

PROTÓTIPO DE UM MÓDULO DE TRANSPORTE DE CARGA PARA VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO BASEADO EM ELETROÍMÃ

RESUMO: Neste trabalho é proposta uma solução para o transporte de cargas utilizando VANTs, baseado no conceito de eletroímã. Para verificar a efetividade da solução proposta, foram realizados experimentos com um protótipo de eletroímã conectado a placa controladora de voo de um VANT, por meio da qual uma corrente elétrica contínua pode ser ligada para a ativação do campo magnético do eletroímã. A corrente elétrica é ativada e desativada pelo RC (rádio controle) que controla o VANT. Além do protótipo, este trabalho também apresenta o processo de configuração de um canal exclusivo na placa controladora de voo para receber os comandos de ativação e desativação do eletroímã pelo RC.

PALAVRAS-CHAVE: eletrônica; eletroímã; VANT; transporte de carga.

PROTOTYPE OF A LOAD TRANSPORT MODULE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE BASED ON ELECTROMAGNET

ABSTRACT: This work proposes a solution for the transportation of loads using UAVs based on the electromagnet concept. To verify the effectiveness of the proposed solution, experiments were performed with an electromagnet model connected to a UAV flight controller board, by means of a continuous electric current that can be activated to activate the electromagnet magnetic field. Electrical current is activated and deactivated by the radio control (RC) that controls or UAV. In addition to the prototype, this work also presents the process of setting up a unique channel on the flight controller board to receive the electromagnet activation and deactivation commands by the RC.

KEYWORDS: electronics; electromagnet; UAV; load transport.

INTRODUÇÃO

O barateamento e popularização dos VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) têm causado consideráveis mudanças na forma como diversos serviços têm sido prestados nos últimos anos (BRASIL, 2018). Em muitos países, produtos têm sido entregues aos seus clientes por meio de VANTs. A *Amazon* (AMAZON, 2019) e a *Walmart* (HANBURY, 2018), são exemplos de empresas que já realizam ou planejam realizar entregas utilizando VANTs.

Um pacote ou encomenda (referenciado aqui como carga) pode ser entregue por um VANT da seguinte forma. Com a carga presa ao corpo, o VANT decola de uma posição de início de navegação e se desloca até um local onde será realizada a entrega. Ao alcançar o local de entrega, o VANT precisa fazer o pouso para que a carga seja liberada, sem danificá-la. Por fim, o dispositivo que prende a carga ao VANT deve liberá-la para deixá-la disponível para coleta pelo destinatário (FILHO, 2014).

Neste trabalho é proposto o uso de um eletroímã para realizar carregamento de cargas por um VANT. Na solução proposta, o eletroímã é acoplado à placa que controla o voo do VANT, a qual é ligada a um receptor que recebe comandos de um RC (rádio controle), por meio do qual um comando para ligar ou desligar o eletroímã pode ser enviado. A solução proposta possui a capacidade de prender uma carga no VANT desde que haja uma superfície metálica que possa ser atraída pelo eletroímã.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas ferramentas computacionais e eletrônicas. Nas seguintes seções o conjunto de cada ferramenta será explicitado.

Componentes e montagem do VANT

Durante a montagem do VANT foram utilizados diversos componentes, que são: *Eletronic Speed Controls (ESC's)*; motores *brushless*; protetores de helice; frame F450; trem de pouso; On Screen Display (OSD); rádio controle FrSky Taranis X9D plus; baterias Li-Po; hélices 1045; placa de controle de voo Ardupilot mega; módulo GPS e módulos de energia; que atuam em conjunto com transmissores-receptores para o tratamento de dados e execução de comandos de voo. O rádio controle utilizado permite a manipulação de até 16 canais diferentes que, juntos, constituem o sistema de comandos do VANT.

A escolha do frame F450 pode ser justificada pelo seu baixo peso e acessibilidade. As peças que o constituem garantem um modelo quadrotor, isto é, sua movimentação se dá a partir da propulsão do empuxo gerado por quatro motores em suas extremidades.

O módulo GPS (*Global Position System*) é capaz de interceptar parâmetros de satélite e transmiti-los por meio de dispositivos de telemetria para estação solo, onde podem ser monitorados e consultados conforme a necessidade.

Na Figura 1, encontra-se ilustrado o esquema de ligação do circuito de placa de controle de navegação e atuadores (motores) do VANT.

