

PROJETO DE COMPORTA PARA O VANT AEDES UTILIZANDO O SOFTWARE MOTIONGEN E IMPRESSÃO 3D

Alexandre Coutinho Brandão Mesko¹, Augusto José Venâncio Neto², Valber César Cavalcanti Roza², Alysson Nascimento de Lucena², Dino Lincoln Figueirôa Santos²

¹Graduando em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN),

Natal-RN, Brasil. (alexandre.mesko.083@ufrn.edu.br)

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil

Resumo: O AEDES (Aeronave de Defesa Social) é um veículo aéreo não tripulado (VANT) em desenvolvimento na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, voltado a aplicações de segurança pública e defesa. Como toda aeronave, o AEDES possui componentes internos cujo acesso é necessário para montagem e manutenção. Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de projetar, construir e instalar uma comporta tanto funcional, para montagem e manutenção quanto visualmente atrativa para exposições científicas e tecnológicas. Foi utilizado como referência a comporta da baía de carga do avião Grumman TBF Avenger, no qual o mecanismo foi adaptado à estrutura do AEDES. O projeto cinemático do mecanismo foi realizado no software MotionGen, determinando o tamanho e o movimento angular das peças. Os modelos 3D foram desenvolvidos no SolidWorks e os protótipos foram fabricados via manufatura aditiva empregando PLA. Após diversas iterações do projeto, a comporta foi montada em um dos protótipos do AEDES e acionada por um motor DC controlado por um microcontrolador Arduino. Os ensaios práticos demonstram movimentos suaves, atingindo as posições de abertura e fechamento corretamente e repetibilidade do movimento dentro do aceitável para sua aplicação. Conclui-se que a utilização conjunta de ferramentas de projeto cinemático, modelagem CAD e manufatura aditiva é uma forma eficaz e de baixo custo para o desenvolvimento de subsistemas mecânicos em projetos de pequeno porte, como o AEDES, viabilizando o acesso a seções internas onde serão instalados seus componentes.

Palavras-chave: VANT; Defesa Social; Manufatura Aditiva; Arduino.

INTRODUÇÃO

Com o avanço de tecnologias no contexto aeroespacial, como o voo autônomo e controle remoto a longas distâncias, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) vêm assumindo um papel cada vez mais relevante em aplicações militares e civis, por exemplo, monitoramento, segurança pública, defesa e mapeamento de áreas. Essas aplicações exigem VANTs cada vez mais complexos que necessitam soluções de engenharia capazes de garantir tal desempenho e eficiência sem comprometer a qualidade e confiabilidade do projeto.

Devido à presença desses sistemas, principalmente na fase de testes, é de extrema importância o fácil e confiável acesso aos componentes internos do VANT. Um meio de acesso mal projetado pode acabar causando dificuldades no acesso aos componentes do VANT e até causando danos, além de ser um potencial ponto de falha durante o voo,

caso aconteça uma abertura inesperada. Assim, se faz necessário o desenvolvimento de um sistema de acesso que seja confiável sem comprometer o peso do projeto e de fácil fabricação.

Nesse contexto, ferramentas computacionais para síntese desses mecanismos, como o MotionGen, permitem projetar e otimizar sistemas mecânicos antes da construção do protótipo. Em conjunto, a impressão 3D possibilita a manufatura rápida e de baixo custo das peças protótipo facilitando a produção e ajuste do protótipadas.

Esse trabalho tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento da comporta superior de acesso interno ao VANT AEDES, abrangendo a criação do projeto do mecanismo por meio do software MotionGen, a modelagem tridimensional das peças do mecanismo e a manufatura das peças utilizando impressão 3D. Por fim, são apresentados os resultados nos testes práticos, demonstrando a

viabilidade da metodologia proposta para o desenvolvimento de VANTs e de outros sistemas mecânicos semelhantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do mecanismo da comporta, inicialmente foram definidos os requisitos do projeto, considerando aspectos estruturais, funcionalidade e suas limitações físicas. O mecanismo deveria permitir acesso aos componentes internos e sua instalação, proporcionando aberturas e fechamento com movimentos suaves, trava confiável durante o voo, baixo peso estrutural, fácil fabricação e modularidade das peças.

