

Construção de um Tribômetro de plano inclinado

Leonardo Estrazulas Dolzan*^a, Rafael Matheus Jost de Figueiredo*^a.

^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre – Brasil

RESUMO.

No presente trabalho será construído um tribômetro para a disciplina de Tribologia. O aparelho será constituído de um plano inclinado com diferentes corpos de prova que serão lixados com diversas granulometrias e posteriormente analisados em um rugosímetro. Será medido o tempo de deslocamento dos corpos de prova entre dois pontos fixos na rampa e, junto com o ângulo da pista e a rugosidade dos materiais, serão feitos cálculos para obtenção dos coeficientes de atrito para cada par tribológico. A rugosidade do plano será medida e mantida fixa enquanto o corpo a deslizar terá sua massa medida com peso padrão e será lixado com 5 gramaturas diferentes, sendo a aquisição do tempo de deslocamento entre os pontos feita a partir de sensores de luminosidade LDR conectados a um micro-controlador Arduino.

Palavras-chave: Tribômetro, Arduino, rugosidade.

1. INTRODUÇÃO

Diferente dos conceitos estudados por Leonardo Da Vinci e Guillaume Amontons [1] e estudados ainda hoje em diversos currículos, que tratam o atrito como uma propriedade constante de cada material, “A tribologia não deve ser entendida como uma característica intrínseca do material, e sim, como um fenômeno que ocorre entre pares tribológicos” [2]. É com esse intuito que o seguinte trabalho propõe a construção de um aparelho que permita obter o coeficiente de atrito entre uma pista metálica e corpos de prova construídos com diferentes rugosidades superficiais.

Baseado no instrumento primeiro proposto Leonardo Da Vinci [3], o aparelho se trata de um plano inclinado, onde o ângulo do plano, a massa dos corpos de prova e a suas respectivas rugosidades são parâmetros conhecidos. Medindo-se o tempo necessário para o corpo de prova se deslocar entre os pontos A e B determinados no plano inclinado, pode-se então determinar o coeficiente de atrito entre as duas superfícies.

Para permitir uma medida precisa do tempo de deslocamento do corpo de prova, será utilizado um Arduino junto com sensores de luminosidade LDR expostos ao longo da rampa. Os dados serão coletados e os cálculos necessários serão implementados no código do programa escrito para o micro-controlador, retornando como resposta o valor do coeficiente de atrito.

2. APARATO EXPERIMENTAL

2.1 CONCEPÇÃO

O aparelho proposto possibilita a determinação do coeficiente de atrito do par tribológico utilizando apenas a gravidade como fonte motora. O cálculo para o atrito será feito utilizando a relação de proporcionalidade entre a força de atrito e a força normal, onde μ é o coeficiente de atrito:

$$F_a = \mu * N \quad (1)$$

Para o plano inclinado, pode-se considerar o equacionamento abaixo (representado na Figura 2.1) para se determinar a força normal, onde m é a massa do corpo de prova, g é a gravidade e θ é o ângulo do plano inclinado:

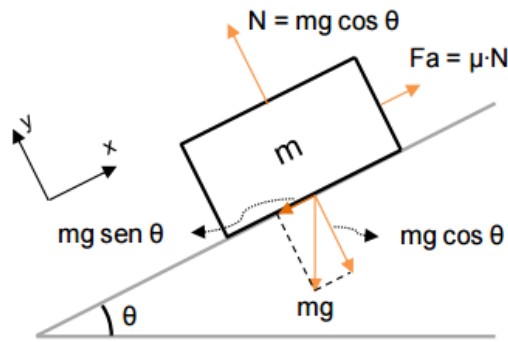


Figura 2.1 (Notas de Aula da Disciplina ENG03013,[2])

Para se determinar o coeficiente de atrito estático μ , o ângulo deverá ser aumentado até o momento em que o corpo de prova estará prestes a iniciar seu movimento. Nesse instante, a força de atrito será máxima e, aplicando-se um balanço de forças no eixo X, pode se obter:

$$m * g * \text{sen}(\theta) - Fa = 0 \quad (2)$$

$$m * g * \text{sen}(\theta) - \mu * m * g * \cos(\theta) = 0 \quad (3)$$

Portanto:

$$\mu = \frac{\text{sen}(\theta)}{\cos(\theta)} = \tan(\theta) \quad (4)$$

A determinação do instante em que o corpo de prova entra em movimento será obtida através do sensor de luminosidade LDR. Seu funcionamento é simples: sua resistência elétrica aumenta ou diminui de acordo com a luminosidade do ambiente. Em conjunto com um sensor que mede a inclinação do plano, no momento em que o bloco começar a bloquear a luz que chega no sensor, será possível obter o ângulo exato do plano inclinado e assim, o coeficiente de atrito do par tribológico.

O cálculo de atrito dinâmico será feito de forma análoga. O corpo de prova iniciará o seu movimento no ponto A até chegar ao ponto B. O tempo deslocamento entre os dois pontos será obtido de acordo com a variação de luminosidade indicada pelo sensor LDR, sendo a sua aceleração calculada pela seguinte expressão, onde $s - s_0$ é a distância entre os pontos A e B, v_0 é a velocidade inicial, a é a aceleração e t é o tempo:

$$s = s_0 + v_0 * t + \frac{1}{2} * a * t^2 \quad (5)$$

A aceleração calculada deverá ser levada em consideração ao se realizar o balanço de forças em X, de acordo com a segunda lei de Newton. A partir da seguinte expressão, o coeficiente de atrito dinâmico μ poderá ser determinado:

$$m * g * \text{sen}(\theta) - \mu * m * g * \cos(\theta) = m * a \quad (6)$$

2.2 DIMENSIONAMENTO

O aparelho consiste em duas chapas metálicas de alumínio presas por dobradiças ligadas a um eixo com fuso, permitindo a variação do ângulo entre os planos. A chapa superior consiste em um retângulo de 26,2 cm de comprimento por 10,4 cm de largura, sendo os corpos de prova blocos retangulares de 4,8 cm de comprimento por 3 cm de altura.



Figura 2.2 Aparelho construído

3. REFERÊNCIAS

- [1] Desplanques, Y. "Amontons-Coulomb Friction Laws, A Review of the Original Manuscript" 09/28/2014 SAE International
- [2] Poletto, J. C., Barros, L. Y., Ferreira, N. F, Neis, P. D. "Tribologia: Notas de Aula da Disciplina ENG03013", 2017. Edição 1
- [3] Dowson, D., "History of Tribology," Longmans, 1979. Second Edition, London, Professional Engineering Publishing, 1998.