

Caracterização de conversores AD sob efeito de radiação

Lucas Bizotto Nührich

Introdução

Circuitos eletrônicos operando no espaço ou em altas altitudes podem ser expostos a significativas doses de radiação, bem como à incidência de partículas ionizantes provenientes do sol ou de fora da galáxia. Esta exposição à radiação pode ocasionar alterações e perturbações no circuito, prejudicando o seu correto funcionamento. Ainda, conversores analógico-digitais estão presentes em diversas aplicações e fazem parte de sistemas aeroespaciais, como, por exemplo, sistemas de controle e instrumentação de satélites e aeronaves. Sendo assim, o desenvolvimento de estudos que visam proteger e qualificar estes circuitos quando utilizados nestas aplicações são extremamente importantes no que concerne aos aspectos de segurança e econômicos de tais projetos.

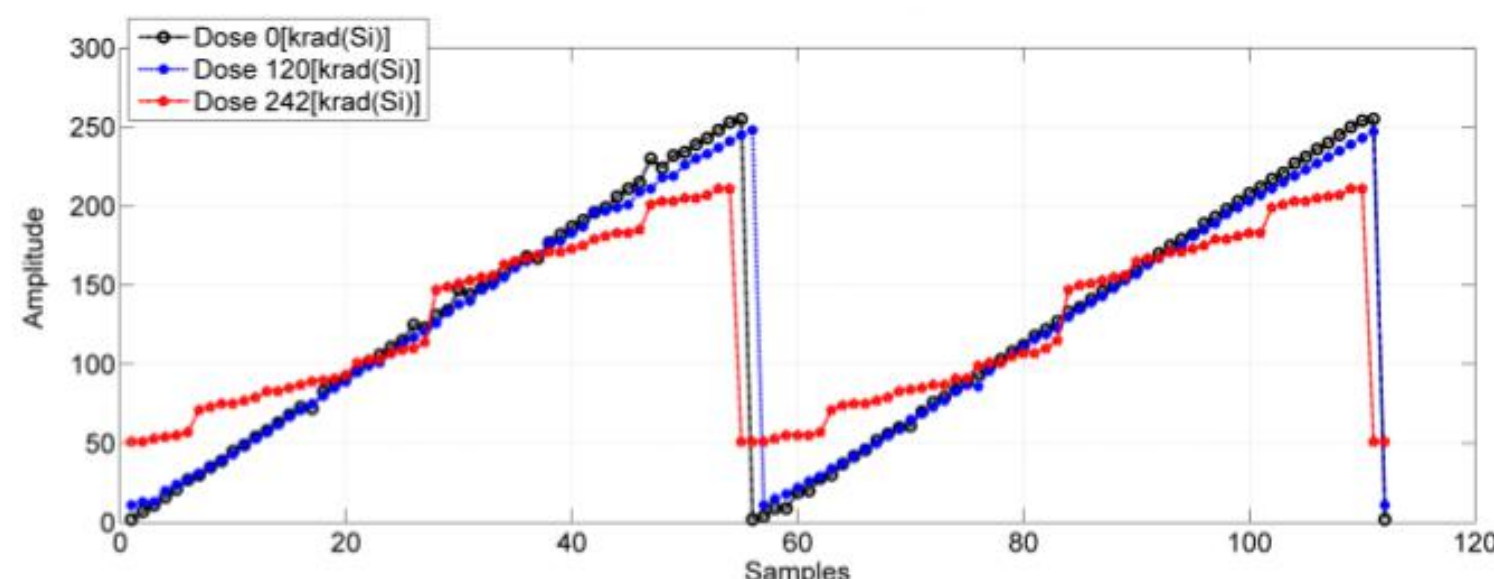


Figura 1 – Exemplo de erro de conversão devido à diversos níveis de exposição à Doses Totais Ionizantes.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo estudar os efeitos de Single Event Transients (Eventos Singulares Transientes ou SETs) e Total Ionizing Dose (Dose Total Ionizante ou TID) em conversores AD de diferentes arquiteturas embarcados em plataformas programáveis de sinal misto, bem como em blocos projetados com técnicas de proteção.

