

实验八 正弦信号发生器的设计

一、实验目的

1. 熟悉 QuartusII 软件的相关操作，掌握数字电路设计的基本流程。
2. 掌握用 QuartusII 软件中的 MegaWizard 命令定制 IP 模块。
3. 了解嵌入式逻辑分析仪 SignalTap II 的使用。

二、实验原理

正弦信号发生器如图 1 所示，包含两个部分：一个部分:ROM 的地址发生器，由 6 位计数器担任；一个正弦数据 ROM,由 LPM_ROM 模块构成。LPM_ROM 底层是 FPGA 中 EAB 或 M4K 等模块。地址发生器的时钟 CLK 的输入频率 f_0 与每周期的波形数据点数（在此选择 64 点），以及 D/A 输出的频率 f 的关系是： $f=f_0/64$

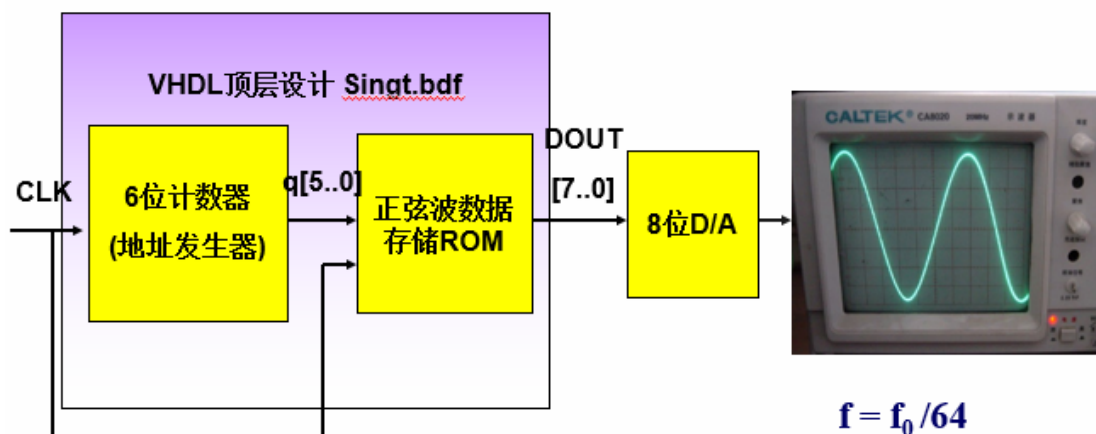


图 1 正弦信号发生器结构框图

三、实验内容

1. 建立一个存储正弦信号数据的 mif 文件。
2. 用 Quartus II 软件中的 MegaWizard 命令定制一个 ROM 模块，存储正弦信号数据。
3. 用 Verilog 语言设计一个 6 位计数器产生地址信号，并调用 ROM 子模块。
4. 通过时钟边沿的驱动来加载存放在 ROM 中的数据，送到输出端口，实现正弦信号数据的输出。
5. 通过嵌入式逻辑分析仪窗口察看 ROM 数据中读到的数据。
6. 利用 FPGA 中 ROM 的在系统数据读写测试。

四、引脚分配情况

下表为 B-ICE-EDA/SOPC 开发实验平台引脚分配表

设计端口	芯片引脚	开发平台模块
clk	T1	50M 主时钟
dout[0]		不接外设
dout[1]		
dout[2]		
dout[3]		
dout[4]		
dout[5]		
dout[6]		
dout[7]		

五、实验步骤

1. 创建工程

在 D 盘中新建一个文件夹 D:\singt，此文件夹用于存放整个工程。

2. 新建*.mif 文件

在菜单中选择 File—> New，选择 Memory Initialization File。单击 OK 按钮后产生 ROM 数据文件大小选择窗口。参数如图 1 所示。

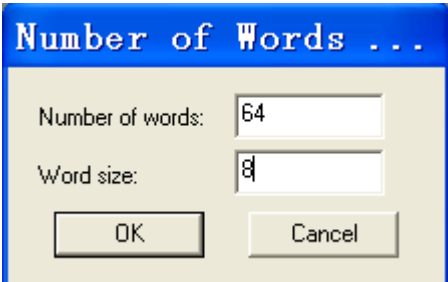


图 1

单击 OK 按钮。将出现如图 2 所示的空的 mif 数据表格。

Mif1.mif								
Addr	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0

图 2

将波形数据填入此表中，完成后，将此文件保存为 romd.mif.

romd.mif								
Addr	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
0	255	254	252	249	245	239	233	225
8	217	207	197	186	174	162	150	137
16	124	112	99	87	75	64	53	43
24	34	26	19	13	8	4	1	0
32	0	1	4	8	13	19	26	34
40	43	53	64	75	87	99	112	124
48	137	150	162	174	186	197	207	217
56	225	233	239	245	249	252	254	255

图 3

3. 定制 LPM_ROM 元件

在设计正弦信号发生器前，必须首先完成存放波形数据 ROM 文件。

在 Tools 打开 MegaWizard Plug-In Manager 初始对话框，产生如图所示的界面，选择编辑宏功能模块，如图 4~图 10 所示设置参数：

