



Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Projeto Integrador de Engenharias **Balão Cativo para**

## **Monitoramento Externo da FGA**

Autor: Nome dos alunos aqui

Orientador: (Prof. Dr. Edgard)

Brasília, DF

2015





Nome dos alunos aqui

## **Balão Cativo para Monitoramento Externo da FGA**

Projeto realizado durante a disciplina de Projeto Integrador 1 dos cursos de Engenharias da Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: (Prof. Dr. Edgard)

Coorientador: ()

Brasília, DF

2015

---

Nome dos alunos aqui      Balão Cativo para Monitoramento Externo da FGA/  
Nome dos alunos aqui. – Brasília, DF, 2015-      35 p. : il. (algumas color.) ; 30  
cm.

Orientador: (Prof. Dr. Edgard)

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA , 2015.

1. Monitoramento. 2. Balão. I. (Prof. Dr. Edgard). II. Universidade de Brasília.  
III. Faculdade UnB Gama. IV. Balão Cativo para Monitoramento Externo da  
FGA

CDU 02:141:005.6

---

Nome dos alunos aqui **Balão Cativo para Monitoramento**

## **Externo da FGA**

Projeto realizado durante a disciplina de Projeto Integrador 1 dos cursos de Engenharias da Universidade de Brasília.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 01 de setembro de 2015:

---

**(Prof. Dr. Edgard)**  
Orientador

---

**Nome do outro professor**  
Convidado 1

---

**Nome do outro professor**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2015



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Estrutura para nanossatélite 6U ISIS . . . . .	15
Figura 2 – SMS Relay . . . . .	16
Figura 3 – GPRS . . . . .	17
Figura 4 – Sistema de Referência . . . . .	18
Figura 5 – Reaction Wheels Clyde Space . . . . .	19
Figura 6 – Especificação de Reaction Wheels Clyde Space . . . . .	19
Figura 7 – Representação conceitual da payload, trilho em destaque. . . . .	20
Figura 8 – Representação conceitual da parte inferior da payload, destinada à ane- xação do fio preso ao solo. . . . .	20





## Lista de tabelas



# Lista de abreviaturas e siglas

Fig.            Area of the  $i^{th}$  component

456            Isto é um número

123            Isto é outro número

lauro cesar    este é o meu nome



# Sumário

<b>0.1</b>	<b>Resumo</b>	<b>13</b>
<b>0.2</b>	<b>Abstract</b>	<b>13</b>
<b>0.3</b>	<b>Introdução</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>TECNOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Estrutura</b>	<b>15</b>
1.1.1	Eletrônica Embarcada	15
1.1.1.1	Áreas Contempladas	15
1.1.1.1.1	Telemetria	15
1.1.1.2	Sistemas de Telecomunicações	18
1.1.1.3	Controle e Automação	18
	<b>Referências</b>	<b>23</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>25</b>
	<b>APÊNDICE A – PRIMEIRO APÊNDICE</b>	<b>27</b>
	<b>APÊNDICE B – SEGUNDO APÊNDICE</b>	<b>29</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>31</b>
	<b>ANEXO A – PRIMEIRO ANEXO</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXO B – SEGUNDO ANEXO</b>	<b>35</b>



## 0.1 Resumo

O resumo deve ressaltar o objetivo, o método, os resultados e as conclusões do documento. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo (informativo ou indicativo) e do tratamento que cada item recebe no documento original. O resumo deve ser precedido da referência do documento, com exceção do resumo inserido no próprio documento. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecidas da expressão Palavras-chave:, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto. O texto pode conter no mínimo 150 e no máximo 500 palavras, é aconselhável que sejam utilizadas 200 palavras. E não se separa o texto do resumo em parágrafos. **Palavras-chaves:** latex. abntex. editoração de texto.

## 0.2 Abstract

This is the english abstract. **Key-words:** latex. abntex. text editoration.

## 0.3 Introdução

Este documento apresenta considerações gerais e preliminares relacionadas à redação de relatórios de Projeto de Graduação da Faculdade UnB Gama (FGA). São abordados os diferentes aspectos sobre a estrutura do trabalho, uso de programas de auxílio a edição, tiragem de cópias, encadernação, etc.





# 1 Tecnologia

## 1.1 Estrutura

Este documento apresenta considerações gerais e preliminares relacionadas à redação de relatórios de Projeto de Graduação da Faculdade UnB Gama (FGA). São abordados os diferentes aspectos sobre a estrutura do trabalho, uso de programas de auxílio a edição, tiragem de cópias, encadernação, etc.

