第12章

DSP Builder设计深入

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.1 FIR滤波器原理

$$H(z)=\sum_{k=0}^{M} b_k z^{-k} \qquad (12\text{-}1)$$

$$y(n)=\sum_{i=0}^{L-1} x(n-i)h(i) \qquad (12\text{-}2)$$

$$y(n)=x(n)h(n) \qquad (12\text{-}3)$$

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.1 FIR滤波器原理

$$y(n)=h(0)x(n)+h(1)x(n-1)+h(2)x(n-2)+h(3)x(n-3) \qquad (12\text{-}4)$$

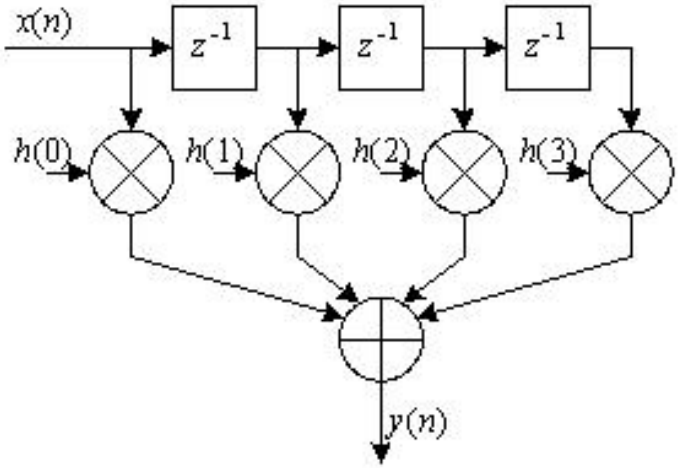

图 12-1　3 阶 FIR 滤波器结构

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

1. 3阶常数系数FIR滤波器设计

$$h(n) = C_q(h(0)x(n) + h(1)x(n-1) + h(2)x(n-2) + h(3)x(n-3)) \qquad (12\text{-}5)$$

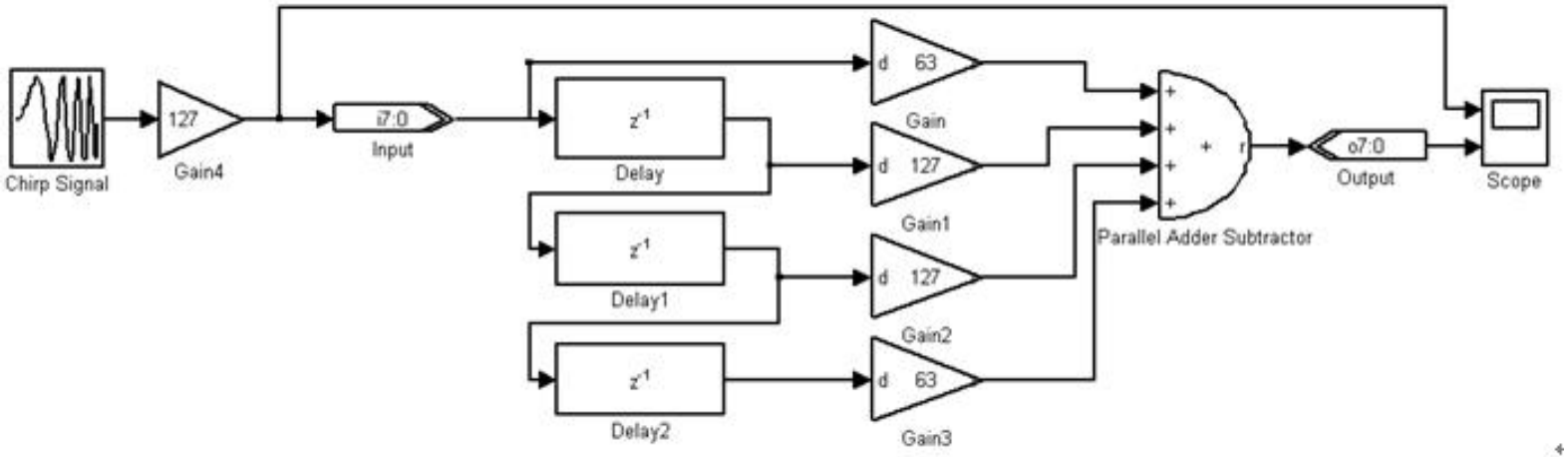

图 12-2 带有仿真信号模块的 3 阶滤波器模型

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

1. 3阶常数系数FIR滤波器设计

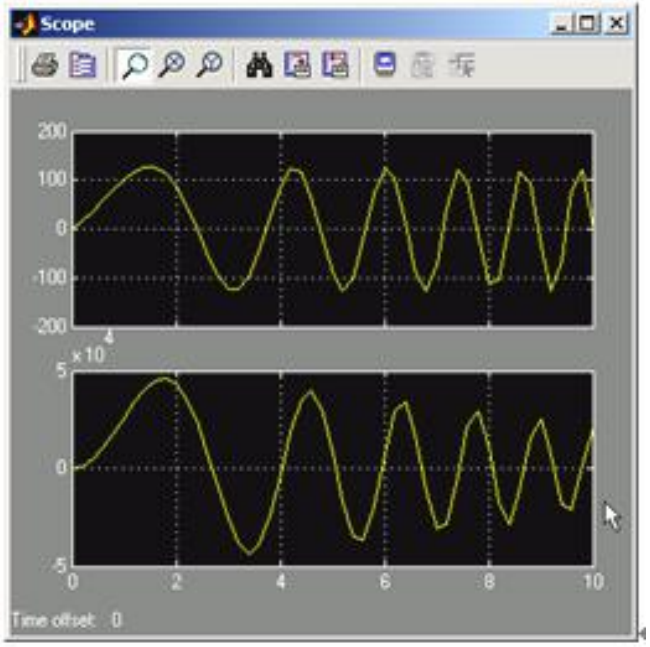

图 12-3 FIR 滤波器仿真结果

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

2．4阶FIR滤波器节设计

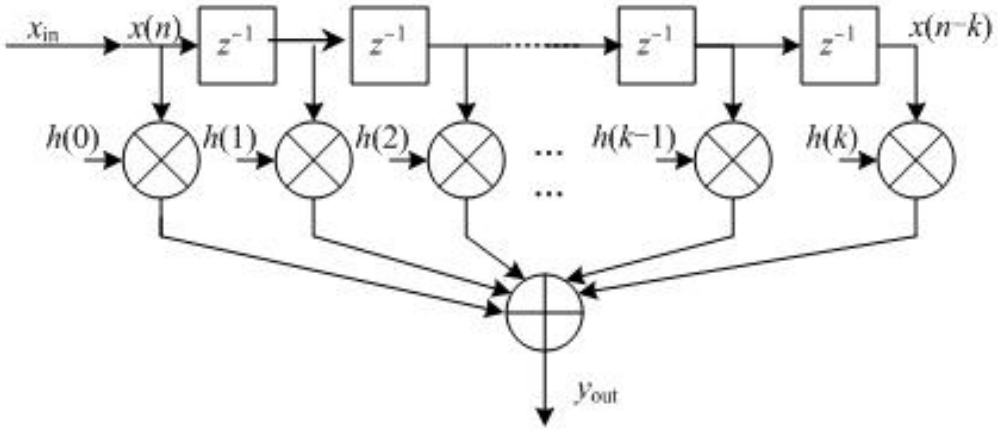

图 12-4　直接 I 型 FIR 滤波器结构

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

2．4阶FIR滤波器节设计

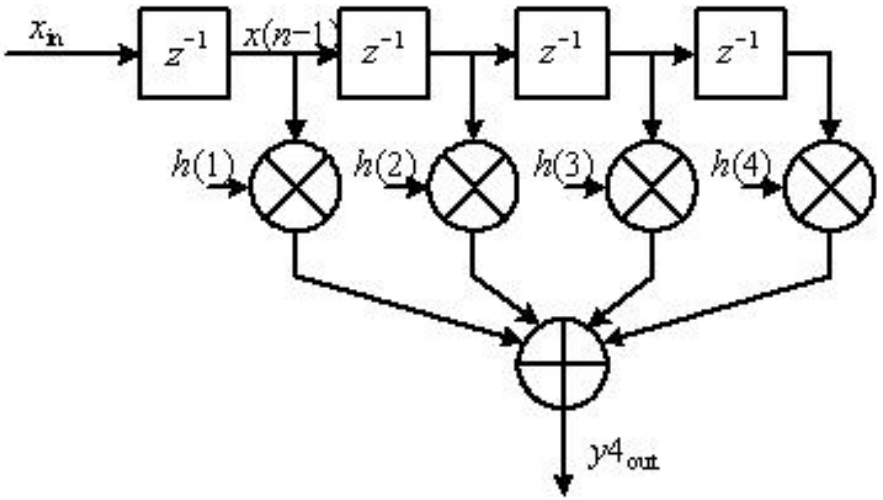

图 12-5　直接 I 型 4 阶 FIR 滤波器节

$$H(z) = h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} \qquad (12\text{-}6)$$

