

1. Introdução

A competição CanSat 2016 é um projeto educativo organizado em Portugal pelo Centro AeroEspaco do Aeroclube de Torres Vedras com a Ciencia Viva - Agencia Nacional para Cultura Cientifica e tecnológica.

O CanSat é um modelo funcional de um micro-satelite, em que todos os sistemas estão integrados no volume de uma lata de refrigerante. Este é lançado por um foguetão até uma altura de cerca de 1000 metros para que durante a descida se realize uma experiencia científica, se capture os sinais emitidos e se garanta uma aterragem segura.

Esta competição é uma iniciativa da Agencia Espacial Europeia (ESA), que promove o trabalho em equipa e a aplicação pratica dos conhecimentos adquiridos ao longo da carreira escolar nas áreas da física, matemática e informática.

CanRover é uma equipa de seis elementos que frequentam a Escola Secundaria João de Deus Faro que se candidatam à competição do projeto CanSat Portugal 2016.

O CanRover (CanSat) para além de realizar medições de vários paramentos na atmosfera, quando atingir o solo será programado para efetuar uma trajetória definida previamente.

O principal objetivo do CanRover é servir de protótipo para uma futura missão de reconhecimento de um planeta através da caracterização da sua atmosfera, em termos de temperatura, pressão e humidade, bem como do seu solo, em termos de relevo e do seu campo magnetico.

O projeto é constituído por duas missões: a primária e a secundária. A missão primária consiste na medição da temperatura e pressão atmosférica através de sensores, durante a queda, assegurada pelo paraquedas, do CanRover.

A missão secundária está dividida em duas fases. A primeira fase consiste nas medições que se fazem durante a queda do CanRover, enquanto que a segunda está relacionada com o trajeto do CanRover no solo. Durante a queda, será medida a humidade do ar (com o mesmo sensor da temperatura), a latitude, a longitude e o tempo através de um GPS. Recorrendo a um acelerómetro, será também medido o campo magnético, a direção e a inclinação do CanRover, bem como a variação da altimetria utilizando um altímetro de precisão. Durante o trajeto no solo, previamente definido, todos estes parâmetros continuam a ser medidos, traçando-se, através dos dados fornecidos pelo altímetro, a topografia do local. Os dados serão recolhidos uma vez por segundo.

Com este projeto vai ser possível traçar a trajetória do CanRover, no Google Maps, durante a sua queda, caracterizar a atmosfera, no que diz respeito à temperatura, à pressão e à humidade, e obter informações a cerca do campo magnético da terra e do relevo do local onde o CanRover aterra.

2. Descrição do projeto

2.1. O CanRover

O CanRover será construído de forma a cumprir as dimensões estipuladas do CanSat (115 milímetros de altura e 66 mm de diâmetro), assim as rodas que serão utilizadas, ficarão nas extremidades. Estas terão 65,01 mm de diâmetro e 10,04 mm de largura e uma superfície de contacto com o solo constituída por 12

pás, de composto emborrachado, tal como está indicado na figura 1. Esta forma foi assim escolhida a fim de permitir uma maior aderência em terrenos irregulares, mas sobretudo ser possível transpor um maior numero de obstáculos em comparação com uma roda tradicional (ex. um galho com 20mm de diâmetro), a borracha foi escolhida como material de construção pois é necessário um composto que tenha a capacidade de deformar a fim de absorver a energia durante o impacto do CanRover com o solo.