### 1.1.1 Eletrônica Embarcada

O sistema eletrônico desenvolvido parte do princípio de que vários sensores podem ser utilizados para efetuar mensurações diversas, tornando a plataforma além de otimizada para a vigilância de áreas de risco, flexível inclusive para coleta de estatísticas climáticas do local. A disposição interna dos componentes é similar a de um nanosatélite 9U, ou seja, PCBs empilhadas em um stack. A disposição interna de uma estrutura de nanosatélite 6U pode ser visualizada na figura 1:



Figura 1 – Estrutura para nanossatélite 6U ISIS

#### 1.1.1.1 Áreas Contempladas

##### 1.1.1.1.1 Telemetria

A telemetria, sendo uma tecnologia que viabiliza o monitoramento, a medição ou rastreamento de uma coisa através de dados, funcionará perfeitamente para o que o projeto busca que é manter o balão sobrevoando a universidade realizando o monitoramento

e ao mesmo tempo fazendo a coleta de dados sobre temperatura, umidade e também sobre alguma irregularidade na área. Essa tecnologia normalmente é feita com transmissão cabeada que possui em media 30m, ou seja, não serviria para o projeto pois possui grande risco em perda de dados pois o balão permanecerá em uma altura superior a 30m, o outro método é a transmissão sem fio (via rádio ou satélite), no caso do projeto, balão cativo, a comunicação será feita desta forma (via rádio). Existe o monitoramento em tempo real e via datalog que os dados são salvos em um cartão SD ou em pen drive, no caso do projeto o monitoramento será feito em tempo real com tempo pré determinado.

Uma aplicação bastante utilizada da telemetria, é em balões meteorológicos desde o ano de 1920. Nesse ramo, o grande destaque é a comunicação sem fio utilizando o **SMS Relay**, que pode ser observado na figura 2.



Figura 2 – SMS Relay

O SMS Relay é um dispositivo que permite o monitoramento de uma infinita gama de equipamentos e sensores através de entradas analógicas ou digitais, e envia as informações coletadas através das entradas via SMS, ele possui também saídas de acionamento, que podem ser acionadas via SMS para ligar qualquer equipamento possibilitando uma infinidade de aplicações na automação e o mais importante é o único da categoria homologado pela ANATEL. Existem no mercado diversas soluções para monitorar algo remotamente, ou para acionar ou reiniciar equipamentos à distância, porém muitas delas não são aplicáveis na maioria das aplicações, ou seu custo inviabiliza um projeto ou torna seu uso proibitivo.

Soluções de monitoramento baseadas internet móvel (GPRS) nem sempre apresentam um bom desempenho, pois a qualidade do serviço de internet móvel quase nunca é satisfatório onde se precisa monitorar. Já uma mensagem SMS consome muito menos dados do que o serviço de internet móvel e possui muito mais disponibilidade e estabilidade.

Muitas soluções que utilizam radio-frequência para monitoramento remoto possuem um custo muito alto, além de implementação complicada e em muitos casos podem causar interferência em demais sistemas de comunicação o que pode causar multas e penalizações legais. Além disso há limitações de distância que a radio-frequência pode cobrir, mesmo com o uso de repetidoras e demais estruturas.

Porém, segundo o SMS Relay oferece uma solução confiável fabricada sobre os rígidos padrões europeus, projetada e homologada para o uso industrial e residencial, a um custo acessível quando comparado à outras soluções do mercado.

Outro dispositivo que poderia ser utilizado na telemetria é o módulo GPRS(interface para transmissão de dados). Que pode ser observado na figura 3.



Figura 3 – GPRS

Seguem as características do GPRS ELLO Universal:

- Atualização de Firmware remoto.
- Programação via cabo USB.
- Reporta todos os eventos de qualquer painel de alarme que se comunique em Contact ID.
- Utiliza a tecnologia GPRS para comunicação.
- Saídas PGM que podem ser acionadas remotamente via GPRS.
- Não interfere na programação remota do painel via download.
- Programação realizada por software disponibilizado gratuitamente pela PPA.
- Supervisão anti-sabotagem e funcionamento do painel.
- Permite o envio de teste periódico por linha fixa.

- Possui detector de corte de linha telefônica - Permite o uso em locais onde não existe linha fixa.

#### 1.1.1.2 Sistemas de Telecomunicações

#### 1.1.1.3 Controle e Automação

Embora que a princípio o balão trabalhará com altitude fixa, este tem o graus de liberdade para mudar de orientação em torno dos eixos  $Zb$ ,  $Yb$  e  $Xb$  (considera-se o sistema de referência Body Axes). O sistema de referência nos eixos do corpo tem origem geralmente no centro de massa, e utilizada para referenciar aeronaves, neste caso será aplicado à payload do balão. Estas mudanças de orientação ocasionarão rotações involuntárias de câmeras embarcadas no balão, dessa forma faz-se necessária a estabilização do movimento. O Sistema de Referência pode ser observado na figura 4.

