

Projeto de um contador síncrono módulo 100

Matheus de Moura Sangar¹ e Salvador Pinillos Gimenez²
^{1,2}Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
matheus.sangar@yahoo.com.br, sgimenez@fei.edu.br

Resumo: O objetivo desse artigo de iniciação científica (IC) é a formação de recurso humano na área de projetos de circuitos integrados (CIs) digitais com o uso das ferramentas profissionais da CADENCE.

Inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico das técnicas de projeto de CIs digitais utilizando uma linguagem de descrição de *hardware* (Verilog ou VHDL). Posteriormente, foi realizado o projeto de um contador síncrono de módulo 100. Esse projeto foi validado por meio do *kit* DE1-SoC (FPGA) da Altera e foi verificado experimentalmente o seu pleno funcionamento. Finalmente, o leiaute do CI digital desenvolvido foi realizado de forma automática através das ferramentas intituladas de Register-Transfer Level Compiler (RTL) e Encounter da CADENCE, utilizando-se o processo de fabricação da *GlobalFoundries* de 130nm.

1. Introdução

Bilhões de dólares são gastos por ano numa das áreas mais importantes da Engenharia Elétrica, que é a de projetos de CIs digitais e eletrônicos [1]. Isso porque são comercializados distintos tipos de equipamentos eletrônicos, como por exemplo, os computadores pessoais, os da eletrônica embarcada para motos, carros, helicópteros, aviões, navios, submarinos, etc, os da telefonia, os da geração transmissão e distribuição de energia elétrica, os do entretenimento, os de som/vídeo, os médicos, os aeroespaciais, os da automação residencial, predial e industrial, os da robótica, entre muitos outros. [1].

A área da eletrônica digital congrega as metodologias e as ferramentas computacionais para a concepção, o projeto, a otimização e a simulação de CIs digitais, que são essencialmente constituídos por portas lógicas e unidades básicas de memória (*flip-flops*) [2-3]. Além disso, os CIs digitais combinacionais são fundamentalmente compostos por portas lógicas e os sequenciais são desenvolvidos tanto por portas lógicas como também por unidades básicas de memória (máquinas de estado) [2-3-4].

Dentro desse contexto, a formação de recursos humanos na área de projetos de CIs digitais tende a ter um campo de trabalho bastante diferenciado e próspero, principalmente observando a carência de profissionais especializados nas *Design-Houses* brasileiras e empresas de eletrônicos que desenvolvem projetos desse tipo [2-3]. Portanto, esse projeto tem como objetivo principal o projeto de um contador síncrono de módulo 100 por meio da utilização das ferramentas computacionais da CADENCE. Além disso, o *kit* DE1-SoC (FPGA) da Altera foi utilizado para experimentalmente validar o projeto desenvolvido. Adicionalmente, o leiaute desse CI digital é realizado

de forma automática utilizando-se também as ferramentas da CADENCE.

2. Metodologia

Para a realização deste projeto de pesquisa de iniciação científica foram necessários estudos bibliográficos sobre: I- a linguagem de descrição de *hardware* (VHDL); II- o projeto de contadores módulo 100; III- a ferramenta Quartus II da Altera; IV- o *kit* DE1-SoC (FPGA) da Altera; V- as ferramentas RTL compiler e Encounter da Cadence.

Após esses diferentes estudos, o projeto do contador síncrono de módulo 100 foi implementado e simulado com sucesso, utilizando-se a ferramenta computacional Quartus II. Após validada a simulação desse circuito, o VHDL desse circuito foi desenvolvido e testado experimentalmente com sucesso, utilizando-se o *kit* DE1-SoC da Altera.

Finalmente, foi realizado o leiaute do circuito de forma automática através da utilização das ferramentas da CADENCE (RTL e Encounter).

3. Resultados

O código VHDL do circuito foi implementado e posteriormente foi validado com sucesso por simulação, utilizando-se a ferramenta computacional Quartus II da Altera. A Figura 1 mostra o circuito RTL gerado pelo Quartus II após sua implementação.

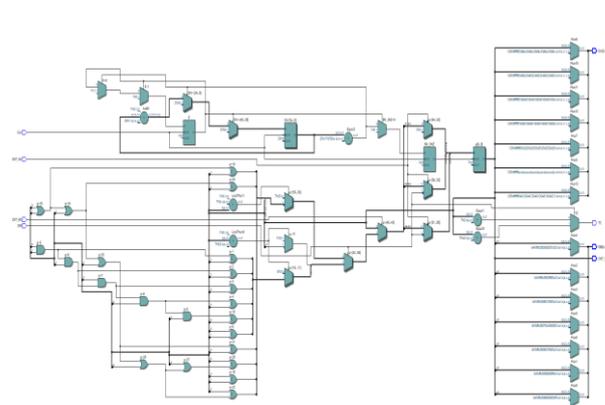


Figura 1: Visão RTL gerada no Quartus II

A Figura 2 representa uma simulação de carta de tempo feita no Quartus II comprovando o funcionamento correto do código VHDL.

