

Identificação dos parâmetros do modelo dinâmico de um quadrotor

*Isabella Cristina Souza Faria¹, Willian Martins Leão², Marco Henrique Terra², Roberto Santos Inoue³.

1. Estudante de IC da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos/SP, *isamoreno2009@gmail.com

2. Mestrando do Departamento de Engenharia Elétrica da USP, São Carlos/SP

3. Pesquisador do Departamento de Engenharia Elétrica, UFSCar, São Carlos/SP

Palavras Chave: Quadrotor, Controle, Simulação.

Introdução

Para a realização do controle de acompanhamento de trajetória de um quadrotor é necessário realizar a identificação dos parâmetros do seu modelo dinâmico. Portanto, neste resumo são apresentados os resultados obtidos da identificação do momento de inércia e massa da aeronave através de *software* CAD. E os torques e impulso máximos baseados na medição das velocidades das hélices. Esses parâmetros serão utilizados para continuação do trabalho apresentado em [1] da simulação em MATLAB® do controle PD de acompanhamento de trajetória de um quadrotor, conforme proposto em [2].

Resultados e Discussão

A obtenção dos parâmetros do modelo consistiu na representação do quadrotor utilizado na pesquisa no *software* CAD *Inventor* versão acadêmica. Cada peça do veículo foi desenhada separadamente e com especificação do material. Em seguida, foi feita a montagem e obteve-se as propriedades do conjunto, como a massa do quadrotor (m), os momentos de inércia com relação aos três eixos (l_{xx}, l_{yy} e l_{zz}) e a distância dos rotores até o centro de massa do veículo (l). Os dados obtidos são mostrados na Tabela 1 e a representação do quadrotor no *software* é mostrada na Figura 1.

Tabela 1. Parâmetros do modelo

m	0,043 kg
l	55 mm
l _{xx}	280,574 kg mm ²
l _{yy}	284,627 kg mm ²
l _{zz}	548,622 kg mm ²

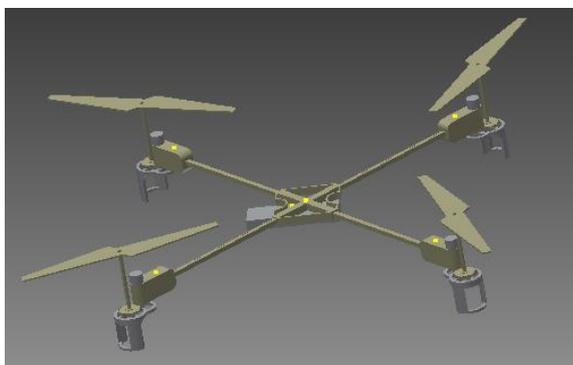


Figura 1. Representação do quadrotor

A segunda etapa desse trabalho consistiu em relacionar os movimentos de controle do rádio *Spektrum® DSM2 2.4 GHz* com os torques em relação aos três eixos (torques de rolagem, arfagem e guinada, $t\phi$, $t\theta$ e $t\psi$, respectivamente)

e o impulso (T). Para isso, foram feitos experimentos da seguinte forma: o quadrotor foi preso em uma morsa e movia-se uma das alavancas do rádio até seu ponto máximo em um sentido. Cada alavanca tem dois sentidos de movimento e cada um desses movimentos se relaciona com um torque ou impulso. Em seguida, mediu-se a rotação de cada uma das quatro hélices por meio de um tacômetro digital. Esse procedimento foi feito para os dois sentidos de cada uma das duas alavancas e obteve-se: $w_1 = 4900$ rpm, $w_2 = 5100$ rpm, $w_3 = 5000$ rpm e $w_4 = 5200$ rpm. Em seguida, com base nas equações do modelo dinâmico mostradas abaixo, foi possível relacionar os torques e o impulso com a rotação das hélices.

$$T = kw_i^2 \quad (1)$$

$$t\phi = lk(-w_2^2 + w_4^2) \quad (2)$$

$$t\theta = lk(-w_1^2 + w_3^2) \quad (3)$$

$$t\psi = bw_i^2 \quad (4)$$

Sendo $k=2,98 \cdot 10^{-6}$ o coeficiente de elevação, $b=1,14 \cdot 10^{-7}$ o coeficiente de vento e w_i a velocidade angular de cada rotor ($i = 1,2,3,4$), conforme visto em [2]. Dessa forma, obteve-se os torques e impulso máximos que são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Torques e Impulso máximos

T	3,34 N s
$t\phi$	$1,8510^{-3}$ N m
$t\theta$	$1,77 \cdot 10^{-3}$ N m
$t\psi$	0,128 N m

Conclusões

No presente trabalho foram obtidos os parâmetros do quadrotor. Foi feita a representação do veículo em *software* CAD *Inventor* e com isso obteve-se os parâmetros do modelo. Por meio de experimentos foi possível relacionar o movimento das alavancas do rádio com a rotação das hélices e, através de equações matemáticas da dinâmica do quadrotor, obteve-se os torques e impulso máximos. Assim, todos os parâmetros necessários para o desenvolvimento de experimentos de controle com quadrotor foram obtidos de forma satisfatória.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPESP pelo suporte financeiro desse trabalho.

[1] Faria, I. C. S.; Inoue, R. S. **Modelagem e simulação de um robô quadrotor**. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

[2] Teppo Luukkonen, **Modeling and control of quadcopter**. Aalto University School of Science, 2011.