



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76

Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - 2019

Instrumentação e controle de temperatura de atuador SMA

Thiago Veiga Santos¹; Thiago Alberto Barbosa²

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: thiagoveiiga@gmail.com
2. Orientador, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: thiago.barbosa@comp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Liga de Memória de Forma, Aquisição de Temperatura, Instrumentação.

INTRODUÇÃO

O SMA (Ligas de Memória de Forma) está em evidência há muitos anos, representando uma classe singular de material que mostra grande potencial para ser usado em uma ampla gama de aplicações, incluindo atuadores mecânicos (BARBOSA, CERQUEIRA e LIMA, 2016). Estas ligas são materiais capazes de criar movimento a partir da eletricidade, o que significa transformar energia elétrica em energia mecânica. Esta função é geralmente coberta por motores elétricos, mas o SMA tem características importantes que o tornam mais adequado do que motores em uma variedade de aplicações. Uma das principais vantagens da utilização de SMA é a grande relação potência/peso. O SMA pode levantar cargas muitas vezes mais pesadas que o seu próprio peso. Além disso, tem funcionamento silencioso e é também um material biocompatível (GILBERTSON, 2000).

Em geral, os atuadores SMA usam a liga na forma de arame, embora outras formas também sejam conhecidas. Na maioria das aplicações, a temperatura pode ser aumentada quando corrente é aplicada através do SMA. Um fio de SMA deformado a baixa temperatura pode ser recuperado em sua forma original quando aquecido para uma temperatura mais alta (KUMAR e LAGOUDAS, 2008).

Porém a dilatação do SMA não é diretamente proporcional à temperatura do filamento, há um fenômeno de histerese (JAYENDER, PATEL, NIKUMB e OSTOJIC, 2008), ou seja, a dilatação do filamento não só depende da temperatura atual que se encontra como também depende da tendência da temperatura, isso impossibilita utilizar uma manobra convencional de sistemas de controle (NGUYEN e AHN, 2009).

Entretanto, antes de aplicar qualquer sistema de controle é necessário a criação de uma malha para tal aplicação, visando este quesito, este trabalho propõe a criação de uma plataforma de testes capaz de aferir diferentes grandezas variáveis existentes nos testes baseados em SMA. As grandezas trabalhadas são: tensão aplicada ao SMA, dilatação e temperatura do filamento. Possibilitando assim uma malha fechada onde será possível a aplicação de sistemas de controle em trabalhos futuros.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

A metodologia aplicada ao trabalho foi baseada em cinco etapas principais:

- Levantamento bibliográfico

- Desenvolvimento da plataforma de testes para facilitar a aquisição de dados
 - Na fase de desenvolvimento da plataforma de testes, foi construída uma estrutura de alumínio em forma de retângulo capaz de apoiar o cartão que contém o atuador SMA. O encoder foi inserido na estrutura de forma que possuísse dupla função, tanto de indicar a dilatação do filamento, quanto de exercer a função de roldana para o peso que seria suspenso pelo atuador SMA. A plataforma pode ser melhor descrita pela Figura 1.

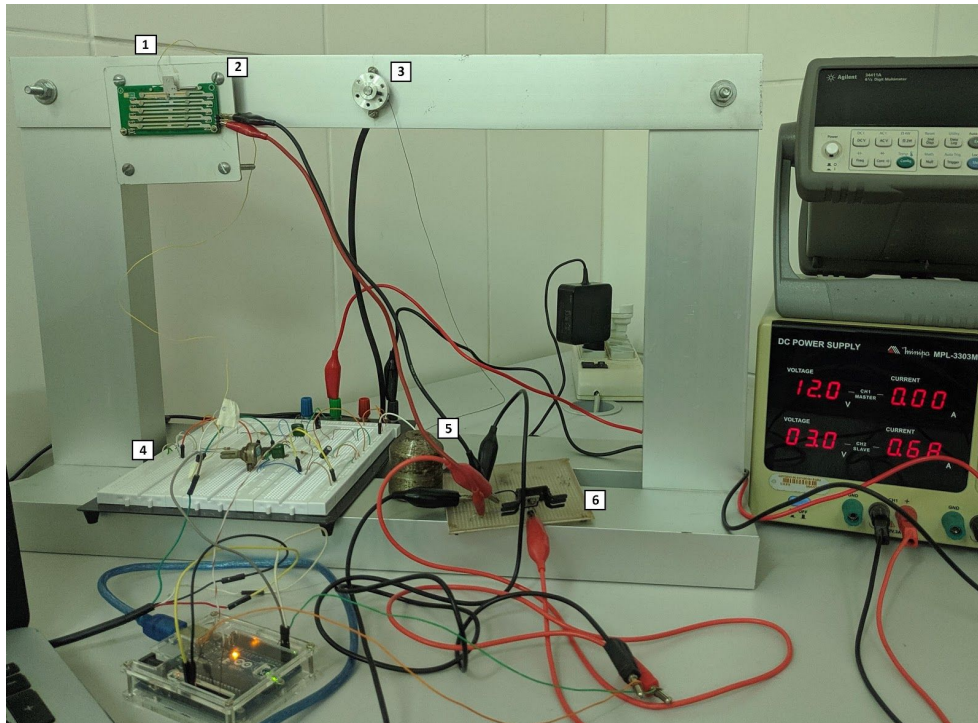


Figura 1 - Plataforma de testes de SMA

Na Figura 1, foram marcados seis pontos que serão indicados abaixo:

01. Termopar (sensor de temperatura)
 - a. O termopar foi fixado ao filamento de SMA com cola Super Bonder da LOCTITE, cola resistente a temperatura e de rápida secagem
02. Cartão SMA
 - a. O Cartão SMA é uma forma prática do filamento de SMA, essa forma facilita a o levantamento do pesa
03. Rotary Encoder
 - a. Encoder que indica a dilatação do filamento de SMA e funciona como espécie de roldana para o peso ser levantado
04. Circuito de condicionamento de sinal do termopar
05. Peso
06. Circuito de alimentação do SMA

- Aquisição de Temperatura
 - O desenvolvimento de circuito de condicionamento para o termopar, que indica a temperatura atual do filamento, foi baseado no condicionamento do sinal que vem do termopar (segundo Thomas Seebeck, quando dois metais distintos unidos são aquecidos, em sua junção surge uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades da mesma) porém a

tensão da diferença de potencial é muito baixa, necessitando assim ser amplificado para facilitar sua aquisição e análise.

- Com o auxílio do amplificador completo de instrumentação AD595 que, também funciona como a junta fria do termopar, tornou-se possível diferir a temperatura baseada na tensão.
- Alimentação do filamento de SMA
 - O ARDUINO também tem um papel de gerador de funções nesse projeto. Para analisar o comportamento do SMA o ARDUINO gerava uma onda senoidal de 0v até 1,5v para ponderar o comportamento da temperatura e da dilatação do filamento de SMA, porém, dependendo da tensão aplicada ao SMA, é necessária uma corrente maior do que 1,5A (corrente suportada pelo ARDUINO), para isso foi feito um circuito de proteção.
- Aquisição de comprimento de dilatação a partir de odometria
 - Por fim, como relatado acima, além do papel de roldana para funcionamento perfeito da plataforma o encoder para isso ser possível o ARDUINO funcionou como daq novamente igual ao caso da aquisição de temperatura e, repetidamente, o MATLAB teve o papel de interfaceamento.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

A partir de gráficos plotados no MATLAB com os dados adquiridos via ARDUINO é possível entender o comportamento do atuador SMA. Na Figura 2, é apresentado o comportamento de histerese do SMA conseguido através da plataforma de testes. Como esperado a dilatação do SMA não acontece de maneira linear em relação a temperatura apresentando múltiplos valores de dilatação para um único valor de temperatura,

O comportamento histerético apresentado indica uma dilatação completa do SMA por volta de 45 graus celsius (C°), fase de aquecimento, e a partir do momento que a tensão começa a descer, o SMA começa a voltar para o seu estado inicial por volta de 48 graus celsius (C°), fase de resfriamento.

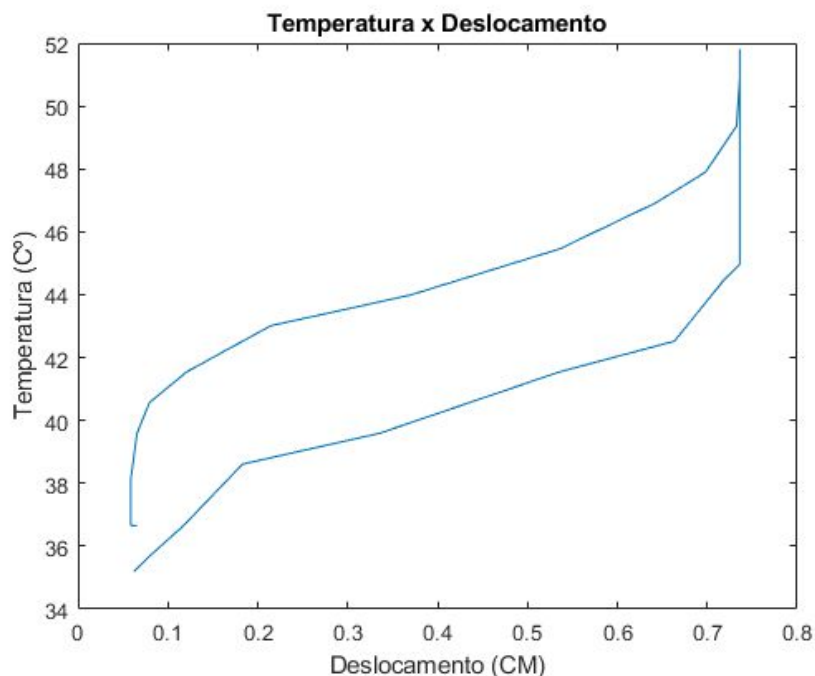


Figura 2 - Histerese do atuador SMA

Outro resultado encontrado é a plataforma funciona como uma malha para futuros sistemas de controle, como pode ser visto na Figura 3. Havendo uma realimentação a partir do microcontrolador ARDUINO.

