

AUTOMATIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE TENSIONAMENTO MECANICO

Gustavo Justo Montesani¹, Rudolf Theoderich Bühler¹

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
gustavomontesani@hotmail.com buhler@fei.edu.br

Resumo: O objetivo do projeto foi desenvolver um circuito e um aplicativo *Android* que automatizassem o equipamento de tensão mecânica previamente desenvolvido. O projeto utilizou a plataforma Arduino que foi desenvolvida pelo aluno, assim como o aplicativo para *Android*, que foi desenvolvido utilizando a plataforma MIT App Inventor.

1. Introdução

O tensionamento mecânico em materiais semicondutores é gerado através de deformações mecânicas e pode ser definido com o deslocamento relativo da rede cristalina [1]. O tensionamento mecânico altera, entre outras propriedades físicas, as bandas de valência e de condução do semicondutor e a taxa de espalhamento.

Podemos analisar quantitativamente essa melhoria da mobilidade com a equação 1, onde “ μ ” é a mobilidade, “ q ” é a carga elementar, “ m^* ” é a massa efetiva e “ r ” é o inverso do espalhamento.

$$\mu = \frac{q\tau}{m^*} \quad (1)$$

$$m^* = \left[\frac{1}{6} \left(\frac{2}{m_l} \right) + \left(\frac{4}{m_t} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

A equação 2 rege a mobilidade do canal do dispositivo, onde “ m_l ” é a massa paralela ao plano de condução e “ m_t ” é a massa perpendicular ao plano de condução. O uso do tensionamento mecânico é uma ferramenta que veio possibilitar a melhora do desempenho dos dispositivos sem que ocorra a redução das dimensões dos mesmos através do aumento da mobilidade dos portadores, que leva ao aumento da corrente [2].

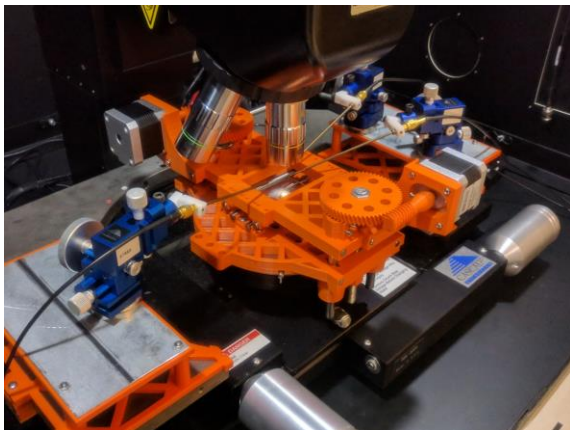


Figura 1- Equipamento tensionador

O equipamento previamente desenvolvido foi projetado e adaptado para ser utilizado juntamente ao equipamento de caracterização elétrica Cascade Microtech REL 3600 disponível no laboratório do Centro Universitário da FEI. O dispositivo já adaptado pode ser visto na Figura 1.

2. Metodologia

A princípio o hardware foi desenvolvido e testado em *protoboard* para as ligações de todos os componentes. Após todos os testes e confirmações de funcionamento do sistema, placas de circuito impressa foram produzidas para as conexões de hardware.

O software referente ao controle do *hardware* foi descarregado numa placa Arduino Nano que é anexada ao projeto de forma a permitir futuras alterações no código e foi desenvolvido na IDE do Arduino.

O software referente ao aplicativo *Android* foi desenvolvido na plataforma MIT App Inventor e foi desenvolvido para se comunicar com o hardware via pareamento *Bluetooth* 4.0.

3. Resultados

O aplicativo foi desenvolvido de forma com que o usuário apenas insira o quanto de tensão mecânica (em MPa) o mesmo deseja sob o circuito em estudo. Pode-se ver a tela principal do aplicativo na Figura 2.

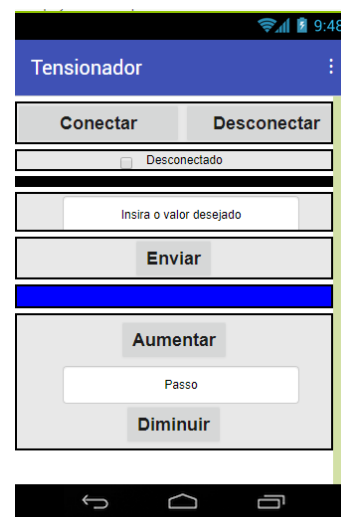


Figura 2- Tela principal do aplicativo

Também é possível adicionar ou reduzir certo valor de tensão mecânica (em MPa) a tensão atual.

O *layout* da Figura 3 foi desenvolvido no programa EAGLE e foi fabricado a fim de agrupar todos os componentes e eliminar a necessidade da *protoboard*.