Materiais e Método

Os efeitos de dose total são investigados através de experimento prático, no qual um dispositivo programável comercial SoC de tecnologia 130 nm (PSoC 5LP), da Cypress Semiconductor, é submetido a doses de radiação gama. A arquitetura do sistema utilizando redundância com diversidade, que consiste em multiplicar a quantidade de hardware e votar no resultado de cada um deles a fim de reduzir o erro, foi utilizada experimentalmente para determinar sua eficácia como medida de proteção do circuito.

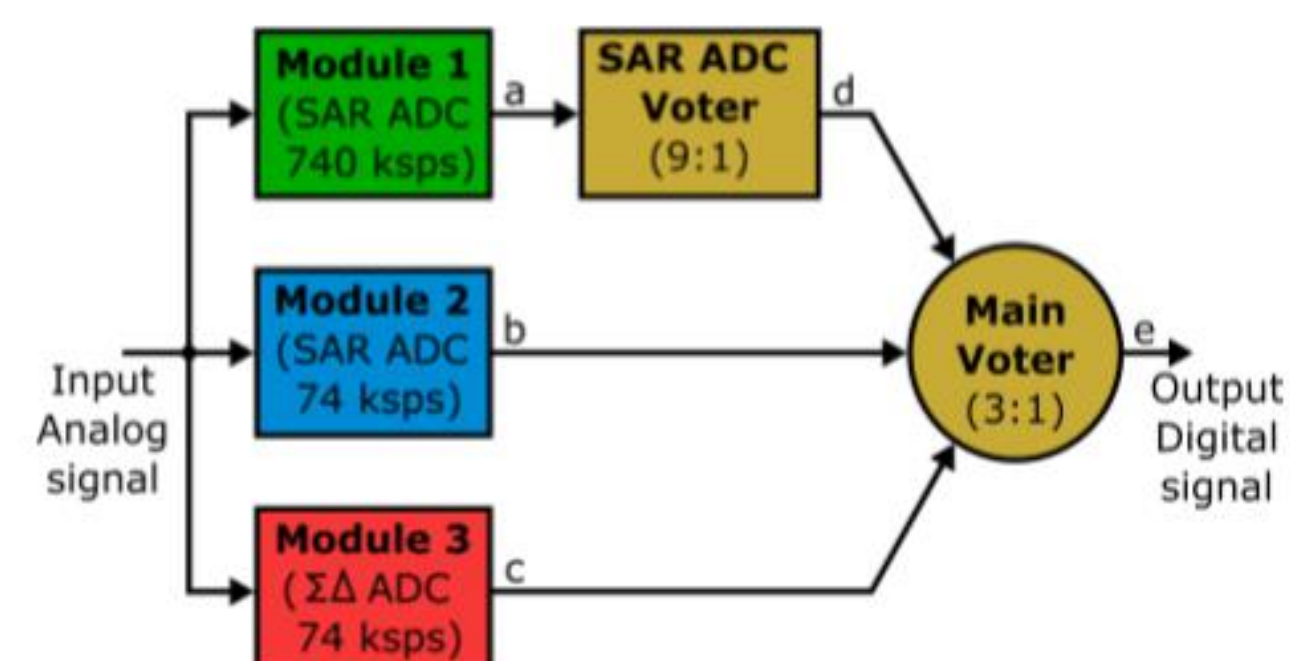


Figura 2 – Sistema usado na aquisição de dados, utilizando a técnica da redundância com diversidade.

O comportamento visto nos experimentos práticos é analisado, também, a partir de simulações computacionais SPICE de injeção de falhas em um modelo de circuito preditivo de tecnologia CMOS 130 nm.

Resultados

Até o momento, os resultados mostraram que os principais responsáveis pela degradação do sinal processado quando determinados níveis de dose total são atingidos são as chaves analógicas e seus circuitos de controle, porém esse efeito é reduzido quando se aplica a técnica de redundância com diversidade de implementação como método de proteção. Alterações nos parâmetros dinâmicos do conversor, como relação sinal-ruído-distorção (SNDR) e número efetivo de bits (ENOB) também foram constatadas para diferentes doses. Foram desenvolvidos algoritmos em MATLAB para analisar os sinais de teste e obter os parâmetros dinâmicos do conversor.

