

# AE4 - Realização de Filtro Digitais FIR e IIR

Jessica de Souza, Leticia Aparecida Coelho

Engenharia de Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina

<jessica.souzajds@gmail.com,leticia.ac23@gmail.com>

21 de agosto de 2018

## 1 Introdução e Metodologia

Os experimentos descritos neste relatório têm como objetivo comparar filtros que possuem a mesma especificação de magnitude usando filtros IIR e FIR para determinar a eficiência. Foi escolhido utilizar um filtro passa-faixa do tipo FIR com o algoritmo de otimização Parks-McClellan e um filtro IIR do tipo Chebychev II. Para a realização do filtro FIR e IIR, serão utilizadas as seguintes estruturas: Forma direta I e seções de segunda ordem (SOS) para o IIR e forma direta e simétrica para o FIR. Iremos analisar cada filtro e demonstrar as vantagens de cada estrutura, considerando o aspecto de tamanho de hardware. A sessão 2 mostra os resultados no desenvolvimento do experimento com a ferramenta *fdatool* do *Matlab*.

### 1.1 Especificações do Projeto

Para o filtro FIR e IIR, serão utilizados os seguintes parâmetros para seu desenvolvimento:  $f_1 = 1088$  Hz,  $f_2 = 1185$  Hz,  $f_3 = 1233$  Hz,  $f_4 = 1330$  Hz,  $f_a = 4$  kHz,  $G_p = 0$  dB,  $A_p = 1$  dB e  $A_s = 40$  dB.

## 2 Resultados e Discussão

A realização dos filtros foi realizada utilizando o software *fdatool* e resultou nos parâmetros necessários para a implementação de um hardware físico, os quais podem ser visualizados na Tabela 1. Os parâmetros "número de multiplicadores", "somadores", "atraso" e "bits" foram obtidos na sessão "*Filter information*" do software *fdatool*. O parâmetro Hardware demonstrado na Tabela 1 é relacionado ao tamanho do hardware que foi obtido através da equação 1.

$$AHw = \max((2 * Num.multiplicadores + Num.somadores), Num.atrasos) * Num.bits \quad (1)$$

Tabela 1 – Resultados da análise de filtros

Coeficientes dos filtros						Hardware
Id	Filtro	Mult.	Somadores	Atrasos	Bits	
1	IIR - Chebychev II - Quantizado	12	11	12	24	840
2	IIR - Chebychev II - Quantizado SOS	13	12	12	24	912
3	FIR - Parks-McClellan	65	64	64	14	2716
4	FIR - Parks-McClellan - Quantizado Simetrico	33	65	64	14	1834

Para assegurar que a análise dos valores correspondentes ao projeto de hardware dos filtros está correta, podemos visualizar as Figuras 4, 5 e 6 demonstram o resultado do filtro FIR e as Figuras 1, 2 e 3 demonstram o resultado do filtro IIR.