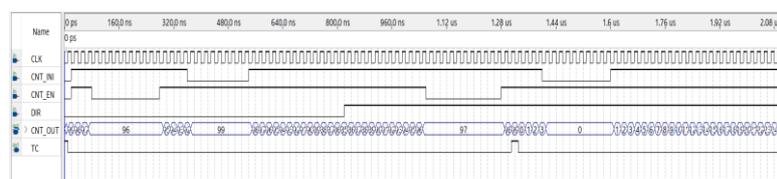


Figura 2: Simulação do contador no Quartus II

Posteriormente, foi implementado o leiaute do circuito de forma automática utilizando-se as ferramentas da CADENCE (RTL Compiler e Encounter).

Inicialmente, foi utilizado o RTL Compiler para sintetizar o código VHDL implementado do circuito. A Figura 2 ilustra o circuito sintetizado pelo VHDL desenvolvido pelo RTL Compiler.

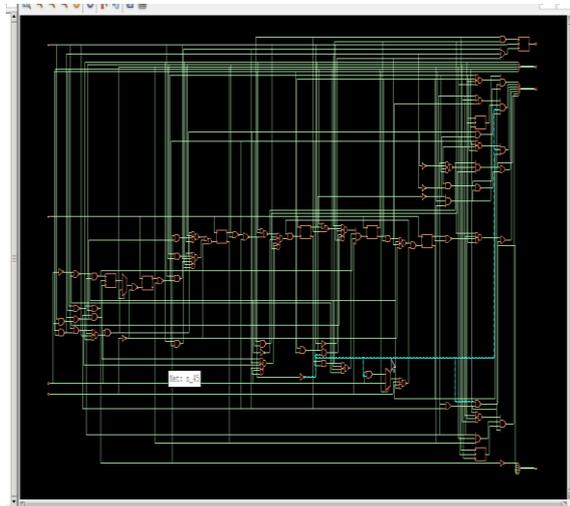


Figura 3: Circuito gerado pelo RTL Compiler

A partir do RTL do circuito, foi gerado de forma automática o seu leiaute por meio do Encounter. A Figura 3 ilustra o leiaute em nível de transistores do circuito proposto que poderá ser fabricado no futuro para possível caracterização elétrica.

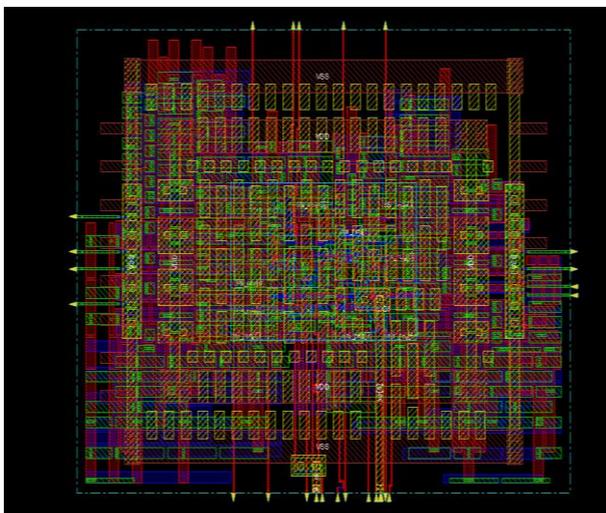


Figura 4: Leiaute em nível de transistores do circuito do contador módulo 100 gerado pelo Encounter da CADENCE.

Como trabalhos futuros, recomendamos a fabricação desse circuito para que ele possa ser eletricamente caracterizado.

5. Conclusões Finais

Baseado nos estudos realizados, foi possível obter o conhecimento necessário para o projeto de leiautes de circuitos integrados digitais de forma automática utilizando a linguagem de descrição de *hardware* (VHDL) e com o auxílio das ferramentas Cadence (RTL Compiler e Encounter).

Portanto, o conhecimento adquirido na área de projetos de circuitos integrados digitais é algo engrandecedor, pois se trata do ramo da Engenharia Elétrica que vem recebendo altos investimentos e sendo tratado como algo extremamente promissor no Brasil.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pelo apoio e fornecimento das condições necessárias para o desenvolvimento do projeto.

Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 11/18 a 10/19.

6. Referências

- [1] World Electronics Industries (2008-2013), Executive summary, Decision Etudes Conseil, April, 2009.
- [2] Arroio, Ricardo e Poloni, D. L., Eletrônica Digital – Técnicas Digitais e Dispositivos Lógicos Programáveis, Senai – SP Editora, 2014.
- [3] Tocci, R. J.; Widmer, N. S.; Moss, G. L., Sistemas Digitais, Editora Pearson, 11ª Edição, 2011.
- [4] Gimenez, S. P., Microcontroladores 8051 – Teoria e Prática, Editora Érica, 2010.