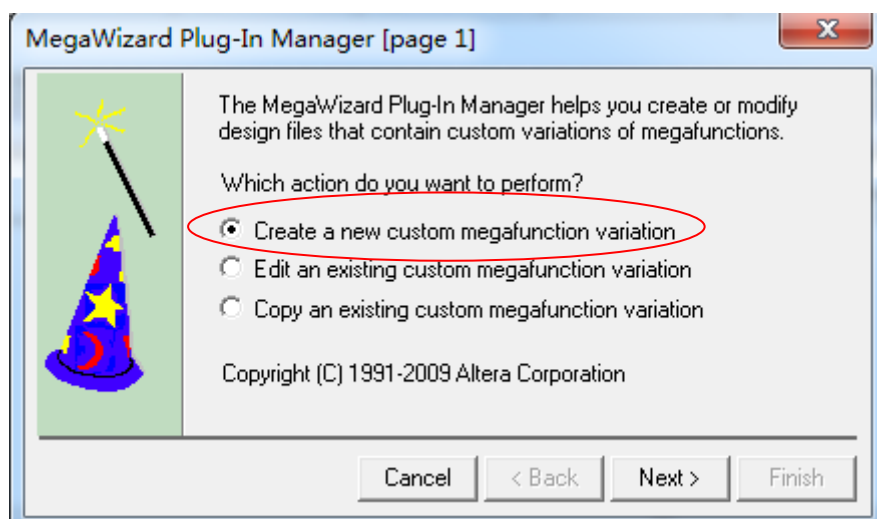


图 4

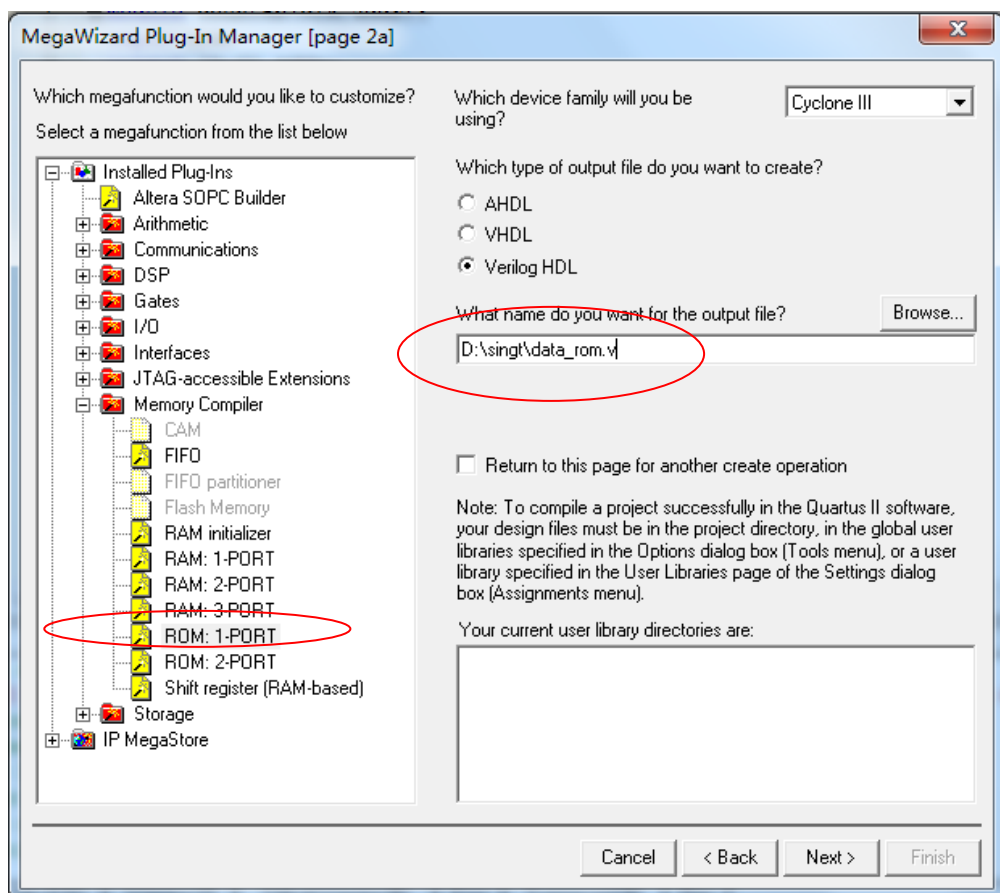


图 5

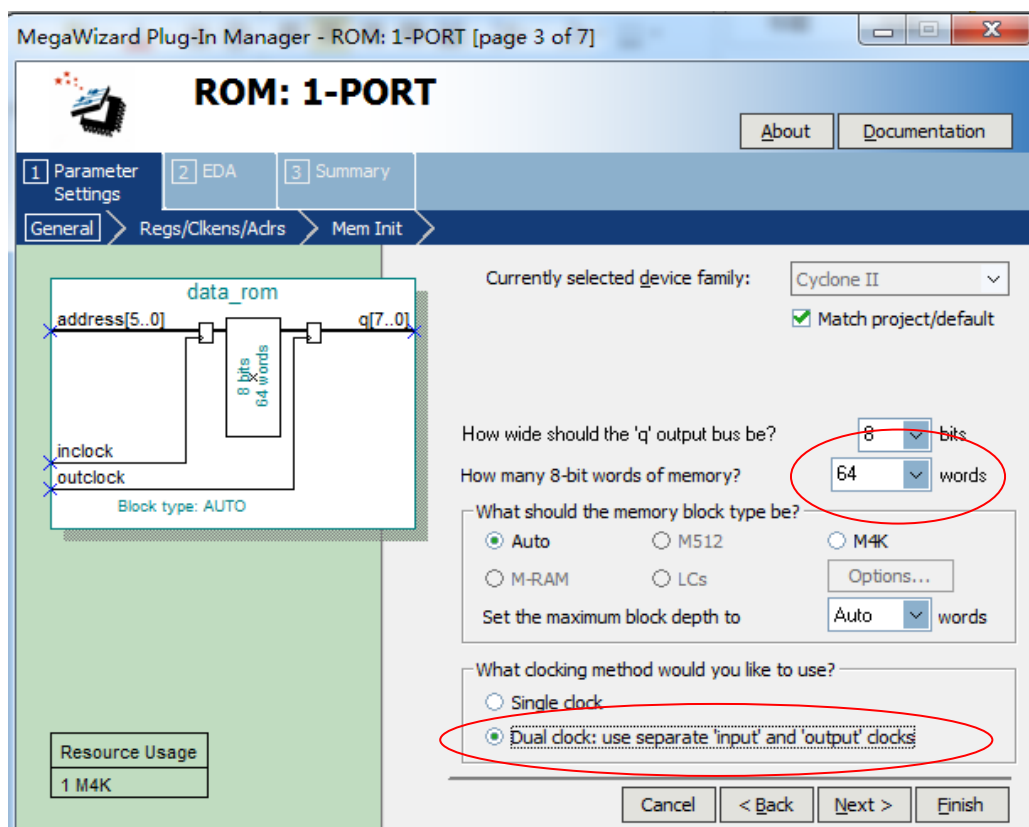


图 6

