

调频收音机的 Simulink 实现

1. 打开 Matlab。打开 simulink，创建一个空文档。

2. 放置 ADALM-PLUTO-Receiver 接收模块

双击屏幕，输入该名称，center frequency 为想要接收的信号频段，source of gain 设为 AGC Slow Attack，channel mapping 设为 1，based sample rate 设为 2.4e6，output data type 设为 double，sample per frame 设为 32768。

Pluto 发送接收数据均为 complex 数据格式，即复数格式，实部为正交发射接收机的 I 路信号，虚部对应 Q 路信号，视需要可选择 single、double、int16 等 complex 数据类型。如图 1 所示。

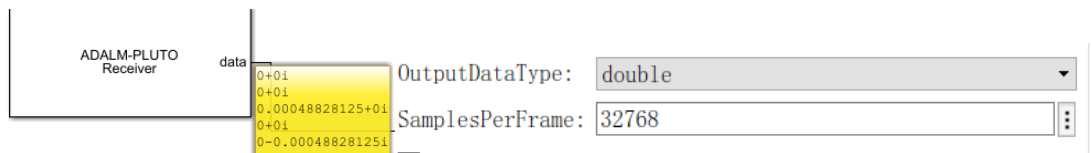


图 1 PlutoSDR 数据格式

为了匹配 matlab 的数据处理速度，在 receiver 模块中可以修改数据帧的大小，相当于内置了一个 buffer，如果在解调的时候发现音频解码断续，可能是因为数据帧太短不足以连续解调，或者单个数据帧太长导致每段数据解调后会有一顿，所以在后期设计的时候要留意这个参数对结果的影响。

3. 放置 FIR Decimation 模块

从 DSP System Toolbox > Filtering > Multirate Filters 里找到 **FIR Decimation 模块**。这个模块会从输入口抽取数据，使用一个整数倍来降低采样率。该模块还能实现数据的低通滤波，保证不发生混叠现象。双击打开参数窗口。更改 FIR filter coefficients 和 Decimation Factor 如下。这样抽取倍数设为了 10（从 2.4MHz 降为了 240kHz），可以导通的最高频率是 120kHz。在 Rate options 菜单里选择 Allow multirate processing，应用更改。点击 View Filter Response 按钮，可以观察低通滤波器的响应。把模块重命名为 FIR Decimation，如下所示。