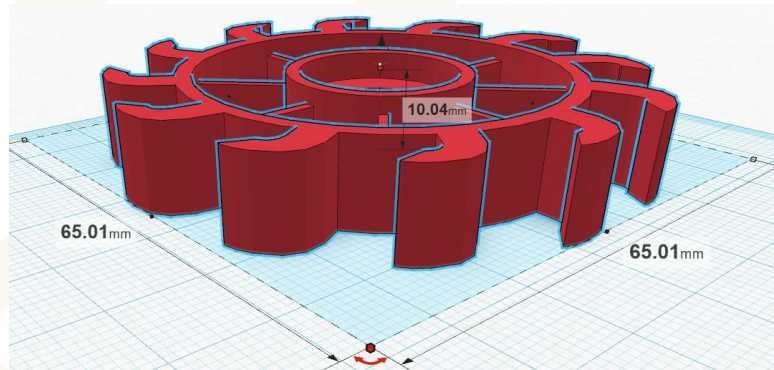


Figura 1 – Esquema das rodas do CanRover

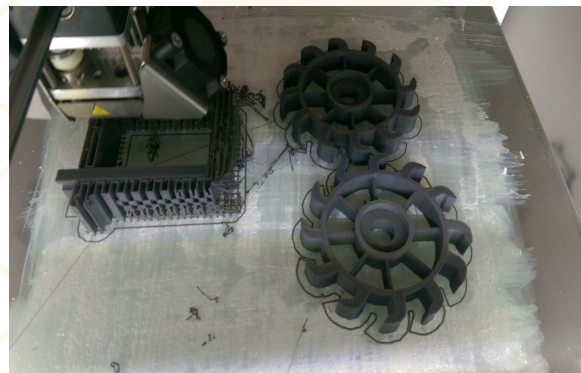


Figura 2 – Construção do molde das rodas

No que diz respeito à disposição dos componentes no CanRover, esta será feita de acordo com a figura 3. Os servos serão colocados na metade inferior do chassi juntamente com as baterias, deste modo o centro de gravidade do chassi mantém-se o mais baixo possível dificultando a rotação em torno de si mesmo. O arduíno será colocado em cima deste complexo, juntamente com os sensores necessários.

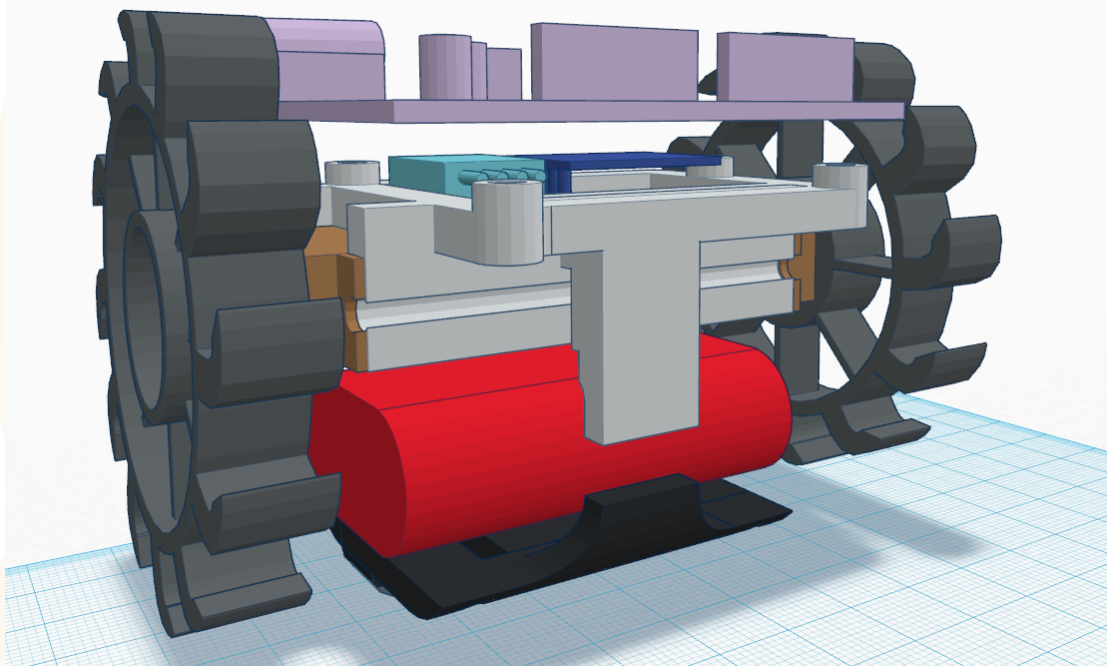
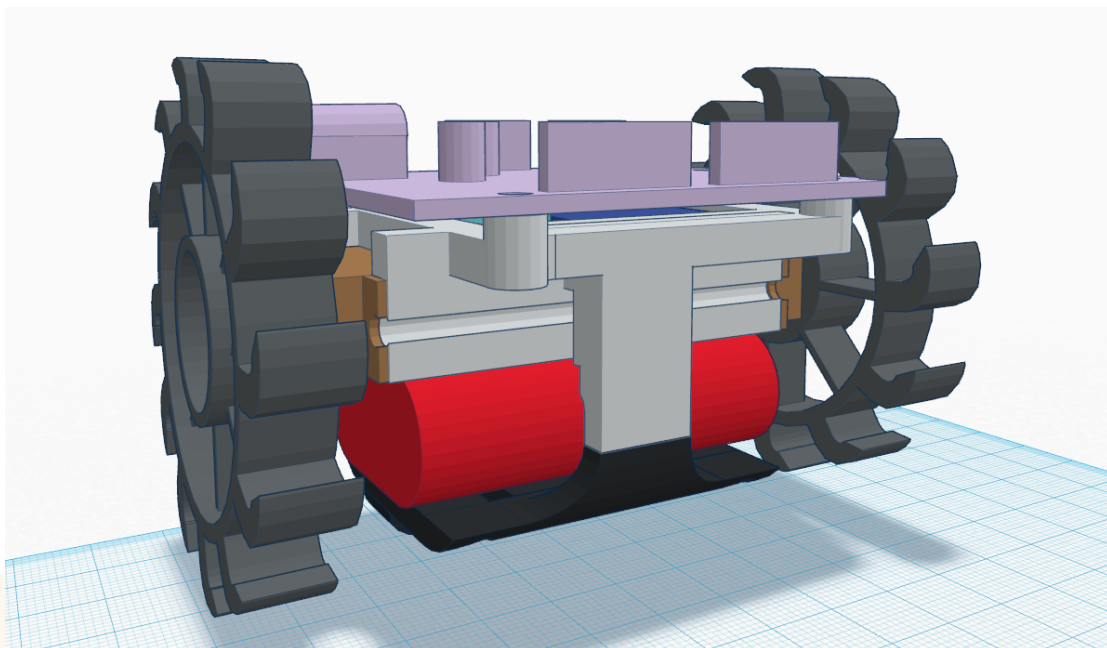


