



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

CRE04 – AA11

Projeto e Construção de um Medidor de Empuxo Para Motores-Foguete

Ricardo Luiz Antonioli Passalacqua¹, Marcos Henrique Bazzo Hotsuta², Evandro Ricardo Barbosa de Abreu³ e Fernanda Valdanbrini⁴

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, FEIS, Universidade Estadual Paulista, UNESP
CP 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil

¹rlpassalacqua@aluno.feis.unesp.br, ²mhbhotsuta@aluno.feis.unesp.br, ³erbabreu@aluno.feis.unesp.br e
⁴fvaldanbrini@aluno.feis.unesp.br.

Antonio João Diniz

Engenheiro Químico – Universidade Estadual Paulista - UNESP
CP 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil
diniz@dem.feis.unesp.br

Dentro do campo da propulsão o método mais comumente usado para fornecer a potência no processo de propulsão aérea é o de transformar em energia interna e elástica do fluido à energia química de uma quantidade de propelente reservado no veículo de lançamento, e também transformar a maior parte possível dessa energia, fazendo-a agir. O fluido a alta pressão, sobre um órgão mecânico (pistão, paletas ou turbinas) ou fazendo expandir, um conduto a elevada velocidade. Sendo que, a variação da quantidade de movimento impressa na unidade de tempo ao fluido é fornecido diretamente da reação, empuxo ou força propelente.

Este sistema de propulsão, de expandir um conduto, dentro do ponto de vista fluidodinâmico são chamados de propulsores de reação (reatores) os quais envolvem problemas de fluidodinâmico interno. Os propulsores de reação subdividem-se em exorreatores e endorreatores dependendo do fluido combustível ser ligado ao ambiente externo ou a um reservatório conexo ao propulsor.

Os endorreatores também chamados de foguetes, pode-se dizer que é o único meio de propulsão apto a fornecer empuxos adequados em ambiente praticamente de atmosfera sem portar valores intoleravelmente baixos da relação entre empuxo produzido e o peso do aparelho de propulsão. Um inconveniente notado é constituído de dificuldade de armazenagem do propelente no endorreator, isto é, que em alturas tão elevadas não se pode considerar suficiente para propulsão.

Assim, grande importância assume, em vários casos, os critérios de um determinado tipo de armazenagem, para a propulsão de um foguete, que leva a absorver determinada missão no campo da engenharia aeronáutica e aeroespacial. Reporta-se então ao estudo do empuxo, tal estudo para armazenagem do propelente para o propulsor esta ligada de uma maneira mais simples ao próprio propelente e geometria do propulsor. Devido as considerações anteriores, houve a necessidade da construção de um medidor de empuxo, o qual trará uma veracidade dos cálculos teóricos e práticos.

Optou-se pela construção deste, com posicionamentos verticais de propulsão, utilizando-se de materiais de fácil aquisição e visando também a facilidade de operação.

O projeto se baseou em uma célula de carga comercial com capacidade máxima de medida de 1000N. A célula de carga é o local onde a força será aplicada. O cilindro que conecta o propulsor sobre a célula de carga, tem a ponta rombuda (geometria de revolução). Tal geometria implica ter um só ponto de contato entre a célula e o cilindro/propulsor. Assim estará recebendo os dados de interesse do teste, evitando as perdas (tensões).

Construiu-se um protetor para este aparato, sobre a célula de carga. O protetor foi colocado para proteger a célula, pois esta será constituída de materiais eletrônicos que não suportam temperatura superior a 50°C, e o motor-foguete chega à temperatura em torno dos 1700K. Além disso, o protetor serve para proteger as pessoas, norma de segurança, que estarão executando o teste.

Reforçando, também pelo mesmo motivo de segurança o motor-foguete ficará protegido pelo protetor, cilindro de aço, com parafusos normalizados dispostos radialmente, para apoiar o motor-foguete e não interferindo nos cálculos.

A célula de carga deve ser aferida antes de cada teste e os dados devem ser armazenados em um computador. O computador é provido de um software capaz de decodificar os dados. O objetivo deste software é apresentar um gráfico de empuxo versus tempo com uma grande quantidade de pontos a fim de se obter uma curva de grande precisão.

Apresenta-se um “desenho” esquemático do projeto.

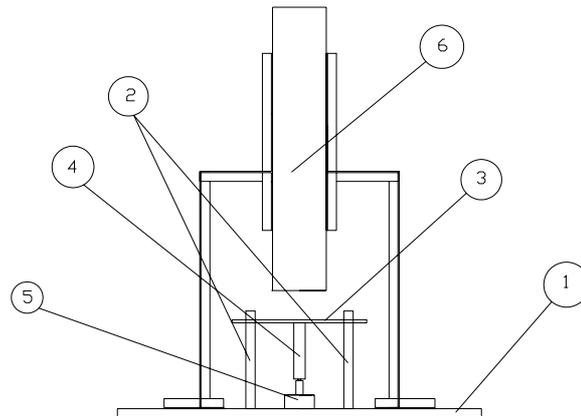


Figura 1 – Diagrama do medidor de empuxo.

- 1– Bancada: constitui-se de uma chapa de aço fixa.
- 2– Barra diretora: é por onde a chapa de aço desliza.
- 3– Chapa de aço: será onde o propulsor exercera a força ,chapa móvel.
- 4– Cilindro: peça de aço usada para transportar a força para a célula de carga.
- 5– Célula de carga: aparelho utilizado para mensurar a força aplicada.
- 6– Receptáculo do motor-foguete: cilindro de aço, utilizado para manter o propulsor na posição correta de medição.

REFERÊNCIAS

- [1] Richard Nakka Experimental Rocketry Web Site: www.nakka-rocketry.net.
- [2] Beer, F. P. e Johnston Jr.,E. R., Resistência dos Materiais, Universit of Connecticut, Brasil(1996).
- [3] Sutton,G. P., Rocket Propulsion Elements Na Introduction to the Engineering of Rockets, Canada(1992).