

## SIMA – Sistema de Monitoramento Aéreo de Média Altitude<sup>(1)</sup>.

Arturo Manzoli Possa<sup>(2)</sup>; Leonardo Persike Martins<sup>(3)</sup>; Marcos Vinícius Leal da Silva<sup>(4)</sup>; Jony Laureano Silveira<sup>(5)</sup>; Leandro Schwarz<sup>(6)</sup>

### Resumo Expandido

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Edital nº 16/PROPPI/2013.

<sup>(2)</sup> Estudante de Eng. Eletrônica do DAELN, campus Florianópolis, IFSC, <arturomanzoli@gmail.com>.

<sup>(3)</sup> Estudante de Eng. Eletrônica do DAELN, campus Florianópolis, IFSC, <leonardo.persike.martins@gmail.com>.

<sup>(4)</sup> Estudante de Eng. Eletrônica do DAELN, campus Florianópolis, IFSC, <marcos.leal93@gmail.com>.

<sup>(5)</sup> Professor do DAELN, campus Florianópolis, IFSC, <jony@ifsc.edu.br>.

<sup>(6)</sup> Professor do DAELN, campus Florianópolis, IFSC, <schwarz@ifsc.edu.br>.

**RESUMO:** Dando continuidade ao trabalho realizado durante o projeto contemplado pelo Edital nº13/PRPPGI/2012 e valendo-se dos resultados acumulados neste período, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de controle de voo baseado em microcontroladores Atmel, sensores de altitude, aceleração linear, angular e posicionamento por GPS. A proposta contempla o desenvolvimento de um algoritmo de controle, filtragem digital e comunicação embarcada nos microcontroladores a fim de executar as tarefas de nivelamento e direcionamento da aeronave. Com a intenção de executar testes em ambientes fechados de laboratórios, desenvolveram-se duas bancadas de testes para um e três eixos de liberdade que proporcionaram integral segurança à aeronave e aos pesquisadores. A pesquisa desenvolvida possibilitou aprimorar o protótipo oriundo da primeira etapa do projeto, além de difundir o conhecimento na área.

**Palavra Chave:** VANTs. Multicópteros. Monitoramento aéreo.

### INTRODUÇÃO

O reconhecimento aéreo busca a obtenção de informações sobre um terreno ou objetivo tático, de modo a maximizar a eficiência e/ou segurança da operação desejada (DIÁRIO CATARINENSE, 2013). Neste contexto, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) vêm ganhando cada vez maior interesse (FAB, 2014).

O projeto aqui proposto parte do hexacóptero desenvolvido com sucesso no projeto contemplado pelo Edital nº13/PRPPGI/2012 (Figura 1), que visava o desenvolvimento de uma estrutura do tipo multicóptero, aeronave com mais de dois rotores. Como resultado do projeto, implementou-se um hexacóptero com capacidade de navegação inercial e estabilização baseada em sensores de aceleração e velocidade angular; comandado através de rádiocontrole; e capaz de adquirir imagens através de uma câmera gravando-as em cartão SD.

Embora o estudo de uma solução energética alternativa fizesse parte do escopo do projeto anterior, durante o seu desenvolvimento, concluiu-se que o uso de células fotovoltaicas para recarga das baterias não representava uma solução prática, dado o perfil de consumo do equipamento. Além disso, constatou-se a necessidade de implementar modificações no chassi da aeronave com vistas a

garantir uma maior segurança para todos que possam estar dentro do seu campo de ação.

**Figura 1 – Foto do hexacóptero desenvolvido.**



Considera-se que a estrutura implementada, o conhecimento adquirido, o treinamento dos bolsistas, as rotinas de teste elaboradas, além das contribuições introduzidas nas disciplinas dos cursos representam um grande avanço para a instituição nesta relevante e atual área de pesquisa. Apesar disso, considera-se pertinente

uma nova etapa de desenvolvimento e aperfeiçoamento da estrutura atual, contemplando: (i) a implementação de um sistema de transmissão de vídeo HD em tempo real; (ii) o desenvolvimento de um sistema de sincronismo e posicionamento via GPS com coordenadas previamente definidas; (iii) melhorias no sistema de navegação inercial do hexacóptero da Figura 1; (iv) modificações no chassi do hexacóptero da Figura 1 visando maior segurança para os usuários e todos aqueles que possam adentrar no campo de ação do equipamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Na primeira parte da pesquisa, realizou-se um estudo bibliográfico a respeito dos conceitos e tecnologias utilizados, que incluem aspectos de *hardware* (câmeras de vídeo, sistemas de estabilização e controle da câmera, módulos de comunicação, sistemas de armazenamento de dados) e de *software* (compactação e transmissão de dados).

