

Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT para monitoramento de linhas de transmissão

Maicon Pereira¹

John Jefferson Antunes Saldanha²

Resumo:

Este artigo apresenta uma proposta de trabalho de conclusão de curso (TCC) que trata da revisão bibliográfica sobre sistemas de controle, métodos de posicionamento e estabilidade de aeromodelo se utilizando da plataforma Arduino para solucionar o sistema de guiamento de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) com a finalidade de monitoramento de linhas de transmissão. A ideia é que o VANT seja capaz de partir de um local de origem com as coordenadas pré-definidas através do Sistema de Posicionamento Global (GPS - Global Positioning System) e seguir esta trajetória até o local de destino. Ao chegar no local de destino, fica sobrevoando, a uma altura segura a ser definida, até que o controlador opere remotamente aproximando e posicionando para uma melhor visualização por câmeras das linhas que devem ser monitoradas. A aeronave pousa e decola com voo vertical, não precisando de pista para tal, e assim que alcançar uma altitude segura, os motores iniciam um movimento de rotação no eixo da asa, de 90° à 0°, de forma que se desloca horizontalmente. Este detalhe não apenas facilita o pouso e decolagem em quaisquer áreas, como possibilita uma maior autonomia de voo e menor tempo para chegar ao destino. Após configurado para seguir uma trajetória, sensores de calor podem ser acionados no intuito de verificar anormalidades nas linhas, caso encontre uma temperatura elevada, considerada fora dos parâmetros normais, é enviado um sinal ao controlador e marcada a posição (coordenadas) do ponto a ser inspecionado posteriormente.

Palavras-chave: LTs VANT arduino

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT para monitoramento de linhas de transmissão

¹ Aluno de graduação. mvenes@gmail.com. Autor principal

² Docente. john.jefferson.as@gmail.com. Orientador



Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT para monitoramento de linhas de transmissão

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre sistemas de controle, métodos de posicionamento e estabilidade de aeromodelo para solucionar o sistema de guiamento de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) com a finalidade de monitoramento de linhas de transmissão (LT).

2. METODOLOGIA

O uso de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para o monitoramento de LTs poderá reduzir muito o tempo de serviço e os gastos com manutenção corretiva. Isto ocorre porque não é necessário enviar equipes de solo para manutenção sem conhecimento prévio do problema, o que implica em levar as ferramentas e materiais necessários de forma a ter um reparo efetivo e rápido. Para tal, esta revisão se estrutura no estudo de alguns tipos dos aeromodelos, princípio de funcionamento dos mesmos, controle de voo, controle da estabilidade e o sistema embarcado do VANT.

A ideia é que o VANT seja capaz de partir de um local de origem com as coordenadas pré-definidas através do Sistema de Posicionamento Global (GPS - Global Positioning System) e seguir esta trajetória até o local de destino. Ao chegar no local de destino, fica sobrevoando, a uma altura segura a ser definida, até que o controlador opere remotamente aproximando e posicionando para uma melhor visualização por câmeras das linhas que devem ser monitoradas.

A aeronave pousa e decola com voo vertical, não precisando de pista para tal, e assim que alcançar uma altitude segura, os motores iniciam um movimento de rotação no eixo da asa, de 90° à 0°, de forma que se desloca horizontalmente. Este detalhe não apenas facilita o pouso e decolagem em quaisquer áreas, como possibilita uma maior autonomia de voo e menor tempo para chegar ao destino.

Após configurado para seguir uma trajetória, sensores de calor podem ser acionados no intuito de verificar anormalidades nas linhas, caso encontre uma temperatura elevada, considerada fora dos parâmetros normais, é enviado um sinal ao controlador e marcada a posição (coordenadas) do ponto a ser inspecionado posteriormente.

3. DESENVOLVIMENTO

Introdução aos Aeromodelos

Avião ou aeroplano é um meio de transporte aéreo bastante utilizado. Sua principal vantagem frente aos transportes terrestres e aquáticos é o curto intervalo de tempo que é gasto para alcançar seu destino (ARAÚJO, 2007).

