

Circuito para Medição de Consumo de Energia em Quadrirotores

Pedro H. G. Marchi¹, Nicolas B. da Silva¹; Rodrigo de B. Costa², Tauã M. Cabreira³, Paulo R. Ferreira Jr⁴; Júlio C. B. Mattos⁴

¹ Curso de Engenharia de Computação

² Curso de Ciência da Computação

³ Programa de Pós-Graduação em Computação

⁴ Centro de Desenvolvimento Tecnológico - UFPEL

{nbdasilva, phgmarchi, rdbacosta, tmcabreira, paulo, julius} @inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Veículos aéreos não tripulados (*Unmanned Aerial Vehicles - UAV*), popularmente chamados de drones, consistem em veículos aéreos sem pilotos a bordo, controlados remotamente por pessoas no solo, sistemas inteligentes ou por rotas pré-programadas em software.

Tais veículos são empregados em diversas situações as quais necessitam de um planejamento prévio sobre como utiliza-lo de uma forma que cumpra com o seu objetivo levando em consideração a energia disponível que sua bateria proporciona, a qual geralmente é de curta duração (HUANG, 2009). Podemos citar alguns exemplos de situações em que UAVs são empregados que necessitam da análise citada anteriormente: missões de busca e salvamento, mapeamento de terreno, monitoramento de áreas específicas, distribuição de agrotóxicos em plantações, monitoramento climático, entre outras.

Levando em consideração a importância do planejamento prévio de como realizar tais tarefas dentro da energia disponível, este trabalho propõe um circuito embarcado para realizar a obtenção de dados de consumo energético (corrente e tensão) de um quadrirotor afim de tornar a análise do consumo de energia durante voos mais fácil e precisa.

Assim, na concepção do circuito embarcado implementado, foi utilizado um Arduino Pro Mini e um conjunto de componentes auxiliares e Shields de sensores de corrente e tensão, módulo de cartão SD e um módulo RTC. Como disposto alvo da medição foi utilizado um quadrirotor para validar tal circuito embarcado. Este quadrirotor foi projetado pela empresa Skydrones e também foi utilizado o software Mission Planner, o qual, além de possibilitar a pré-programação de voos, faz um monitoramento aproximado do consumo.

2. METODOLOGIA

O quadrirotor (Figura 1) é um quadricóptero montado pela empresa Skydrones (SKYDRONES, 2016), possui um controlador Ardupilot APM 2.5 (ARDUPILOT, 2016), um frame FPV FZY-QU4D feito de fibra de carbono, que possui uma estrutura de fixação do controlador, hélices, motores e trem de pouso, alimentado por uma bateria Zippy Compact de 5000mAh. O drone possui quatro motores do tipo brushless de 750kV cada e aproximadamente 180W, cada um possuindo um controlador de motor de 30A, hélices APC do tipo slowfly de 12 polegadas. Além disso, possui três giroscópios, três acelerômetros, 3 magnetômetros, barômetro e um GPS que fornece as coordenadas e altitude.



Figura 1: Quadrirotor.

O circuito para a medição dos valores de corrente e tensão foi concebido de forma que seu peso e consumo influenciasse o mínimo possível nos resultados obtidos. Desta forma, primou-se para uma construção de um circuito pequeno e leve, com uma alimentação dedicada. Optou-se por utilizar um Arduino Pro Mini (ARDUINO, 2016) em conjunto de sensores de corrente e tensão, um módulo RTC (*Real Time Clock*) e um módulo de cartão SD (Figura 2).

