

实验 38 有限冲击响应滤波器（FIR）算法实验教程

文档版本 : V1.0
日期 : 2013-12-1

修订记录:

Version	Author	Date	Changes
V1.0	Tony	2013-12-1	初次释放

实验原理：

1. 有限冲击响应数字滤波器的基础理论（请参考相关书籍）。
2. 模拟滤波器原理（巴特沃斯滤波器、切比雪夫滤波器、椭圆滤波器、贝塞尔滤波器。）
3. 数字滤波器系数的确定方法。
4. 根据要求设计低通 FIR 滤波器。

要求：通带边缘频率 10KHz，阻带边缘频率 22KHz，阻带衰减 75dB，采样频率 50KHz。

设计：

——过渡带宽度=阻带边缘频率-通带边缘频率=22-10=12KHz

——采样频率：

$$f_1 = \text{通带边缘频率} + (\text{过渡带宽度}) / 2 = 10000 + 12000 / 2 = 16\text{KHz}$$

$$\Omega_1 = 2\pi f_1 / f_s = 0.64\pi$$

——理想低通滤波器脉冲响应：

$$h_1[n] = \sin(n\Omega_1) / n / \pi = \sin(0.64\pi n) / n / \pi$$

——根据要求，选择布莱克曼窗，窗函数长度为：

$$N = 5.98 f_s / \text{过渡带宽度} = 5.98 * 50 / 12 = 24.9$$

——选择 N=25，窗函数为：

$$w[n] = 0.42 + 0.5 \cos(2\pi n / 24) + 0.8 \cos(4\pi n / 24)$$

——滤波器脉冲响应为：

$$h[n] = h_1[n]w[n] \quad |n| \leq 12$$

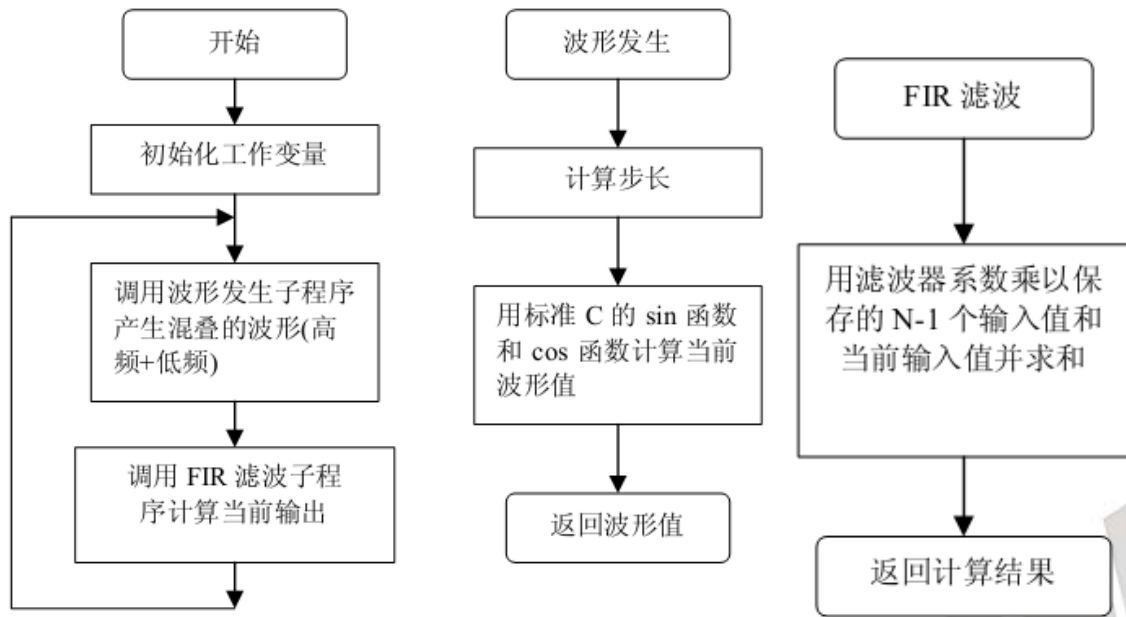
$$h[n] = 0 \quad |n| > 12$$

-根据上面计算，各式计算出 $h[n]$ ，然后将脉冲响应值移位为因果序列。

-完成的滤波器的差分方程为：