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

2. 4阶FIR滤波器节设计

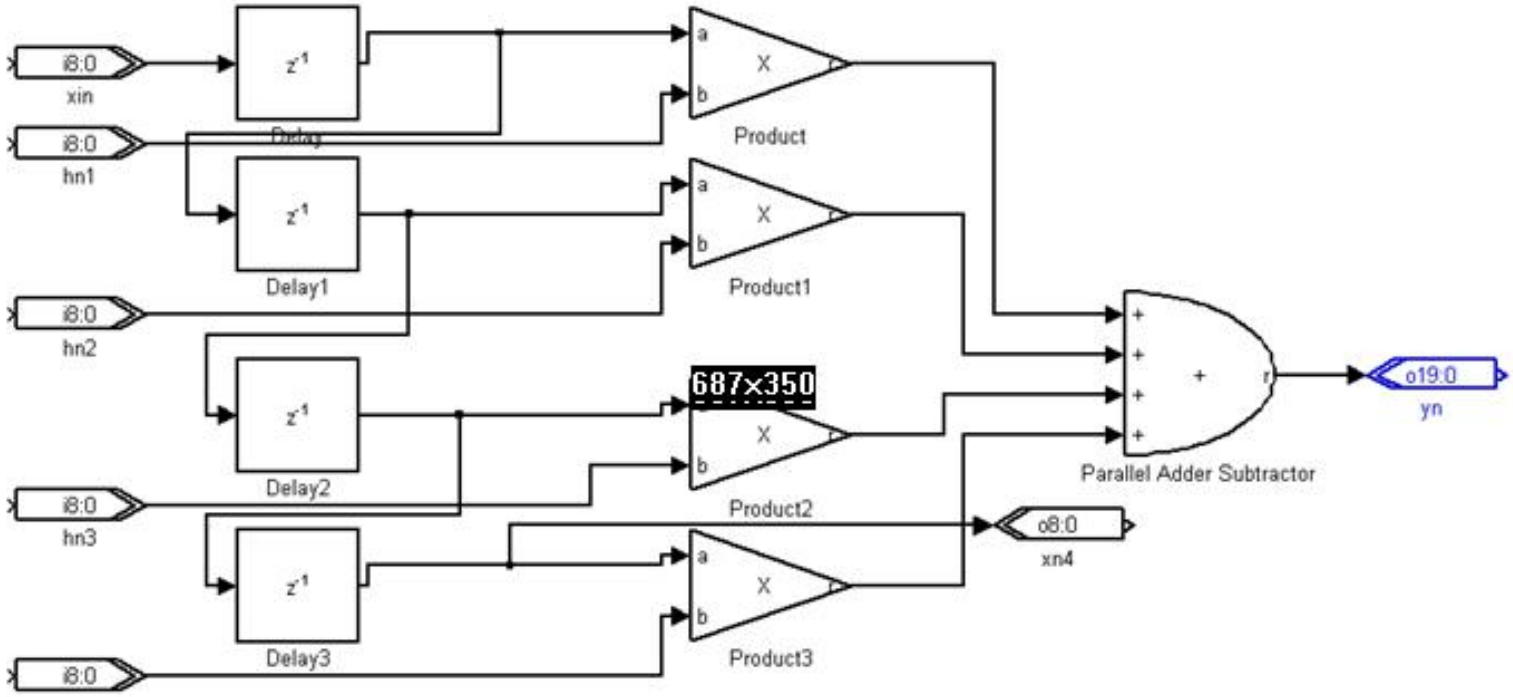

图 12-6 直接 I 型 4 阶 FIR 滤波器节

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.2 使用DSP Builder设计FIR滤波器

3. 16阶FIR滤波器模型设计

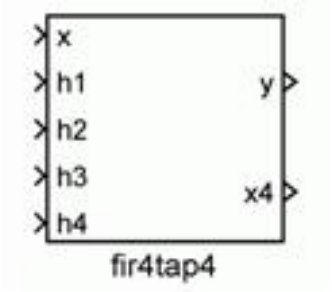

图 12-7 fir4tap 子系统

12.1 FIR数字滤波器设计

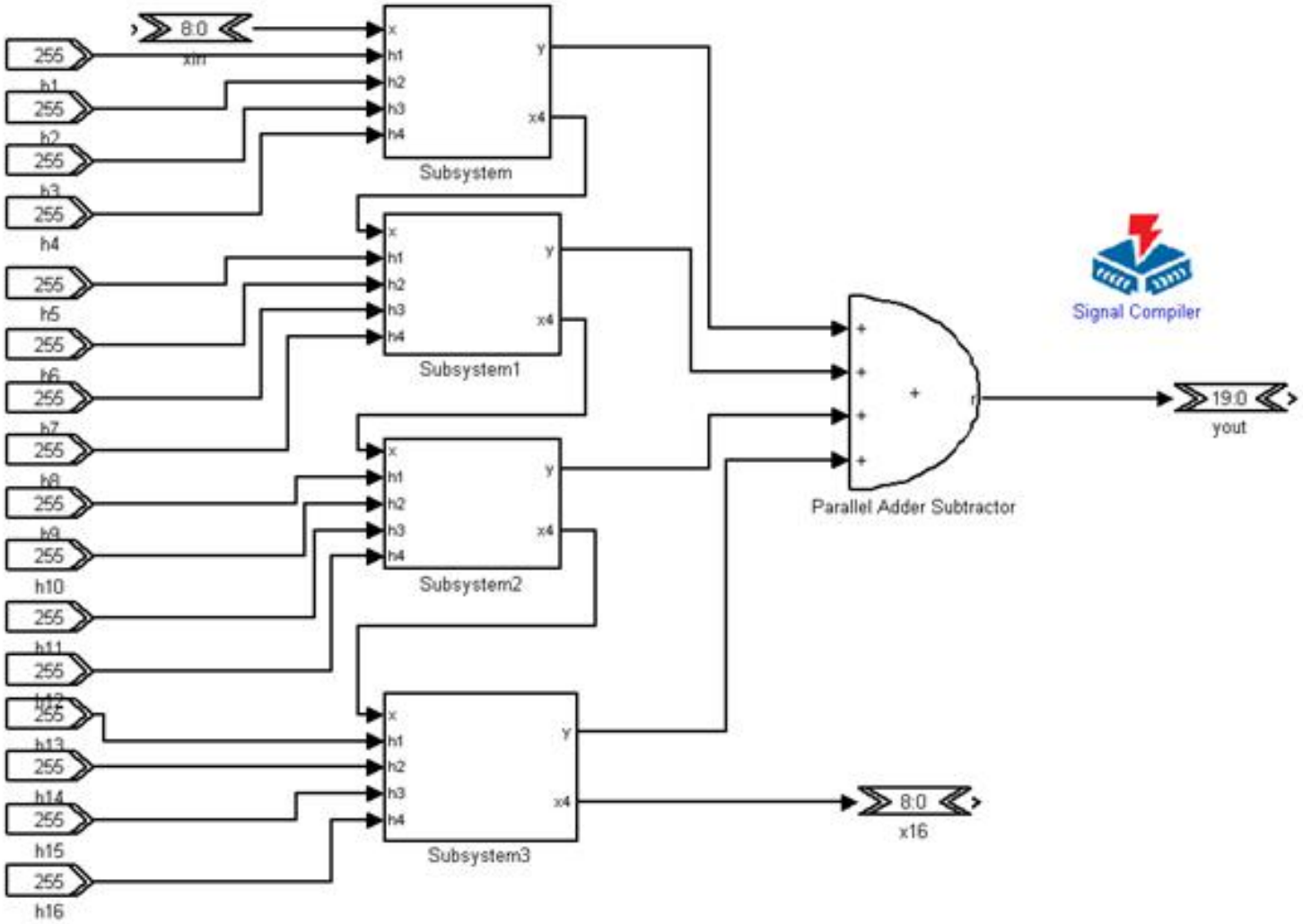

图 12-8　16 阶直接 I 型 FIR 滤波器模型

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

1. 打开MATLAB的FDATool

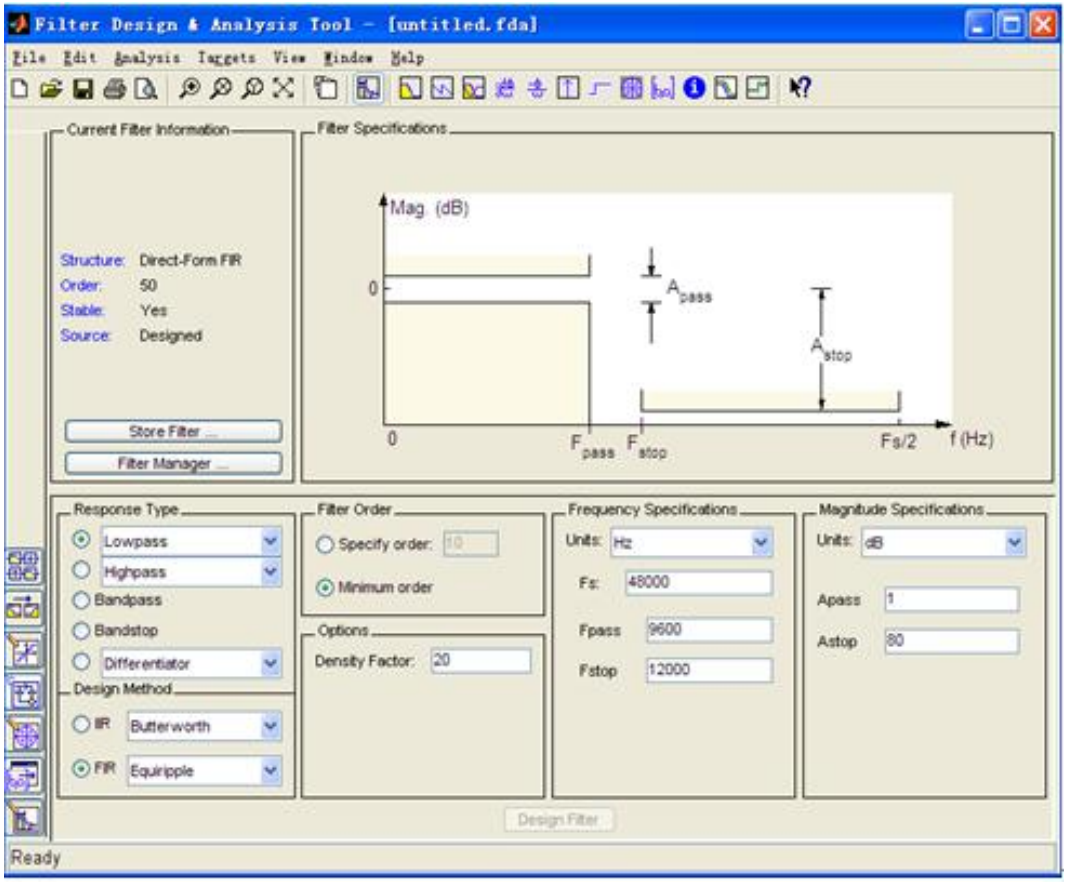

图 12-9 FDATool 界面

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

2．选择Design Filter

$$H(z)=\sum_{k=1}^{16} b_k z^{-k} \qquad (12\text{-}7)$$

$$H(z)=z^{-1}\sum_{k=0}^{15} b_k z^{-k} \qquad (12\text{-}8)$$

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