## 2.1 Filtro IIR

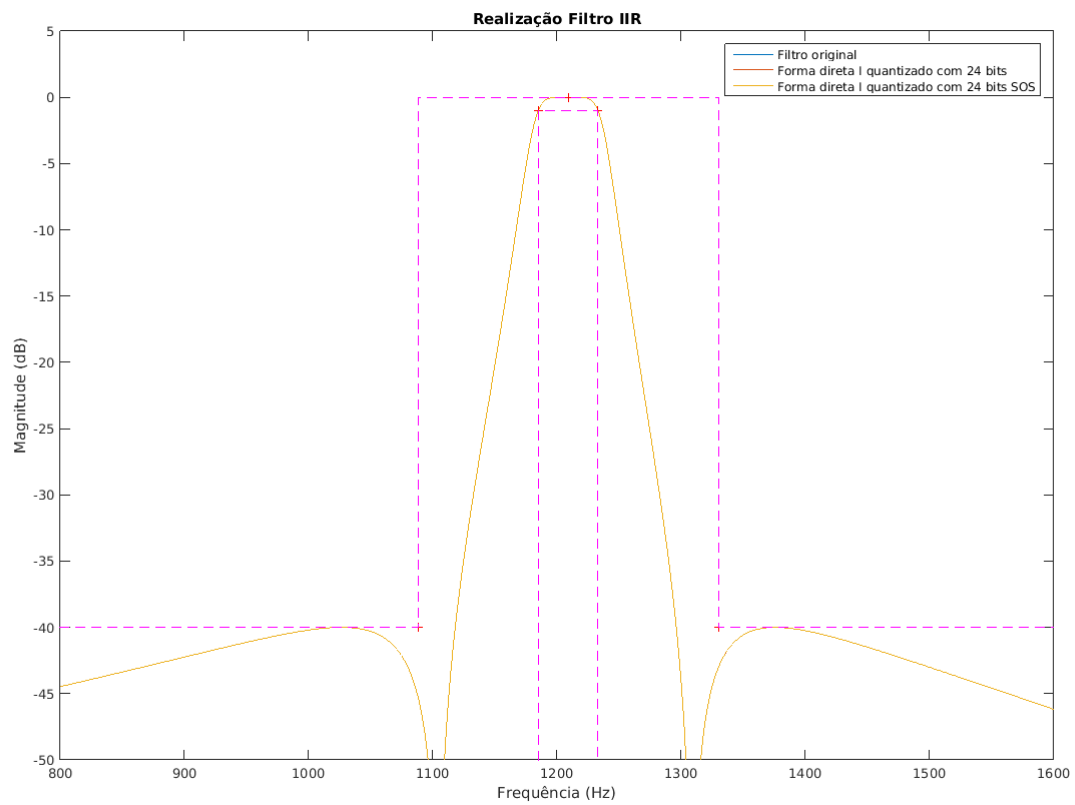


Figura 1 – Resposta do filtro IIR - Chebychev II

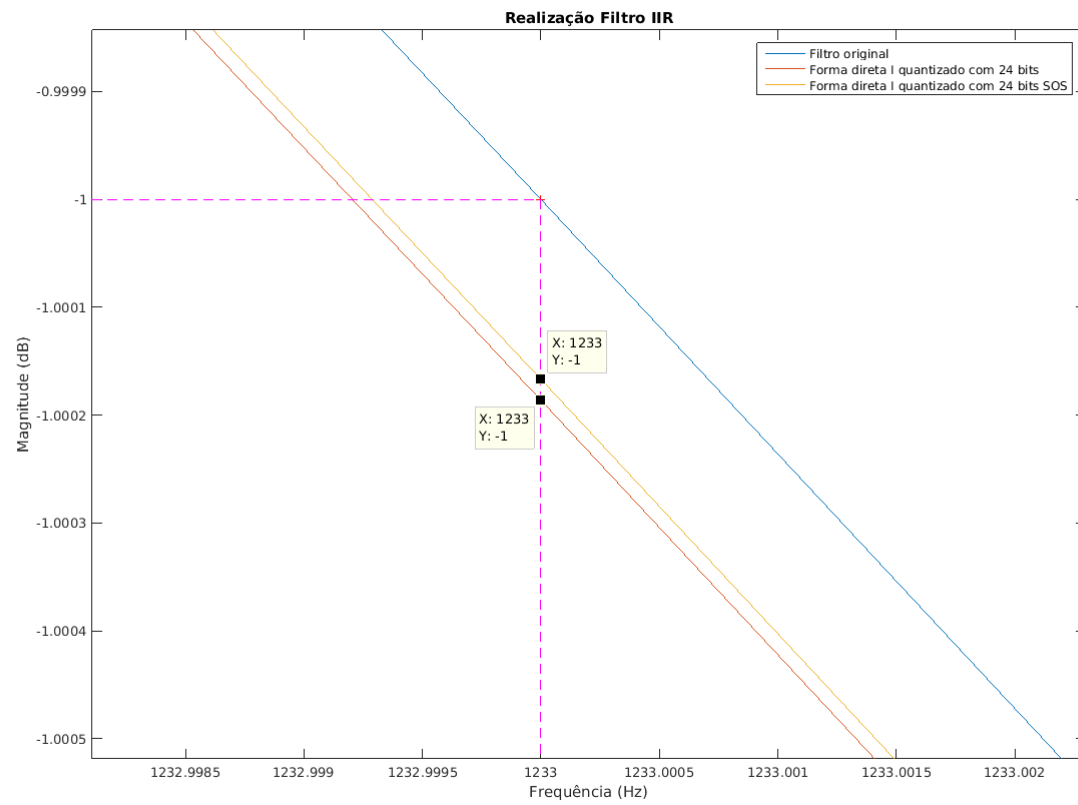


Figura 2 – Zoom na atenuação de passagem.