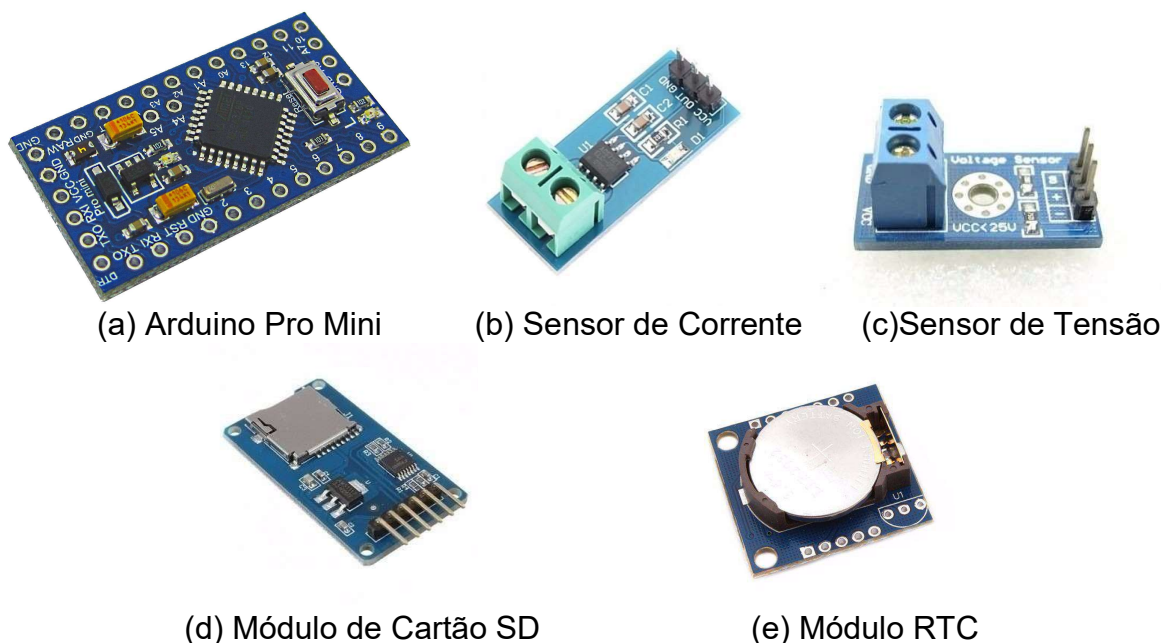


Figura 2: Arduino Pro Mini e os Módulos.

O Arduino Pro Mini é uma placa micro controladora baseada no ATMEGA328, com dimensões 18x33x0,8 mm, leve, com alimentação de 3.3V/8MHz ou 5V/16MHz, funcionando perfeitamente em ambas, possui um conversor analógico/digital com resolução de 10bits, o que nos proporciona uma boa precisão, além disso, interage perfeitamente com módulos adicionais, conhecidos como *Shields*.

O sensor de corrente é um ACS712, é compatível tanto com corrente alternada como corrente contínua, possui uma faixa de -30A a 30A, possui uma sensibilidade de 66mV/A e isolamento elétrico para maior segurança do restante do circuito caso tenha um pico de corrente que ultrapasse esses valores. O sensor

de tensão é um DC 0-25V, possui uma faixa de 0V a 25V, com resolução de 0,00489V de precisão e tensão mínima de 0,02445V.

Devido às limitações de memória do Arduino Pro Mini, foi utilizado um módulo de cartão SD para armazenar os dados das medições, as quais eram salvos em um arquivo csv (*Comma-separated values*). Além disso, para identificar o momento de cada manobra para fins de comparação, foi utilizado um módulo RTC (CI DS1307) (MÓDULO RTC, 2016) que é capaz de processar e armazenar o instante temporal de cada medição devido ao relógio dedicado e a alimentação proveniente da pilha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito foi construído sobre uma placa, envolto por um case de acrílico para protegê-lo e fixa-lo no quadricóptero sendo conectado a bateria utilizando um conector XT60 (Figura 3). É importante observar que para a obtenção dos valores de corrente e tensão, são necessárias duas conexões simultâneas, uma em paralelo para a tensão e uma em série para a corrente.