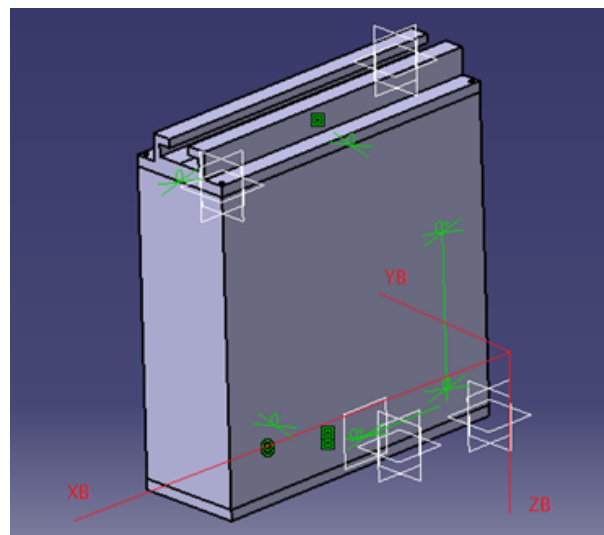


Figura 4 – Sistema de Referência

Tal movimento de rotação pode ser induzido pelas forças aerodinâmicas que agem no balão quando o fluxo de ar faz-se presente. O sistema de controle que seria capaz de estabilizar o sistema frente a uma perturbação seria classificado como de malha fechada, isso significa que um conjunto de sensores inerciais (acelerômetro, giroscópio) deve ser empregado para além de detectar a perturbação, verificar se o sistema de controle está sendo efetivo. Dessa forma o sistema de controle de malha fechada verifica se a saída condiz com as especificações de estabilidade do sistema, para se ter certeza de que a estabilização está sendo feita. O sistema de controle atua de forma intermitente enquanto a estabilização não fosse bem sucedida. Para fins de viabilidade, o sistema de controle empregado deve ser capaz de estabilizar a payload (setor de equipamentos embarcados) rapidamente, para se ter qualidade nas imagens geradas pela câmera.

Um provável atuador para o eixo ZB, ou seja, mecanismo capaz de efetuar a estabilização seria um Reaction Wheel. Um Reaction Wheel é um dispositivo frequentemente utilizado para o controle de atitude de satélites, consiste de um disco massivo acoplado a um eixo giratório. O princípio que o dispositivo usa para efetuar a estabilização é o momento de inércia do disco, dependendo da interpretação do algoritmo de controle das leituras dos sensores, sua rotação é ativada com velocidade e sentido determinados, executando-se a estabilização (anula a rotação da payload do balão no eixo). Tal atuador se encontrará no interior da payload. Como pode ser visto na figura 5.

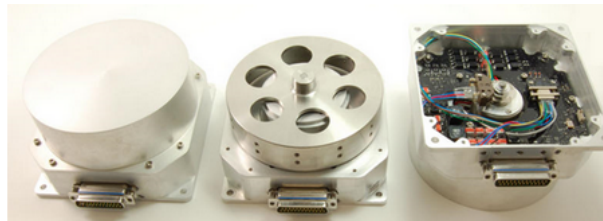


Figura 5 – Reaction Wheels Clyde Space

A especificação dos Reaction Wheels comerciais da companhia Clyde Space se encontra na figura 6.

Characteristic	Value	Units	Note
Max Flywheel Speed	6500	RPM	@28V
Max Torque @ 6500 rpm	26	mNm	@28V
Max Torque up to 2500rpm	40	mNm	@28V
Temperature Range - Operating	-20°C to +50	°C	
Temperature Range - Non-Operating	-30°C to +60	°C	
Idle power consumption	1.5	W	@28V
No-load Speed power consumption	<12	W	@28V
Power at Maximum Torque	<28	W	@28V
Wheel Inertia	0.001766969	kg*m <sup>2</sup>	
Reaction Wheel Assembly Mass	1.5	kg	

Figura 6 – Especificação de Reaction Wheels Clyde Space

Para a estabilização do eixo YB pode ser utilizado um trilho para mover a posição da bexiga, e dessa forma alterar o ângulo de pitch, de forma a nivelar o plano seccional horizontal da payload com o solo. Tal trilho está indicado na estrutura conceitual da payload, figura 7.

