
316	707
412	611

A/D 数值注入



A/D 寄存器注入

SCL Workbook - [Untitled]

Pin / Register Actions

Advanced Pin / Register

Clock Stimulus

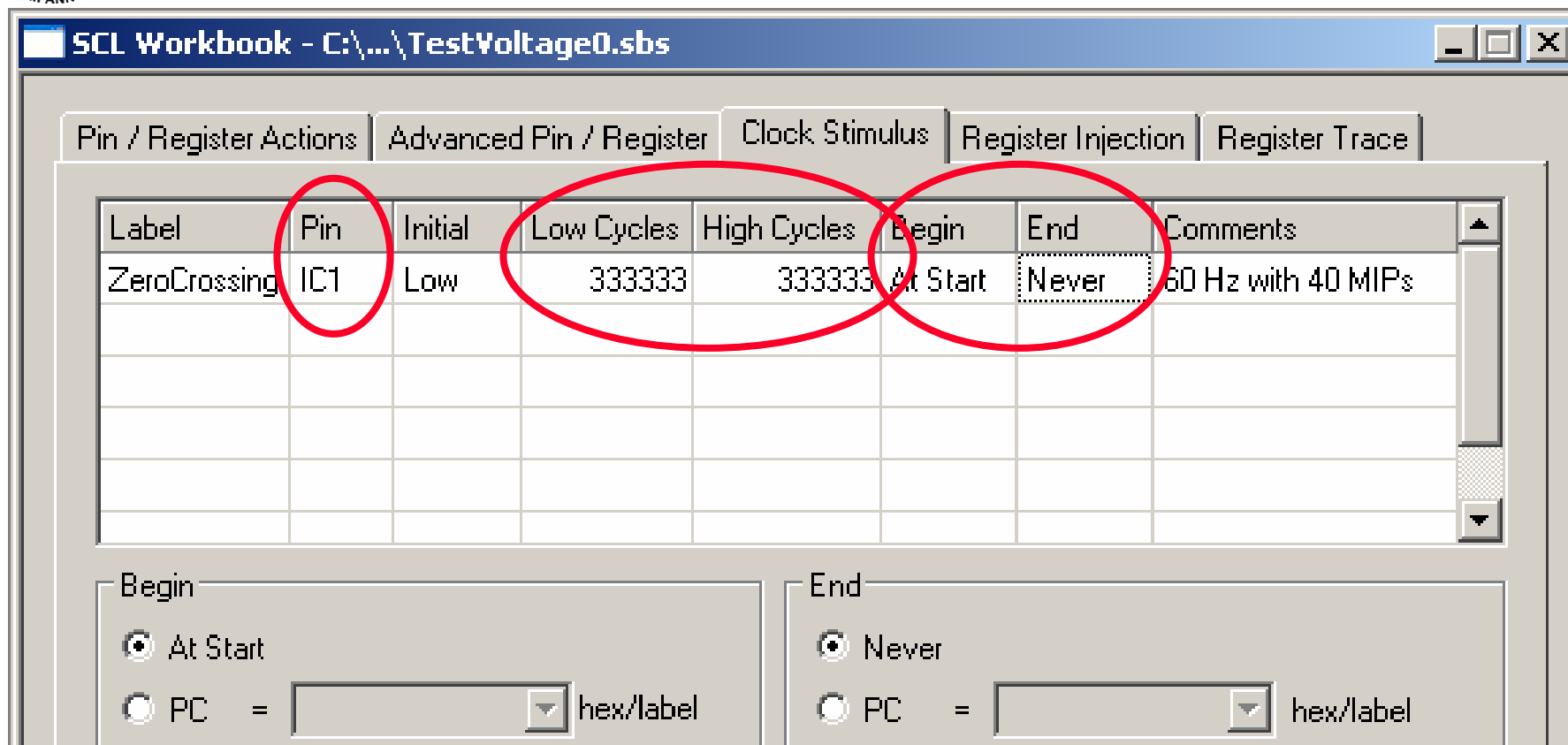
Register Injection

Register Trace

Label	Reg / Var	Trigger	PC Value	Width	Data Filename	Wrap	Format	Comments
(optional)	ADRESL	Demand			C:\bin\Tests\33xxx\	Yes	Dec	(optional)

- 每一行提供一个独立的寄存器注入
- 要注入数据的寄存器或变量
- 出发类型要求(读时) 或者 PC= '标号'
- 数据宽度
- 数据文件名
- 循环 (一直继续直到用户停止)
- 格式
- 注释可选