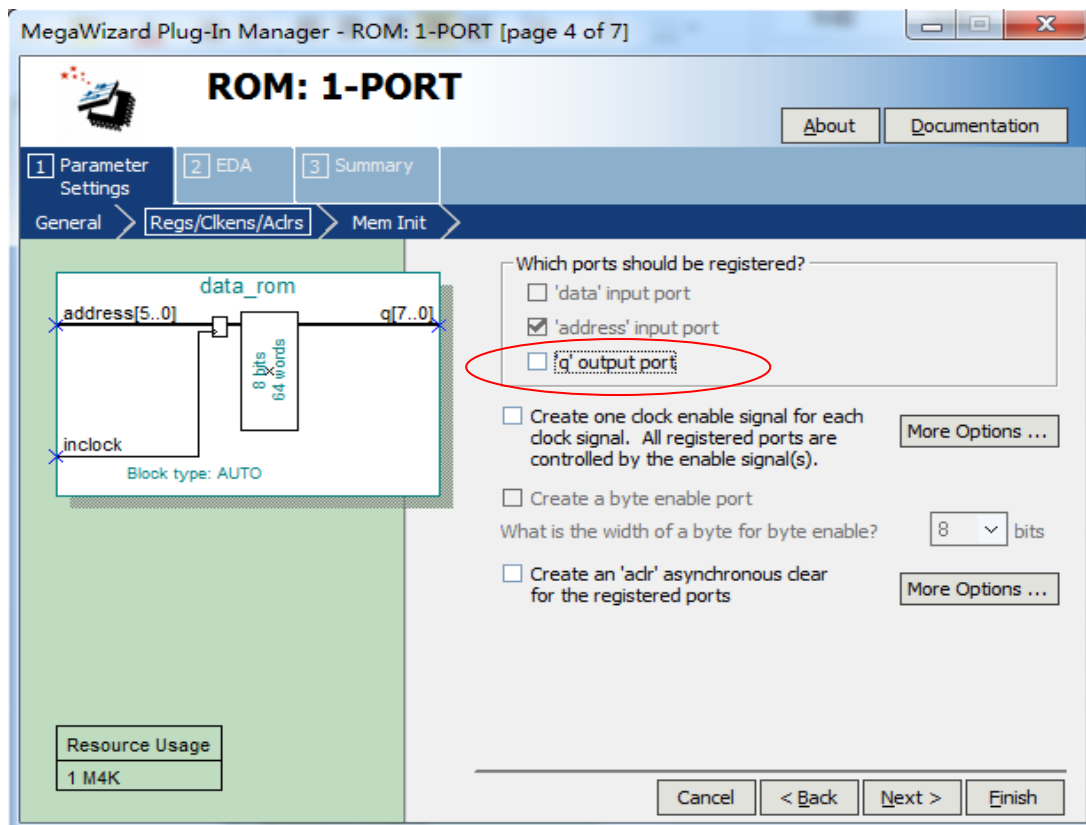


图 7

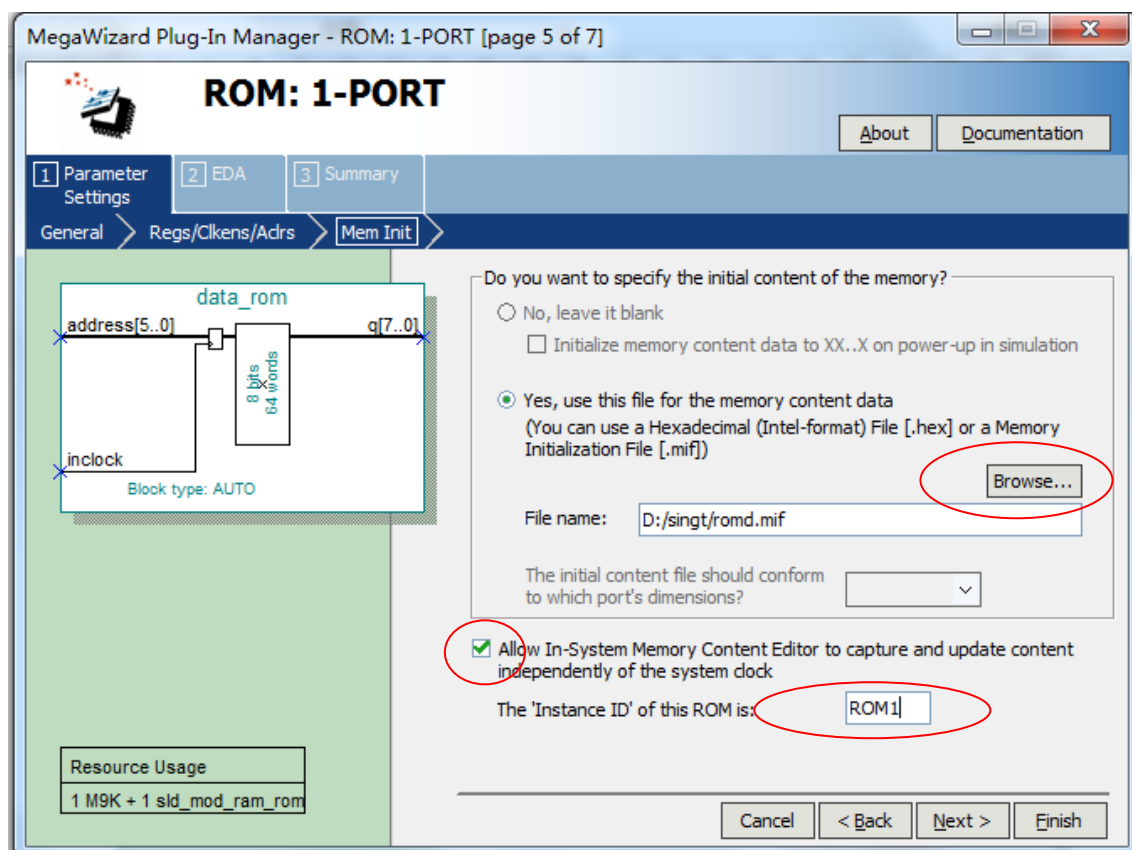


图 8

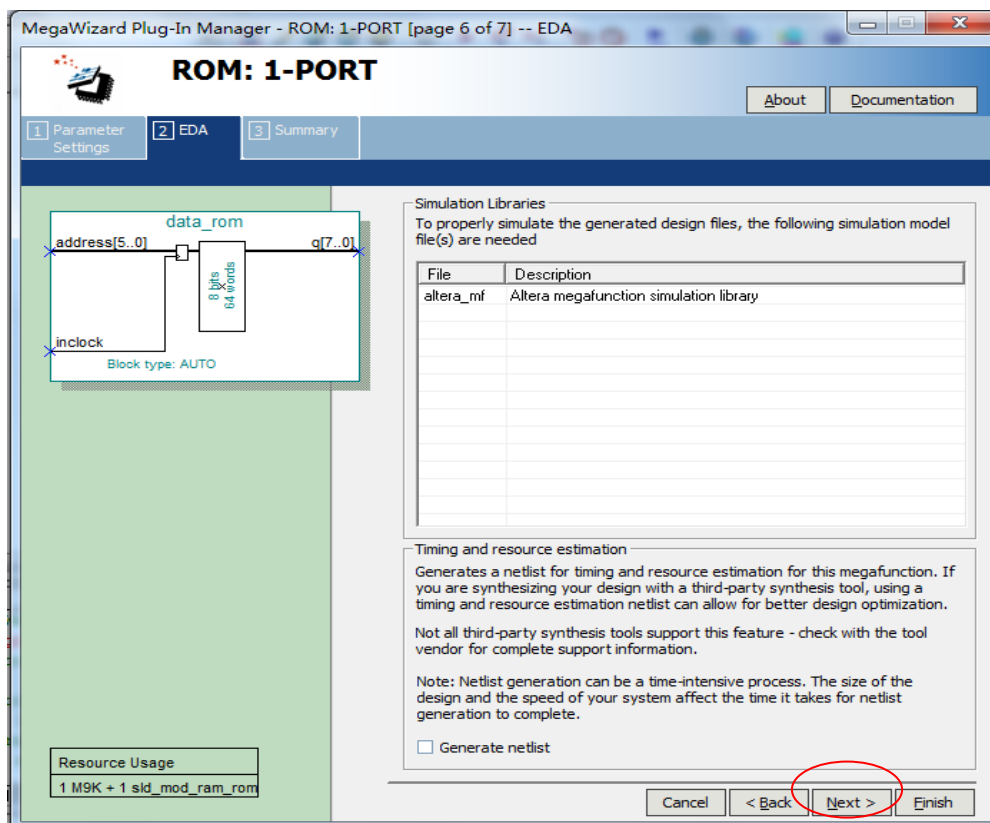


图 9

