

ANÁLISE DE FALHAS EM FILTROS DE IMPULSO FINITO

AVELAR, Helder Henrique
BUTZEN, Paulo Francisco; FRANCO, Denis Teixeira
helder.furg@gmail.com

Evento: Encontro de Pós-Graduação
Área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave: Filtros Digitais; Tolerância a falhas; falhas *stuck-at*.

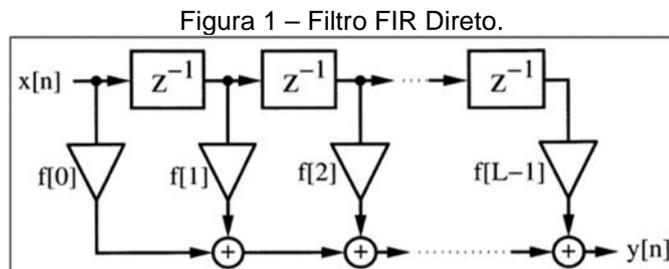
1 INTRODUÇÃO

Filtros são importantes no processamento de sinais, pois podem controlar a faixa de frequências do sinal que se deseja usar, suprimindo eventuais ruídos do sistema. Devido a facilidade de implementação e a robustez, os filtros mais utilizados atualmente são os digitais (HAYKIN e VEEN, 2001). Porém, com a miniaturização dos componentes eletrônicos, a sensibilidade desses circuitos a falhas tem aumentado bastante (WESTE e HARRYS, 2011). Esse projeto propõe a implementação de um filtro FIR (*Finite Impulse Response*) em HDL (*Hardware Description Language*) e a análise de sua resposta quando falhas são inseridas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Filtros digitais geralmente são usados para alterar os atributos de um sinal no domínio do tempo ou da frequência. Esses filtros geralmente são classificados como FIR (*Finite Impulse Response*) ou IIR (*Infinite Impulse Response*).

A saída de um filtro FIR para determinada entrada temporal $x[n]$ é dada por uma convolução finita. A L -ésima ordem de um filtro FIR linear invariante no tempo pode ser interpretada como um conjunto de somadores e multiplicadores em uma linha de atrasos com L *taps*. A Figura 1 ilustra um filtro FIR direto, onde os atrasos são representados pelos blocos " z^{-1} " e os *taps* são os blocos " $f[n]$ " (coeficientes do filtro) (MEYER-BAESE, 2004).



Fonte: Meyer-Baese [1]

Foram analisados dois tipos de falhas permanentes em filtros FIR: troca de *bit* e *Stuck-At-1*. Falhas permanentes são aquelas em que, uma vez que o componente falha, ele nunca volta a funcionar corretamente. Falhas de troca de *bit* ocorrem quando um *bit* do dado em questão troca de valor. Falhas do tipo *Stuck-At-1* fazem com que um *bit* esteja sempre em '1' (ZIMPECK, BUTZEN e MEINHARDT, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em duas partes. No *MATLAB*, foi utilizada a *Signal Processing Toolbox*, que permite a criação de um filtro a partir de suas características e a reconstrução de um filtro a partir de seus coeficientes. Assim, foi feito um estudo das variações na resposta em frequência ao se inserir falhas nos coeficientes do filtro. Possuindo os coeficientes do filtro, foi feita sua descrição em *HDL*, utilizando o *ISE Design*. A simulação do *hardware* descrito foi feita por meio de um *test bench*, e simulado na ferramenta *ISim*, parte integrante do *ISE Design Suite*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A observação dos resultados obtidos por diferentes ferramentas demonstrou de diferentes formas o funcionamento do filtro. Com a análise de falhas nos dados, observou-se forte dependência das falhas em *taps* de índice menor, enquanto as mesmas eram insignificantes nos de maior índice. A diferença encontrada se deve à propagação que essa falha tem pela frente. Como os dados passam por todos os *taps*, quando a falha é em *tap* de menor índice, ela se propaga por todos os demais.

Ao se avaliar as falhas em *bits* de dados no mesmo *tap*, se observou que nos *bits* de índice menor não houve nenhum problema à filtragem, enquanto nos *bits* mais significativos o erro se tornava incorrigível. Isso ocorre pois falhas em *bits* de índice menor geravam ruídos de alta frequência no sinal, sendo completamente filtradas, devido à característica do filtro passa baixas. Em *bits* mais significativos, a frequência diminuía e o erro se tornava incorrigível pelo filtro. Em um filtro passa altas o comportamento seria o complementar, filtrando os erros em *bits* mais significativos.

Por fim, falhas nos multiplicadores e somadores se mostraram destrutivas quando ocorrem nos *bits* mais significativos, causando grandes diferenças no somatório final. A propagação é pequena, mas em *bits* mais significativos os valores se tornam próximos ou maiores que o valor máximo do sinal, gerando erros incorrigíveis e, conseqüentemente, ruídos não filtrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada se mostra muito útil para decidir em que partes do filtro são necessárias ferramentas que aumentem sua robustez. Como existem diferenças entre os filtros digitais, dependendo da topologia, frequências de corte, entre outros dados, o estudo ainda deve ser aprofundado, buscando um caso geral que permita uma automatização dessas verificações para diferentes filtros.

REFERÊNCIAS

- HAYKIN, S. S.; VEEN, B. V. **Sinais e Sistemas**. [S.l.]: Bookman, 2001.
- MEYER-BAESE, U. **Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays**. New York: Springer, 2004.
- WESTE, N. H. E.; HARRYS, D. M. **CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective**. [S.l.]: Pearson, 2011.
- ZIMPECK, A. L.; BUTZEN, P. F.; MEINHARDT, C. Análise do comportamento de portas lógicas CMOS com falhas Stuck-On em nanotecnologias. **ICCEEG**, v. 1, n. 7, p. 1-10, 2014.