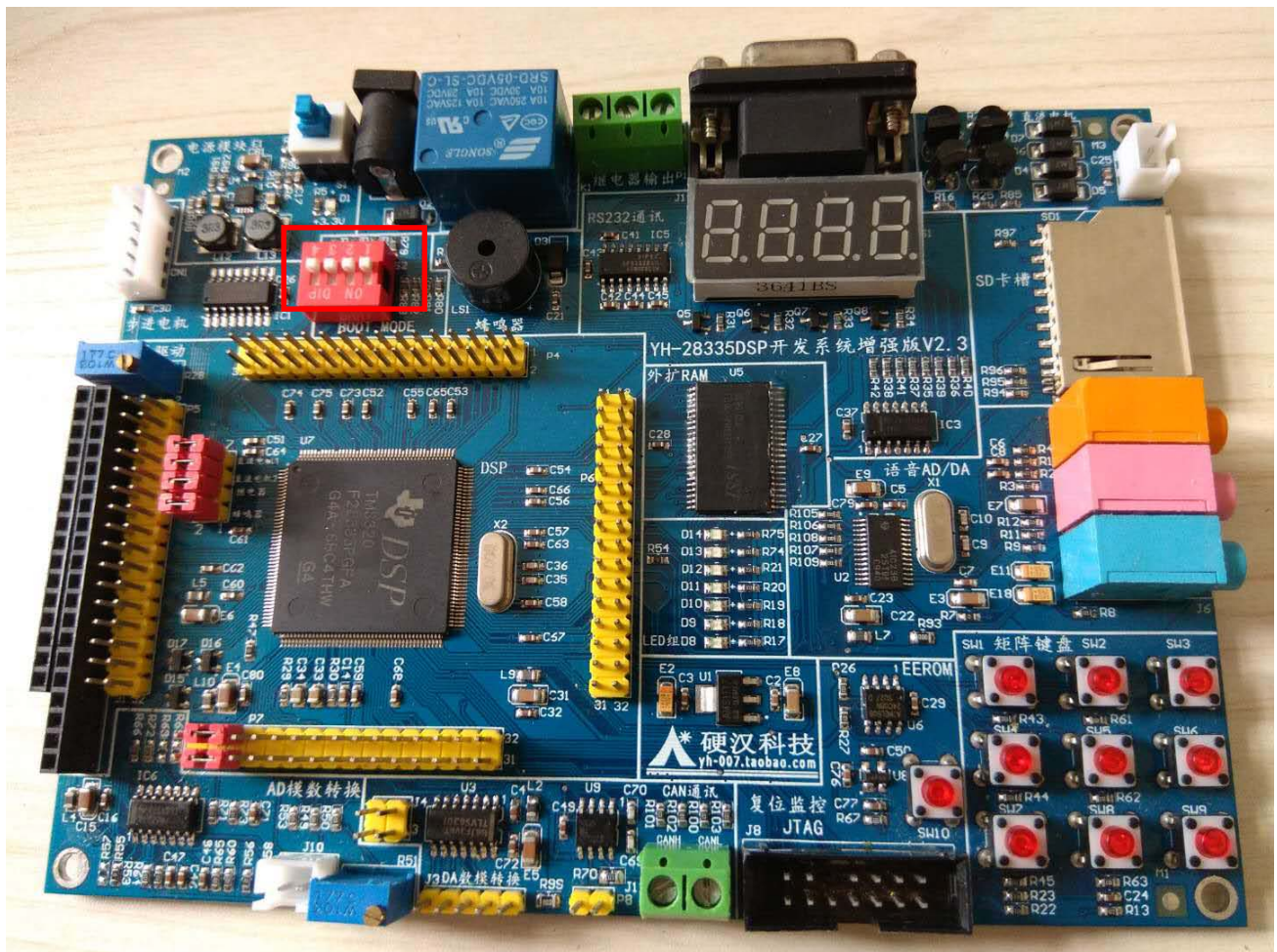
$$\begin{aligned} y[n] = & -0.001x[n-2] - 0.002x[n-3] - 0.002x[n-4] + 0.01x[n-5] \\ & - 0.009x[n-6] - 0.018x[n-7] - 0.049x[n-8] - 0.02x[n-9] \\ & + 0.11x[n-10] + 0.28x[n-11] + 0.64x[n-12] \\ & + 0.28x[n-13] - 0.11x[n-14] - 0.02x[n-15] \\ & + 0.049x[n-16] - 0.018x[n-17] - 0.009x[n-18] + 0.01x[n-19] \\ & - 0.002x[n-20] - 0.002x[n-21] + 0.001x[n-22] \end{aligned}$$

程序流程图：



实验步骤：

在给开发板上电前，先将波动开关 S2 的四个小开关拨到关状态；然后再上电在 CCS3.3 或 CCS5.5 中打开项目 “example38-FIR” 文件夹中 “Fir.pjt” 的项目文件。



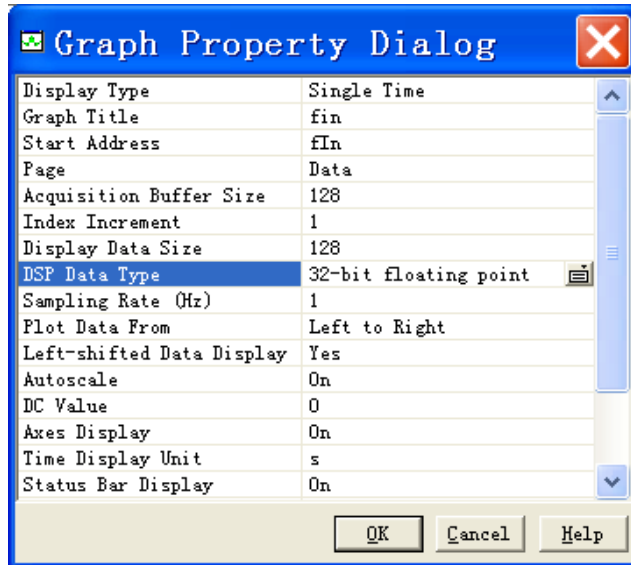
CCS3.3 操作
打开观察窗口：

网址：http://yh-007.taobao.com

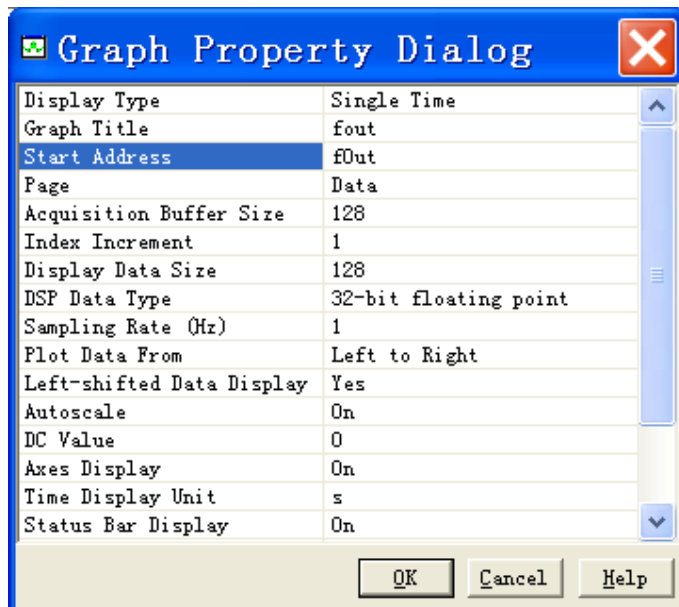
QQ 技术支持：1447200701

第 3 页 共 14 页

选择菜单 View->Graph->Time/Frequency..., 进行如下设置:



再选择菜单 View->Graph->Time/Frequency..., 进行如下设置:



在两个弹出的图形窗口中单击鼠标右键, 选择“Clear Display”。

设置断点:

在有注释“/*请在此句上设置软件断点*/”的语句设置软件断点。

程序编译成功后直接下载 (Load Program) 到开发板 DSP 中;