3. 滤波器分析

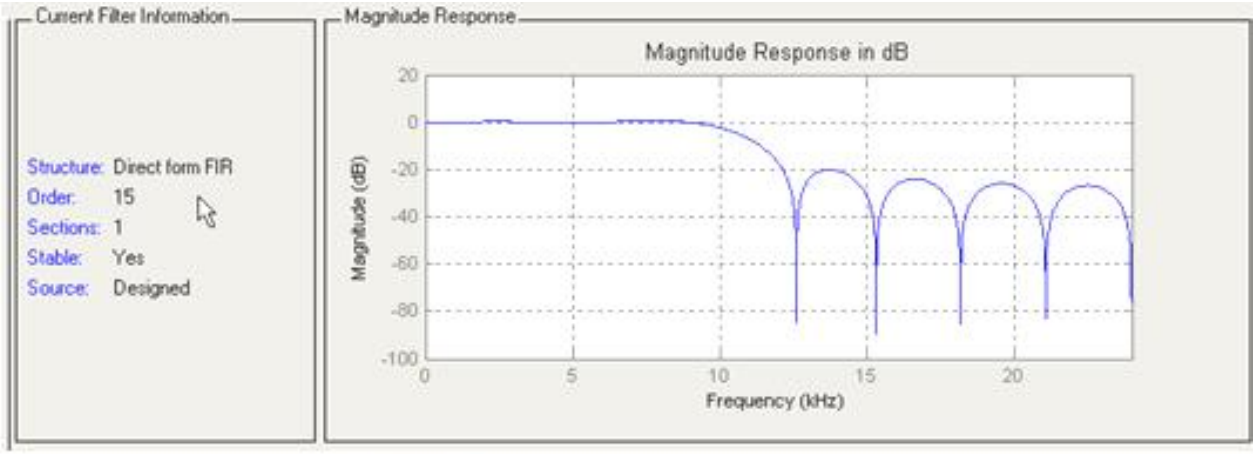

图 12-10 FIR 滤波器的幅频响应

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

3．滤波器分析

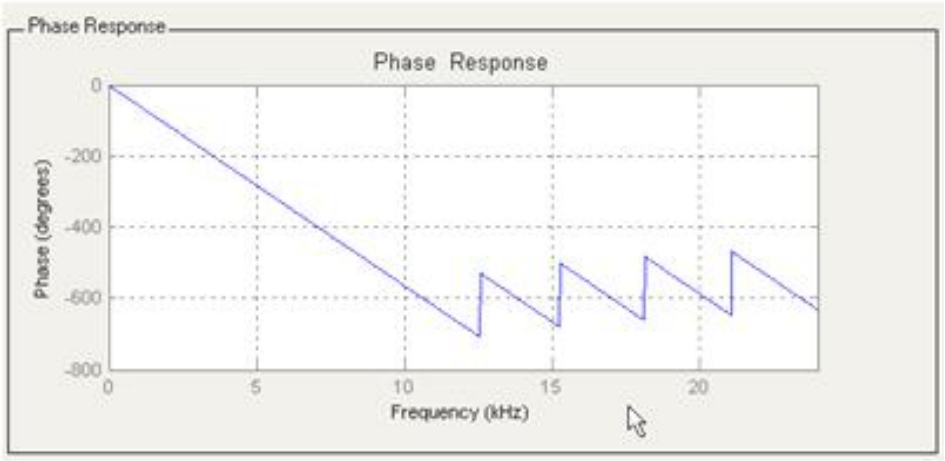

图 12-11　FIR 滤波器的相频响应

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

3. 滤波器分析

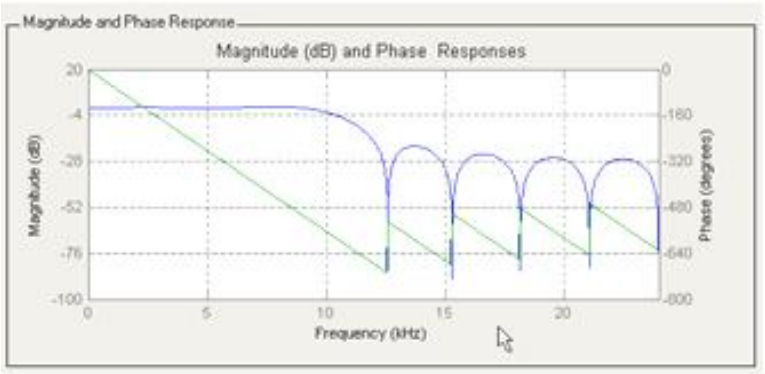

图 12-12 幅频响应与相频响应比较

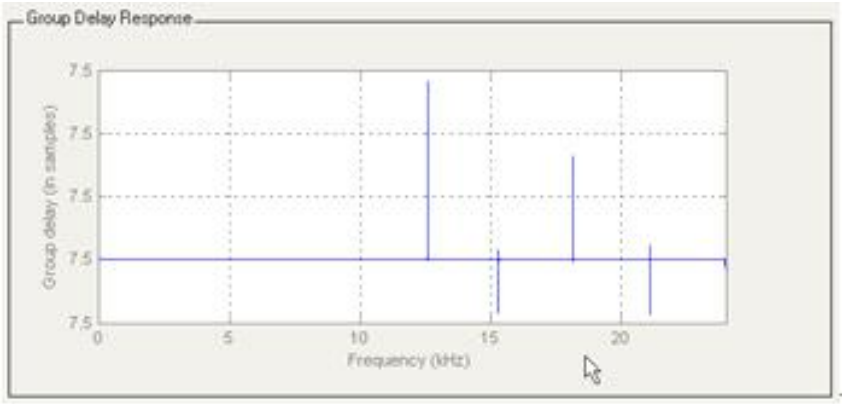

图 12-13 FIR 滤波器的群延时

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

3. 滤波器分析

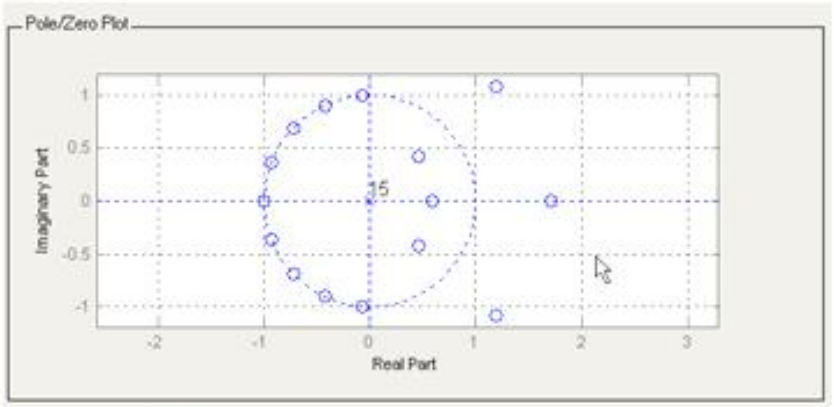

图 12-14 FIR 滤波器的零极点

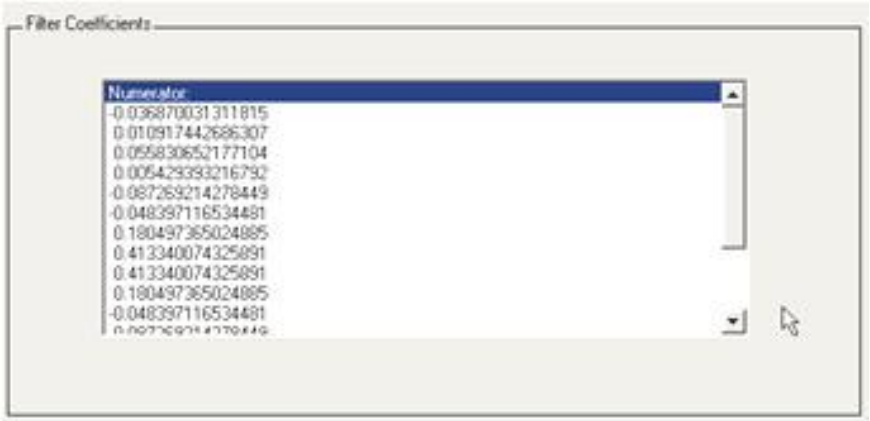

图 12-15 FIR 滤波器系数

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

4．量化

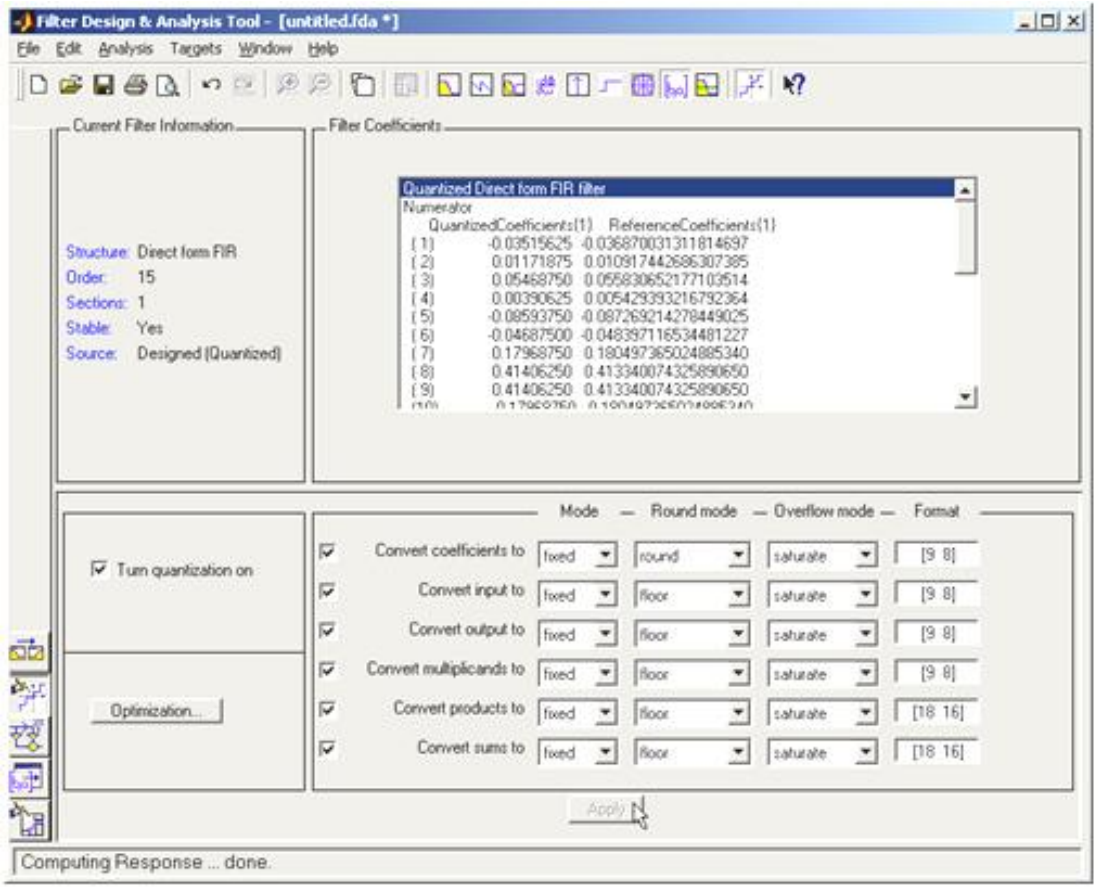

图 12-16　量化参数设置

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