Os componentes que formam a estrutura de um avião são, em sua maioria, comuns a todos os tipos de aviões. Podem ser divididos em partes fixas e móveis. As partes fixas compreendem a fuselagem, asa, motor e estabilizadores. As partes móveis são o trem de pouso, e as superfícies de controle do avião, ou seja, os flaps, ailerons, profundor e leme.

Fuselagem é a estrutura onde são fixadas as demais partes da aeronave (asa, trem de pouso, estabilizadores). Nela são alocados os espaços da cabine,

passageiros e bagagens. Asa é uma estrutura fixada na fuselagem da aeronave que possui a função de produzir a sustentação necessária para manter a aeronave em voo. Suas principais características são: a) envergadura - distância de uma ponta a outra da asa; b) raiz da asa - localizada próxima à fuselagem; c) ponta da asa - localizada na extremidade oposta à raiz; e d) alongamento da asa - a relação entre a envergadura e a corda média geométrica da asa (maior distância entre o bordo de fuga e o bordo de ataque da asa). Bordo de fuga é a parte onde estão localizados os flaps da asa, enquanto bordo de ataque é a parte oposta ao bordo de fuga. Quanto maior o alongamento, melhor será a capacidade da asa gerar sustentação e menor o arrasto por ela produzido.

Motor (ou grupo motopropulsor) tem como função fornecer o empuxo do avião tanto no solo como no ar. Trem de pouso possui como função básica sustentar a aeronave em solo, além de permitir o amortecimento do impacto, a frenagem e o controle direcional da aeronave em solo. Os ailerons, os profundores e o leme são responsáveis pela orientação da aeronave durante o voo, enquanto que os flaps ajudam a aumentar a sustentação, quando a aeronave está em baixas velocidades, e durante os pousos (ARAÚJO, 2007).

Princípio de Funcionamento

Existem quatro forças que atuam na aeronave durante o voo, sendo elas: sustentação, peso, propulsão e arrasto. A força peso empurra o avião para baixo devido à força da gravidade. Sustentação é a força de sentido contrário ao peso, produzida pelo efeito dinâmico do ar atuando sobre as asas. Essa força baseia-se, em parte, no princípio de Bernoulli (ou seja, a velocidade da partícula de um fluido é inversamente proporcional à pressão ao longo de uma linha de corrente), pois ao se utilizar asas de perfil assimétrico, uma maior curvatura no extradorso (parte superior do aerofólio) fará com que o ar aumente sua velocidade e reduza a pressão em relação ao intradorso (parte inferior do aerofólio). Essa diferença de pressão gerará parte da sustentação da asa. O outro percentual de sustentação é explicado através da terceira Lei de Newton (Lei da ação e reação), pois o movimento do ar para baixo gerado pela asa se choca com o intradorso, e este como reação a empurrará para cima.

Arrasto é a força contrária à trajetória do voo, sendo provocada pelo turbilhonamento do ar na superfície da aeronave. Dessa forma, quanto maior o arrasto maior será a força para compensá-la, o que implica no aumento da potência do motor, que aumentará o consumo de energia e diminuirá o desempenho da aeronave. Propulsão ou tração é a força gerada pelo grupo motopropulsor, que possui sentido oposto à força de arrasto.

Controles de Voo

O sistema de controle de voo é dividido em dois: o sistema primário, utilizado para controle do movimento efetivo da aeronave; e o sistema secundário que auxilia no desempenho do voo e reduz o esforço empregado pelo piloto durante uma manobra. O sistema de controle primário é formado por aerofólios móveis que provocam alterações no fluxo de pressão em superfícies específicas da aeronave resultando em movimentação sobre um dos três eixos da aeronave (BIANCHINI, 2010).

A alteração da atitude da aeronave, ou seja, sua orientação, é realizada por meio das superfícies de controle que são ailerons, profundor e leme.