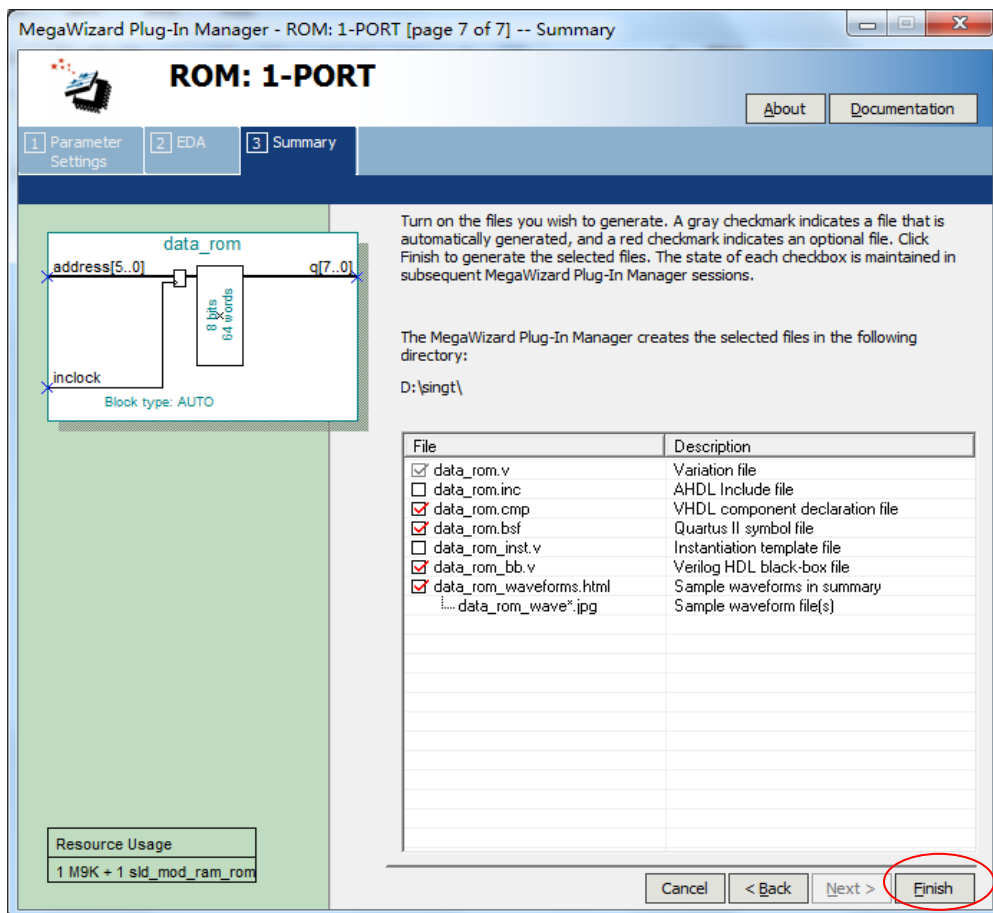


图 10

设置完成后，按 Finish 结束。

***注意：**

在菜单 **Assignments** 中选择 **Setting** 项，在弹出的对话框中选中 **Default Parameters** 项。按图 11 进行设置。