4. 量化

图 12-17 量化优化设置

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

4．量化

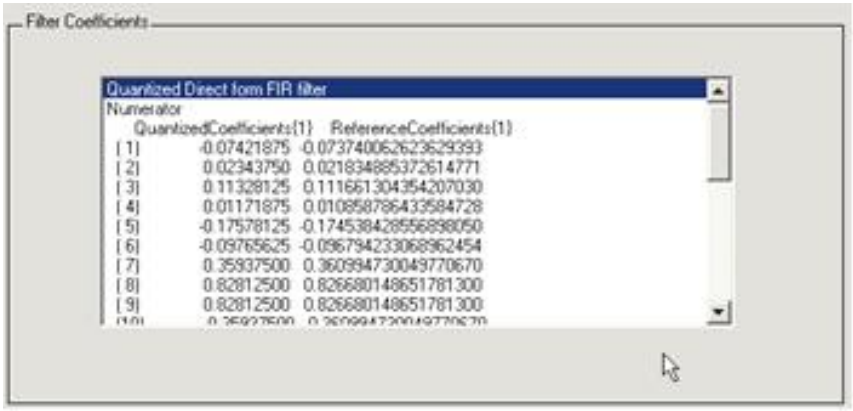

图 12-18　量化后系数

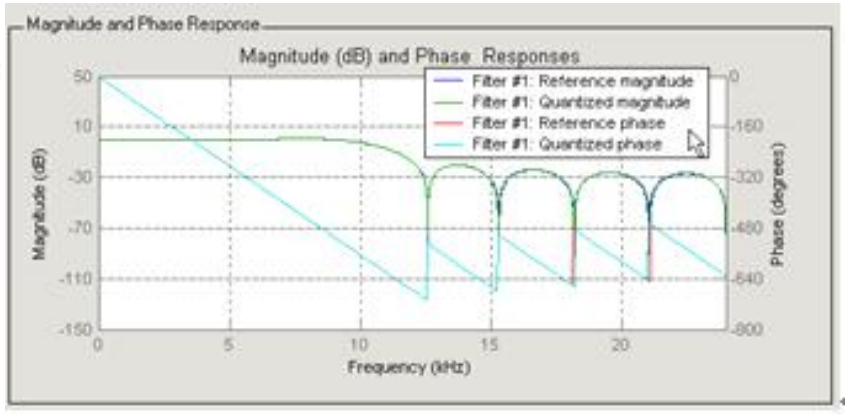

图 12-19　量化后幅频、相频响应

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

4. 量化

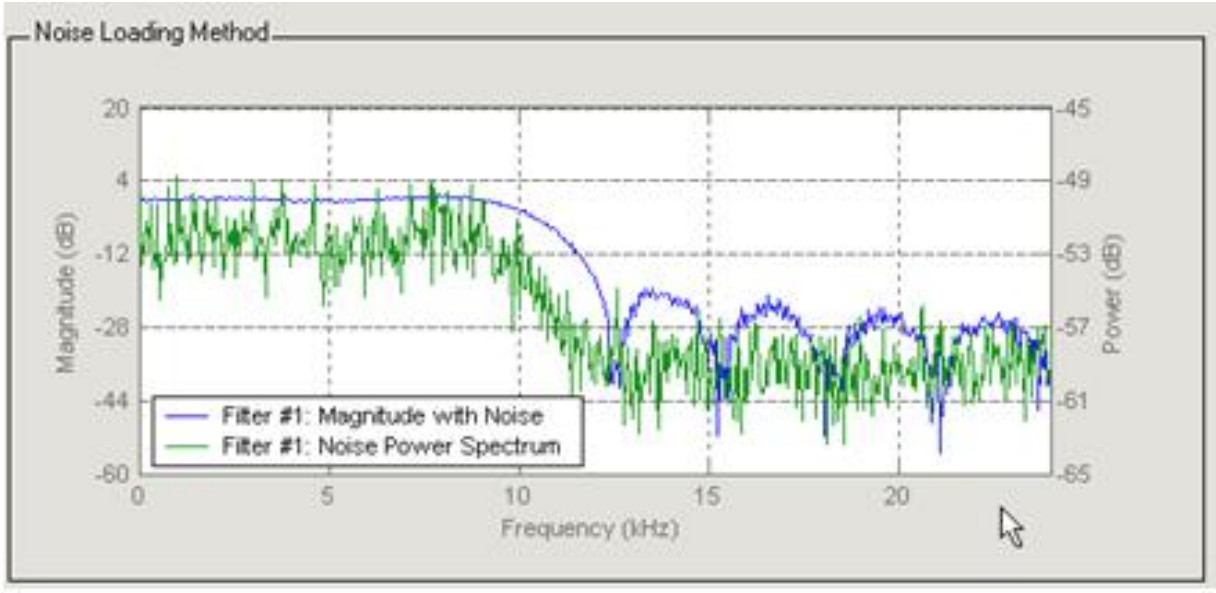

图 12-20　量化后噪声分析

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

5. 导出滤波器系数

```
Num =
   -0.0742    0.0234    0.1133    0.0117   -0.1758   -0.0977
    0.3594    0.8281    0.8281    0.3594   -0.0977   -0.1758
    0.0117    0.1133    0.0234   -0.0742
```

```
>> Num*(2^8)
ans =
  Columns 1 through 10
   -19     6    29     3   -45   -25    92   212   212    92
  Columns 11 through 16
    -25   -45     3    29     6   -19
```