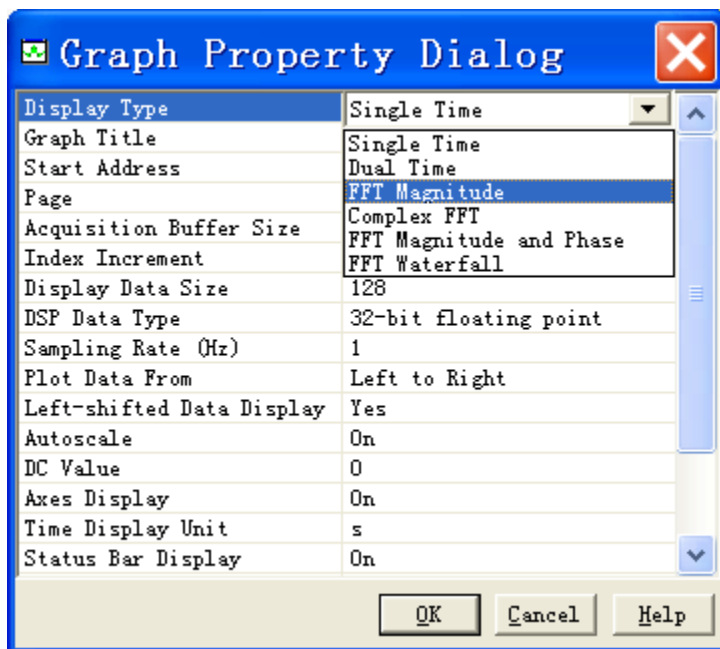
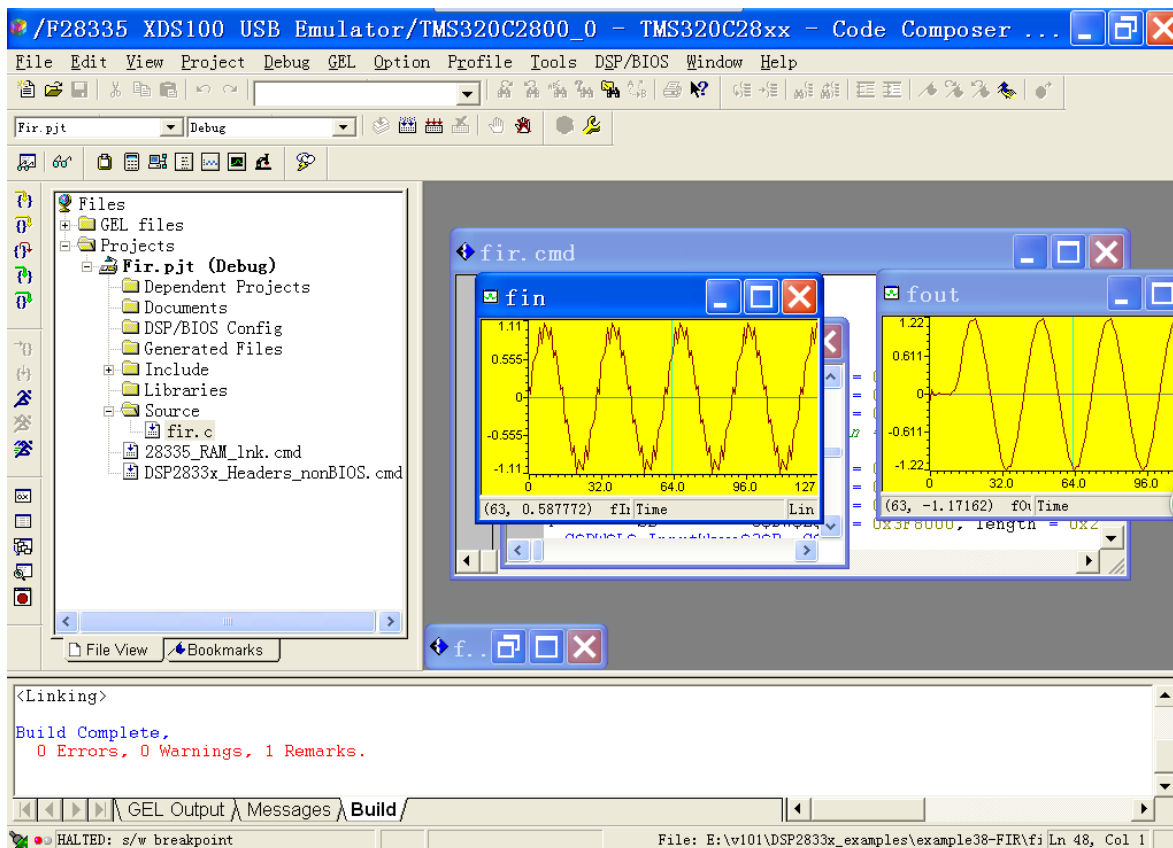
运行程序并观察结果:

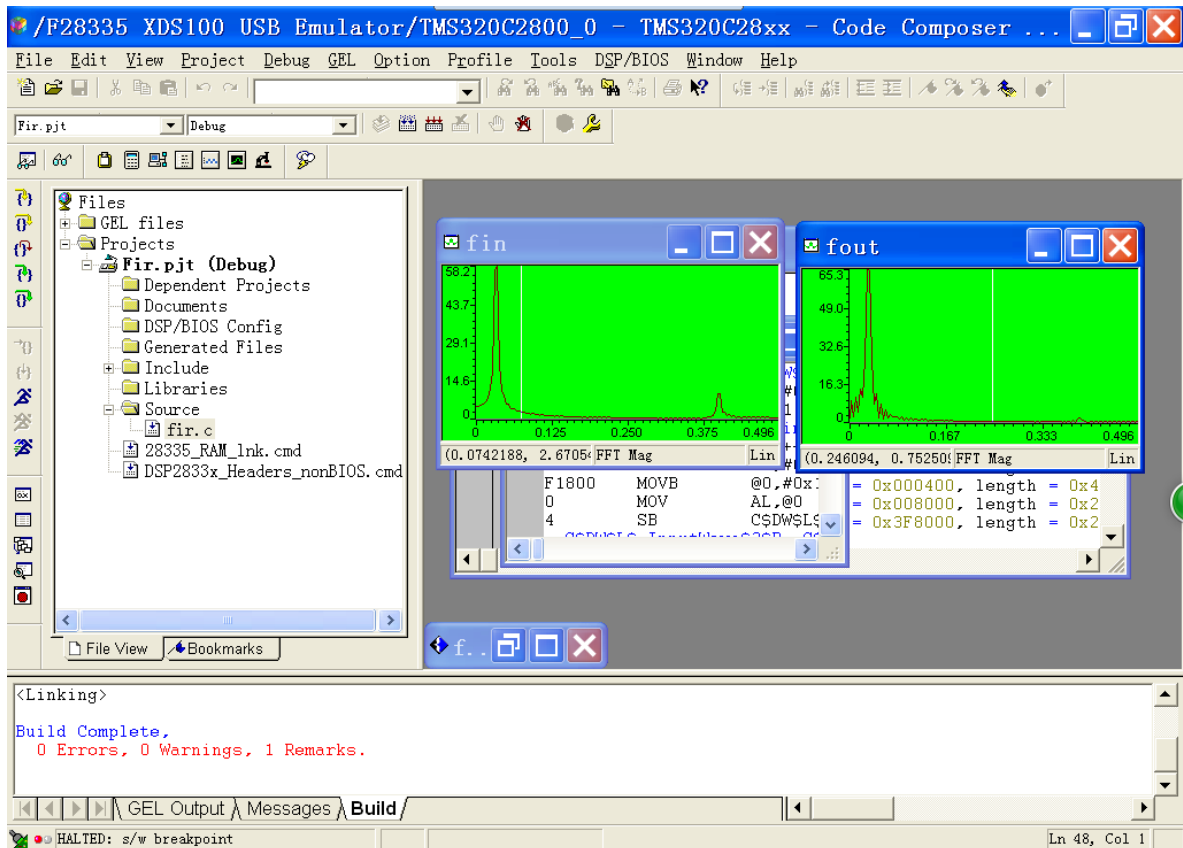
- (1) 选择“Debug”菜单的“RUN”项, 或按 Alt+F5 键运行程序。
- (2) 观察“fin”、“fout”窗口中的时域图形: 观察滤波效果。
- (3) 鼠标右键单击“Input”和“Output”窗口, 选择“Properties...”项, 设置“Display Type”为“FFT Magitude”, 再单击“OK”按钮结束设置。
- (4) 观察“Input”、“Output”窗口中频域图形: 理解滤波效果。