Na sequência, realizou-se um estudo para iniciar o desenvolvimento de uma placa controladora. Este estudo foi realizado utilizando como base *hardwares* e *softwares* já existentes no mercado atual, tais como: controladores eletrônicos de velocidade; sensores; controle do sistema de estabilização; rádios transmissores e receptores.

Uma vez que o protótipo ainda não havia sido testado, não era possível prever o comportamento do equipamento quando fosse acionado. Como medida preventiva e visando garantir a segurança dos pesquisadores e espectadores, foi montado um sistema de segurança de modo a manter o equipamento próximo ao chão e com movimentação limitada a um raio determinado. Nos primeiros testes realizados, este sistema de segurança provou-se necessário e eficiente.

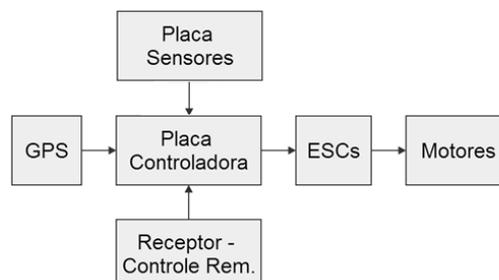
## RESULTADOS

Após realizadas exaustivas pesquisas a respeito do desenvolvimento de uma placa controladora, foi determinado um diagrama de blocos do funcionamento da placa a ser desenvolvida.

O diagrama de blocos da Figura 2 ilustra uma visão geral do protótipo. A Placa Controladora comunica-se com a placa de sensores, além de receber informações do GPS para localização e quando em modo manual, os comandos do Controle Remoto. Depois de efetuado os cálculos para controle de voo, a Placa Controladora distribui a

potência entre os motores enviando sinais para os Controladores Eletrônicos de Velocidade (ESCs).

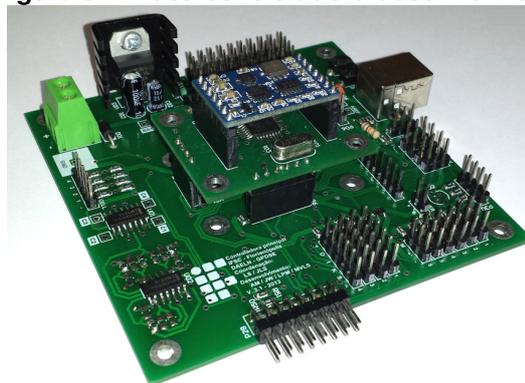
**Figura 2 – Diagrama em blocos da placa controladora.**



A placa controladora (Figura 3) consiste em um microcontrolador responsável por gerenciar as informações recebidas, interpretá-las por meio de algoritmos, e, por fim, controlar a rotação dos motores a fim de manobrar a aeronave. Dentre as principais características de *hardware*, citam-se:

- Seis pinos de saída PWM (controle dos motores);
- Cinco pinos para entrada PWM (recepção do rádio controle);
- Quatro pinos de entrada para conversores analógico-digitais (checagem do estado das células da bateria);
- Uma porta USB (gravação do *firmware* no microcontrolador);
- Entradas para comunicação I2C, SPI e USART (comunicação com sensores e dispositivos externos).

**Figura 3 – Placa controladora desenvolvida.**



Com a placa controladora desenvolvida, iniciou-se o processo de programação de um algoritmo em paralelo com o desenvolvimento de uma estrutura mecânica para a realização de testes

no multicóptero.

Objetivando minimizar os riscos de danos pessoais e materiais ao se realizar ensaios com aeronaves e sistemas de controle de voo, foi desenvolvida uma bancada de testes que possibilitasse um veículo aéreo não tripulado (VANT) ter a liberdade de movimentos característica de um voo de média altitude, bem como realizar testes seguros e ininterruptos.

A primeira plataforma desenvolvida foi um sistema simples de gangorra (Figura 4), construída em madeira utilizando-se rolamentos da marca NSK, e hastes comerciais para multicópteros da marca DJI.