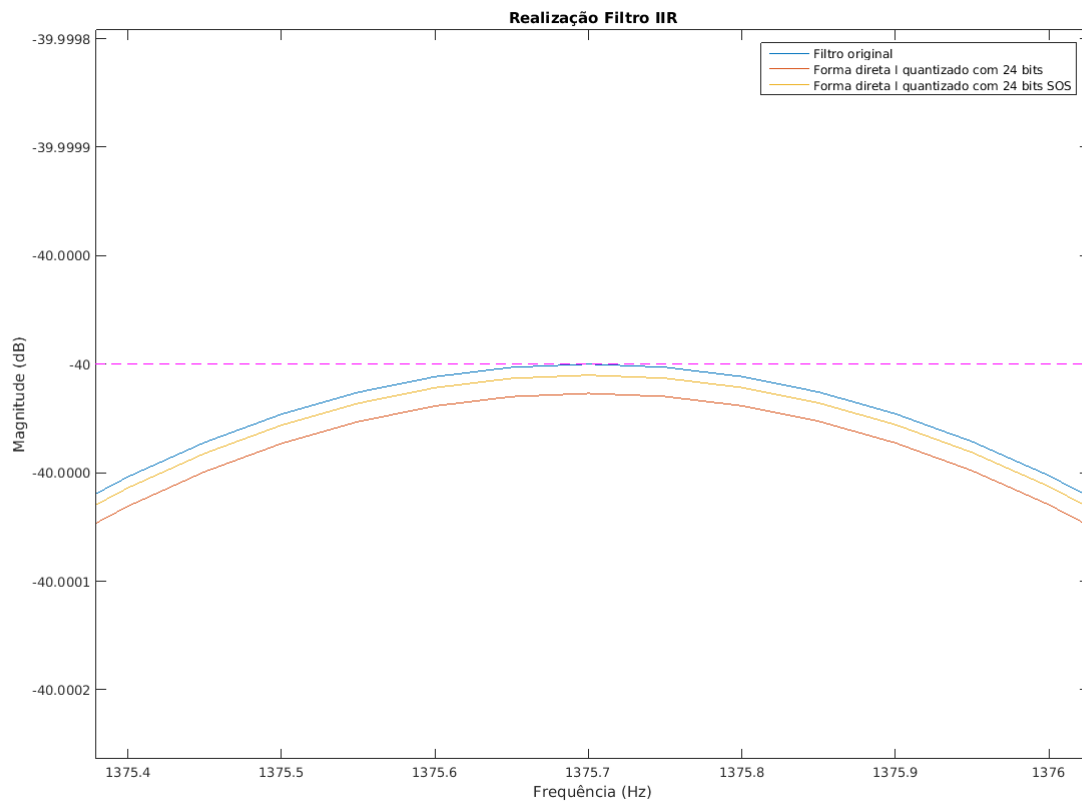


Figura 3 – Zoom nas atenuações de rejeição.