注意: 由于实验运算复杂, 需要等一会才能看到运行完后的结果。

实验结果:

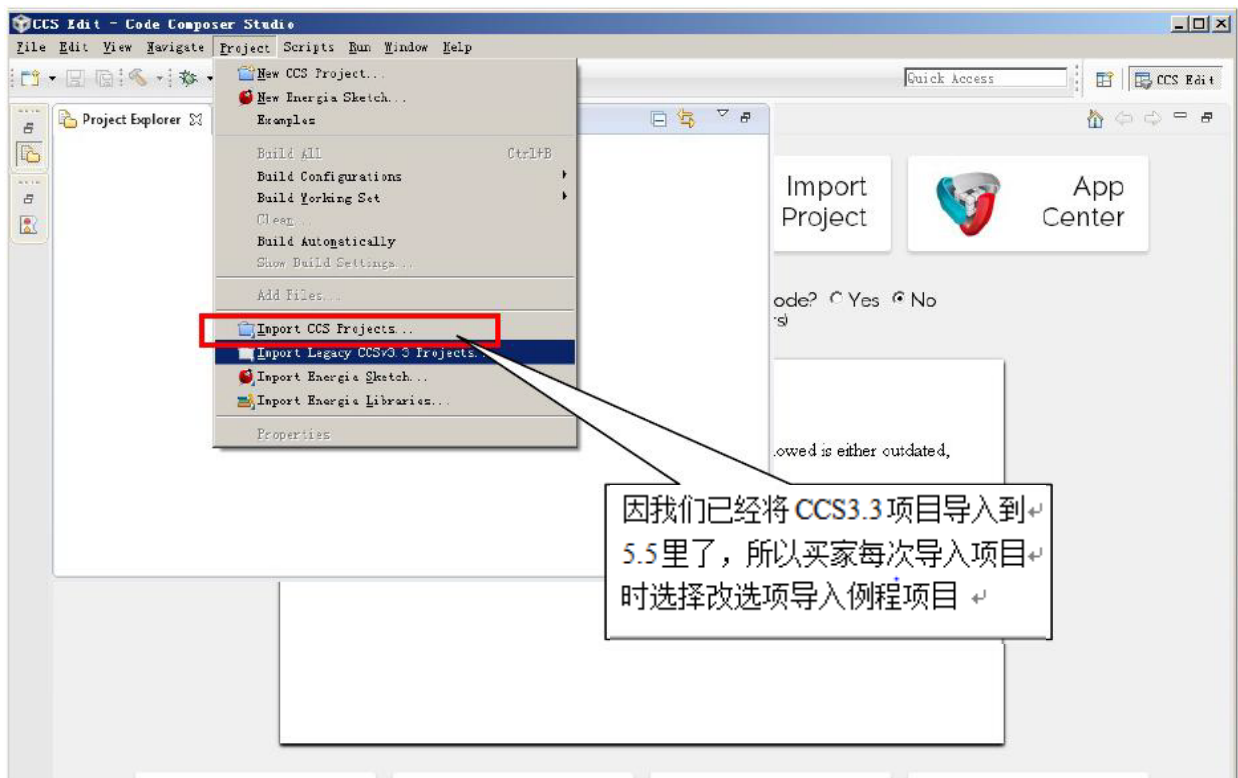
输入波形为一个低频率的正旋波与一个高频率的正旋波叠加而成的，通过观察频域和时域的波形，可知：输入波形中的低频波形通过了滤波器，而高频部分则大部分被滤除。



