

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

DIMENSIONAMENTO DE UM PROPULSOR PULSO JATO PARA AEROMODELO¹

Max Paulo De Pellegrin Zambra², Roger Schildt Hoffmann³.

¹ Monografia de Conclusão do Curso de Engenharia Mecânica

² Aluno do Curso de Engenharia Mecânica da Unijuí. maxzambra@hotmail.co;

³ Professor Mestre do Curso de Engenharia Mecânica da Unijui, Orientador, roger.hoffmann@unijui.edu.br;

Introdução

A prática do Aeromodelismo é uma das que mais crescem no Brasil, e também no resto do mundo. Na última década este uso foi ampliado não apenas no hobby, como também no uso na aviação não tripulada e em setores com a segurança pública em grandes cidades trazendo a diminuição dos riscos de profissionais desta área e agilizando informações.

O projeto do Pulso Jato é um dos temas que está sendo revitalizado este aumento na popularidade de aeromodelos. Indústrias também tem levantado o potencial deste propulsor para usar em sistemas térmicos industriais, assim como empresas de aviação civil e militar estudando a viabilidade do seu uso.

No mercado Brasileiro há apenas um modelo de fabricação nacional, sendo todos os demais importados contendo os encargos disto. A empresa Dyna-Jet comercializou os primeiros modelos para aeromodelos já no ano de 1946 Miraglia (2004).

Existem dois modelos básicos de Pulso Jato, modelo com válvula, o qual possui pequena complexidade a mais por conter um sistema de válvula com parte móvel, e, um segundo modelo mais simples por não conter válvula, assim também nenhuma parte móvel suprindo isto no funcionamento apenas com a geometria de sua forma construtiva (SIMPSON, 2004).

Objetiva-se neste trabalho o entendimento do funcionamento deste propulsor através de dimensionamento e projeto conceitual de um Pulso Jato de 1,35lbs (6N) de empuxo como modelo e disponibilizar material de fácil entendimento a pessoas leigas e disponibilizando para as que desejam desenvolver este tipo de propulsor.

Metodologia

Para que fossem alcançados os objetivos foram realizadas pesquisas bibliográficas com a elaboração de uma revisão com os pontos relevantes sobre o tema escolhido. A partir dos dados teóricos coletados na revisão foi dimensionado um modelo teórico baseando-se no ciclo termodinâmico de Lenoir e fórmulas de Tarratt para a confecção de um projeto conceitual com memorial de cálculos em planilhas e modelo em CAD (Desenho Assistido por Computador).

Resultados e Discussões

Para que se possa dimensionar um Pulso Jato inicialmente deve-se saber qual o empuxo desejado e então o dimensionamento é realizado para que este valor seja alcançado. Com este valor definido a

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

formula que dita o volume do motor e valor de empuxo pode ser manipulada de forma a achar a área de seção transversal do motor necessária para que este empuxo seja alcançado.

Este dimensionamento deve seguir uma sequencia lógica já que para dimensionar a próxima peça é necessário ter as dimensões das anteriores, a peça que deve servir de parâmetro inicial é o tubo de ressonância, pois dele é a área de seção transversal inicial e a partir desta é dimensionado o seu comprimento seguido pelo dimensionamento do sistema de válvula, câmara de combustão e difusor chegando aos valores dimensionais finais do projeto.

Neste tipo de propulsor o grande diâmetro da câmara de combustão não esta diretamente relacionada à câmara de combustão apesar de ser o local onde grande parte desta combustão ocorre, mas sim esta é dimensionada de forma que possa acomodar a área de válvula que foi utilizada para alimentar o propulsor.

A frequência em que ocorrem as queimas é ditada principalmente pelo comprimento do tubo de ressonância, este tendo relação direta com o diâmetro do motor. A relação entre o comprimento do motor e o diâmetro do pulso jato não deve ser menor que 7, pois isto dificultaria a permanência do ciclo na utilização de combustíveis químicos, podem ser adotados como típicos para pequenos motores valores acima de 14.

Dado o valor de entrada de 1,35lbs (6N) foi chagado a um Pulso Jato com 21,6% de eficiência a uma frequência de operação de 333,4Hz. A sua dimensão física total ficou em um diâmetro de 69,93mm e 489,38mm de comprimento com um peso total de 0,73kg.

