**GRUPO DE FOGUETES CARL SAGAN**

**Universidade Federal do Paraná**

**Status do desenvolvimento do minifoguete Netuno-R, revisão 1** (12 Out 2015)

**OBJETIVOS:**

* Realizar 3 lançamentos com as cápsulas Paraná I, II e III
* Testar e melhorar o motor-foguete Netuno-R
* Desenvolver e testar um minifoguete com o motor Netuno-R
* Desenvolver um sistema de recuperação confiável
* Selecionar, adquirir e testar sistemas de localização

**CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS PARA O MINIFOGUETE:**

Cada componente do minifoguete deve ser o mais leve, barato e simples possível, bem como o menos volumoso possível

**DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS PARA O PROJETO DO MINIFOGUETE:**

1. Monoestágio
2. Usar KNSu-65/35 do motor MTP como propelente
3. Motor-foguete a usar: Netuno-R (ligas de alumínio, grão-propelente tubular, diâmetro externo de 44,45 mm ou 1” e ¾)
4. Ignição elétrica
5. Sistema de recuperação por paraquedas, acionado no apogeu ou logo após
6. O minifoguete deverá atingir no máximo a velocidade de 33 km/h na queda sustentada
7. Ter dois sistemas independentes para acionar o sistema de ejeção
8. Ter dois sistemas independentes para ejetar o paraquedas
9. O minifoguete deve ter voo estável, com margem estática mínima igual à unidade
10. Usar 2 altímetros de bordo
11. Usar um sistema de localização

**ATIVIDADES A REALIZAR:**

* Estimar o coeficiente de arrasto do minifoguete com cápsula
* Estimar o centro de pressão
* Estimar a trajetória do minifoguete

**Componentes do minifoguete Netuno-R e seus status**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Componente** | **Equipe responsável** | **Solução atual** | **Situação** | **Tipo de teste a fazer** |
| 1 | Câmara de combustão | Motor | Usar as câmaras do Netuno-R | 3 câmaras disponíveis | Teste estático |
| 2 | Tampa do motor | Motor | Usar um modelo já empregado em Florianópolis de Al | A projetar e fabricar |  |
| 3 | Tubeira | Motor | Usar tubeira convergente-divergente cônica;  talvez reaproveitar duas de alumínio disponíveis | A projetar e fabricar | Teste estático |
| 4 | Propelente | Motor | KNSu-65/35 do motor MTP | Definir se com ou sem acetona | Teste estático |
| 5 | Grão-propelente | Motor | Tubular com alma de 25 ou 19 mm | Fabricar ferramentas de prensagem? | Teste estático |
| 6 | Ignitor interno do grão-propelente | Motor | Durex impregnada com pólvora negra granulada dentro da alma do grão | Definir como fixar na tampa do motor para motor na vertical | Fixação na tampa para motor na vertical |
| 7 | Conector do motor com a cápsula | Estrutura | Usar a própria tampa do motor | A projetar e fabricar | Montar e analisar resistência |
| 8 | Conector do conjunto de empenas com o motor | Estrutura | Usar anel com rosca para soldar as empenas | Existe pelo menos um anel no LAE | Montar e analisar resistência |
| 9 | Cápsula | Estrutura e  Carga útil | Usar tubo de PVC de 40 mm | Tubo disponível no LAE; definir o comprimento do tubo | Se os componentes da carga útil servem dentro do tubo |
| 10 | Conector da cápsula ao motor | Estrutura | Usar parafusos entre o tubo de PVC e o componente 7 | A definir | Montar e analisar resistência |
| 11 | Rampa de lançamento | Estrutura | Usar a rampa de 3 hastes do LAE de 2015 | Disponível | Deslizamento do MF completo |
| 12 | Empenas | Aerodinâmica | Usar método do Barrowman e alumínio | A projetar e fabricar | CG do MF completo |
| 13 | Nariz | Aerodinâmica | Usar geometria parabólica 3x1 ou 2x1 e impressão 3D | A projetar e fabricar | Conexão com cápsula |
| 14 | Altímetro 1 | Carga útil | Usar o Micropeak | Disponível; fazer orifícios na cápsula | Integração na cápsula |
| 15 | Altímetro 2 | Carga útil | Usar o Alt15K/WD | Disponível; fazer orifícios na cápsula | Integração na cápsula |
| 16 | Sistema de acionamento 1 do paraquedas | Carga útil | Usar tubo de fibra de carbono externo ao MF com estopim | Definir comprimento e tipo do estopim | Queima dos estopins selecionados |
| 17 | Sistema de acionamento 2 do paraquedas | Carga útil | Usar acelerômetro com ignitor Bandeirante | Integrar na cápsula | Funcionalidade com a cápsula toda integrada |
| 18 | Sistema de ejeção 1 do paraquedas | Carga útil | Tubo de papelão Bandeirante com carga de pólvora negra granulada ligada ao sistema de acionamento 1 | A montar | Definir a massa de PN-G a usar com teste em solo |
| 19 | Sistema de ejeção 2 do paraquedas | Carga útil | Tubo de papelão Bandeirante com carga de pólvora negra granulada ligada ao sistema de acionamento 2 | A montar | Definir a massa de PN-G a usar com teste em solo |
| 20 | Localizador | Carga útil | Usar um próprio ou um comercial | O próprio está sendo montado.  O comercial está a caminho. | Testes em solo dos 2 tipos de localizador |
| 21 | Sistema de ignição | Carga útil | Usar um sistema, bateria de automóvel e fios disponíveis no LAE | Montar o sistema | Se aciona o ignitor com 100 metros de fio |
| 22 | Paraquedas | Carga útil e  Aerodinâmica | Usar plástico, barbante, elástico e fita crepe | Definir o tamanho;  montar | Resistência do paraquedas versus velocidade |