过零时钟

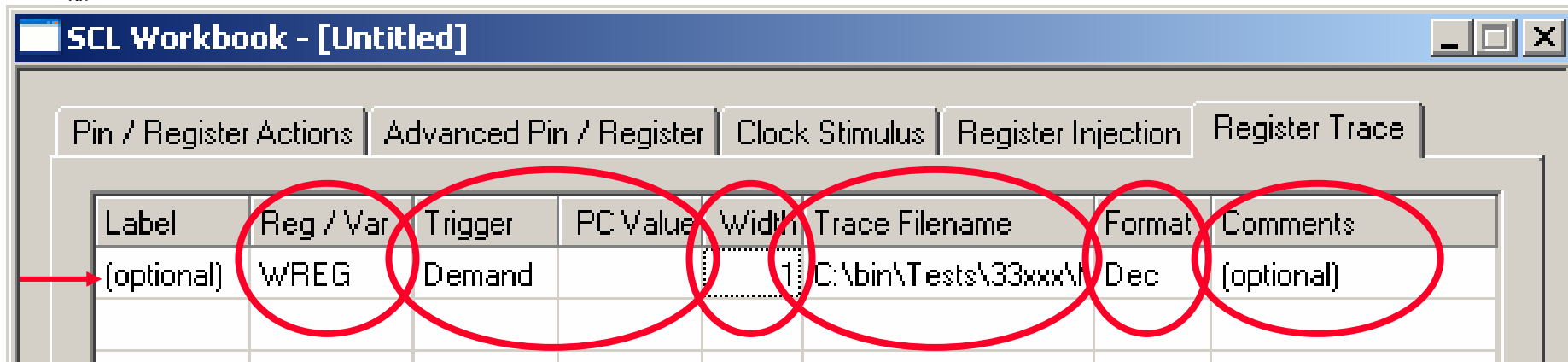


- 产生一个时钟来模仿过零检测
- 使用一个从头开始永无终止时钟激励

实验演示

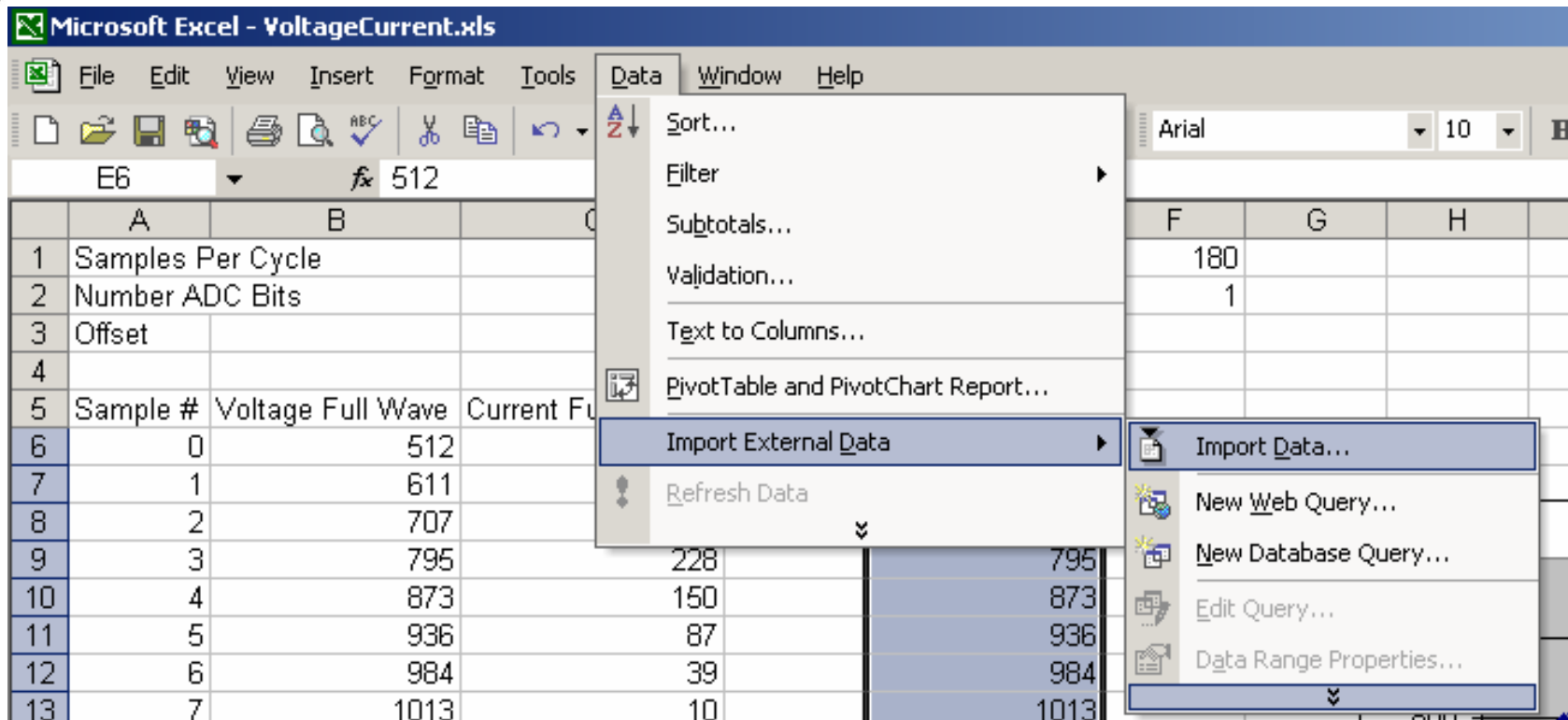
- **A/D数据文件使用:- VoltageCurrent.xls**
- 使用项目工作区文件: **CircuitBreaker.mcw**
- 产生一个**60hz ZC (过零)** 时钟激励, 在**SCL**产生器中粘附 **A/D** 数据文件
- 生成 **SCL**, 粘附激励
- 编译, 执行代码
- 察看**watch**窗口, 显示 “**Power**”
- 察看 **file registers**, 在**DMA ram**中显示数据
察果