Esta eficiência calculada é baixa se for comparado a outros motores de combustão interna, salvo pelo fato de não haver uma pré-compressão no motor o que torna esta eficiência compatível com o que é trazido na literatura sobre o assunto. Para a eficiência o diferencial de temperatura deve ser utilizado levando em consideração como temperatura inicial o ponto de autoignição do combustível que será usado, quanto menor este valor maior será a eficiência teórica.

Para este tamanho de propulsor um bom combustível é o metanol já que possui uma margem maior em relação à mistura estequiométrica tornando-o mais fácil de iniciar e proporcionara uma temperatura de operação mais baixa dando uma sobre vida a válvula, porém tem o inconveniente de gerar água e CO₂ em sua queima.

Também poderíamos ter utilizado outro combustível já que o pulso jato possui o diferencial de operar praticamente com qualquer combustível liquido ou em gás. As tentativas em usar aditivos junto ao combustível ou mesmo gasolinas de alta octanagem foram falhas trazendo diferenças consideradas irrelevantes, por outro lado o Fluido Coleman, este uma gasolina de baixa octanagem mostrou-se um combustível interessante para usar em pulso jatos pequenos.

Não foi usada nenhuma forma externa de injeção de combustível já que estes motores possuem como diferencial que o combustível não necessariamente precisa ser injetado, o próprio motor aspira à quantia de combustível necessária para que ocorra a combustão a cada ciclo.

O valor de frequência ficou bastante auto se for tomado com base um motor maior, mas como se trata de um motor bastante pequeno esta frequência esta dentro do valor esperado. A frequência é apenas teórica sendo diversos os fatores que podem alterar este valor, como temperatura e velocidade de entrada de ar, fatores que podem alterar este valor.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Foram considerados dois materiais como o mais apropriado para o desenvolvimento do modelo, para a câmara de combustão, tubo de ressonância e válvula foi escolhido o Inox 316, material este de fácil acesso e com boas propriedades mecânicas para as temperaturas que serão impostas. Para as demais peças foi escolhido o alumínio em função do baixo peso principalmente para o difusor e corpo de válvula, e, para as temperaturas impostas a estes componentes o alumínio com espessura adequada apresenta boa resistência mantendo ainda assim um menor peso.

O desenho foi realizado de forma parametrizada com o auxílio de tabelas de projeto interligadas a uma tabela principal onde estão dispostos todos os cálculos dimensionais facilitou a criação e edição do mesmo.

Esta forma construtiva acarreta grande facilidade na hora de edições no projeto atual e também velocidade na criação de novos projetos em tamanhos diferentes, para que isto ocorra apenas será necessário que seja dado novo valor de empuxo desejado e todos os valores são recalculados e quando aberto o desenho estes valores são atualizados com as novas medidas sem haver a necessidade de reedição da montagem e peças já desenhadas.



Modelo 3D Pulso Jato 1,35lbs (6N)

Conclusões

Os cálculos teóricos baseados no que foi pesquisado na revisão bibliográfica foram suficientes para a criação de um modelo teórico baseado nas formulas de Tarratt e com eficiência baseada no ciclo termodinâmico de Lenoir com uma sequencia de desenvolvimento que facilitara a quem deseje criar um modelo de Propulsor Pulso Jato com uma compreensão clara de como é o seu funcionamento.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

O projeto conceitual ficou montado de forma parametrizada, facilitando a sua reprodução ou mesmo o redimensionamento para modelos maiores ou menores sem que haja a necessidade de refazer os desenhos e montagens em CAD.

Enfim, com o modelo teórico calculado, o modelo em CAD realizado basta apenas agora a sua produção em um modelo real e a realização de comparativo entre o modelo teórico e modelo prático.

Como sugestão para trabalhos futuros deixa-se a sugestão de tentar aumentar o empuxo com bocal de saída, bem como realizar medições do empuxo para comparar com a expectativa proveniente dos cálculos. Também fica a sugestão de realizar cálculos analíticos e numéricos mais apurados no sentido de obter dados mais precisos, a fim de se obter uma maior segurança nos resultados, e também permitir melhorias no projeto.

Palavras chaves

Aeromodelo; Ciclo de Lenoir; Pulso Jato;

Referencias Bibliográficas

MIRAGLIA, J. (Junho de 2004). Conhecendo o PULSO JATO. p. 4.

SIMPSON, B. (2004). The Enthusiast's Guide to PULSEJET ENGINES (Second revision ed.). (B. Simpson, 2° ed.).