## 2.2 Filtro FIR

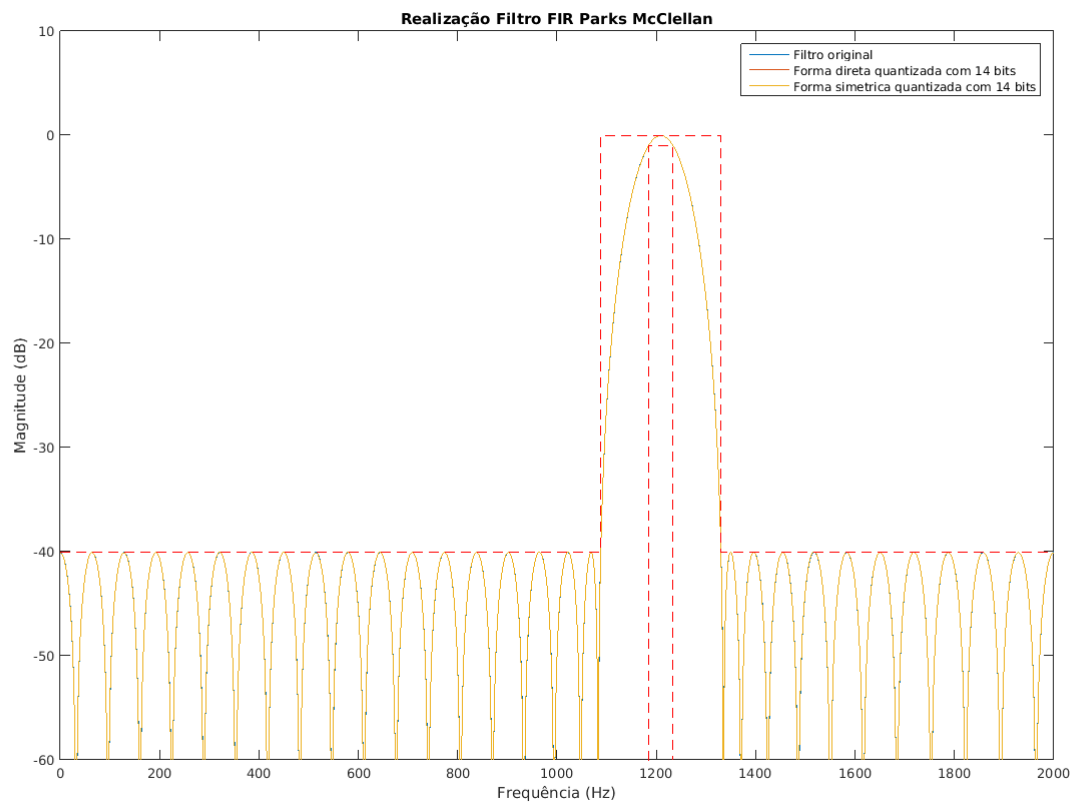


Figura 4 – Resposta do filtro FIR - Parks-McCleallan.

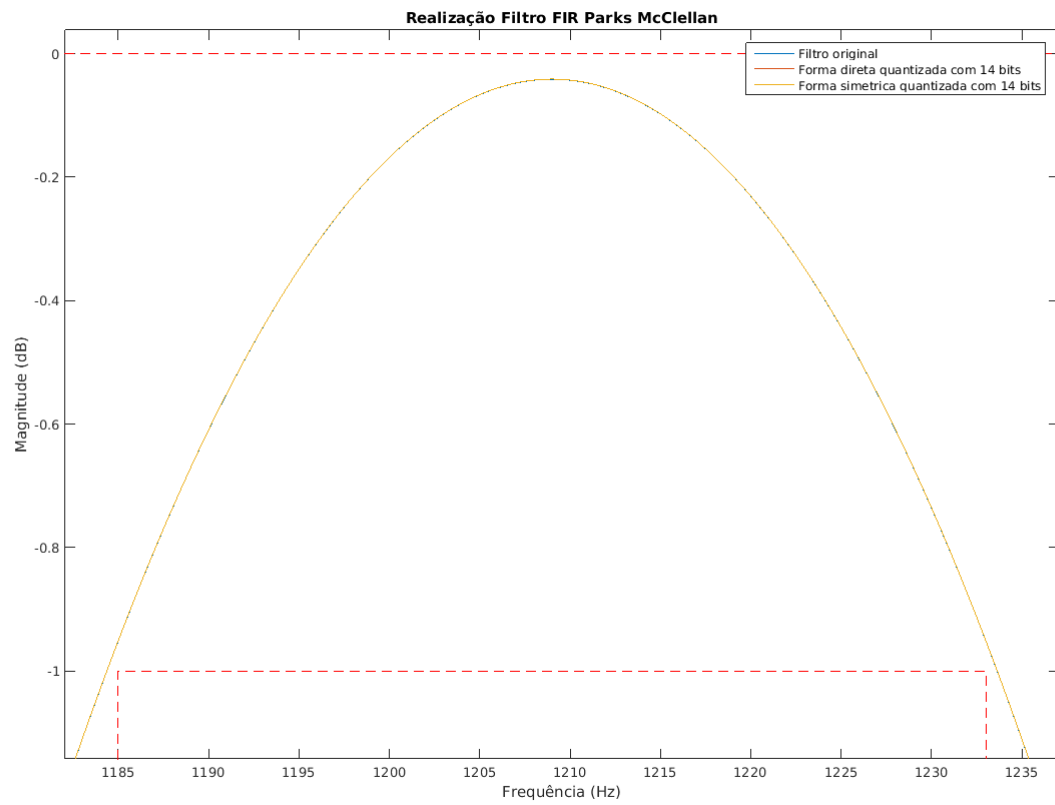


Figura 5 – Zoom nas atenuações de passagem.