寄存器跟踪



- 每一行提供一个独立的寄存器跟踪
- 标号可选
- “跟踪”数据来源的寄存器或变量
- 出发类型要求(写时) 或 PC= ‘标号’时
- 数据宽度
- 数据文件名
- 格式
- 注释可选

在EXCEL表中验证



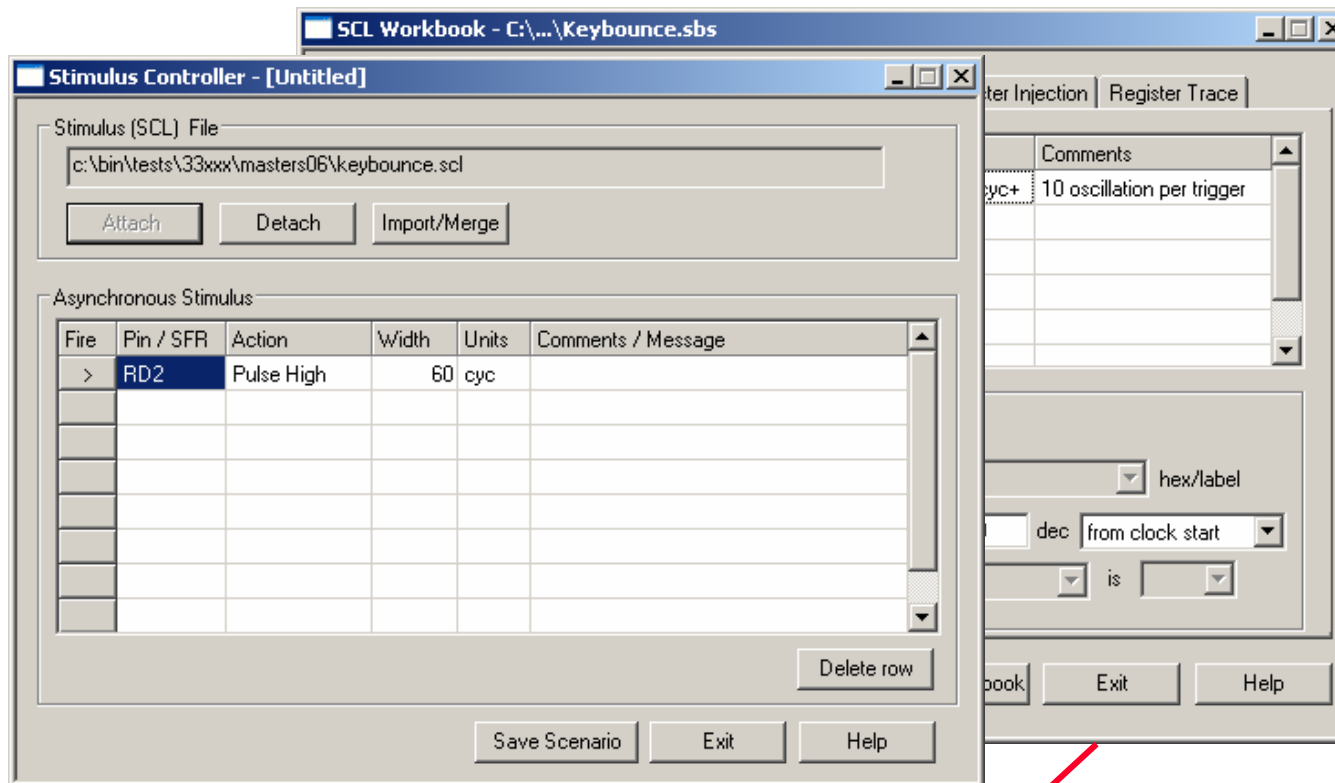
- 打开Excel文件 **VoltageCurrent.xls**
- 导入或剪贴或粘贴刚刚“跟踪”产生的数据
- 与计算的数值进行比较