**Figura 4 – Bancada de testes de um eixo.**



O sistema mostrou-se altamente confiável para testes em ambientes fechados proporcionando um excelente nível de segurança aos pesquisadores, porém apresentando a limitação de movimentos para um único eixo.

Buscando um sistema mecânico que fosse flexível o suficiente para conceder à aeronave no mínimo 30 graus de liberdade nos eixos X e Y além de 10 cm de movimentação linear no eixo Z, foi elaborado o acoplamento flexível que liga uma base rígida transportável a um encaixe no quadro da aeronave (Figura 5).

Resistente e flexível, a articulação foi idealizada a partir do desenho da cruzeta de transmissão de movimento da barra de direção à caixa de direção de um automóvel de passeio.

Projetada para ser resistente às cargas elevadas de um automóvel e sofrendo o mínimo de desgaste, a cruzeta, fabricada em aço, consiste de dois eixos inter cruzados engastados a rolamentos acoplados nas partes extremas de peças simétricas com formato de estribo.

**Figura 5 – Bancada de testes de um eixo.**



Entretanto, devido à densidade elevada do aço, buscou-se uma peça similar construída em polímeros que tivesse menor peso, boa durabilidade e resistência à carga proporcional à da peça automotiva.

Devido à dificuldade de acesso a ferramentas de usinagem de materiais, optou-se por comprar e adaptar uma peça que acopla o conjunto mastro e vela em pranchas de windsurfe denominada pé-de-mastro, fabricada em plástico ABS com elementos em aço inoxidável e latão.

As adaptações necessárias para a utilização da peça na bancada foram:

- Inversão da peça que interconecta os eixos da cruzeta, possibilitando maior grau de liberdade;
- Retirada do grampo de aço inox que trava a coluna do pé-de-mastro no mastro;
- Corte do parafuso que fixa a base da peça à prancha de windsurfe;
- Ajuste a lubrificação das peças móveis para menor resistência aos movimentos.

Utilizando o artifício de decolagem com mínimo de empuxo proporcionado pelo sistema de molas do acoplamento descrito anteriormente, a aeronave, ao decolar, traciona o conjunto de peças internas, expondo a articulação e liberando o movimento omnidirecional da cruzeta.

Ao extrair a cruzeta de dentro do cilindro fixo à bancada, a aeronave tem sua movimentação liberada, e a partir de 10 cm de movimentação linear no eixo Z ela sustentará seu próprio peso.



Durante a aterrissagem o sistema de articulações é novamente recolhido ao interior da base, impedindo a inclinação da aeronave nos eixos X e Y.

## CONCLUSÕES

Devido à complexidade do projeto, bem como o curto prazo de duração do mesmo, alguns requisitos de projeto ainda estão em andamento. Apesar disto, partes essenciais do projeto foram desenvolvidas e estão funcionais.

O desenvolvimento de uma placa controladora proporcionou um grande avanço para o grupo. Para isto, foi necessária a realização de uma vasta pesquisa sobre os conceitos envolvidos, bem como das tecnologias já existentes no mercado.

Com base nos estudos realizados, concluiu-se que não é viável o desenvolvimento de um sistema de transmissão de imagem de alta definição em tempo real. Este tipo de sistema envolve conceitos avançados, os quais não são de domínio da equipe, necessitando de um tempo superior ao destinado a este projeto. Em substituição, decidiu-se por utilizar um sistema comercial de transmissão analógico desenvolvido pela mesma fabricante do *frame* do hexacóptero (DJI).

Infelizmente, a tecnologia de aeromodelismo no Brasil ainda é pouco desenvolvida. Por causa disso, houve grandes dificuldades para a obtenção de peças e equipamentos em nosso país, sendo necessária a importação de grande parte das peças utilizadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Federal de Santa Catarina por oportunizar o desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

FAB. **Programa VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado.** Disponível em: <[http://freepages.military.rootsweb.ancestry.com/~otrantofab/programa\\_vant.htm](http://freepages.military.rootsweb.ancestry.com/~otrantofab/programa_vant.htm)>. Acesso em: 27 jun. 2014.

DIÁRIO CATARINENSE. **Polícia prende casal de traficantes em Santa Cecília com a ajuda de um drone.** Disponível em: <<http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/policia/noticia/2013/09/policia-prende-casal-de-trafficantes-em-santa-cecilia-com-a-ajuda-de-um-drone-4259014.html>>. Acesso em: 27 jun. 2014.