Figura 3-representação 3D do Canrover e respectivos componentes, projetado em THINKERCAD ®

Para manter todos estes sistemas unidos, será criada uma estrutura em plástico, e todos eles serão envolvidos por uma espuma compacta. Desta forma, o sistema de suporte de todos os componentes do CanRover (estrutura em plástico e espuma compacta) terá uma massa pouco significativa e ajudará a absorver a energia durante o impacto do CanRover com o solo.

2.5. Paraquedas

O paraquedas é acoplado à parte central do CanRover através de um solenoide.

O modelo de paraquedas selecionado foi um modelo circular, visto ser este um modelo que não necessita de um controlo da trajetória aquando da descida. Utilizou-se um modelo com o ápex de forma a evitar os movimentos oscilatórios do CanRover, assim, não existirá tanta turbulência. Também se usou um destorcedor entre a lata e o paraquedas para minimizar o movimento de rotação do CanRover aquando da sua descida. Também se optou por um paraquedas com rede, em vez de cordas, uma vez que assim não se corre o risco de enleamento e a abertura do paraquedas é garantida. Para garantir a resistência do paraquedas aos 1000N e aos 20G, optou-se por usar ripstop nylon e 4 fitas de nylon (3/8), rede me nylon e linha para coser também de nylon. A cor usada foi laranja florecente para cumprir os requisitos da candidatura. O paraquedas foi cosido com uma máquina profissional, Syko.

(Fotografias)

As equações que serviram de base à construção do paraquedas foram as seguintes:

$$A_p = \frac{2mg}{\rho C_d v^2}$$

$$A_o = \pi r^2$$

$$A_p = A_o \Leftrightarrow \frac{2mg}{\rho C_d v^2} = \pi r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{2gm}{\rho C_d v^2 \pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{2 \times 0,350 \times 9,81}{1,225 \times 0,75 \times 8,5^2 \times \pi}} \approx 0,1815m$$

$$r_f = 0,1815 + 0,008 = 0,1895m$$

onde A_p é a área do paraquedas e A_o é a área do círculo; como o formato usado para o paraquedas é um círculo, deduz-se o raio do mesmo, r , porém, como para o fabrico do paraquedas foi necessário fazer um molde com as suas dimensões, o raio foi aumentado 8mm, para as costuras do paraquedas, r_f .

A área do ápex (A_a) deve ser cerca de 4% da área total do paraquedas, daí que

$$A_p = \frac{2gm}{\rho C_d v^2}$$

$$A_p = \frac{2 \times 9,81 \times 0,350}{1,225 \times 0,75 \times 8,5^2} \approx 0,103 m^2$$

$$A_a = 0,04 A_p$$

$$A_a \approx 0,04 \times 0,103 \approx 4,138 \times 10^{-3} m^2$$

$$A_a = \pi r^2 \Leftrightarrow 4,138 \times 10^{-3} = \pi r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{4,138 \times 10^{-3}}{\pi}} \Leftrightarrow r = 0,036 m$$

Em todos os cálculos, considerou-se que g é a aceleração da gravidade, $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ao nível do mar, ρ é a densidade do ar ao nível do mar, $1,225 \text{ kgm}^{-3}$, C_d é o coeficiente de tração do paraquedas, $0,75$ e v é a velocidade de descida do paraquedas, $8,5 \text{ ms}^{-1}$.