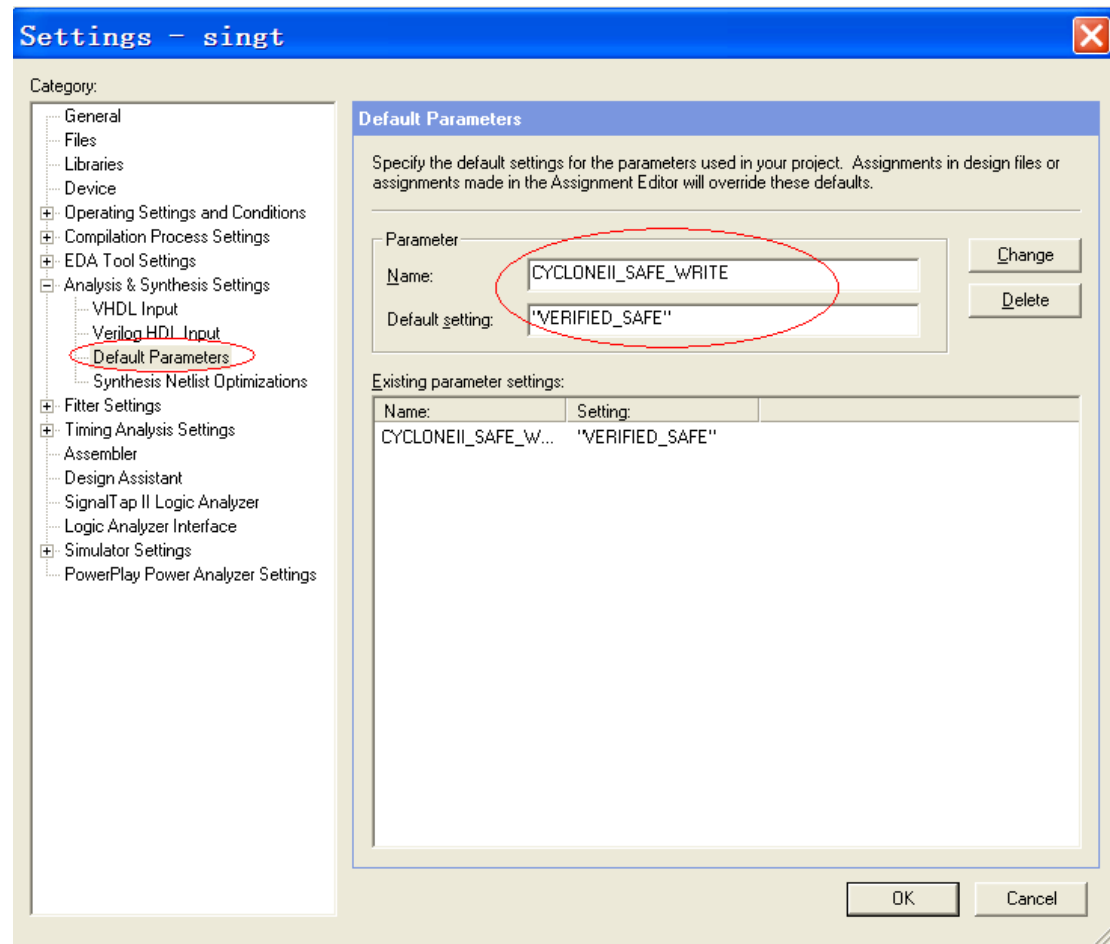


图 11

4. 完成顶层设计

用 Verilog 设计 6 位二进制计数器，做为 ROM 的地址发生器。请同学们自己完成 count6b.v.