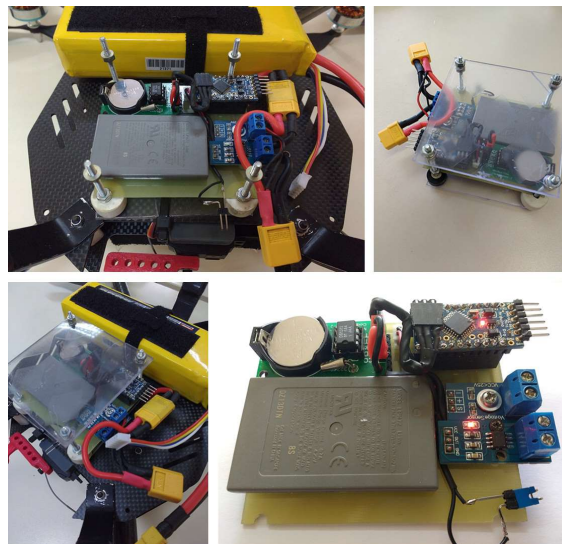


Figura 3: Sistema Embarcado.

Nesta etapa também foi implementado o software de controle, composto por duas rotinas. A função de setup, descrita no Algoritmo 1 (Figura 4), é chamada apenas um vez quando o programa inicia a sua execução. Esta função é utilizada para a configuração dos pinos de entrada e saída, bem como a inicialização das bibliotecas. Já a função de loop, apresentada no Algoritmo 2 (Figura 4), é chamada indefinidamente enquanto o programa estiver sendo executado e é utilizada para controlar a placa do Arduino.

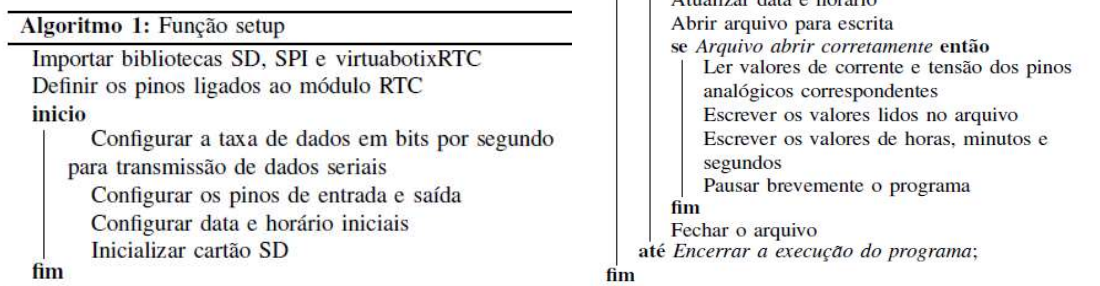


Figura 4: Algoritmos utilizados

O circuito cumpriu perfeitamente com sua função após executados os voos. Foi realizada a comparação com os dados provenientes do software Mission Planner (OBORNE, 2015) e através da medição por testes de bancada chegou-se a conclusão que através do circuito, foi obtida uma precisão maior com relação aos valores e a taxa de amostragem.

4. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou um circuito embarcado capaz de obter os dados de consumo energético (corrente e tensão) de um quadricóptero tornando a análise do consumo de energia durante voos mais precisa. Foi construído um circuito embarcado que pode ser utilizado em UAVs que possuem tensão até 25V e de corrente até 30A. A metodologia desenvolvida para a obtenção dos dados possui uma precisão mais apurada que a do software Mission Planner. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar um estudo do consumo com diferentes situações de voos e manobras utilizando tal circuito embarcado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARDUINO. **Arduino Pro Mini**. 2016. Acessado em 15/08/2016. Online. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>
- ARDUPILOT. **Ardupilot APM 2.5**. 2016. Acessado em 15/08/2016. Online. Disponível em: <http://ardupilot.com.br>
- HUANG, H., HOFFMANN, G. M., WASLANDER, S. L., and TOMLIN, C. J., “**Aerodynamics and control of autonomous quadrotor helicopters in aggressive maneuvering**” in IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 2009, pp. 3277–3282.
- OBORNE, M., “**Mission planner - ground station**” <http://planner.ardupilot.com>, 2015, [Accessed in October-15-2015].
- MÓDULO RTC. **CI DS1307**. Acessado em 15/08/2016. Online. Disponível em: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1307.pdf>
- SKYDRONES. **Drones**. Acessado em 15/08/2016. Online. Disponível em: <http://www.skydrones.com.br/drones>