A síntese cinemática do mecanismo foi realizada utilizando o software MotionGen, ferramenta destinada a desenvolver e analisar mecanismos planos. Tendo como inspiração o mecanismo do avião Grumman TBF Avenger devido principalmente pela estética, mesmo tendo um sistema mais complexo, tendo apenas mudanças na angulação das hastes conectadas ao motor e seus comprimentos. Com as posições dos pivôs e tamanho das hastes, foram geradas as trajetórias das comportas de acordo com o acionamento de um motor principal.

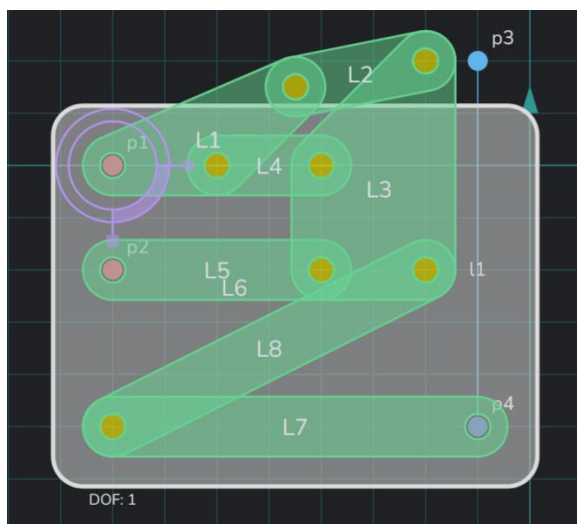


Figura 1. Mecanismo no MotionGen.

Após a definição do mecanismo, todos os componentes projetados foram modelados em ambiente CAD, utilizando o software SolidWorks. As hastes foram modeladas com uma identificação em relevo, com furos para encaixes com folga de 1 milímetro compensar a expansão dimensional do material e com pontas arredondadas para redução do volume de material. Nessa etapa também foi projetado e um sistema de peças auxiliares inspirado

nas conexões do sistema LEGO Technic, para realizar o encaixe das peças sem necessitar de parafusos.

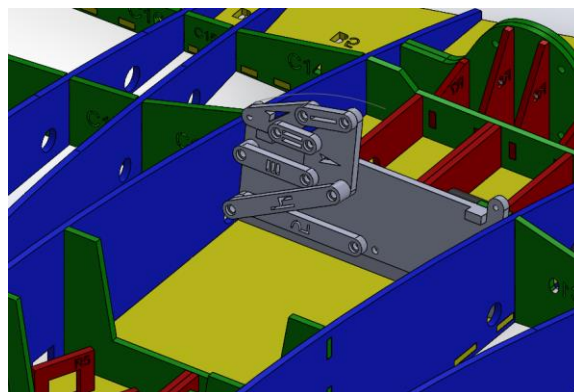


Figura 2. Montagem parcial

Os componentes do mecanismo foram feitos por manufatura aditiva utilizando impressão 3D na impressora X1 carbon (bambu lab) em filamento PLA, com altura da camada de 0.2 milímetros, preenchimento de 15% e parede com sendo 2 camadas. Esse processo foi escolhido devido ao seu baixo custo e velocidade na produção das peças, permitindo facilmente alteração em caso de alteração do projeto.



Figura 3. Peças impressas em 3D.

Depois da fabricação, as peças foram montadas em um dos protótipos do VANT AEDES por parafusos convencionais, juntos de um motor DC controlado por um (sistema de controle remoto) que ficara fixado em uma estrutura projetada posteriormente, também foram feitos ajustes utilizando uma retífica para ajustar certas áreas das peças que dilataram mais do que o esperado na impressão.



Foram feitos testes de abertura e fechamento por acionamento remoto diversas vezes com o intuito de verificar o funcionamento do mecanismo. Durante os ensaios foram observados movimentos suaves com repetibilidade sem travamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a síntese realizada no MotionGen, foi selecionada a configuração que mais se adequa aos requisitos impostos pelo projeto. O mecanismo apresentou movimento contínuo por todo o curso da comporta, garantindo abertura e fechamento sem travamentos mecânicos e interferência de outros componentes. A configuração escolhida também proporciona geometria compacta, garantindo máximo volume interno que pode ser destinado para componentes e carga.