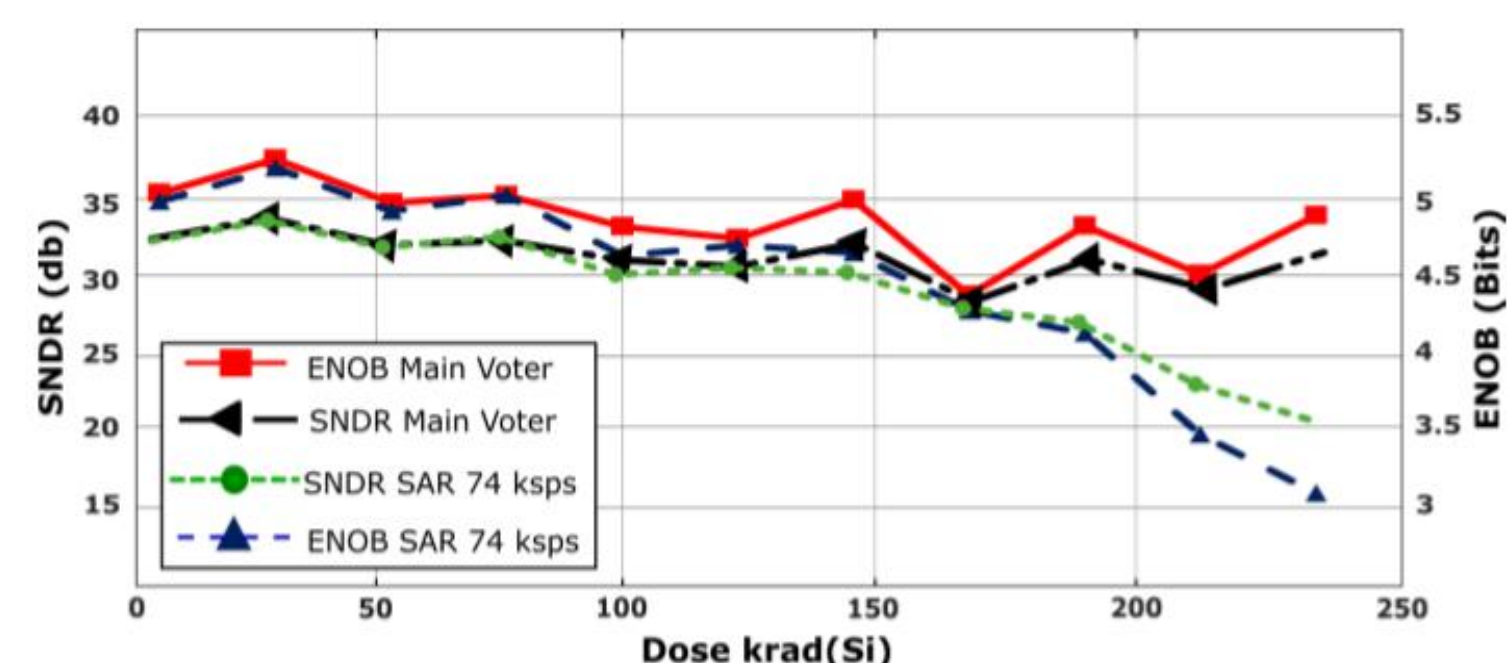


Figura 3 - Evolução do SNDR e ENOB durante irradiação.

Constatou-se, também, que Eventos Singulares Transientes podem causar alteração na carga do banco de capacitores devido à criação de caminhos indevidos para a corrente entre o dreno e o substrato dos transistores. Para reduzir esses efeitos, percebeu-se que aumentar o tamanho das portas lógicas que estão conectadas à parte analógica do conversor, assim como aumentar o tamanho dos capacitores presentes no banco, pode ajudar a reduzir o a número e a magnitude de erros observados.