

## **ATUALIZAÇÃO DE PLANTA DIDÁTICA DE SISTEMA DE CONTROLE 2DOF E DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE PARA USUÁRIOS**

Pedro Egerland<sup>1</sup>, Mariana Santos Matos Cavalca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica CCT – bolsista PROBIC/UDESC.

<sup>2</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica CCT – mariana.cavalca@udesc.br.

Palavras-chave: planta didática, helicóptero, controle digital.

Existe a necessidade da criação de maiores possibilidades de atividades práticas nos cursos de engenharia, visto que estes normalmente possuem cargas horárias de atividades teóricas elevadas. Uma das principais causas de limitações de atividades práticas é a escassez de material prático. Outro agravante é que tais insumos têm normalmente de custo elevado e, muitas vezes, não podem ser facilmente adquiridos por muitas universidades. Com a finalidade de suprir essa demanda, foi desenvolvida uma planta didática de baixo custo de um helicóptero que emula, em menor escala, os movimentos de arfagem e guinada. Desse modo, este processo pode ser utilizado para aplicação de metodologias de síntese e análise de controle.

Este trabalho teve como principal objetivo realizar melhoras em uma planta já em desenvolvimento do Grupo de Controle de Sistema da presente instituição para que essa seja mais acessível para alunos da universidade, diminuindo a influência de suas não linearidades. Outro foco foi a criação de uma interface gráfica que facilite o estudo dos comportamentos da planta sem a necessidade de realizar grandes esforços de programação e compreensão do *hardware* utilizado para controlar a planta.

Perfaz-se, então, pela análise do desempenho da planta após as melhorias. Primeiramente, por meio da comparação direta dos comportamentos da planta antes e após as modificações. Em seguida, através de um controlador MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) proposto de forma a exemplificar a possibilidade da utilização da planta em atividades de Ensino.

O trabalho foi dividido em três principais vertentes. A primeira foi a análise estrutural da planta para levantar possíveis melhorias a serem realizadas. Em seguida, focou-se na criação da interface para usuários. Finalmente, na última fase foram realizados testes por meio da aplicação de uma malha de controle MIMO.

Primeiramente, foram realizados estudos comportamentais da planta. Aplicou-se estímulos nos motores, verificando o seu comportamento em diversos estados da planta. Isso foi feito com o intuito de identificar quais poderiam ser as causas de comportamentos altamente não lineares observados na planta. A partir dessas observações foram levantadas hipóteses quanto ao fenômeno de acordo com o tipo de não linearidade e de qual ponto de atuação ela ocorreu. Nesta primeira etapa foi também realizado o estudo de outras plantas semelhantes existentes no mercado, de forma a identificar possíveis correções estruturais que poderiam ser realizadas.

Como resultado, chegou-se a conclusão de que certas alterações estruturais seriam necessárias. O contrapeso, antes situado juntamente com o atuador de arfagem, agora funciona como um pêndulo situado no centro do eixo de rotação da arfagem. Essa mudança fez com que o comportamento da planta se tornasse mais uniforme, visto que o pêndulo sempre se comporta

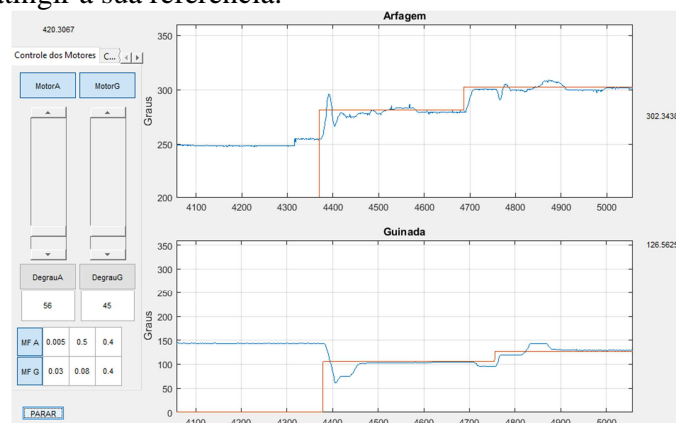
como uma resistência ao movimento em qualquer ponto de funcionamento, enquanto antes ele se tendia a manter a arfagem mais alta do que a guinada após certo ponto de atuação. Além disso foram trocadas as hélices dos rotores para lâminas de diâmetro maior e maior angulação, isso porque, dessa forma, os rotores passam a ter capacidade de gerar respostas mais rápidas e mais lineares, com menor consumo de energia. Esses fatos podem ser explicados através da propriedade de hélices maiores serem capazes de movimentar maiores massas de ar, necessitando velocidades de rotação menores para produzir a mesma força sobre o eixo.

O desenvolvimento da interface gráfica foi realizado no programa MATLAB utilizando as bibliotecas internas *uicontrol* e *GUIDE*. O intuito da criação dessa interface foi de facilitar a utilização do programa por parte de alunos da universidade, implementando funções básicas de funcionamento da planta. Os principais focos na elaboração do programa foram a sua intuitividade na utilização e confiabilidade dos dados apresentados.

A interface mostrou-se bastante útil para os testes subsequentes de funcionamento da planta. Ela é constituída de dois modos de funcionamento, o primeiro é um modo de análise *online* da planta, com gráficos que atualizam a uma taxa configurável. Neles são mostradas as leituras dos sensores pertencentes a estrutura em relação ao tempo. Além disso, existem botões de partida dos motores, controle de velocidade, fechamento de malha com controladores PID (Proporcional Integral Derivativo) de ganho programável *online* e aplicadores de degrau de entrada tanto em malha aberta quanto fechada. O segundo modo tem o propósito de facilitar a realização de testes programados. Nele o usuário configura funções de entrada pré-definidas, como entradas em degrau ou senoidais, e essas entradas são então aplicadas na planta, mostrando os resultados ao usuário com o fim do teste.

Após realizadas as análises necessárias e as modificações cabíveis foi então realizado a aplicação de um controlador MIMO por meio da utilização de dois sistemas PID e um controle desacoplador aplicado à arfagem. A sintonia dos controladores foi realizada por meio da interface previamente desenvolvida por meio de campos que permitem alterar os parâmetros de controle *online*.

O controle provou claramente a sua aplicabilidade na área de Ensino devido a sua natureza de simples implementação e entendimento. As respostas da planta são de comportamento satisfatório e rápidas. O desacoplamento foi também realizado por meio da subtração das componentes PID do erro da guinada na arfagem. Isso fez com que ela não somente tendesse a atingir a referência de altitude, mas também facilitasse a movimentação da guinada, de forma que ela também consiga atingir a sua referência.



**Fig. 1** Tela do modo Tempo Real da interface desenvolvida