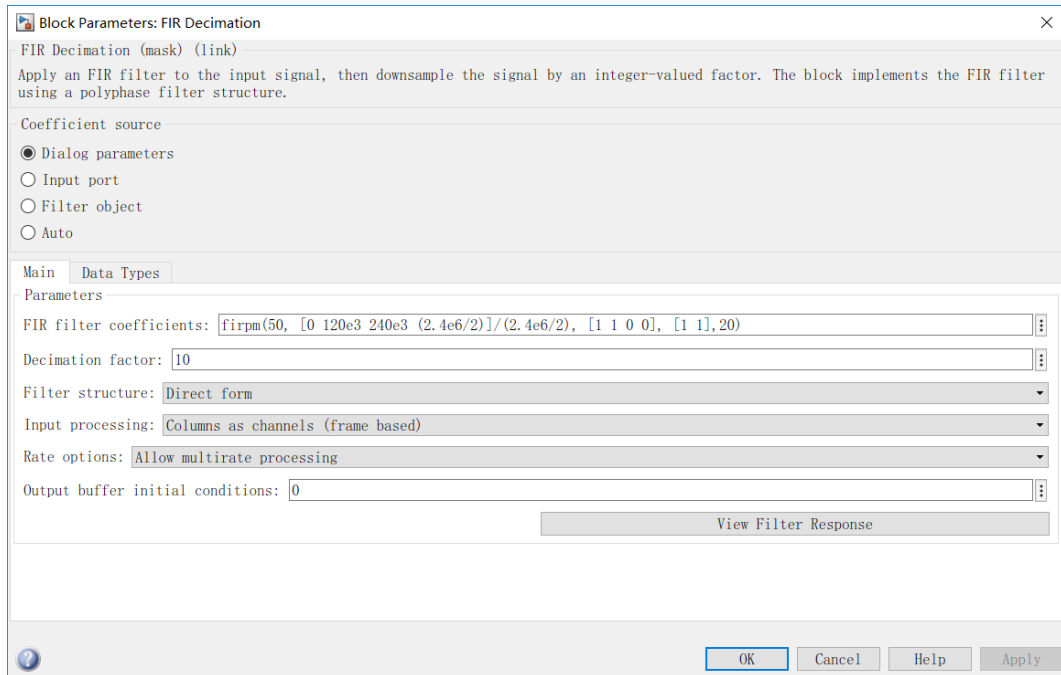


图 2 FIR Decimation 模块参数设置

4. 实现解调。

从 Simulink > Discrete 里选择 Delay 模块， Simulink > Math Operations 里找到 Math Function 模块、Product 模块以及 Complex to Magnitude-Angle 模块。把 Math Function 模块的 Function 设置为 conj，该函数为取共轭函数。把 Complex to Magnitude-Angle 的输出设置为 Angle，该函数为取相角函数。把 Delay 模块的 Input processing 参数设为 Columns as channels (frame based)。如下所示

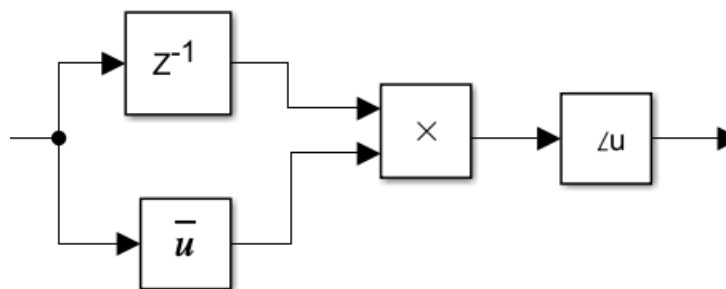


图 3 解调部分

5. 增加一个抽取流程。

从 DSP System Toolbox > Filtering > Multirate Filters 里找到 FIR Decimation 模块，放入模型。双击打开参数窗口，更改 FIR filter coefficients 和 Decimation Factor 如下。这样抽取倍数设为了 5（从 240kHz 降为了 48kHz），可以导通的最高频率是

15kHz。在 **Rate options** 菜单里选择 **Allow multirate processing**，应用更改。可以点击 **View Filter Response** 按钮来观察低通滤波器的响应，如下所示。