实验演示

- 使用刚用到的**SCL Generator** 工作簿
- 在标号“**TracePower**”处添加对变量“**Power**”的跟踪
- 生成**SCL**. 文件，已粘附激励
- 执行代码。等到**watch** 窗口中“**RealPower**”已经更新到期望的数值
- 解附激励，关掉“跟踪”文件
- 验证“跟踪”数据与**Excel**表里的实际数据

发掘更多... 7.41 ->

7.40与7.41的不同 > One Step Stimulus



MERGING

发掘更多... 7.41 ->

7.40与7.41的不同 > One Step Stimulus

The screenshot displays the Stimulus software interface. The main window is titled "Stimulus - C:\...\testVinceOnestep.sbs". It features a tabbed interface with the following tabs: "Pin / Register Actions", "Advanced Pin / Register", "Clock Stimulus", "Register Injection", "Register Trace", and "Asynch". The "Asynch" tab is highlighted with a red circle, and a red arrow points to it from the "Generate SCL From Workbook" button in the Stimulus Controller window.

The Stimulus Controller window, titled "Stimulus Controller - [Untitled]", shows a table of asynchronous stimulus actions. The table has columns: "Fire", "Pin / SFR", "Action", "Width", "Units", and "Comments / Message". The first row shows a pulse high action for pin RD2.

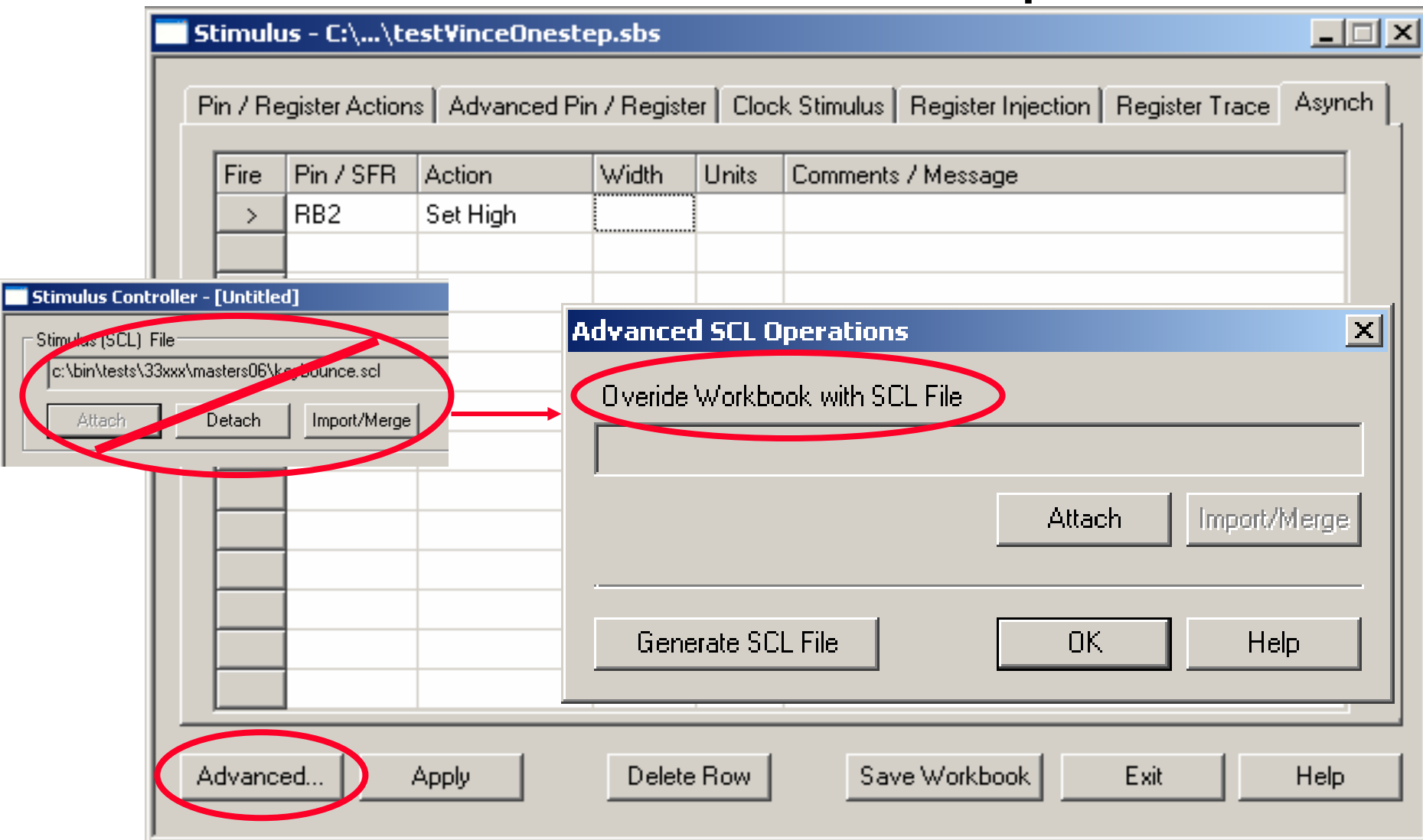
At the bottom of the Stimulus Controller window, there are three buttons: "Generate SCL From Workbook", "Delete Row", and "Save Workbook". The "Generate SCL From Workbook" button is circled in red, and a red arrow points from it to the "Apply" button in the main Stimulus window.