O aileron é um aerofólio localizado no bordo de fuga de cada asa e possui a função de controlar a movimentação da aeronave em torno do eixo longitudinal, exercendo o movimento de rolagem. Os ailerons da asa direita e esquerda trabalham sincronizados, de forma que quando um se eleva o outro baixa, tornando possível a manobra. À medida que um aileron sobe, a asa onde está engastado perde sustentação e baixa; Enquanto isso, o aileron da outra asa baixa, a asa ganha sustentação e sobe, realizando portanto, a curva para o lado desejado.

Os profundos são aerofólios que controlam o movimento da aeronave sobre o eixo lateral, fazendo com que o avião suba ou desça e realize o movimento de arfagem. O princípio de funcionamento é idêntico ao do aileron, no entanto os dois profundos ou sobem, fazendo o avião descer, ou descem fazendo o avião subir. O leme é o elemento responsável por fazer a aeronave se deslocar sobre o eixo vertical, originando o movimento de guinada. Seguindo o mesmo princípio do aileron e do profundo, o movimento do leme para a esquerda faz o avião se deslocar para a direita e vice-versa.

O sistema de controle secundário tem a função de melhorar o desempenho da aeronave durante o voo e diminuir as forças empregadas pelo piloto durante uma manobra. É constituído por flaps, slot e spoiler. O flap é um elemento presente na maioria das aeronaves, desde as mais simples até as mais modernas. Localizado no bordo de fuga da asa, ele possui como função o aumento de sustentação da aeronave. Assim como o flap, o slot também possui a função de sustentação, no entanto, atuando no bordo de ataque da asa. Geralmente é utilizado em operações de baixa velocidade, como pouso e decolagem. O spoiler, ao contrário do flap e slot, tem a função de aumentar o arrasto e conseqüentemente reduzir a sustentação. É instalado no extradorso da asa, podendo ser controlado automaticamente ou manualmente pelo piloto. É utilizado principalmente nas seguintes operações: durante uma curva; em uma descida; e durante o pouso em que é necessário um arraste máximo (BIANCHINI, 2010).

Estabilidade

O conceito de estabilidade está relacionado à capacidade do avião retornar à posição de equilíbrio após ter sofrido perturbações (SAMPAIO, 2006). Outra característica presente nas aeronaves, e às vezes confundida com estabilidade, é a controlabilidade, que consiste no poder de reação da aeronave aos comandos do piloto. Dessa forma, um projeto de aeronaves comerciais irá favorecer a estabilidade em detrimento da controlabilidade, enquanto que o projeto de aeronaves militares privilegiará a controlabilidade, pois o piloto necessita de uma reação mais rápida aos seus comandos (BIANCHINI, 2010).

A estabilidade pode também ser compreendida para cada um dos três eixos: longitudinal, lateral e vertical. A estabilidade longitudinal refere-se ao movimento sobre o eixo lateral. Segundo Bianchini (2010), a estabilidade longitudinal é a mais importante de todas, pois qualquer instabilidade nesse eixo pode causar stall (deslocamento ascendente) ou mergulho (deslocamento descendente) da aeronave.

A estabilidade lateral refere-se ao movimento sobre o eixo longitudinal. O controle dessa estabilidade está diretamente relacionado às asas da aeronave e o principal fator que a afeta é o ângulo formado entre a asa e a fuselagem da aeronave (conhecido como o ângulo diedro).

Quando a aeronave está em um movimento de rolagem, a asa mais baixa terá um ângulo de ataque maior. De acordo com Bianchini (2010) quanto maior o ângulo de ataque maior será a força de sustentação na asa. A diferença de

sustentação entre as asas fará com que a aeronave retorne à posição de equilíbrio. A estabilidade direcional ocorre sobre o eixo vertical. O fator que mais a influencia é o tamanho do estabilizador vertical, pois quanto maior a superfície do estabilizador maior será a estabilidade vertical. Ele atua no sentido de balancear as forças que perturbam a estabilidade de aeronave.