打包生成符号元件 count6b.v, 便于后面设计调用。

点击 File->Create/Update->Create Symbol Files for Current File, 如图 12 所示。

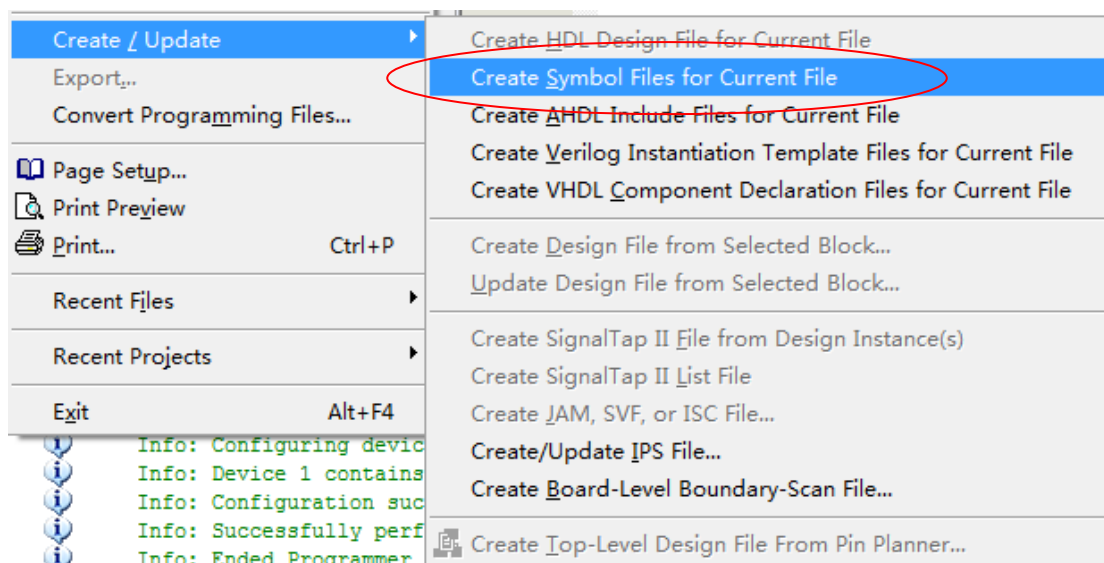


图 12

新建一个 bdf 文件，选择符号元件 counter6b 和 data_rom. 用原理图方式完成顶层设计。如图 13 所示。

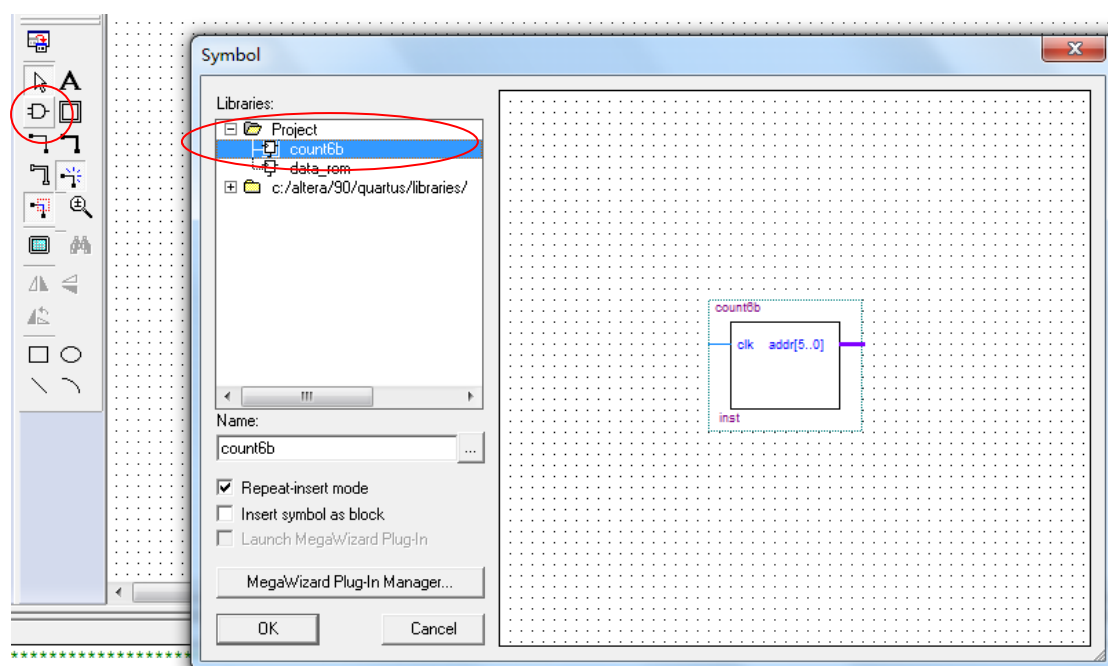


图 13

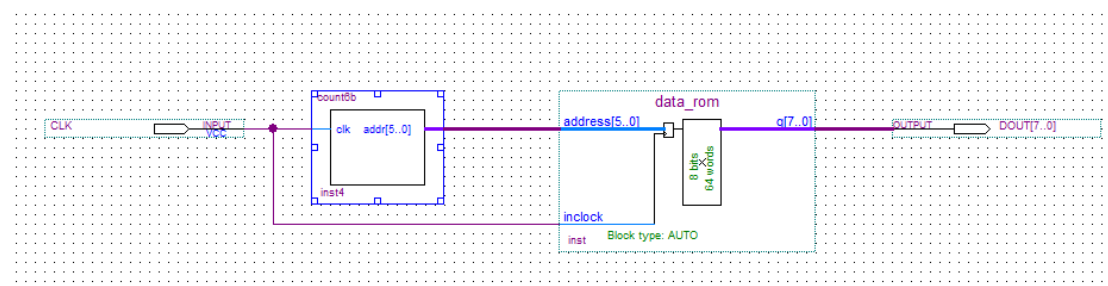



图 14

5. 编译

完成对 VHDL 文件或原理图的编辑后, 进行编译。选择菜单中的  进行编译, 编译成功后, 会出现编译成功的提示信息。

6. 功能仿真

我们通过波形图仿真来验证我们的设计。对正弦信号发生器进行功能仿真。建立 singt.vwf 波形仿真文件。

加入节点 CLK 和 DOUT。分别对输入设置激励。得到如图 15 的波形。

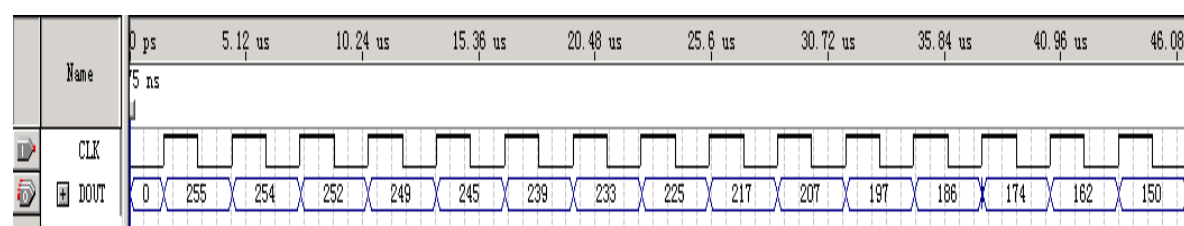


图 15

7. 引脚锁定 (引脚绑定)

Assignments—> Pins, 设置引脚。

8. 使用 SignalTap II 测试波形

1) 创建一个新的 STP 文件

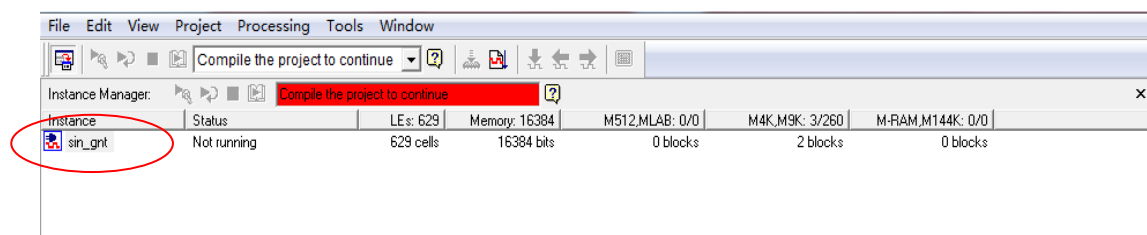
File—> New, 在 New 窗口中选择 SignalTap II File, 单击 OK 按钮, 即出现 SignalTap II 编辑窗口。

2) 参数设置

在 SignalTapII 编辑窗口 (图 16) 中右键单击 Instance 栏(左上方)中的 auto_signaltap_0, 把它改为本项目名 sin_gnt。在图 16 左下栏中的空白处双击鼠标左键, 弹出 Node Finder 的窗口, 单击 List 按钮可以得到相关的信号名, 把需要观察的信号调入。注意, 调入信号的数量应根据实际需要来决定, 如果调入过多没有必要观察的信号, 将导致 ELA 过多占用 FPGA 芯片资源。

采样深度 1K, 采用时钟是信号源的时钟 CLK, 触发位置是中点触发, 触发信号是地址发生器的最高位 Q1[5], 上升沿触发。如图 16 所示。

设置好后, 选择 Save 以保存文件, 保存文件为: sin.stp。如果出现 “Do you want to enable SignalTap II...”, 选择 “是” 就可以激活 SignalTapII。



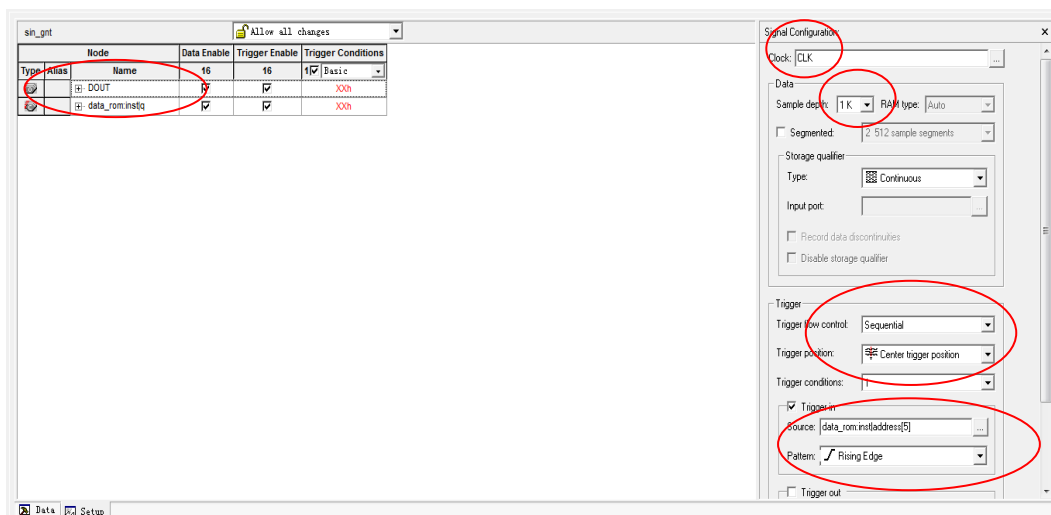


图 16

3) 编译并下载:

启动全程编译，编译完成后 SignalTapII 的观察窗口会自动打开。然后 SignalTapII 的观察窗口**右上脚**设置 Hardware 为 USB-Blaster, 并点击 Scan Chain, 最后点击  将编译好的*.sof 文件下载到 FPGA 器件。如图 17 所示。