Próximo do solo, o solenoide soltará o paraquedas, permitindo que o CanRover aterre em queda livre, não se ensarilhando com o mesmo, podendo depois iniciar o seu movimento em terra para executar o levantamento topográfico e do campo magnético terrestre.

2.2. Missões

O projeto é constituído por duas missões. Todos os dados obtidos nestas duas missões serão transmitidos através de sinal de rádio para o computador da equipa em terra.

A missão primária baseia-se na medição da temperatura e da pressão atmosférica ao longo de uma queda de 120 segundos do CanRover.

A missão secundária divide-se em duas fases. Na primeira fase vão se efetuar medições da humidade do ar através de um sensor de Temperatura e Humidade Relativa do Ar, para assim ser possível uma leitura mais completa da atmosfera. Simultaneamente, a latitude, a longitude e o tempo serão medidos através de um GPS e, a direção e a inclinação do CanRover serão obtidas através de um acelerómetro de três eixos. Desta forma, será efetuada a monitorização do movimento do CanRover, definindo a sua trajetória no Google Maps (através do API), e a sua orientação tridimensional. Por fim, para uma caracterização mais abrangente, utilizar-se-á um acelerómetro para medir o campo magnético e as suas eventuais variações em altitude.

A segunda fase terá como principal objetivo a caracterização do solo após a aterragem. Grandezas como a temperatura, a humidade e a pressão deixarão de ser estudadas. Continuam a ser efetuadas leituras da latitude, da longitude, do tempo, da direção, da inclinação do CanRover e campo magnético terrestre porém, com finalidades diferentes. Nesta fase, antes da aterragem, o paraquedas é libertado para que este não se ensarilhe no CanRover, após a aterragem, o CanRover entra em movimento, seguindo uma trajetória previamente definida. O CanRover, através do GPS e do altímetro, medirá o relevo do solo e, as variações

do campo magnético continuam a ser contabilizadas, mas desta vez, mudanças ao longo do percurso terrestre. Ao longo deste percurso, os dados recebidos em terra irão ser transmitidos a uma aplicação criada que irá recorrer ao API do Google Maps de forma a ser obtida uma localização em tempo real do aparelho. Após este levantamento, o buzzer é ativado e todos os sensores são desligados, excepto o GPS.

2.3. Esquema elétrico

Como se pode observar no esquema apresentado na figura*, os sensores e o módulo de GPS serão ligados a um microcontrolador Arduíno UNO que será alimentado a partir de uma bateria LIPO 11.1v com capacidade de 500 mAh.

O altímetro será o MPL3115A-2 e o acelerómetro será o CMPS11 estando interligados, com o auxílio de duas resistências de 4,7 kohm, ao microcontrolador através de um bus I2C conforme o esquema. O módulo de GPS Ultimate GPS Breakout será ligado ao Arduíno por comunicação serie com a UART do microcontrolador. O sensor de temperatura e humidade DHT22 será ligado a entrada digital do microcontrolador. O solenoide de libertação do paraquedas e o buzzer serão ligados as saídas digitais do Arduíno.

No quadro 1 estão representados os consumos dos sensores e servos do Canrover. O consumo do solenoide é desprezado uma vez que este só atuará na libertação do paraquedas.

O sensor de temperatura e humidade efetuará medições apenas durante a descida do Canrover, que dura aproximadamente 120 segundos, sendo posteriormente desligado para o percurso no solo, não sendo o seu consumo relevante para as 3 horas de utilização exigidas pelo regulamento.

O módulo GPS, altímetro e acelerómetro irão funcionar durante a descida (2 minutos) e durante a trajetória no solo (13 minutos) sendo depois apenas o consumo do módulo GPS relevante para as 3 horas de utilização exigidas pelo regulamento. A bateria adequada ao projeto tem uma capacidade de 500 mAh uma vez que, de acordo com a tabela 1, o consumo total do sistema é de aproximadamente 429 mA. Deste modo existe uma margem de segurança de 71 mAh de modo a compensar quaisquer picos de consumo gerados pelos servos devido variações acentuadas do relevo.