A modelagem tridimensional permitiu verificar possíveis interferências entre os componentes e fazer ajustes nas dimensões dos componentes antes da produção. A utilização da manufatura aditiva possibilitou a fabricação rápida e confiável dos componentes, permitindo o redesenho e substituição de componentes quando necessário ao decorrer do projeto. Além disso, durante testes, foi possível produzir versões simplificadas de certos componentes, utilizando menos material, tendo em vista que essas peças não estavam sujeitas aos esforços de acionamento do motor, nem esforço repetitivo.

Após a montagem, foi observado que o mecanismo se integrou adequadamente à estrutura do VANT AEDES, mantendo o posicionamento no projeto e permitindo um funcionamento como o esperado do projeto. Pequenos ajustes foram feitos em certas peças para compensar deformação do material que ocorre durante o processo de impressão.

Durante os ensaios de abertura e fechamento, o mecanismo demonstrou funcionamento suave e repetitivo, sem travamentos ou desalinhamentos. Enquanto fechado o sistema se manteve sua geometria estável e na sua posição aberta, se manteve rígido, dando o espaço necessário para o acesso interno de componentes.

Os resultados obtidos demonstram que a utilização do MotionGen reduziu significativamente o tempo necessário para definição da geometria do sistema, além de ajudar com o estudo do movimento das peças, que seria inicialmente feito em um ambiente CAD, que iria demandar maior tempo. Ao mesmo tempo, a impressão 3D mostrou-se adequada para desenvolvimento de protótipos, permitindo

modificações rápidas durante o desenvolvimento sem grande aumento dos custos.

Embora o mecanismo final tenha apresentado um funcionamento satisfatório, correções dimensionais foram feitas em peças devido a tolerâncias inerentes ao processo de impressão 3D, e o design original passou por mudanças no local de acionamento conforme outras partes do projeto avançaram. Esses resultados demonstram a importância de um método de produção ágil e modular. Nesse contexto, a combinação do estudo cinemático realizado no MotionGen e a rápida prototipagem por impressão 3D mostrou-se de grande valor para viabilizar a implementação e o refinamento do mecanismo com eficiência.

CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou o desenvolvimento de uma comporta para o VANT AEDES, utilizando o MotionGen para o projeto cinemático do mecanismo, o SolidWorks para projeto tridimensional das peças e impressão 3D para a fabricação do protótipo. Essa metodologia permitiu integrar as etapas de concepção, modelagem, fabricação e validação do projeto de forma eficiente.

Os resultados obtidos demonstram que o mecanismo atendeu aos requisitos definidos de forma satisfatória, proporcionando abertura e fechamento suaves e confiáveis, além de uma adequação à estrutura do VANT. A utilização de manufatura aditiva mostrou-se eficiente e versátil, permitindo a criação rápida de protótipos durante o desenvolvimento, sem grande aumento dos custos.

Além da validação do mecanismo desenvolvido, o trabalho também evidenciou as vantagens da utilização conjunta de software de estudo de movimento, como o MotionGen, com ambientes CAD, como o SolidWorks. A possibilidade de validar esses sistemas antes da produção dos protótipos, ajudou a reduzir o tempo de desenvolvimento e facilita a implementação de modificações no futuro.

Com a continuidade desse trabalho, é recomendado a realização de ensaios estruturais e de durabilidade, junto da fabricação dos componentes com materiais mais adequados para aplicações aeronáuticas. Junto disso podem ser feitas otimizações geométricas para se adequar ao novo material e novos meios de acionamento, com o intuito de reduzir o peso do mecanismo e melhorar sua confiabilidade em futuras versões do VANT AEDES.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC) e ao Deputado federal Sargento Gonçalves pelo apoio no desenvolvimento dessa pesquisa, além da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e o Instituto Metrópole Digital.

REFERÊNCIAS

- DASSAULT SYSTÈMES. *SOLIDWORKS: 3D CAD Design Software*. Disponível em: <https://www.3ds.com/products/solidworks>. Acesso em: 14 jul. 2026.
- MOTIONGEN. *MotionGen: mechanism design software*. Disponível em: <https://motiongen.io/>. Acesso em: 14 jul. 2026.
- GUNDLACH, Jay. Designing unmanned aircraft systems: a comprehensive approach. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012.
- ANTAS, Luiz Mendes. Glossário de termos técnicos. São Paulo: Traço, 1979. 756 p. (Coleção Aeroespacial; t. 1.)
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. CNS/ATM Glossário. Disponível em: . Acesso em: 23 mar. 2021.