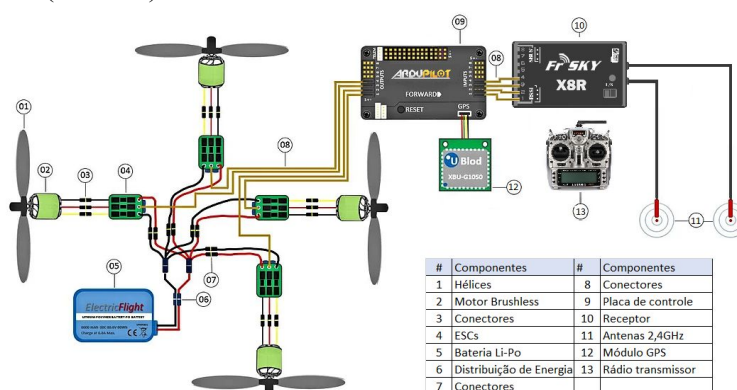


FIGURA 1- Diagrama do circuito do VANT.

Os componentes listados foram conectados seguindo-se o circuito da FIGURA 1. Como resultado, obteve-se o VANT montado e funcional para voo. Na FIGURA 2, encontra-se ilustrado o VANT montado.



FIGURA 2 - VANT montado utilizado nos experimentos.

Protótipo de eletroímã

O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, semelhantes àqueles encontrados em ímãs naturais (SILVA, 2019). O protótipo do eletroímã se

constitui de duas bobinas e um núcleo férrio. Quando aplicada uma corrente nas bobinas, elas geram um campo eletromagnético que é direcionado pelo núcleo férrio criando, assim, uma superfície de contato magnética. Para acionamento do eletroímã, foi utilizado um transistor 33n10, cuja corrente e tensão suprem as necessidades do eletroímã. O protótipo de eletroímã desenvolvido encontra-se na FIGURA 3.



FIGURA 3 - Protótipo de eletroímã desenvolvido.

Acoplamento e configuração do eletroímã ao VANT

A Placa de Controle ArduPilot (ARDUINO, 2019) possui pinos disponíveis para conexão de componentes externos. Os pinos são subdivididos em grupos de três, numerados de 0 à 11, onde cada grupo possui um pino com voltagem de saída igual à 5V, um pino para a ligação terra e um terceiro pino utilizado para envio de sinal ao componente conectado à placa. Para utilizar o eletroímã, o transistor fica conectado ao pino de ligação terra e ao de sinal de um dos grupos (neste trabalho o eletroímã é conectado ao grupo 8). Uma vez conectado, o sinal é configurado para sempre se manter enviando corrente ao eletroímã, de forma que o mesmo sempre se encontrará magnetizado. Na FIGURA 4, encontra-se ilustrado o circuito formado entre o eletroímã e placa de controle de voo ArduPilot.

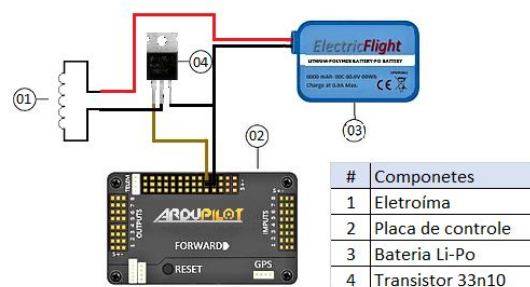


FIGURA 4 - Diagrama do circuito do eletroímã a placa controladora de voo ArduPilot.

A carga acoplada ao eletroímã é despejada quando a corrente do pino de sinal é interrompida. Essa interrupção é controlada por meio de um dos *switches* (botões de controle) do RC. Os comandos do RC são enviados ao ArduPilot por meio de canais de comunicação. O canal 7 no ArduPilot é reservado para o disparo de câmeras acopladas ao VANT. Propõe-se, então, o uso desse canal para envio de “disparos” ao eletroímã, interrompendo a corrente elétrica associada ao circuito e fazendo com que a carga acoplada se solte. A configuração do canal para “disparo” pode ser feita com o software *MissionPlanning* (OBORNE, 2019). Na FIGURA 5, encontra-se indicado o campo no software *MissionPlanning* que deve ser alterado para configurar o canal de disparo do eletroímã.



FIGURA 5 - Configuração do canal de disparo do eletroímã no software *MissionPlanner*. Por padrão da placa ArduPilot, o canal 7 deve ser configurado para essa função.

O RC utilizado é o modelo FrSky Taranis X9D plus. A FIGURA 6 apresenta um esquema de *switches* desse controle. Para o “disparado”, foi utilizado o *switch* SH, que possui dois estados e é momentâneo. Isso significa que, após o piloto mudar esse switch de um estado para o outro, caso o piloto não o segure nessa última posição, o mesmo voltará para a posição inicial automaticamente. Esse switch foi selecionado pela facilidade de acionamento de “desengate” da carga do eletroímã.

