

DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE DE UM MICROSCÓPIO DE FORÇA ATÔMICA

Gabriel Rosa Alves¹; Felipe Cafezeiro Plech²; Valéria Loureiro da Silva³

¹ Bolsista Graduado em Engenharia Elétrica; Centro de Competências em Sensores – SENAI CIMATEC; gabriel.rosa@fbter.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; felipe.plech@fieb.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; valeria.dasilva@fieb.org.br

RESUMO

O NA@MO foi um projeto do SENAI CIMATEC para o desenvolvimento de um microscópio de varredura multimodal. Este projeto consiste em avaliar a estrutura de *hardware* eletrônico do microscópio desenvolvido e definir quais elementos podem ser reaproveitados para um microscópio de força atômica. Logo, um novo design das placas de circuito impresso assim como um novo invólucro que irá acomodar a eletrônica deve ser desenvolvido e testado. Este equipamento ficará disponível nos laboratórios do SENAI CIMATEC para realização de experimentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Hardware*; Microscópio de Força Atômica; Eletrônica.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos microscópios no começo do século 14 contribuiu muito para o avanço tecnológico da humanidade, graças a eles áreas como medicina, biologia e microbiologia puderam avançar na compreensão do funcionamento de órgãos, células e microrganismos fazendo com que a microscopia óptica respondesse perguntas outrora sem respostas. A microscopia óptica possui um limite resolução de ~200nm,¹ ou seja, a menor distância que se pode diferenciar dois pontos adjacentes seria de ~200nm. Logo identificar estruturas com dimensões menores que esse valor é inviável por meios ópticos, surgindo a necessidade de desenvolver um microscópio que seja capaz de ultrapassar esse limite e entregar resoluções cada vez maiores.

Como resultado, desenvolveu-se o microscópio eletrônico, capaz de disparar elétrons sobre amostras e retornar sua forma baseada na interação da partícula com o objeto (Microscópio Eletrônico). Outro tipo de microscópio criado foi o SPM (*Scanning Probe Microscope* ou microscópio por varredura de sonda). No SPM, tem-se uma pequena ponta da ordem de nanômetros interagindo com o substrato, permitindo criar uma imagem de sua topografia ou propriedades eletrônicas ponto a ponto. Dentro dos SPMs temos dois grupos principais: STM (*Scanning Tunnelling Microscope* ou microscópio de corrente de tunelamento) e AFM (*Atomic Force Microscope* ou microscópio de força atômica), o primeiro tipo trabalha com a corrente elétrica de tunelamento que flui entre a ponta e a amostra já o segundo tipo ele avalia a interação entre as forças atômicas da ponta com a amostra.^{2,3}

Este projeto consiste em uma revisão de um hardware desenvolvido no SENAI CIMATEC em parceria com a UFMG, o projeto NA@MO, o qual possuía um escopo muito maior e mais complexo. O NA@MO era um SPM multimodal com resolução nanométrica. O foco deste trabalho é a simplificação e compactação do sistema eletrônico para um instrumento que realize apenas a microscopia de força atômica.

2. METODOLOGIA

O método de varredura para identificar a amostra escolhido foi o AFM dada a sua versatilidade, pois para fazer uso da técnica STM as amostras precisam ser recobertas com um filme metálico para que seja possível polarizar a amostra e haja uma corrente de tunelamento entre a sonda e amostra. Em contrapartida, a forma com o que o AFM trabalha não necessita de nenhum tratamento especial sobre o objeto em estudo, o que acaba simplificando todo o processo.

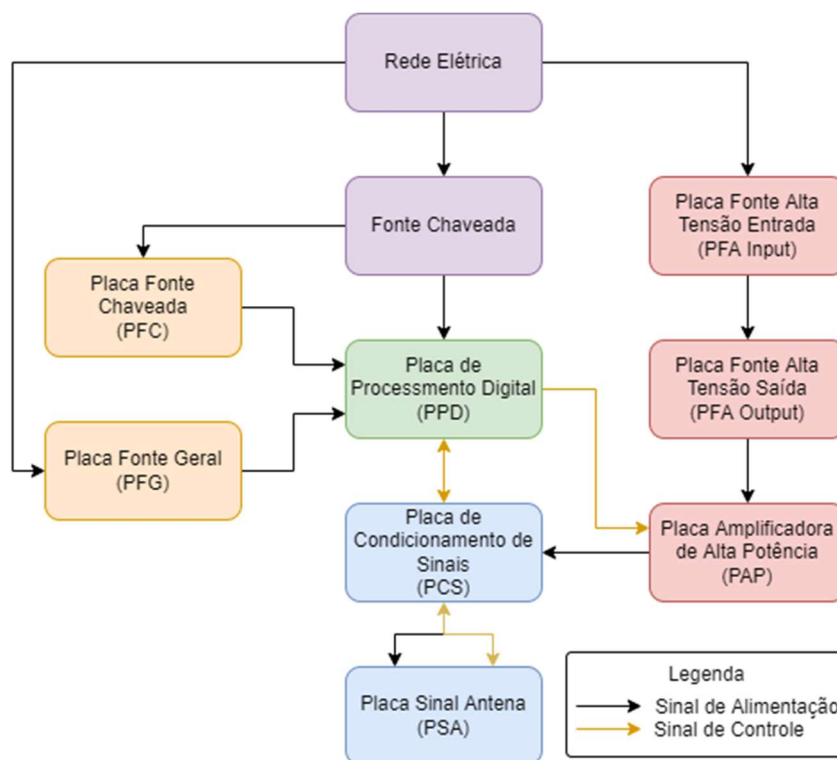
Os seguintes critérios foram utilizados para determinar a inclusão dos hardwares no projeto do AFM:

- O *hardware* deve interagir com o tubo piezo que movimenta a sonda (diretamente ou indiretamente);
- O *hardware* deve fazer parte do circuito de controle do modo AFM;
- O *hardware* de aquisição deve ser capaz de acoplar com a FPGA;
- O *hardware* de alimentação deve prover o necessário para o sistema de aquisição de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da análise temos uma nova arquitetura de placas mais enxuta e específica apenas para microscópio de força atômica. A Figura 1 detalha como está a nova arquitetura das placas e como elas se relacionam entre si.

Figura 1 - Diagrama de Interação entre Placas



Os blocos vermelhos e laranjas fornecem alta e baixa tensão de alimentação, respectivamente. Já os blocos azuis e verde ficam responsáveis pelo sistema de aquisição de dados e controle do microscópio, respectivamente. A tabela 1 resume a função de cada placa. A redução no número de placas permitiu que todo o novo sistema coubesse em duas gavetas de um rack de servidor com 19 polegadas de largura. A Tabela 1 relaciona as placas de circuito impresso com suas devidas funcionalidades para o AFM.

Tabela 1 – Funcionalidade das placas de circuito impresso do AFM

Nome da Placa	Funcionalidade
Placa de Amplificação dos Sinais de Acionamento do Tubo Piezo (PAP)	A função deste <i>hardware</i> é amplificar o sinal oriundo da PPD, que controla o tubo piezo.
Placa de Condicionamento de Sinais (PCS)	A função deste <i>hardware</i> é condicionar o sinal da sonda nos modos AFM e STM e de alta tensão que aciona o tubo piezo.
Placa Fonte Alta Tensão (PFA)	A função deste <i>hardware</i> é fornecer alimentação para os amplificadores de alta tensão da PAP que acionam o tubo piezo.
Placa Fonte Chaveada (PFC)	A função deste <i>hardware</i> é gerar as tensões necessárias para alimentar os circuitos digitais da placa PPD.
Placa Fonte Geral (PFG)	A função deste <i>hardware</i> é fornecer alimentação de baixo ruído para as alimentações analógicas da PPD e PCS
Placa de Processamento Digital (PPD)	A função deste <i>hardware</i> é de embarcar todos os periféricos necessários para que o módulo de FPGA seja capaz de gerar e processar todos os sinais para realizar os experimentos.
Placa Sinal Antena (PSA)	A função deste <i>hardware</i> é condicionar o sinal da sonda nos modos AFM e STM.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto atualmente se encontra na fase de aquisição dos componentes eletrônicos e da fabricação das placas de circuito impresso. Uma vez com os componentes e placas em mãos restará realizar a montagem e verificar se as mudanças de design não afetaram as funcionalidades de cada um dos circuitos que compõem o *hardware* do microscópio.

Agradecimentos

Agradecemos ao SENAI CIMATEC pela bolsa de PDI para Gabriel Alves e a colaboração com LabNS e DCC da UFMG, FabNS, CODEMGE.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ DAVIDSON, Michael. Microscopy Basics: Resolution. **MicroscopyU**. Disponível em: <https://www.microscopyu.com/microscopy-basics/resolution>. Acesso em: 22 mar. 2023.
- ² MIRANDA, Hudson L. S. de. **A practical toolset for TERS experiments and analysis**. Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte, 2020 (<http://hdl.handle.net/1843/34709>).
- ³ VOIGTLÄNDER, Bert. **Scanning Probe Microscopy: Atomic Force Microscopy and Scanning Tunneling Microscopy** (NanoScience and Technology). 1 ed. Heidelberg: Springer, 2015.