图 12-21 导出对话框

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.3 使用MATLAB的滤波器设计工具

6. 修改FIR滤波器模型添加参数

7. 导出滤波器系数的另一种方法

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.4 使用FIR IP Core设计FIR滤波器

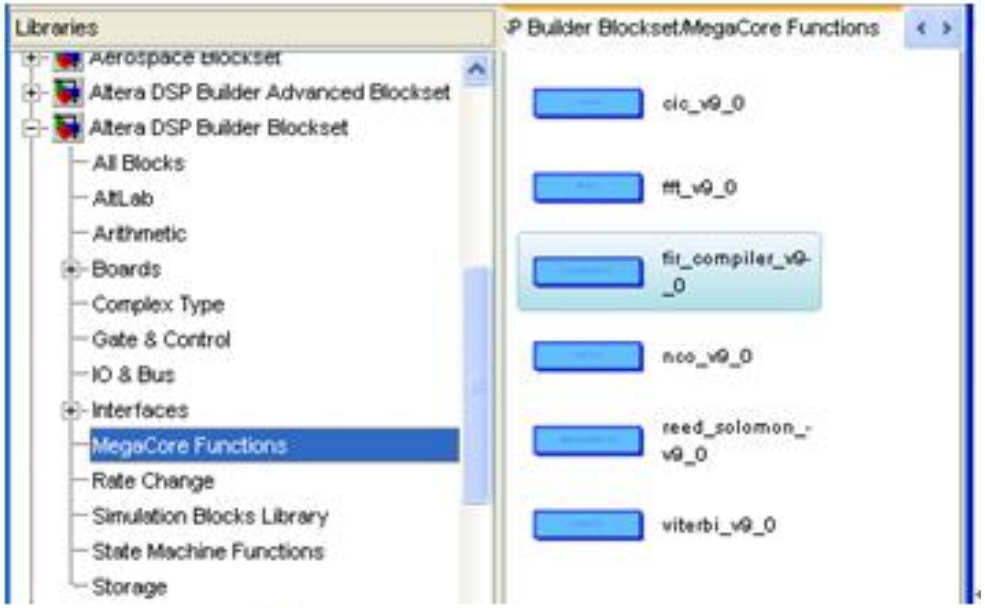

图 12-22 IP Core 模块库

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.4 使用FIR IP Core设计FIR滤波器

1. FIR滤波器核的使用

2. 配置FIR滤波器器核

图 12-23 设置 FIR Core 参数

12.1 FIR数字滤波器设计

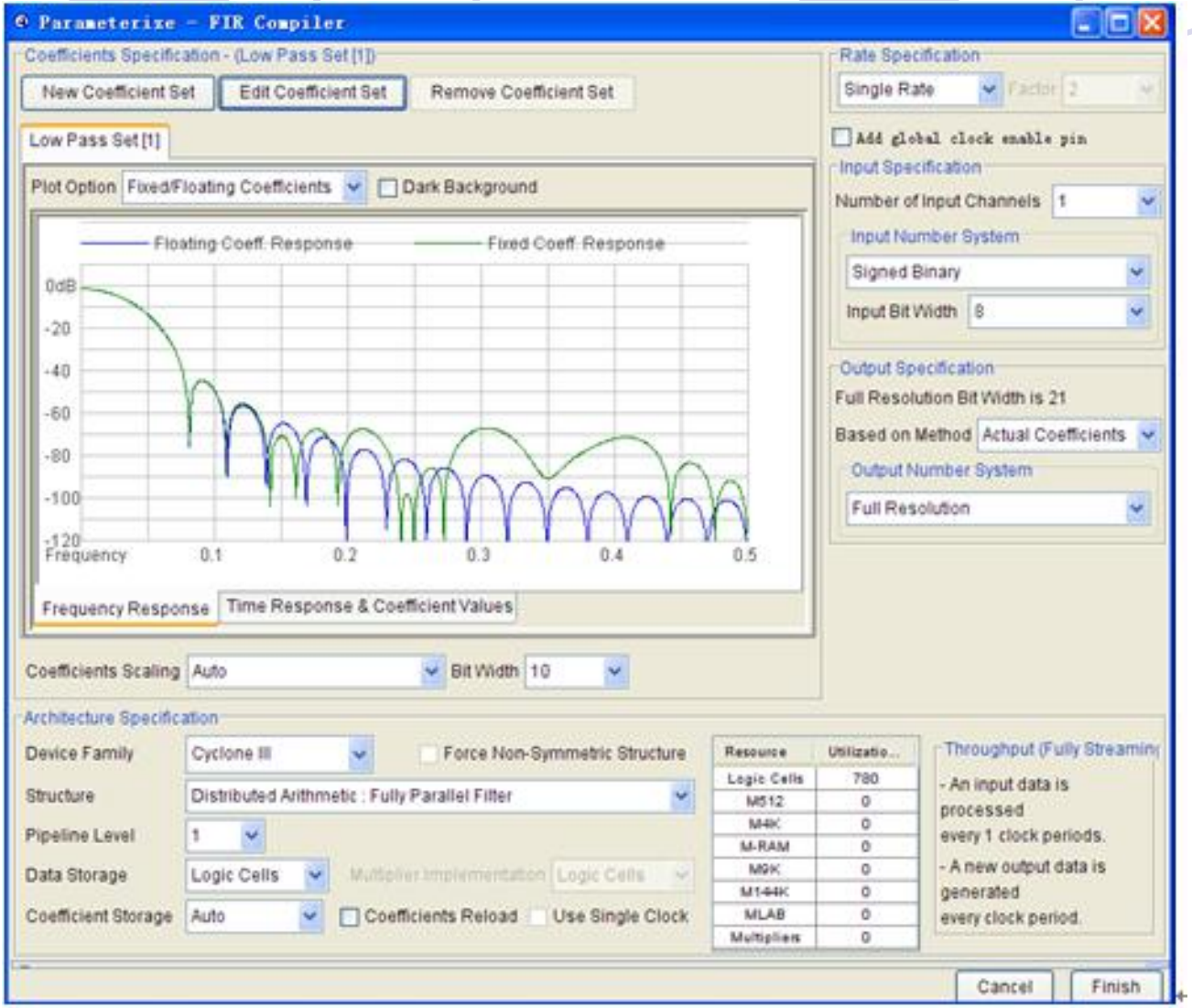

图 12-24 确定 FIR 滤波器系数

12.1 FIR数字滤波器设计

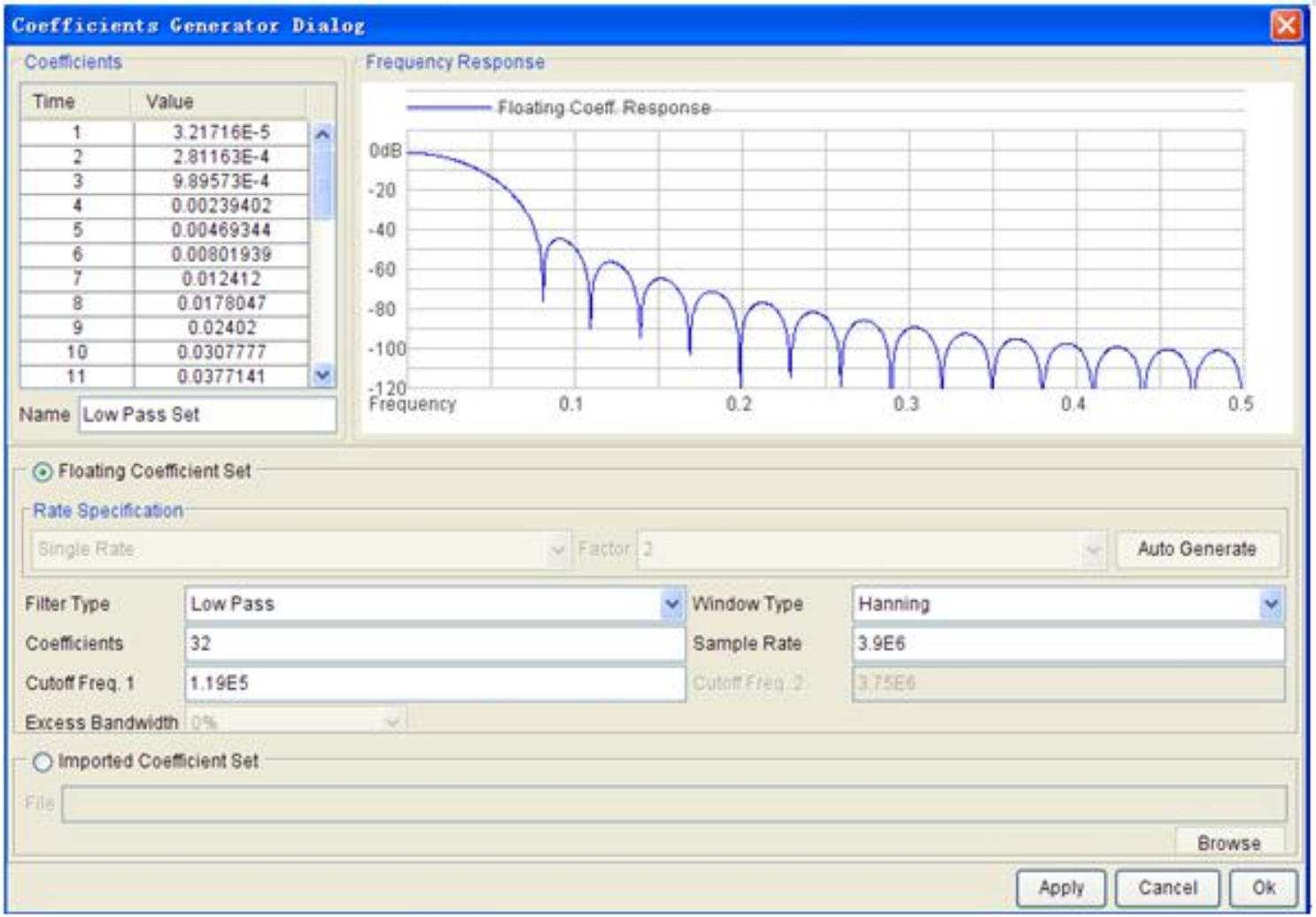

图 12-25　确定 FIR 工作方式

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.4 使用FIR IP Core设计FIR滤波器

2．配置FIR滤波器器核