The main Stimulus window also has a "Generate SCL From Workbook" button at the bottom, which is also circled in red. The "Apply" button is circled in red at the bottom of the main window.

Fire	Pin / SFR	Action	Width	Units	Comments / Message
>	RD2	Pulse High	60	ns	

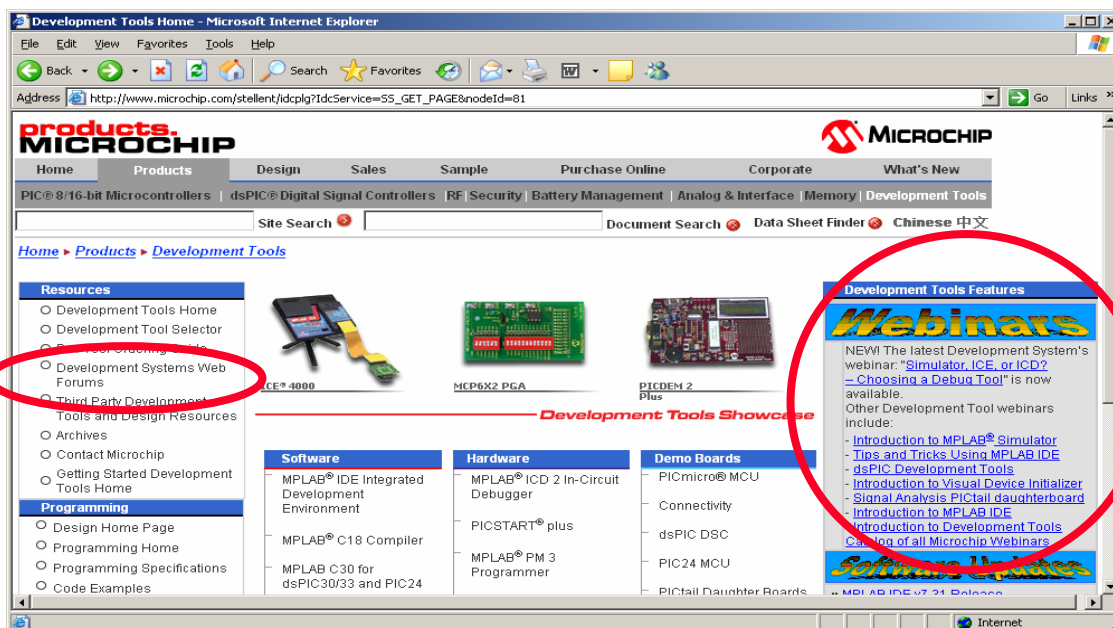
发掘更多... 7.41 ->

● 7.40与7.41的不同 > One Step Stimulus



去哪里发掘更多的东西

- MPLAB® IDE Help
- 附录 – 实用链接 & 动手实验
- 论坛 / 网上研讨会
 - <http://forum.microchip.com>
 - <http://techtrain.microchip.com/webseminars>



总结

- 复杂信号
 - 键消抖
 - 译码器
- 多通道的**A/D**激励
- 纪录数据并校验
- 更多...