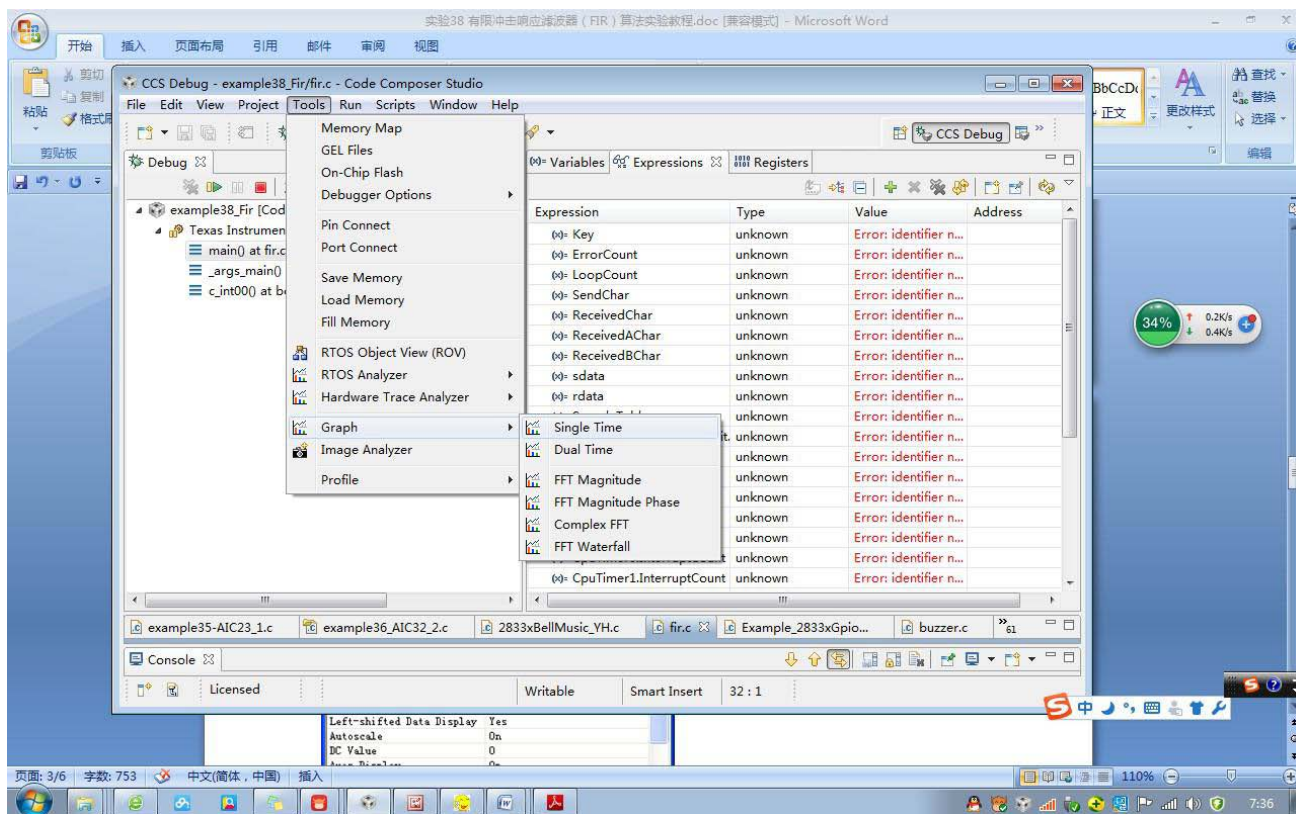


在看程序时，建议先从主程序：fir.c 看起，然后主程序调用其他子程序时可以对应地去看看各个子程序，这样更便于理解；

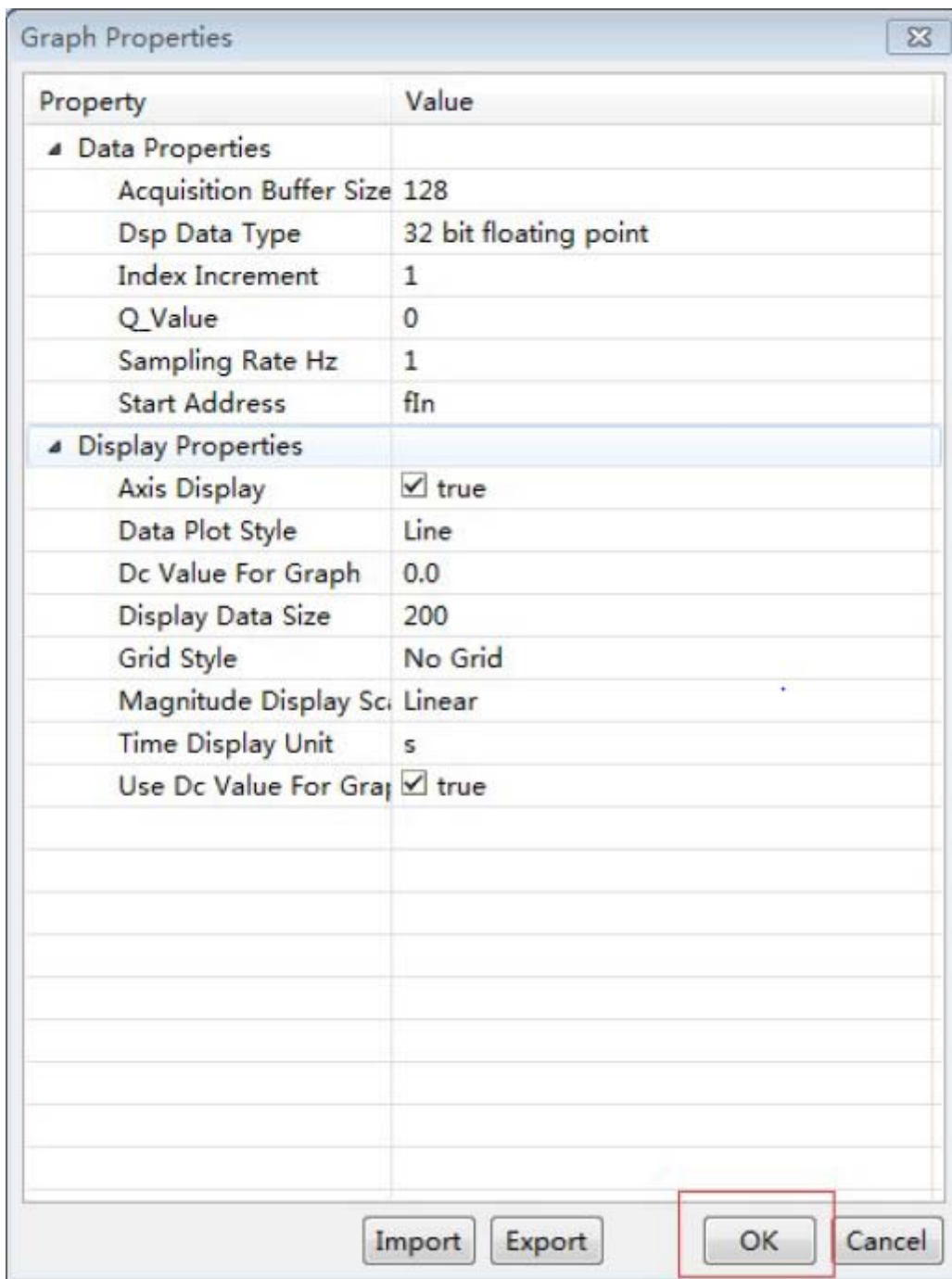