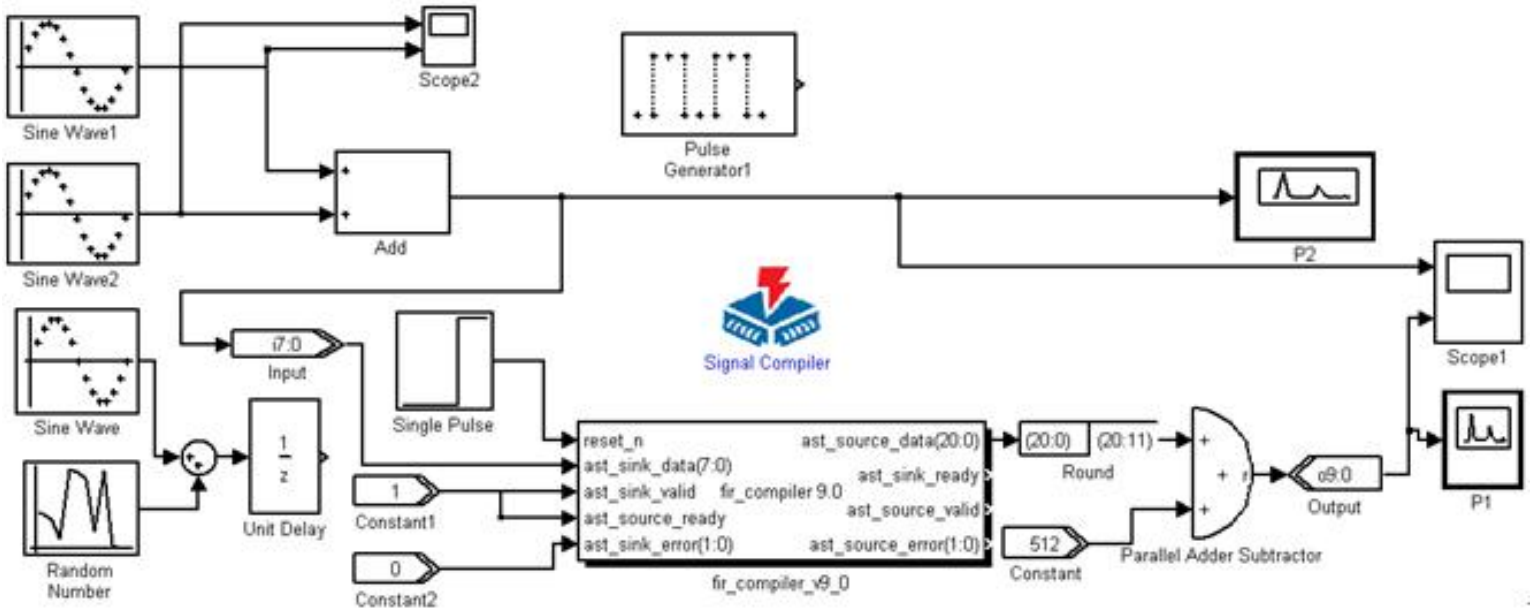

图 12-26　FIR 滤波器核的测试电路模型

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.4 使用FIR IP Core设计FIR滤波器

2．配置FIR滤波器器核

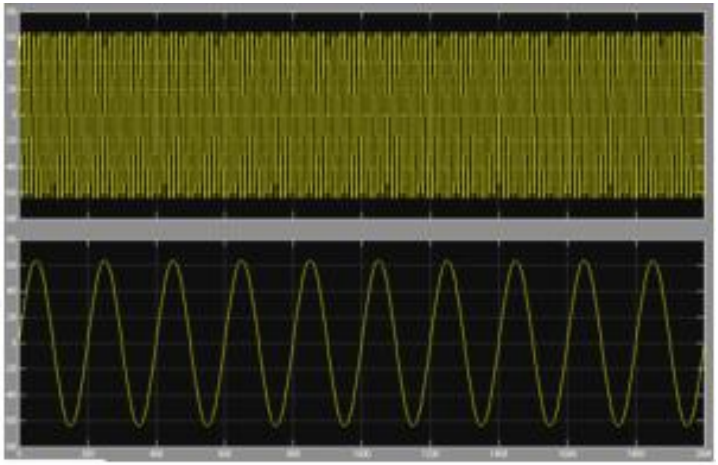

图 12-27 Scope2 显示波形

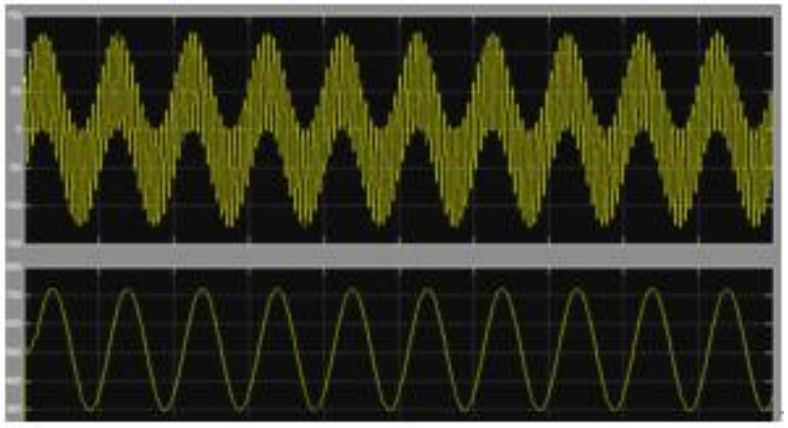

图 12-28 Scope1 显示波形

12.1 FIR数字滤波器设计

12.1.4 使用FIR IP Core设计FIR滤波器

2．配置FIR滤波器器核

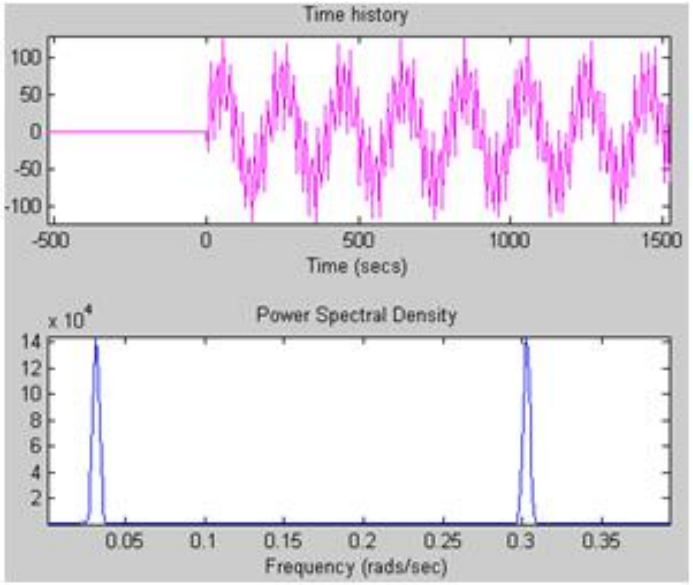

图 12-29　P2 频谱仪显示波形

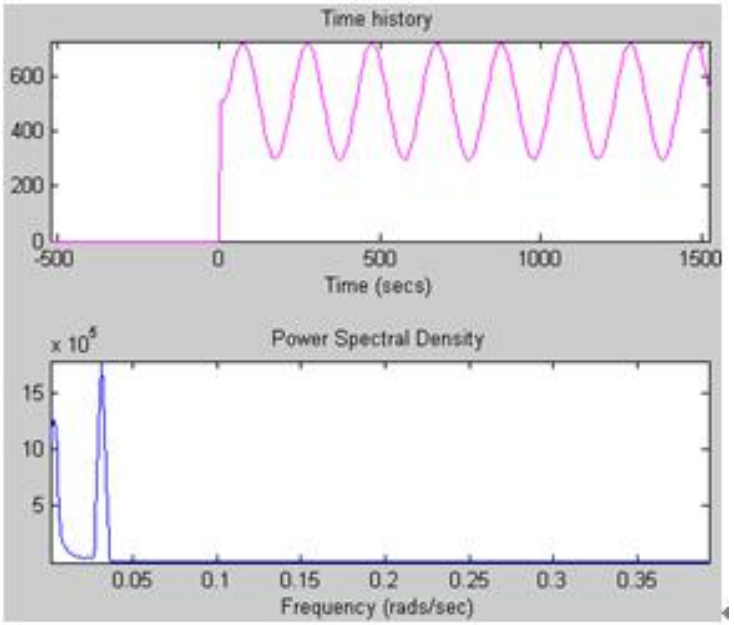

图 12-30　P1 频谱仪显示波形

12.2 HDL模块插入仿真及其设计

1. 完成Verilog HDL设计

【例 12-1】

```
module MUX21a (A,B,S,Y);
   input S ;  input [7:0]A,B;    output [7:0]Y;
   reg [7:0] Y;
  always @(A,B,S) begin
   if (S==0)  Y = A;  else  Y = B;
  end
endmodule
```