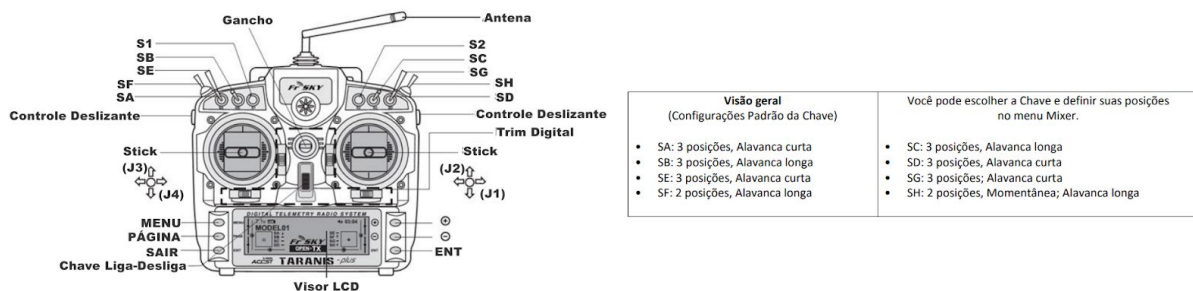


FIGURA 6 - Esquema de *switches* do RC FrSky Taranis X9D plus. O switch SH foi utilizados para acionar o desengate da carga do eletroímã. Fonte: (FRSKY, 2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do protótipo de eletroímã construído encontra-se ilustrado na Figura 7. Na Figura 7.a, o circuito do eletroímã encontra-se com a corrente ativada. Percebe-se que a carga (neste experimento uma pequena placa de material ferroso) se mantém acoplada à superfície do eletroímã. Isso ocorre pois o transistor direciona corrente elétrica da bateria para a bobina, fazendo com que um campo eletromagnético seja gerado, atraindo e mantendo o objeto metálico próximo de sua superfície. Na Figura 7.b, a posição 2 do switch SH do RC é ativada e imediatamente liberada. Entretanto, isso é o suficiente para que a corrente do eletroímã seja interrompida e a carga seja desacoplada.



(a) Eletroímã ativado e (b) desativado.
FIGURA 7 - (a) Eletroímã ativado e (b) desativado.

A TABELA 1 relaciona o estado correspondente entre o estado do campo eletromagnético e a posição do switch SH do RC.

TABELA 1. Comando no RC, estado de carga elétrica do eletroímã e acoplamento da carga.

Switch (SH)	Campo eletromagnético	Carga
Posição 1	Ligado	Acoplada
Posição 2 (momentânea)	Desligado	Desacoplada

CONCLUSÕES

Neste trabalho é apresentada uma solução para o carregamento de carga em VANTs baseados em eletroímã. Foi desenvolvido um protótipo, o qual foi configurado junto a placa de controle de voo ArduPilot do VANT. Um canal de transmissão de comandos foi configurado para no ArduPilot para receber comandos de um RC para acoplar/desacoplar uma carga do eletroímã. A solução proposta funcionou adequadamente quando o switch configurado para desacoplar a carga foi acionado. Em trabalhos futuros pretende-se realizar voos com cargas utilizando o eletroímã desenvolvido. Pretende-se utilizar cargas de diferentes tamanhos e pesos com o objetivo de avaliar os seus efeitos na estabilidade de voo do VANT.

REFERÊNCIAS

ARDUPILOT Dev Team. Mission Planner Home. Disponível em: <<http://ardupilot.org/planner/#mission-planner-home>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

AMAZON Prime Air, Disponível em: <<https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air>>. Acesso em: 28 ago 2019.

BRASIL, Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados, 2018.

FILHO, L.C.Q.; BRANCO, K.R.L.J.C. Proposta de um Sistema Aberto de Controle em Hardware e Software para VANT Direcionado à Entrega Confiável de Cargas. Anais do II Workshop de Comunicação em Sistemas Embarcados Críticos (WoCCES), 2014.

FRSKY. Manual FrSky 2.4 GHZ ACCST TARANIS X9D Plus. Disponível em: <https://fccid.io/ANATEL/01270-16-06959/Manual_Taranis-X9D-Plus/CF9C7306-592D-4898-845B-6BE7AB74622C/PDF>, Acesso em: 28 ago 2019.

HANBURY, Mary. There's a way Walmart could beat Amazon when it comes to speedy delivery, and new data shows it's going all in. 2018, Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/walmart-invests-in-drones-as-amazon-delivery-war-heats-up-2019-6>>. Acesso em: 28 ago 2019.

OBORNE, M. Mission Planner, 2019.

SILVA, D. C.M. "Eletroímã". Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletroima.htm>>. Acesso em: 30 de ago de 2019.