CCS5.5 操作：



编译下载运行程序后：

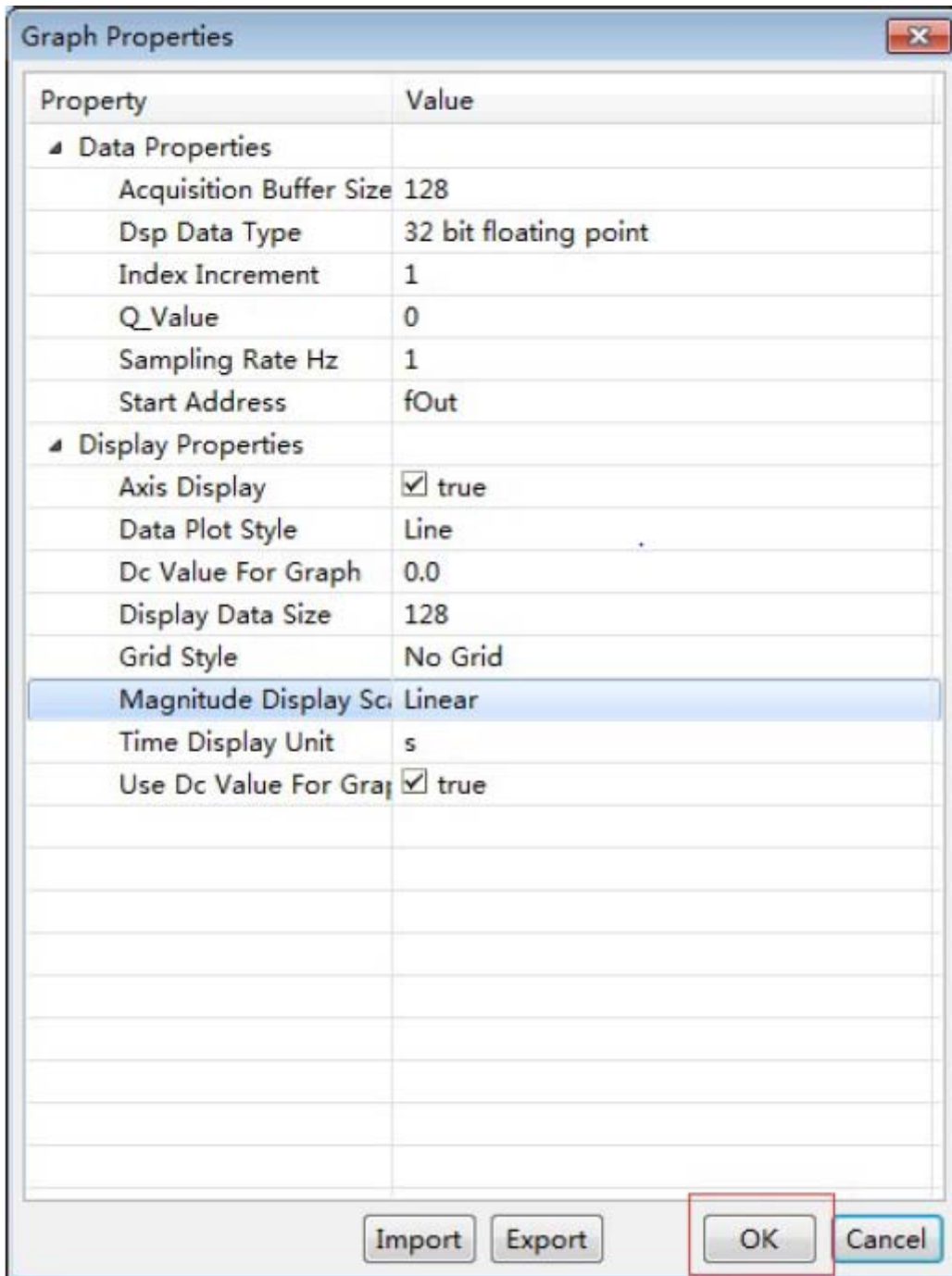


选择菜单 Tools->Graph->Single Time，进行如下设置：

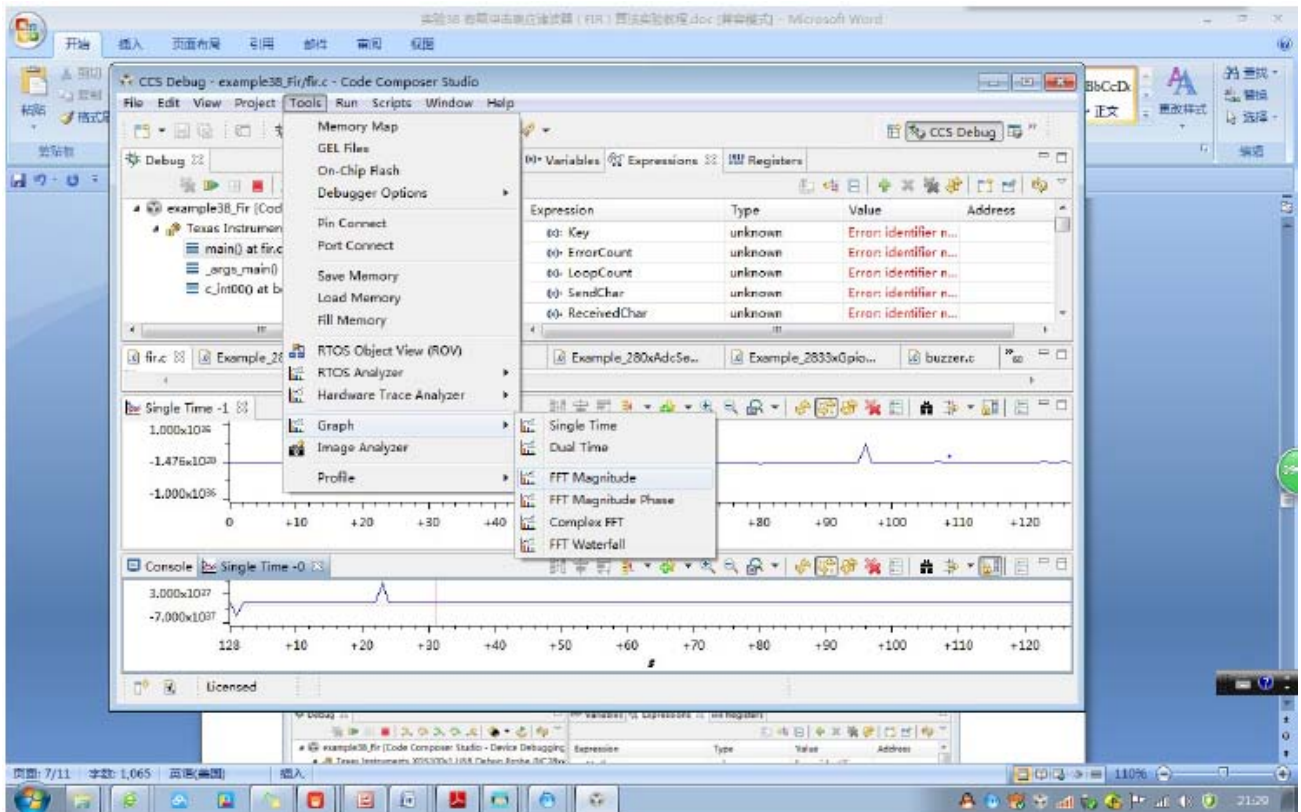