**Testes já realizados**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Data** | **Tipo de teste** | **Objetivos** | **Resultados obtidos** | **Conclusão** |
| 1 | 03 Out 15 | Resistência | Testar a resistência do motor Netuno-R com propelente KNSu-65/35 do MTP, com e sem acetona | Dos 4 motores testados na horizontal, 3 funcionaram sem anomalias graves, mas um deles explodiu. Tempo de queima ficou entre 0,57 e 2,33 s. | Não usar diâmetro de alma de 15 mm.  Passar à fase de teste estático com medida de empuxo. |
| 2 | 10 Out 15 | Acionamento 2 | Testar o acionamento 2 do paraquedas | O sistema funcionou na bancada, queimando um ignitor elétrico ao estar na posição horizontal, quando o MF estará no apogeu | Sistema aprovado.  Integrar o sistema na cápsula |
| 3 |  |  |  |  |  |

**Testes a realizar**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Data ?** | **Tipo de teste** | **Objetivos** | **Resultados esperados** | **Ações seguintes** |
| 1 | 24 Out 15 | Estático | Medir o empuxo do motor Netuno-R com propelente KNSu-65/35 do MTP, com e sem acetona. | Obter o impulso total do motor e outros parâmetros propulsivos. | Projetar a tubeira para voo |
|  |  | Sistema | Descobrir uma forma de fixar o ignitor de durex dentro da alma do grão com o motor na vertical | Encontrar uma solução com fita crepe ou durex larga presa na tampa do motor | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Verificar a resistência mecânica da cápsula presa ao motor e de seus componentes internos e nariz | Todos os componentes terem resistência adequada | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Verificar a resistência mecânica das empenas presas ao seu anel e a fixação ao motor | Todos os componentes terem resistência adequada | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Integrar todos os componentes da cápsula | Determinar o comprimento do tubo da cápsula | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Deslizar o minifoguete na rampa de lançamento de 3 hastes 2015 do LAE | Confirmar que a rampa é adequada para o lançamento | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Determinar o CG do minifoguete completo mas sem empenas | Valor do CG | Projetar as empenas e corrigir o CG |
|  |  | Sistema | Testar o sistema de acionamento 1 do paraquedas | Definir o comprimento e tipo do estopim a usar | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Sistema de ejeção do paraquedas | Definir a massa de PN-G a usar | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Testar em solo 2 tipos de localizador | Definir qual localizador a usar | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Verificar se o sistema de ignição consegue acionar o ignitor a 100 metros de distância | Ter um sistema de ignição adequado | Testar em voo |
|  |  | Sistema | Verificar se o paraquedas resiste até a velocidade de 66 km/h | Ter um paraquedas com resistência adequada | Testar em voo |
|  |  | Dinâmico | Realizar o primeiro lançamento do minifoguete e testar todos os sistemas em voo | Atingir o apogeu de ??? metros e que todos os sistemas funcionem adequadamente | Definir alterações para o segundo voo |
|  |  | Dinâmico | Realizar o segundo lançamento do minifoguete e testar todos os sistemas em voo | Atingir o apogeu de ??? metros e que todos os sistemas funcionem adequadamente | Definir alterações para o terceiro voo |
|  |  | Dinâmico | Realizar o terceiro lançamento do minifoguete e testar todos os sistemas em voo | Atingir o apogeu de ??? metros e que todos os sistemas funcionem adequadamente | Definir novos voos ou o encerramento do projeto |

Marchi, 12 Out 2015