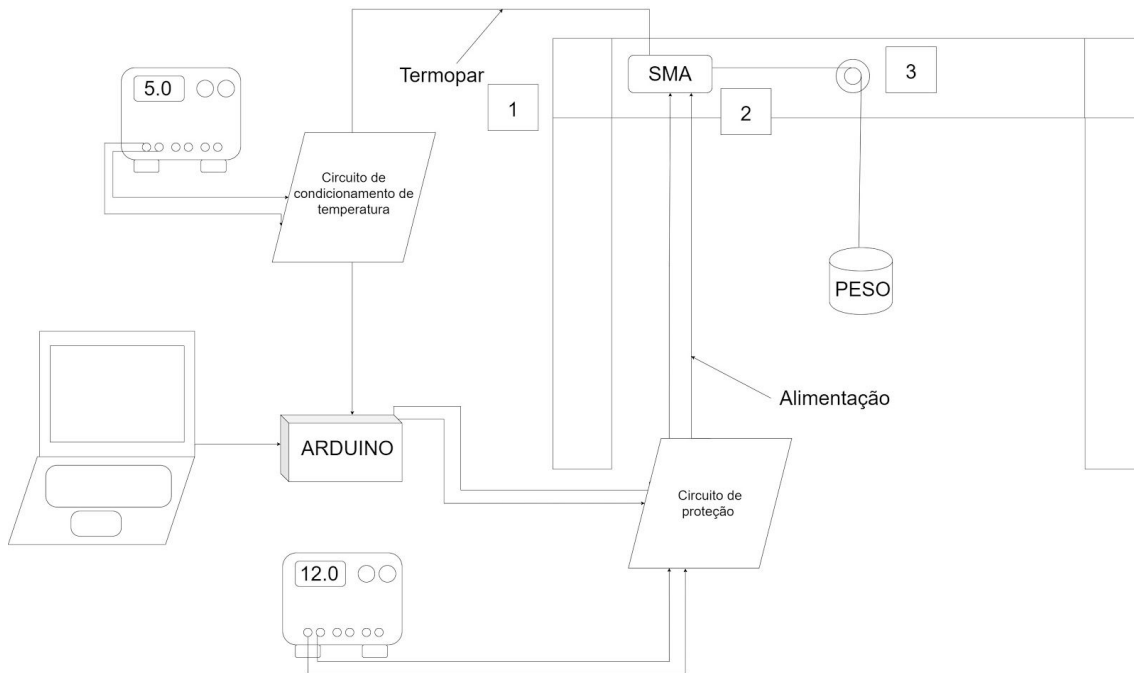


Figura 11 - Malha da plataforma de teste

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O presente trabalho buscou auxiliar medições de temperatura e dilatação de acordo com a tensão aplicada a um filamento de SMA, auxiliando o desenvolvimento de novas pesquisas na área na Universidade Estadual de Feira de Santana.

Com a utilização da plataforma projetada, foi possível modelar o comportamento histerético do atuador SMA, possibilitando futuras modelagens matemáticas e modelagens baseadas em redes neurais artificiais utilizando grandezas e variáveis obtidas no experimento.

A plataforma apresenta estrutura simples utilizando recursos de baixo custo, dessa maneira, o aperfeiçoamento dos sensores da plataforma seria um grande complemento ao trabalho. Outro trabalho futuro de importância significativa seria a aplicação de um sistema de controle de posição para o atuador SMA.

REFERÊNCIAS

Nunes, H. J. L., Barbosa, A. T. R, Jesus-Lopes, J. Carlos, R. D. Santos, and L. Miguel, "Cogeração de energia através do efeito seebeck: Um estudo bibliométrico," in VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2017, pp. 1–7.

B. K. Nguyen and K. K. Ahn, "Feedforward control of shape memory alloy actuators using fuzzy-based inverse preisach model," IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, vol. 17, no. 2, pp. 434–441, 2009.

KUMAR, P. K. and LAGOUDAS, D. C. (2008). Introduction to Shape Memory Alloys. In Lagoudas DC (Ed.), Shape Memory Alloys, Modeling and Engineering Applications, Verlag US, Editora Springer, (pp. 1–51).

J. Jayender, R. V. Patel, S. Nikumb, and M. Ostojic, "Modeling and control of shape memory alloy actuators," IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, vol. 16, no. 2, pp. 279–287, 2008.

GILBERTSON, R.G. (2000). Muscle Wires - Project Book, Revised edition, San Rafael US, Editora Mondo-tronics

BARBOSA T., CERQUEIRA J. and LIMA A., "Shape memory alloy modeling using experimental procedure to estimate the heat exchange coefficient", in CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2016, pp. 1–3.