

Revista Eletrônica



AeroDesign

Magazine

Seção Artigos Técnicos



Título do Artigo: Estudo analítico para a determinação da posição do centro de gravidade de aeronaves leves monomotoras

Revista Eletrônica AeroDesign Magazine
Volume 6 – Número 1 – 2014
ISSN – 2177-5907

2014

Estudo analítico para a determinação da posição do centro de gravidade de aeronaves leves monomotoras

Larissa dos Santos
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
larie_94@hotmail.com

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
luizaerodesign@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo é possibilitar, de maneira simples e concisa, o cálculo para determinação da localização do centro de gravidade de uma aeronave leve monomotora.

Palavras-chave

Localização, cálculo, centro de gravidade.

1 – Introdução

Centro de gravidade é o ponto de aplicação da resultante das forças gravitacionais que atuam em cada partícula de um sistema. Em um avião, o peso é gerado por todos os seus componentes, porém, para efeito de cálculos pode-se imaginá-lo como se atuasse num único ponto, chamado centro de gravidade. Em voo, a aeronave realiza manobras ao redor do centro de gravidade sobre o centro de gravidade, e o sentido da força do peso dirige-se sempre para o centro da terra.

2 – Fundamentação teórica

A determinação do centro de gravidade de uma aeronave (CG) e o seu passeio para condições de peso mínimo e máximo é de suma importância para um estudo posterior de estabilidade, peso e balanceamento do avião.

O cálculo para determinar a localização do CG se dá através das condições do balanceamento de momentos [1], ou seja, primeiramente é necessário que se considere

um ponto imaginário onde a soma dos momentos do nariz da aeronave possua a mesma intensidade da somatória dos momentos de cauda. Pode-se afirmar que a aeronave estará em equilíbrio quando estiver suspensa apenas pelo CG, assim a aeronave não tenderá a rotacionar para nenhuma direção.

A equação para localizar o centro de gravidade é a seguinte:

$$h_{CG} = \frac{\sum W \cdot d}{\sum W} \quad (1)$$

Para a aplicação da Equação (1), é necessário que se adote uma linha de referência, onde a partir dela será possível obter os momentos gerados por cada um dos componentes da aeronave. Após encontrar os momentos individuais realiza-se a soma de todos eles e por fim divide-se o resultado pelo peso total da aeronave. A Figura 1 mostra a configuração para a determinação do centro de gravidade.

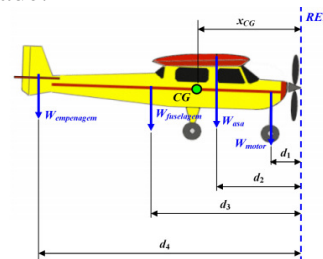


Figura 1. Determinação do centro de gravidade, [2].



É muito comum na indústria aeronáutica que o CG seja representado em forma de porcentagem em função da corda na raiz da asa, para isso a equação aplicada será a seguinte.

$$CG\%_c = \frac{(\bar{x}_{CG} - x_w)}{c} \cdot 100\% \quad (2)$$

Normalmente as aeronaves possuem o seu centro de gravidade localizado em uma porcentagem da corda que varia entre 25% e 35%. Dentro dessa margem, geralmente a aeronave possui boas qualidades de estabilidade e controle.

3 – Materiais e métodos

Durante a medição do centro de gravidade, uma aeronave estará balanceada quando permanecer nivelada. Para que esteja em equilíbrio a aeronave não precisa estar perfeitamente imóvel, mas sua posição deve permanecer próxima desta.

Como forma de exemplificar a medição experimental do CG de uma aeronave, o presente artigo mostra o ensaio realizado com a aeronave da equipe Taperá de AeroDesign do campus Salto do IFSP. Essa aeronave foi construída pelos próprios alunos integrantes da equipe e participou da competição SAE-AeroDesign Brasil de 2013.

O ensaio da localização do centro de gravidade é realizado utilizando-se um dispositivo que permite a medição do CG, onde a aeronave fica apoiada exatamente no local determinado através dos cálculos. Se ela não tender a rotacionar para alguma direção conclui-se que a localização encontrada é correta. Caso contrário, para ajustar a posição, deve-se movimentar os componentes móveis da aeronave, até que o equilíbrio seja obtido. No ensaio realizado pode se observar na Figura 2, que a aeronave está nivelada e corresponde a localização calculada pela equipe.



Figura 2: Verificação do Centro de gravidade, [Própria].

4 – Resultados

A Tabela 1, mostra os resultados analíticos obtidos com a aplicação das Equações (1) e (2), considerando a aeronave mostrada na Figura 2.

Tabela 1: Resultados obtidos

Componente	Peso (N)	Braço (m)	Momento(Nm)
Motor e Aviónicos	1,77	0,15	0,27
Asa	1,128	0,367	0,414
Fuselagem	1,422	0,570	0,811
Boom	0,29	0,868	0,252
Empenagem	0,39	0,969	0,378
Total	5,003	-----	2,125
h_{CG} (m)	0,057m a partir do bordo de ataque da asa		
h_{CG} (%cma)	34,96% da corda média aerodinâmica		

Após a realização dos cálculos, utilizando as equações (1) e (2), os resultados da Tabela 1, mostram, que, neste caso, o CG localiza-se a 34,96% da corda média aerodinâmica ou a 0,057 m a partir do bordo de ataque da asa, posicionamento que pode ser comprovado através do ensaio realizado e mostrado na figura (2).

5 – Considerações finais

Este artigo teve como objetivo apresentar de modo simples a forma para se calcular a localização do centro de gravidade em uma aeronave, apresentando um ensaio realizado para melhor compreensão. Com base nos resultados mostrados é possível concluir que o estudo e ensaio realizados foram satisfatórios, uma vez que ambos se complementaram para no fim obter um resultado positivo, ou seja, os cálculos foram validados através do ensaio.

6 - Bibliografia

- [1] RODRIGUES, LUIZ EDUARDO MIRANDA JOSÉ., Fundamentos da Engenharia Aeronáutica, 1ª Ed, Cengage Learning, São Paulo 2013.
- [2] ANDERSON, JOHN. D. Introduction to Flight. 3ª Ed, McGraw-Hill, Inc. New York 1989.