Sistemas Embarcados – Arduino

Conceitualmente, sistemas embarcados podem ser definidos como sistemas que possuem todos os principais componentes de um pequeno computador como processador, memórias de processamento e armazenamento e interfaces de entrada e saída, e são utilizados em aplicações de propósitos específicos que realizam continuamente uma única atividade (Morimoto, 2007).

Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele e popularizado por suas Shields como GPS, acelerômetro, giroscópio e sistemas de controle e posicionamento da aeronave.

O magnetômetro é um instrumento de medição usado para medir a força ou direção de um campo magnético. Já o acelerômetro é um dispositivo que mede a sua variação de velocidade em um dado sentido com relação a cada eixo. Os acelerômetros de três eixos informam as inclinações relacionadas aos eixos tridimensionais (XYZ).

O giroscópio é um dispositivo de medição ou manutenção de orientação, baseado nos princípios de momento angular. Em essência, um giroscópio mecânico é uma roda giratória ou disco, cujo eixo é livre para tomar qualquer orientação.

O altímetro é um dispositivo que mede a altitude atual da aeronave. Existem altímetros barométricos, que medem a pressão atmosférica e calculam a altura atual de acordo com a pressão, assim sabe-se a altura em relação ao nível do mar. Como também baseados em radar, onde é emitida uma onda em direção ao solo e através do tempo passado para a onda ir e voltar é calculada a altura (Editora Abril, 2011).

O GPS (Global Positioning System) é um sistema de radionavegação baseado em satélites desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América que permite a qualquer usuário saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre (Malima, 2011).

Motores são dispositivos que convertem energia, de diferentes tipos, em energia mecânica, na forma de força motriz para realização de algum trabalho (Halliday, Resnick, Walker, 2009).

Os Controladores eletrônicos de velocidade ou ESCs (do inglês – Eletronic Speed Controllers) são dispositivos que fornecem energia para alimentação dos motores e também realizam controle de velocidade dos motores em malha fechada.

O ArduPilot Mega lida tanto com a estabilização quanto com a navegação eliminando a necessidade de um sistema separado de estabilização. Também suporta o modo "fly-by-wire" que estabiliza a aeronave enquanto está voando sob radio-controle tornando o voo mais fácil e seguro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem hoje no mercado sistemas que integram vários dos módulos que serão utilizados no projeto, o ArduPilot, por exemplo, engloba vários dos módulos supracitados, como acelerômetro, magnetômetro, giroscópio, etc., que vai facilitar muito o desenvolvimento do projeto.

Uma das maiores dificuldades está em um sistema de comunicação sem fio para visualização das imagens em tempo real pelo operador remoto e também em juntar todos esses conceitos e todas as placas e sistemas em um sistema único, trabalhando em conjunto e sincronizado com todo o resto. A dificuldade mecânica de acoplamento de peças também chama a atenção, ainda mais difícil encontrar as peças e adquirir os sistemas, pois os custos são elevados e não são encontrados em cidades próximas.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. R. V. (2007). Simulação e controle de veículo aéreo não tripulado tail-sitter. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) - Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 156p.

BIANCHINI, Denis. Teoria de Voo – Piloto privado. São Paulo: Bianch, 2010. ISBN 978-85-901314-5-8.

Editora Abril. (06 de Dezembro de 2011). Como funciona o altímetro? Acesso em 10 de Setembro de 2014, disponível em:
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-o-altimetro>

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). Fundamentos de Física 3: Eletromagnetismo (7ª ed.). LTC.

Malima. (06 de Dezembro de 2011). O que é GPS? Como funciona? Acesso em 10 de Setembro de 2014, disponível em:
http://www.malima.com.br/article_read.asp?id=237

Morimoto, C. E. (20 de Fevereiro de 2007). Entendendo os sistemas embarcados. Acesso em 13 de Outubro de 2014, disponível em Hardware:
<http://www.hardware.com.br/artigos/entendendo-sistemas-embarcados/>

SAMPAIO, R. P. Sistema de controle de atitude embarcado para voo autônomo de aviões em escala. 2006. 186 f. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.