12.2 HDL模块插入仿真及其设计

2．调入HDL Import模块

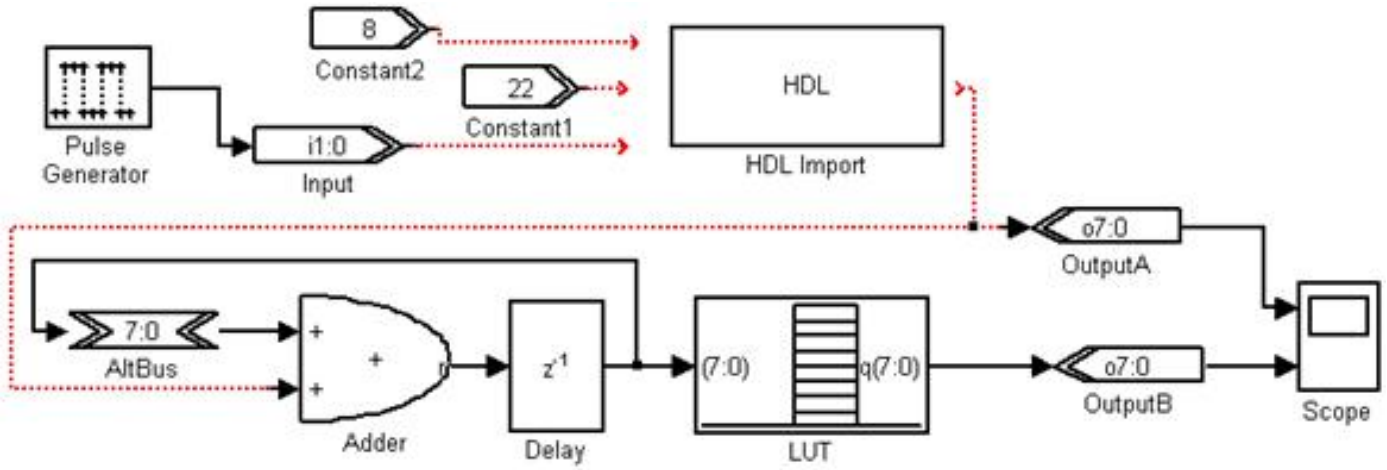

图 12-31　在 FSK 的 Simulink 模型中调入一个 HDL Import 模块

12.2 HDL模块插入仿真及其设计

3．加入Verilog设计文件

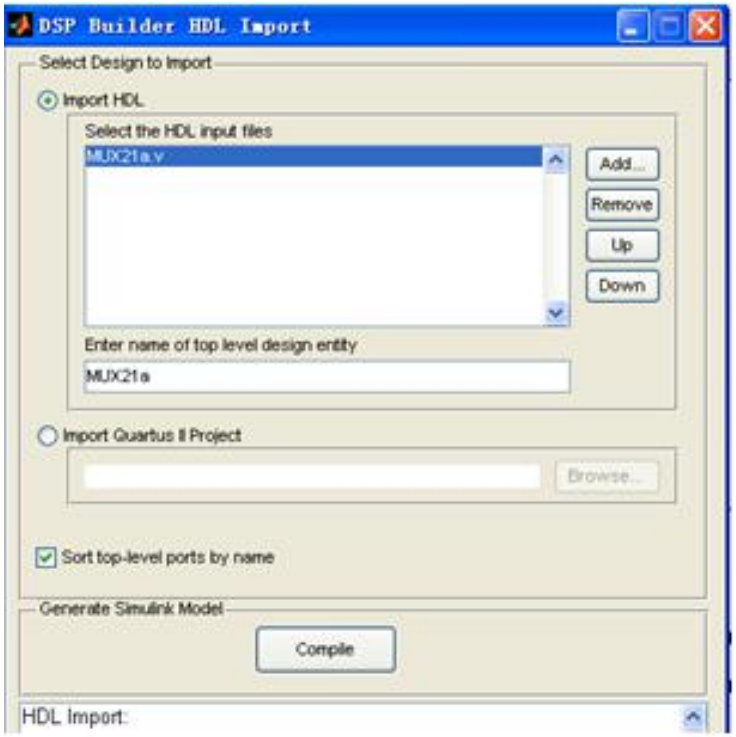

图 12-32　加入 Verilog 文件

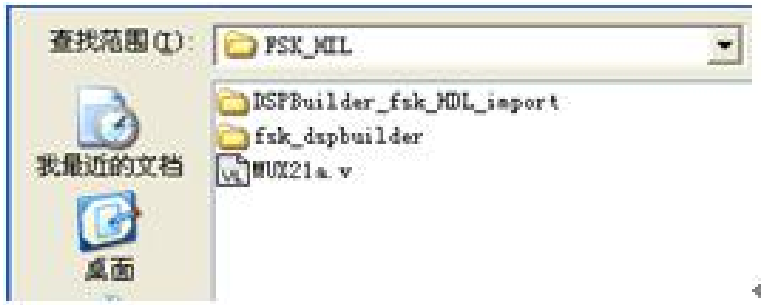

图 12-33　选中设计好的文件

12.2 HDL模块插入仿真及其设计

4. 仿真

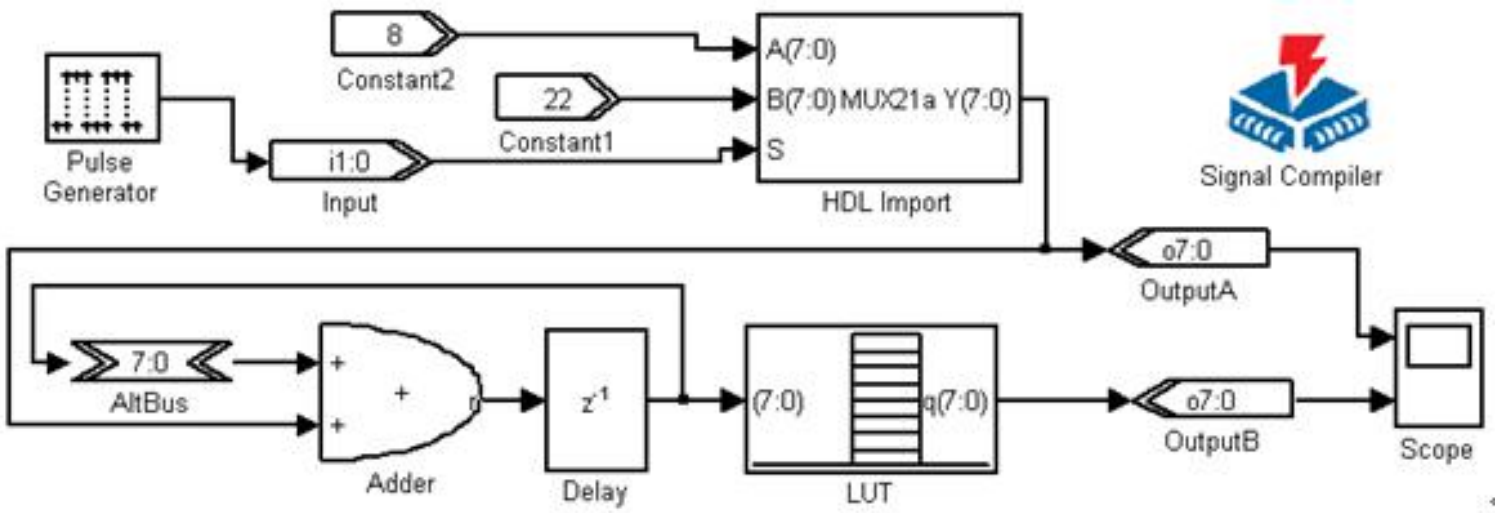

图 12-34　构成一个完整设计