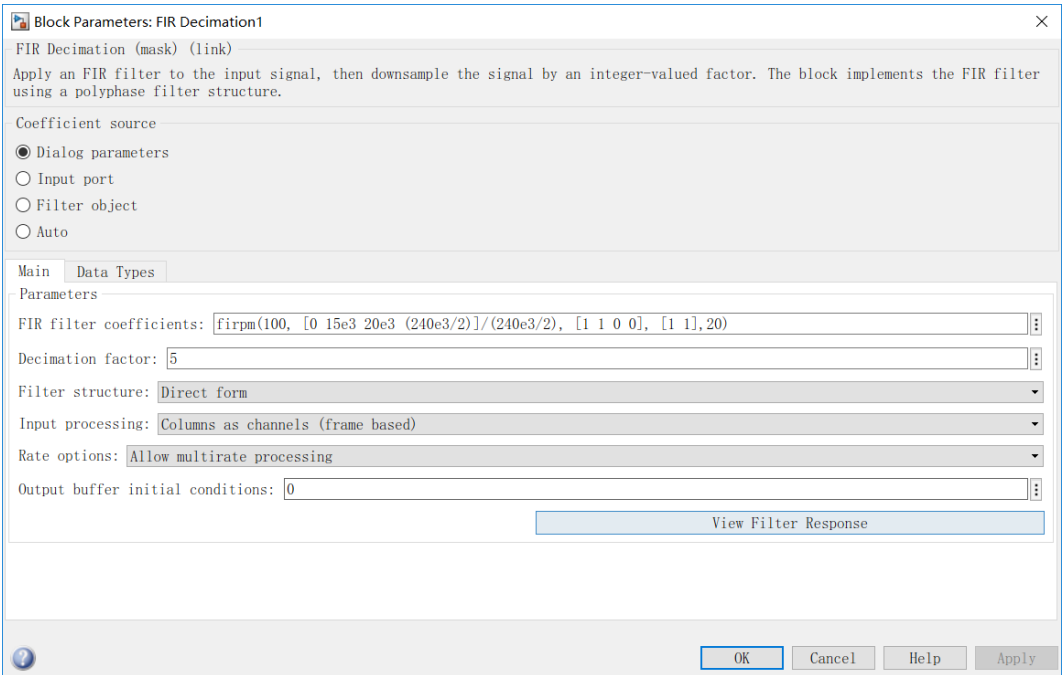


图 4 参数设置

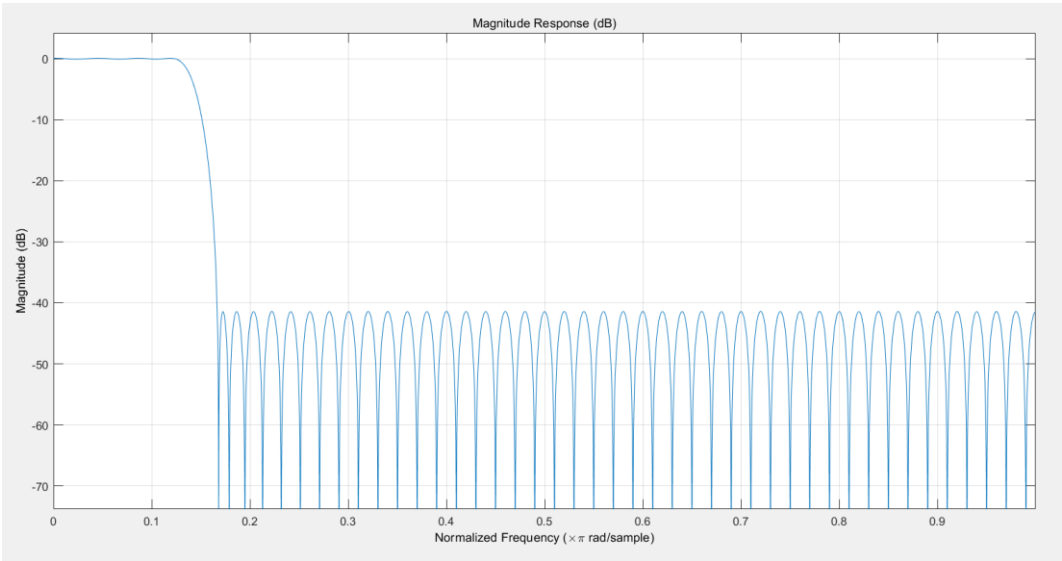


图 5 低通滤波器的响应

6. 添加 Audio Device Writer 模块.

该模块将音频样本写入音频输出设备，参数指定驱动程序、设备和设备属性，例如采样率和位深度等。

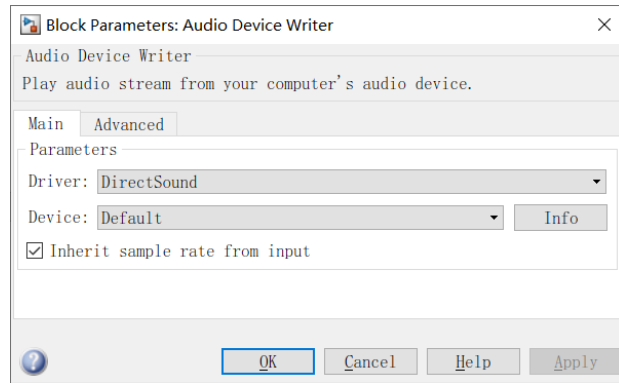


图 6 Audio Device Writer 模块

7. 最终所有模块拼接如下图所示：

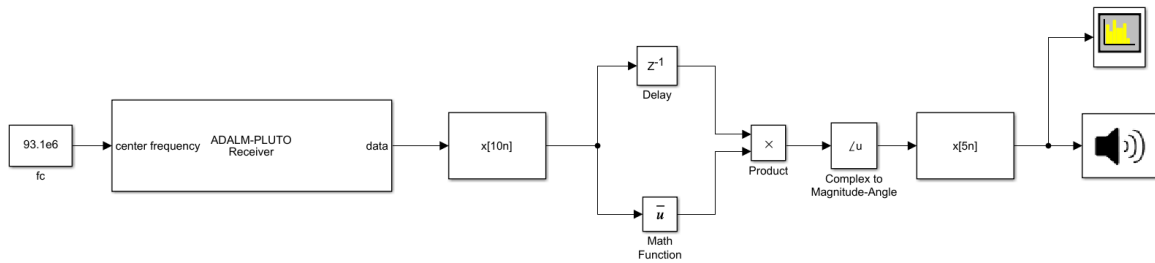


图 7 FM 接受 Simulink 框图