

Foram necessários cinquenta anos para que uma micro-estrutura baseada em silício, chamada de transistor, realizasse o avanço tecnológico e científico observado no século 21. Hoje, a nanotecnologia se encontra em situação semelhante ao transistor, 50 anos atrás. Entretanto, a ciência possui hoje computadores e uma gama de modelos e técnicas computacionais capazes de propiciar um avanço à nanociência e à nanotecnologia, num período de tempo muito menor. Neste sentido, a Inteligência Computacional oferece modelos e algoritmos inspirados na natureza, como ferramentas de apoio ao projeto de estruturas e dispositivos nanométricos.

Esta dissertação propôs e avaliou o potencial de técnicas de Inteligência Computacional na simulação, síntese e otimização de circuitos de QCA. Circuitos lógicos foram simulados e evoluídos com sucesso, apresentando lógica correta e topologias otimizadas.

Por ser uma nova tecnologia, a arquitetura de circuitos de QCA ainda não está claramente estabelecida. Redes Neurais e Algoritmos Genéticos podem desempenhar um papel importante, como foi mostrado neste trabalho, por apontarem novas alternativas ao desenvolvimento da tecnologia.

O uso de simuladores fornece aos pesquisadores e usuários uma ferramenta que permite o teste e avaliação de novas arquiteturas, de maneira rápida e segura. Este auxílio é ainda mais acentuado no caso de tecnologias como a de circuitos de QCA, já que sua implementação física ainda é difícil de ser obtida. Simuladores permitem um rápido desenvolvimento da arquitetura, fornecendo aos pesquisadores uma perspectiva dos futuros circuitos.

O simulador de circuitos de QCA proposto nesta dissertação é capaz de executar a simulação lógica dos circuitos de QCA de uma maneira rápida e precisa, além de apresentar uma interface amigável com o modelo de síntese automática de circuitos de QCA.

A metodologia de síntese automática de circuitos de QCA, também proposta nesta dissertação, é capaz de encontrar novas topologias de circuitos lógicos que minimizam o efeito do ruído (ocasionado por polarizações não desejadas de outras células do circuito) e outras interferências que podem levar o circuito ao mau funcionamento. É importante destacar a expressiva diferença conseguida pelo método proposto com relação aos circuitos já existentes na literatura. A redução do número de células foi significativa, comprovando que as técnicas de síntese automática podem obter resultados inimagináveis pelos especialistas.

Os resultados apresentados mostram que o modelo é capaz de encontrar topologias eficientes e inovadoras, levando a um rápido desenvolvimento da arquitetura de circuitos de QCA. Com o desenvolvimento deste trabalho, acredita-se que muito tempo e espaço físico possam ser economizados no desenvolvimento de circuitos complexos. No exemplo do somador completo, a metodologia desenvolvida nesta dissertação foi capaz de encontrar um circuito aproximadamente 30% menor que aquele existente na literatura.

Notou-se, também, que o modelo de síntese de circuitos célula a célula, como proposto neste trabalho, oferece ao usuário, especialista ou não, a possibilidade de explorar uma grande variedade de topologias que são difíceis de serem consideradas por especialistas humanos. Todavia, este mesmo modelo (que utiliza a célula como unidade básica) torna difícil a síntese de circuitos maiores e mais complexos, devido ao grande espaço de busca que é criado.

Para trabalhos futuros, pode-se sugerir as seguintes linhas de pesquisa:

- aumentar o raio de vizinhança entre células do simulador, podendo assim explorar diferentes interações;
- permitir que o centro das células fique posicionado em qualquer lugar no espaço e não somente nos pontos das grades;
- aumentar o poder de simulação, permitindo não somente a simulação lógica como também uma simulação quântica dos circuitos, além de incluir efeitos de temperatura;
- otimizar o simulador para diminuir o tempo de simulação;
- investigar mudanças no modelo de síntese de circuitos de modo a contemplar circuitos maiores e complexos;

- utilizar técnicas de múltiplos objetivos para que mais características do simulador possam ser otimizadas, tal como a interação entre as células;
- sintetizar circuitos de QCA tolerantes a falhas;
- sintetizar circuitos de QCA reversíveis;
- utilizar técnicas de inteligência computacional para a síntese e otimização de outros sistemas nanométricos.