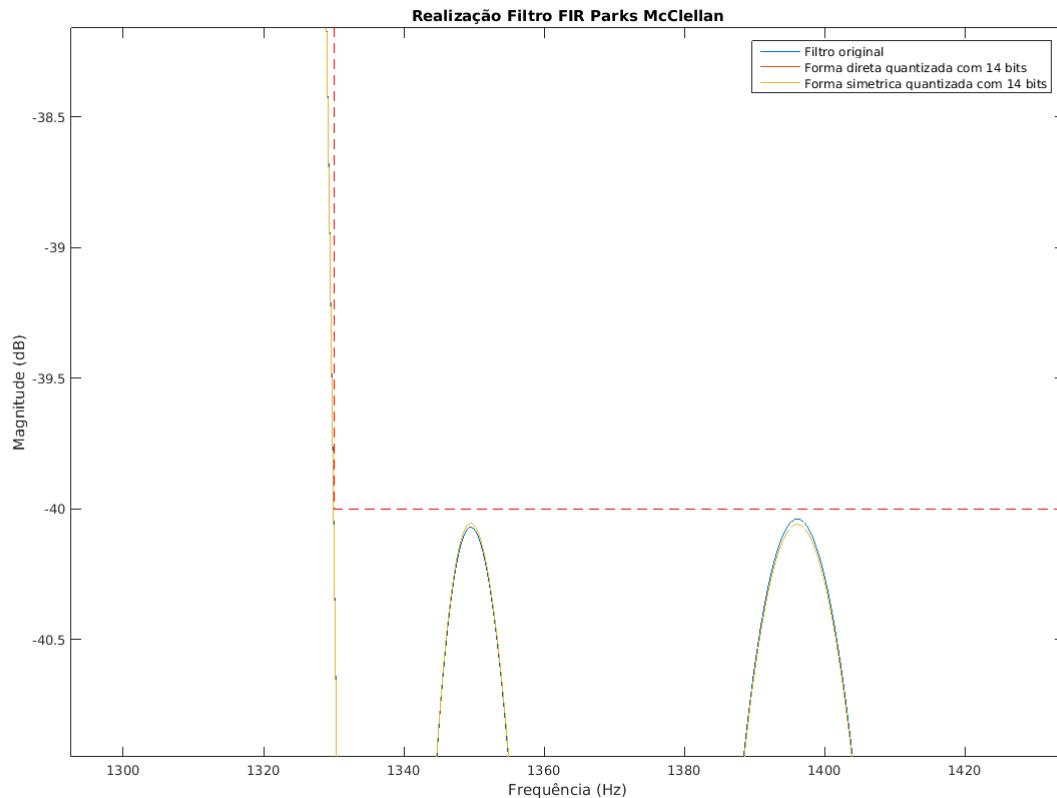


Figura 6 – Zoom nas atenuações rejeição.

Podemos observar que o filtro IIR obteve um número de componentes inferior ao FIR e o seu hardware é significativamente menor ao do FIR, porém é necessário uma maior quantidade de bits para o sinal ficar dentro da especificação nas frequências utilizadas. Além disso, na figura 2, por mais que houvessem pontos para que o zoom na imagem seja permitido, o filtro gerado com os coeficientes do FDATool não pode mostrar o sinal dentro da máscara desejada, mas o datatip mostra que na frequência desejada a atenuação está correta. Após a quantização, o filtro IIR possui como coeficientes num =  $[1 \ 0 \ -1]$  e den =  $[1 \ 0.6 \ 0.9]$ .

### 3 Conclusão

Os experimentos realizados foram relacionados a comparação entre filtros IIR com **ordem 6** e **atraso de grupo de 60 amostras**, e filtros FIR com **ordem 64** e **atraso de grupo de 32 amostras/s**, quantizados e não quantizados, para obter uma análise relacionada ao hardware gerado por cada tipo de filtro. Com a análise podemos perceber que os filtros quantizados apresentam menor hardware com precisões em ponto-fixado de 14 bits para o filtro FIR e 24 bits para o filtro IIR. Concluimos que o filtro mais eficiente no quesito hardware é o IIR - Chebyshev II quantizado com tamanho 840 pois realiza a filtragem nas mesmas faixas de frequência com menor hardware.