Sensores e Servos	Ligação Arduino	Alimentação (V)	Consumo (mAh)	5V (mAh)	3V	Utilização em horas	Período em Stand by (h)
Solenóide 5V ZHO 0420	Saída digital	5	300			0	0
Sensor humidade e temperatura DHT22	Serial	5	5	2,5		0,03	0
Adafruit Ultimate GPS Breaout	Serial	5	25	25		0,25	3
Altimetro MPL 3115A2	I2C	3,3	2		2	0,25	0
Acelerometro CMPS11	I2C	3,3	25		25	0,25	0
Buzzer 5V	Saída digital	5	35	35		0	3
Transmissor servos		6,6	500			0,22	0
		TOTAL Consumo		62,5	27	123,15	306
		Limites do Arduino (mA)		800	50		429,15

Quadro 1 – Consumos dos componentes do CanRover

2.5. Sistema de recuperação

De forma a cumprir o regulamento, o CanRover incorporará um buzzer, que imite sinais sonoros intermitentes, audíveis a uma distância superior a 100 metros, para assim tornar a recuperação do CanRover mais fácil. Este apenas será ativado após fim do levantamento topográfico. Além do aparelho sonoro, a equipa em terra irá receber os dados fornecidos, via rádio, pelo GPS contido no CanRover (tempo, latitude e longitude) em tempo real, dados esses que, com recurso ao API do Google Maps, tornarão possível localizar o CanRover. Assim, inicialmente será utilizada a localização fornecida pelo GPS para a equipa se dirigir para o local de aterragem do CanRover, e posteriormente, estando próximo do local, será possível ouvir o buzzer do CanRover, recuperando-o.

3. Divulgação do projeto

3.1. Patrocinadores

Para ser possível realizar este projeto contou-se com o patrocínio das seguintes empresas:

- SkyDive Algarve

<http://www.skydivealgarve.com/> - patrocinam o projeto no que diz respeito a conhecimentos técnicos do paraquedas, disponibilização do material necessário, montagem e testes do paraquedas.



3.2. Meios de divulgação

Para divulgar as diferentes fases do projeto, os objetivos do projeto, os vídeos, as imagens, os patrocinadores, as notícias e os contactos serão usados:

- Pagina Web : canrover.com
- Facebook: <https://www.facebook.com/canrover2016>
- Youtube: <https://www.youtube.com/channel/UCxHwfGr7fw8NpD0EuZHeIxg>
- Página da escola: <http://aejdfaro.pt/>

4. Orçamento

No quadro 2, apresentam-se as previsões das despesas relacionadas com a elaboração do projeto.

Quadro 2 – Orçamento do projeto

5. Equipa / Distribuição de tarefas

CanRover é uma equipa constituída por 6 elementos, que frequentam o curso de ciências e tecnologia na Escola Secundária João de Deus em Faro:

- Daniel Jonas Guerreiro dos Santos, nº13, 12ºE – construção do paraquedas e tarefas de construção do CanRover;
- Hernâni Gonçalves de Sousa, nº19, 12ºE – produção de imagens 3D, construção de protótipos, testes do paraquedas e conceção do CanRover;
- Inês Zagalo Varela Ramos Duarte, nº20, 12ºE – produção de relatório, testes do paraquedas e cálculos do paraquedas;
- João Pedro Viriato Pinto e Costa, nº21, 12ºE – programação C++ no Arduino do CanRover, testes do paraquedas e desenvolvimento do website;
- Jonas Gouveia Rodrigues, nº22, 12ºE - programação C++ no Arduino do CanRover, administração do website, testes do paraquedas e edição de vídeos;
- Marta Raquel Duque Mora Féria Barros, nº27, 12ºE – construção do paraquedas e elaboração do relatório.

5. Coordenadores / Agradecimentos

Os autores deste relatório gostariam de agradecer a Duarte Nuno Ramos Duarte, professor da Universidade do Algarve, José Conduto, (...) e Vítor (...), professor de aplicações informáticas na escola Secundária João de Deus, pelo seu trabalho de coordenação da equipa, no que diz respeito à orientação do projeto durante a sua fase inicial e à elaboração do relatório. Além disso, os autores também gostariam de agradecer a Hélder Sousa, instrutor da SkyDive Algarve pela sua ajuda na construção do paraquedas e à escola Secundária João de Deus Faro pela oportunidade que foi dada e pelos meios disponibilizados.

6. Conclusões

7. Referencias