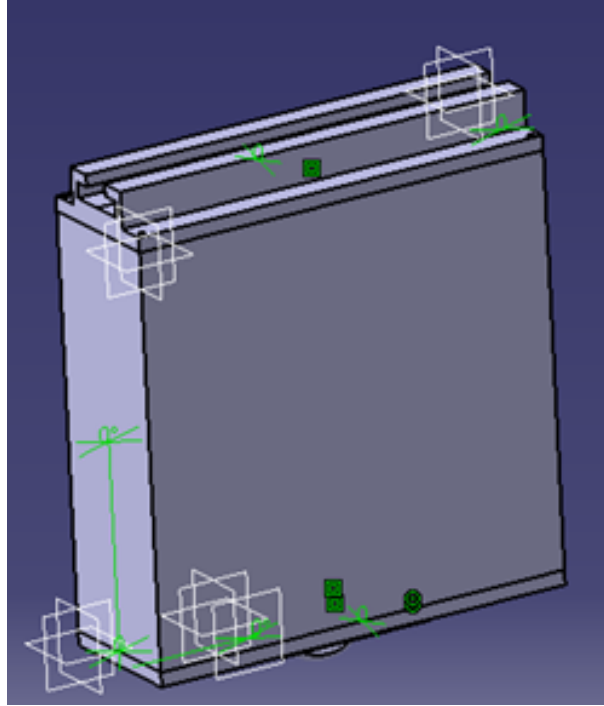


Figura 7 – Representação conceitual da payload, trilho em destaque.

No caso o eixo  $Xb$ , a estabilização pode ser feita através da variação da altitude do balão em intervalos de distância pré-definidos. Essa variação da altitude pode ser feita através da retração e liberação do cabo na carretilha em solo. A instabilidade no eixo  $Zb$  não afetará significativamente a qualidade da imagem, desde que a estabilização nos outros dois eixos seja efetiva.

Uma provável automação efetuada pelo balão será a avaliação de sua própria segurança. Por meio de sensores de tensão no cabo (dinamômetro) preso na estrutura da figura 5, se esta aumentar acima de um nível crítico, este será automaticamente recolhido por meio do rotor motorizado em solo, e a estação de solo será informada. Assim que o sensor em solo sinalizar normalidade na velocidade do vento este será novamente elevado.

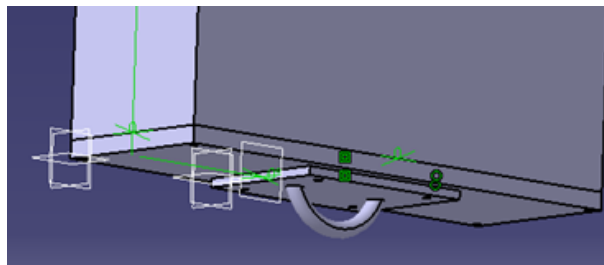


Figura 8 – Representação conceitual da parte inferior da payload, destinada à anexação do fio preso ao solo.

Mais uma automação essencial será a sua elevação e retração automática para o

---

período de monitoração determinada.





# Referências

ARRUDA, M. B. B. Como fazer referências: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos. 2007. Disponível em: <<http://bu.ufsc.br/framerefer.html>>. Nenhuma citação no texto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724*: Informação e documentação — referências. Rio de Janeiro, 2000. Nenhuma citação no texto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724*: Informação e documentação — trabalhos acadêmicos — apresentação. Rio de Janeiro, 2011. 15 p. Nenhuma citação no texto.

BORDALO, S. N.; FERZIGER, J. H.; KLINE, S. J. The development of zonal models for turbulence. In: *Proceedings of the 10th Brazilian Congress of Mechanical Engineering*. [S.l.: s.n.], 1989. v. 1, p. 41–44. Nenhuma citação no texto.

CLARK, J. A. Private communication. University of Michigan, 1986. Nenhuma citação no texto.

COIMBRA, A. L. Lessons of continuum mechanics. São Paulo, Brazil, p. 428, 1978. Nenhuma citação no texto.

INMETRO. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*. Rio de Janeiro, Brasil, 2013. 75 p. Nenhuma citação no texto.

SOVIERO, P. A. O.; LAVAGNA, L. G. M. A numerical model for thin airfoils in unsteady motion. In: *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences*. [S.l.: s.n.], 1997. v. 19, n. 3, p. 332–340. Nenhuma citação no texto.

SPARROW, E. M. Forced convection heat transfer in a duct having spanwise-periodic rectangular protuberances. In: *Numerical Heat Transfer*. [S.l.: s.n.], 1980. v. 3, p. 149–167. Nenhuma citação no texto.



## Apêndices



# APÊNDICE A – Primeiro Apêndice

Texto do primeiro apêndice.



## APÊNDICE B – Segundo Apêndice

Texto do segundo apêndice.





# Anexos



## ANEXO A – Primeiro Anexo

Texto do primeiro anexo.



## ANEXO B – Segundo Anexo

Texto do segundo anexo.