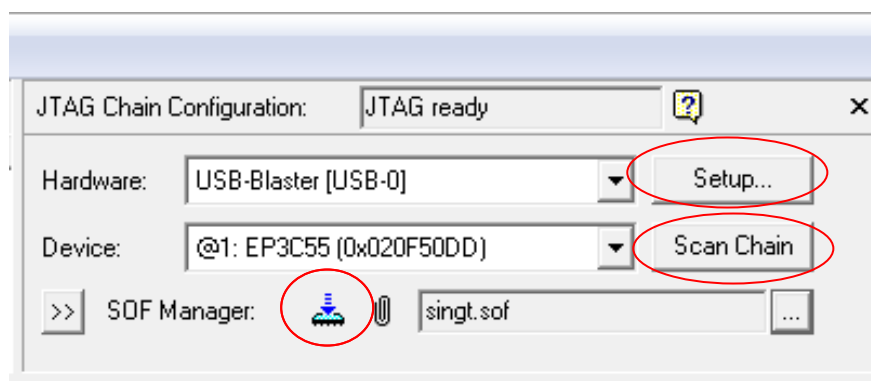



图 17

4) 启动 SignalTapII 进行采样与分析

选中 Instance 中的项目名 sin_gnt, 然后单击 Autorun Analysis , 启动 SignalTap II, 点击左下角 data 页, 这时就可以观察到来自实验板上 FPGA 内部的实测波形。如图 18-19 所示。

***注意:** 选中 DOUT, 点击鼠标右键, 将输出 DOUT 的 Bus Display Format 设置成 Unsigned Line Chart.

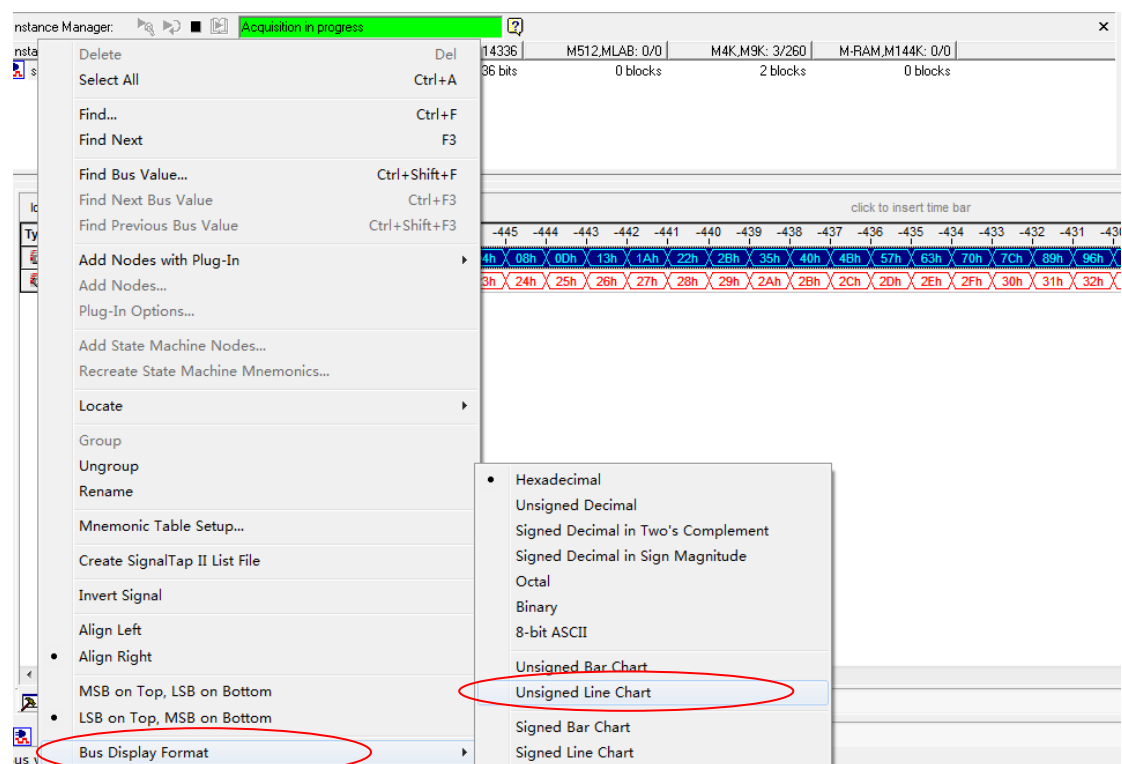


图 18

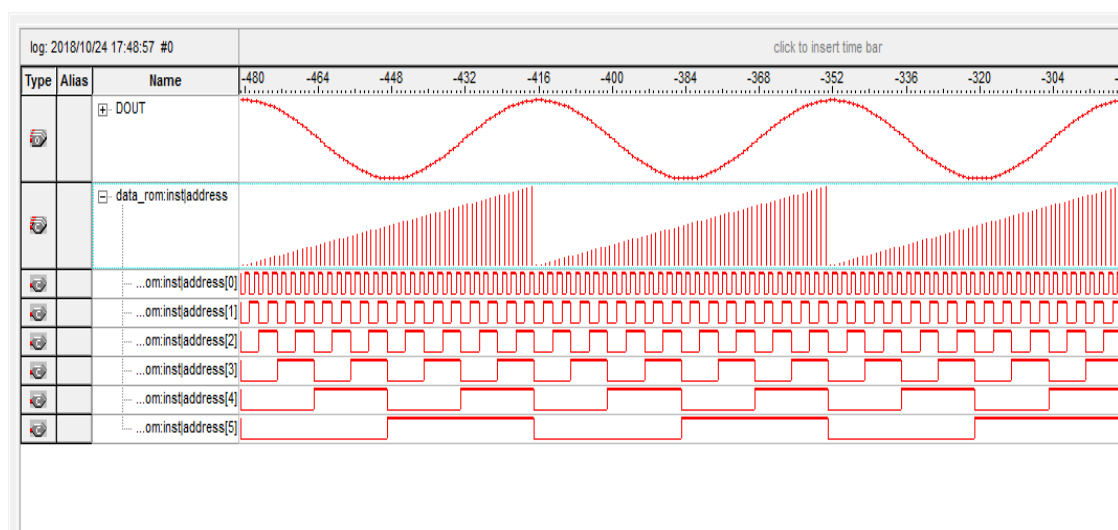


图 19

9. 用在系统存储器数据读写编辑器修改数据

打开在系统存储单元编辑窗口，Tools-> In System Memory Content Editor 项，右键单击左上方的数据文件名 ROM1，选择菜单中的 Read Data from In-System Memory 项。如图 20-21 所示。