习　题

$$x[i]=\sum_{k=0}^{31}X[k]*\cos\left[\frac{i+16}{64}\pi(2k+1)\right],\ i=0\cdots63$$

$$x[i]=\sum_{k=0}^{31}X[k]*\cos\left[\frac{i*\pi}{64}\pi(2k+1)\right],\ i=0\cdots31$$

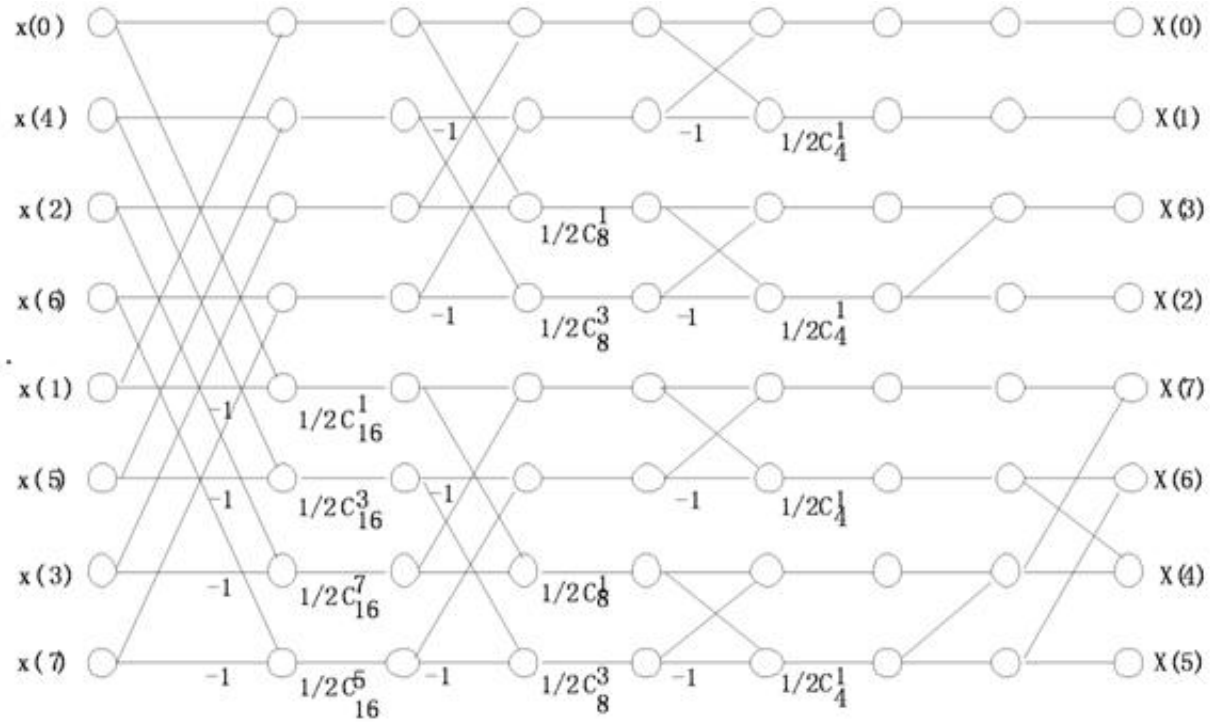

图 12-35　Lee 氏快速 DCT 算法

实验与设计

实验12-1 FIR数字滤波器设计实验

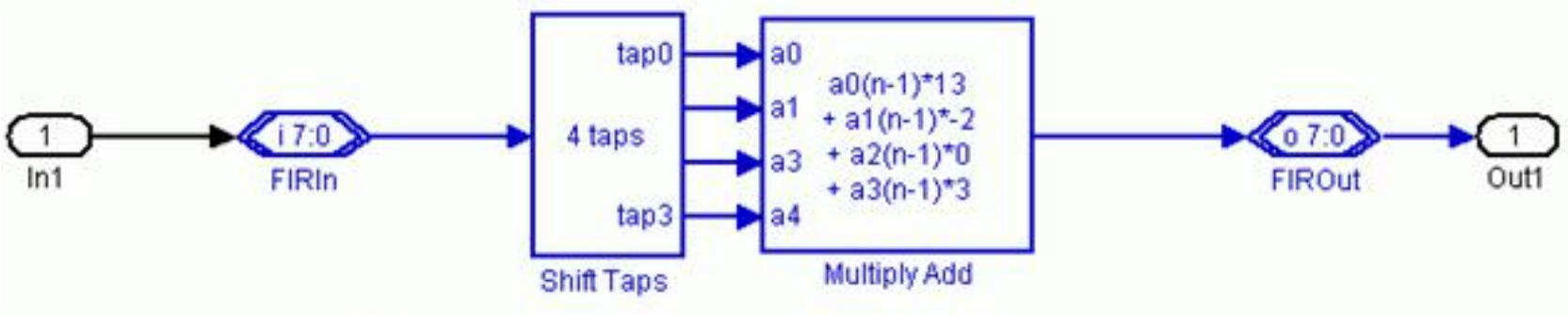

图 12-36 Shift Taps 模块和 Multiply Add 模块应用

实验12-2 HDL Import模块应用实验