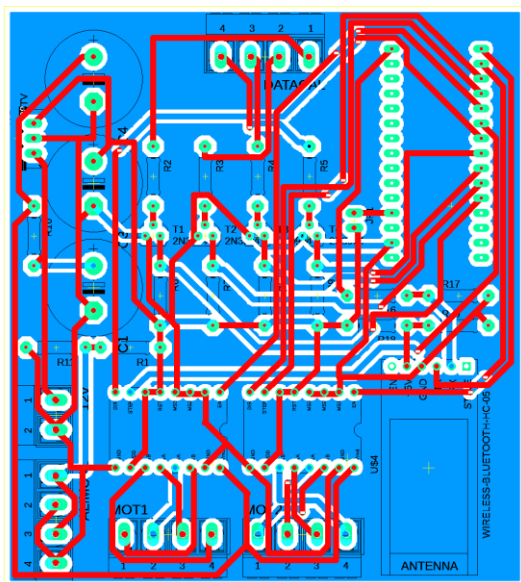


Figura 3- "Layout" da placa

A placa desenvolvida e já com os componentes anexados pode ser vista na Figura 4, é possível identificar alguns *bornes* que permitem o acesso aos demais componentes do *hardware*, sendo eles: os motores, os micrômetros e a fonte. A utilização dos *bornes* é justificada em sua aplicabilidade, podendo assim o pesquisador definir o tamanho dos cabos que deseja usar para realizar a alimentação dos componentes e a leitura dos dados.

Por fim, a placa com os componentes já anexados pode ser vista na Figura 4, é possível identificar alguns *bornes* que permitem o acesso aos demais componentes do *hardware*, sendo eles: os motores, os micrômetros e a fonte. A utilização dos *bornes* é justificada em sua aplicabilidade, podendo assim o pesquisador definir o tamanho dos cabos que deseja utilizar para a alimentação dos componentes e a leitura de dados.

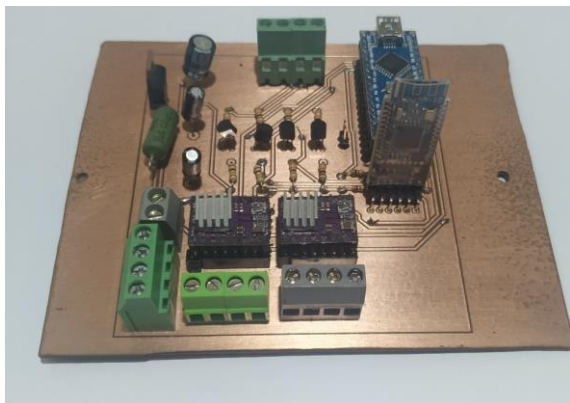


Figura 4- Placa finalizada

Para o correto tensionamento é necessário ter previamente informações sobre o material a ser tensionado, para que assim o microprocessador possa efetuar os cálculos e converter o valor fornecido pelo usuário, em Mega Pascal, em um valor em milímetros de leitura dos micrômetros. Para tal o Arduino possui uma tabela contemplando os valores do gráfico da Figura 5.

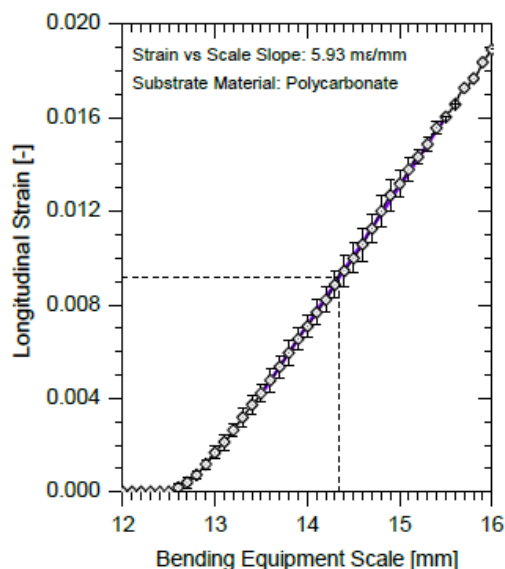


Figura 5- Curva do strain pela escala do micrômetro

Os eixos dos micrômetros são anexados ao material tensionado de forma que quando o mesmo é envergado o valor dos micrômetros muda, fazendo assim, um *feedback*. Conforme o valor dos micrômetros é alterado, o Arduino controla os motores fazendo-os girar e parar de forma a resultar na tensão mecânica desejada pelo usuário.

4. Conclusões

O trabalho consistiu na interação de um microcontrolador com micrômetros e motores de passo (entradas e saídas) para a automatização de um tensionador mecânico. Mostrando que é possível que um centro de pesquisa estude o assunto de tensionamento mecânico sem depender necessariamente de processos industriais de tensionamento, barateando o custo do estudo.

Com um conhecimento prévio do material a ser tensionado, é possível atingir níveis específicos de tensionamento com baixo erro, pois os motores de passo além de possuírem torque o suficiente para tensionar o material, possuem alta precisão. Por fim, é possível que os centros de pesquisa variem o material a ser tensionado, ampliando as possibilidades e adaptando o projeto para suas necessidades.

5. Referências

- [1] T. Sun, Yongke, Thompson, Scott E., Nishida, *Strain Effect in Semiconductors*. 2010.
- [2] S. M. Sze, K. K. Ng, J.-P. Colinge, and C. A. Colinge, "Physics of Semiconductor Devices," *Phys. Semicond. Devices*, pp. i-x, 2006.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 10/18 a 07/19.