点击 OK

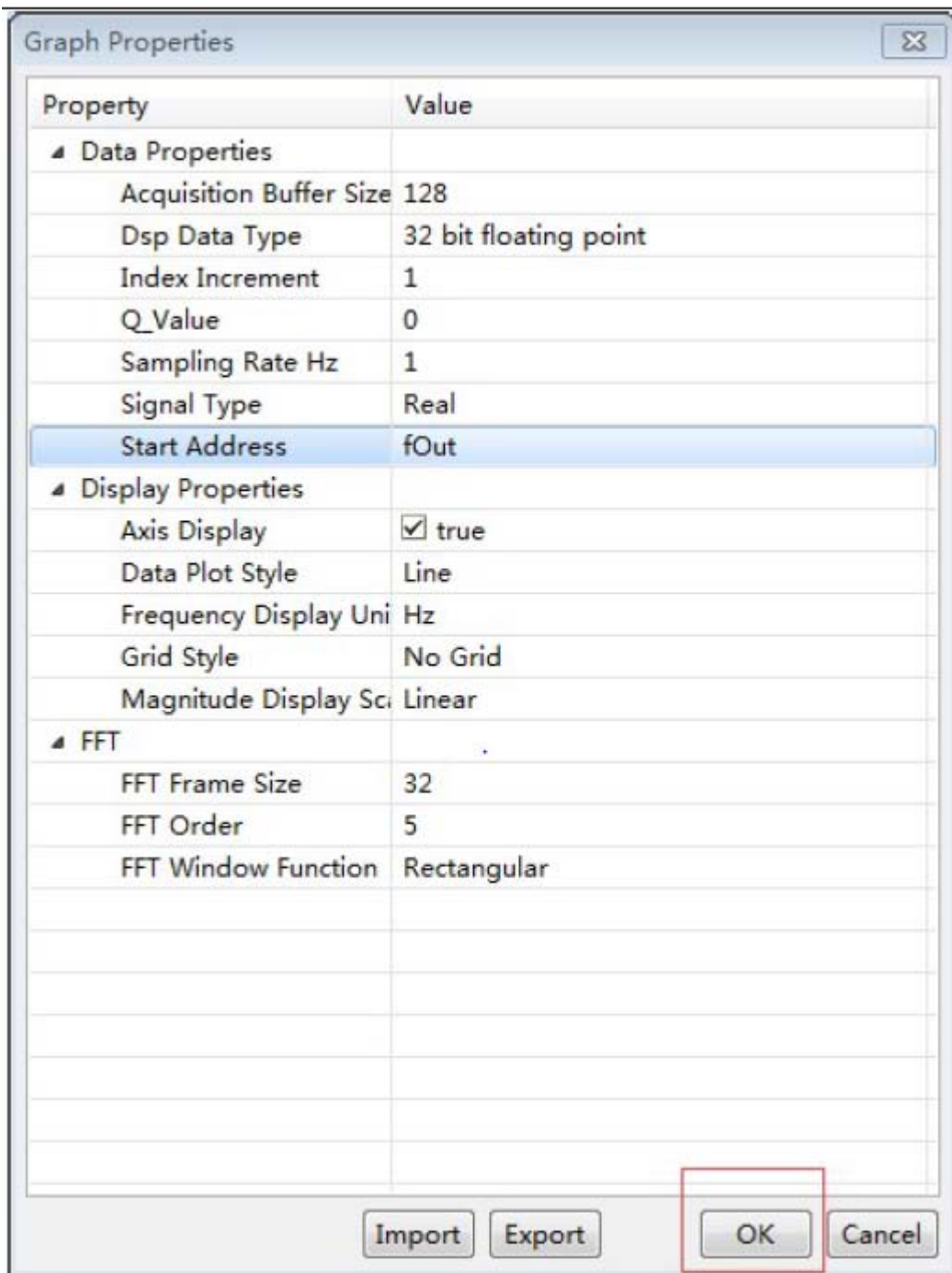
再选择菜单 Tools-→Graph-→SingleTime,进行如下设置:



再选择菜单 Tools-→Graph-→FFT Magnitude,进行如下设置:



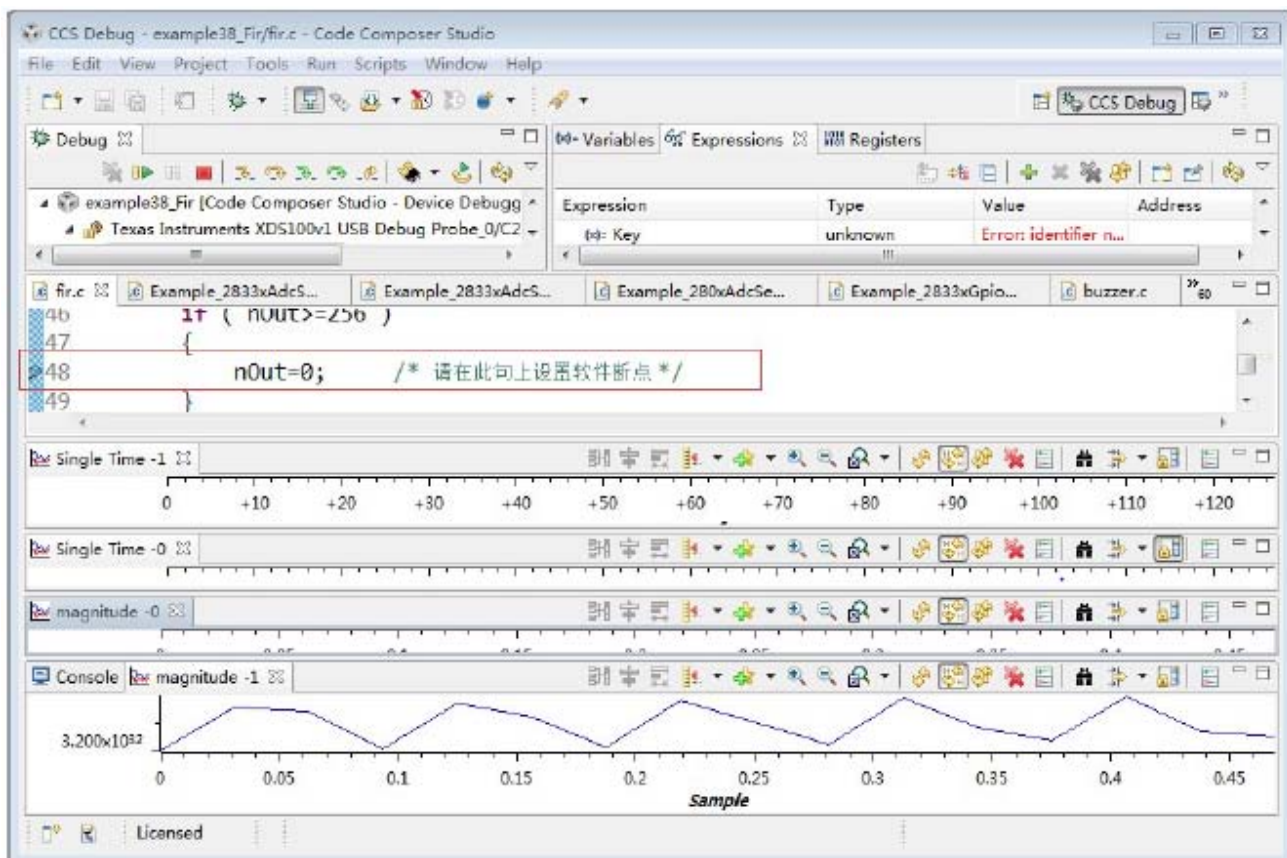
网址: <http://yh-007.taobao.com>



点击 OK

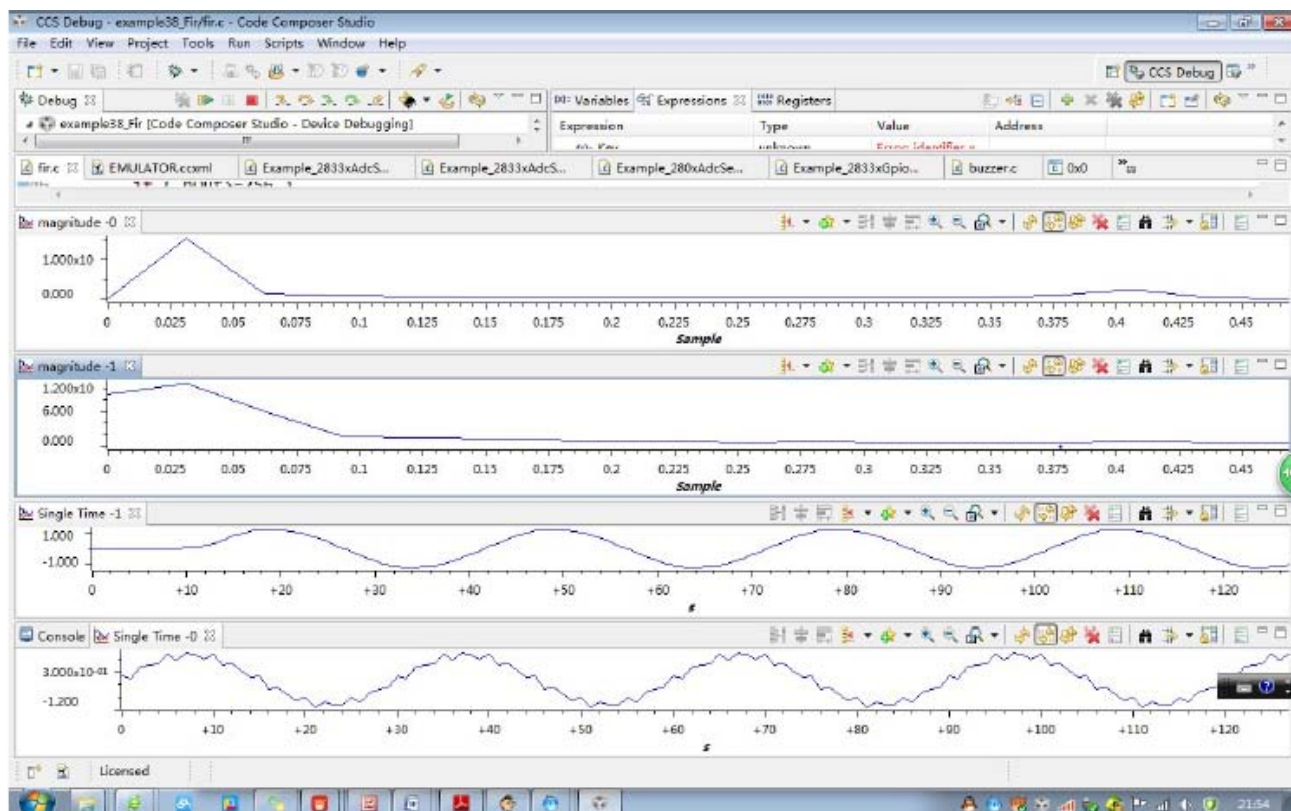
设置断点：

在有注释 “/*请在此句上设置软件断点*/” 的语句设置软件断点。



运行程序并观察结果：

- (1) 点击运行
- (2) 观察两个窗口中的时域图形：观察滤波效果。



- (3) 观察 “Input”、“Output” 窗口中频域图形：理解滤波效果。

注意：由于实验运算复杂，需要等一会才能看到运行完后的结果。

实验结果：

输入波形为一个低频率的正弦波与一个高频率的正弦波叠加而成的，通过观察频域和时域的波形，可知:输入波形中的低频波形通过了滤波器，二高频部分则大部分被滤除。