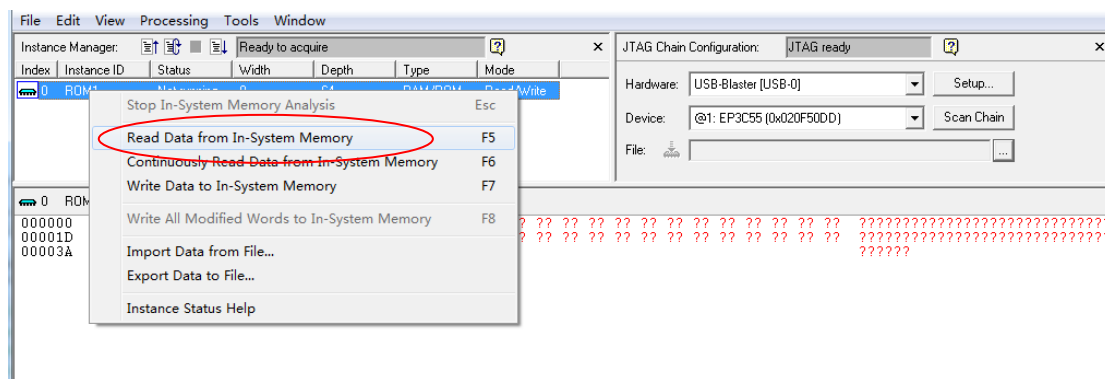


图 20

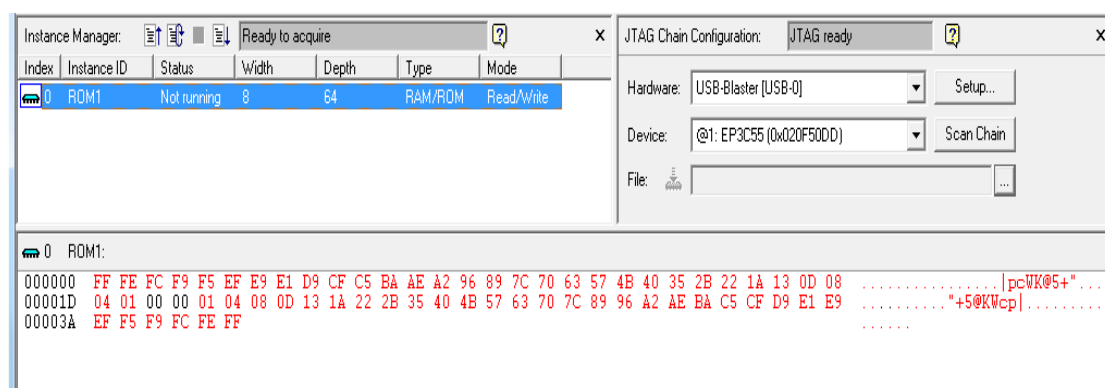


图 21

编辑波形数据，如将最前面的 4 个 8 位数据都改写为 11H，再右键单击左上方的数据名 ROM1，选择弹出的下拉菜单中的 **Write Data to In-System Memory** 项，即可将编辑后所有的数据通过 JTAG 口下载于 FPGA 中的 LPM-ROM。如图 22 所示。

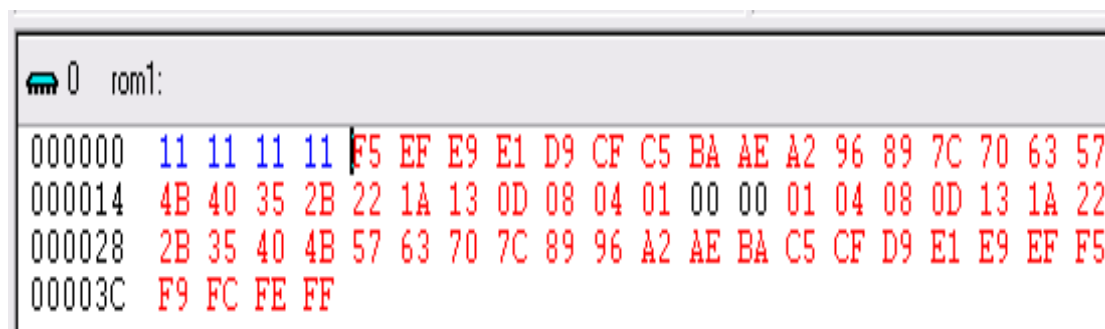


图 22

修改完数据再用 SignalTap II 观察变化后的实时波形。如图 23 所示。

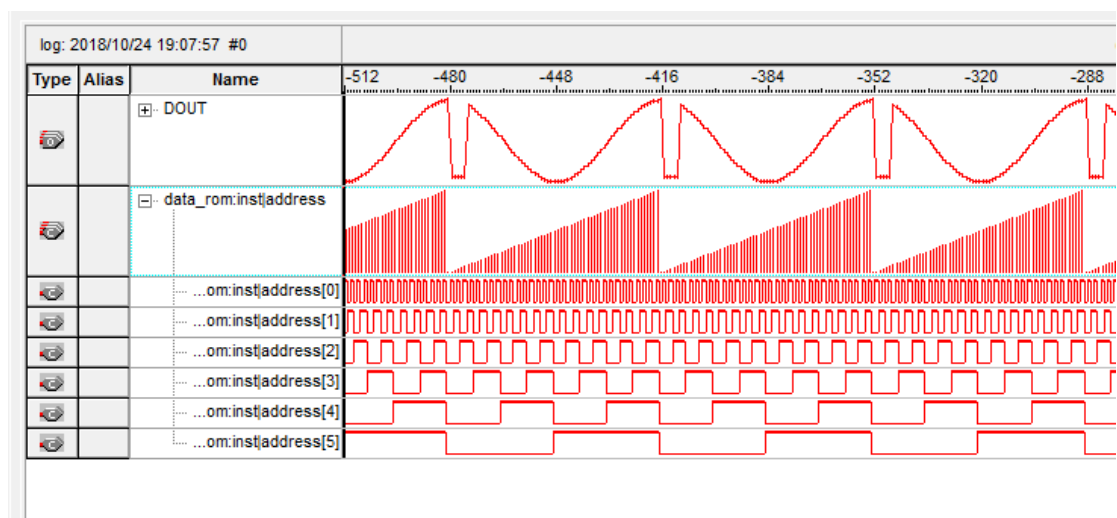


图 23

扩展要求:

1. 实现三角波、锯齿波、方波信号发生器。
2. 实现多种信号发生器，SW1=0，选择输出正弦波，SW1=1，选择输出三角波。