

PULSORREACTOR DE 50N DE EMPUJE

AUTORES:

Jessica Magaly Estrella Valerio Jessik_estrella@hotmail.com
Saúl Dennis Vallejos Vásquez Desa_28_6@hotmail.com
Cesar Jorge Chávez Mendoza Cesar007ch@hotmail.com
Roger Iván Ponce Segovia Tristan_rips19@hotmail.com

ASESOR:

Ing. José Alberto Aguilar Bardales, abardalesj@gmail.com

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
E.A.P. INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS**

RESUMEN

En el aeromodelismo, en la fabricación de proyectiles y propulsión de vehículos no tripulados se utilizan motores de propulsión a chorro, como los pulsorreactores, los cuales otorgan una gran velocidad y permiten observar el proceso de combustión interna.

El motor construido es un pulsorreactor con válvula y consta de los siguientes componentes; el difusor, la cabeza, la margarita, el asiento de la margarita, la tobera. En su funcionamiento se utiliza un generador de chispas; el combustible llega al difusor por el paso del aire comprimido, el cual pasa por la cabeza, creando el efecto venturi para succionar el combustible; la mezcla de aire combustible al ir a gran velocidad abre los pétalos de la margarita (que actúa como válvula), los gases salen por la tobera y crean dentro de esta un vacío que hace que los pétalos se abran de nuevo, entrando la nueva mezcla aire combustible y repitiéndose el proceso, donde ya no se necesita la bujía para arder. Este proceso se repite con una frecuencia de 230 veces por segundo.

La investigación y desarrollo de este motor a nivel de investigación universitaria no tiene un desarrollo integral, lo cual hace que su estudio sea importante para llevar a la práctica conceptos de dinámica de gases y diseño de equipos de propulsión cuyo funcionamiento se basa en el cambio de parámetros dentro de un volumen de control definido.

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende llevar a la práctica los conceptos adquiridos durante el transcurso de la carrera, en materia de dinámica de gases y diseño de equipos de propulsión cuyo funcionamiento se basa en el cambio de parámetros dentro de un volumen de control definido.

La presente investigación se basa en el desarrollo de un pulsorreactor, es decir un motor a reacción, para lo cual se hará en el desarrollo integral de la teoría de funcionamiento, su dimensionamiento y aplicaciones el campo de la investigación. Por ser uno de los motores a reacción mas sencillos que se pueden construir, representa una ventaja poder implementarlo, en

una primera fase, como banco de pruebas (finalidad que se persigue con el presente trabajo). En una segunda fase, se plantea el uso del pulsorreactor para propulsar una sonda de investigación atmosférica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen muchas formas de suministrar empuje a un vehiculo de transporte, ya sea en tierra, agua o aire, sin embargo, estos artefactos son muy complejos, costosos, pesados y su diseño e implementación es por demás muy complicado. Ante esta realidad surge la necesidad de proveer empuje con un medio de bajo costo de implementación, muy poco peso y diseño sencillo. Es en este campo donde

encontramos a los pulsorreactores. No olvidemos sin embargo, que hay ciertos factores que hacen que construir un pulsorreactor para propulsar un vehiculo no sea tan rentable como parece. Algunos de estos factores son: el consumo de combustible, el ruido, la resistencia de los materiales, etc. Son las restricciones que nos imponen estas razones las cuales nos llevan al desarrollo de una investigación mas profunda del tema de los pulsorreactores.

DELINEACION DE OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo de este estudio y desarrollo es el de poder implementar un banco de pruebas de un pulsorreactor totalmente funcional, para poder propulsar una sonda meteorológica.

Objetivos Específicos

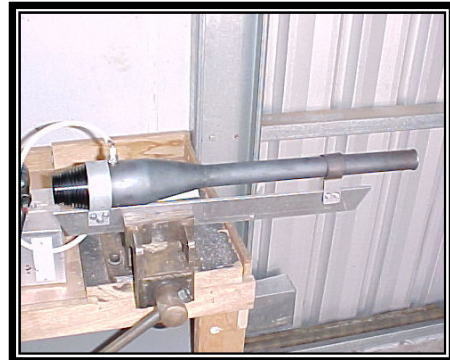
El proyecto a desarrollar tiene los siguientes objetivos específicos:

- Implementar un equipo de pruebas funcional y variado cuyo campo de experimentación comprenda tanto el aspecto gaseo dinámico, como el termodinámico y mecánico.
- Implementar una teoría de diseño y construcción practica.
- Determinar los factores críticos de funcionamiento de pulsorreactor a desarrollar.
- Analizar la relación que existe entre la forma y dimensiones de la tobera de empuje, ruido y resonancia.
- Diferenciar los elementos esenciales involucrados en la determinación de la configuración optima de los dispositivos de admisión y alimentación del combustible.
- Cuantificar las perdidas y formular métodos para disminuirlas.
- Encontrar un balance óptimo para los materiales, estructura y diseños de los diversos componentes de un pulsorreactor.
- Implementar una guía de laboratorio para el uso del banco de pruebas del pulsorreactor a diseñar.

MARCO TEORICO

Nuestro desarrollo de pulsorreactor consta de los siguientes componentes:

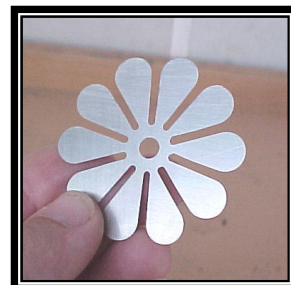
1. Difusor
2. Cabeza
3. Margarita
4. Asiento de la margarita
5. Tobera



Difusor: El difusor controla la cantidad que entra de combustible, y por lo tanto la mezcla aire/combustible. También actúa como un atomizador de esta mezcla dentro de la cabeza del pulso, Tiene doce agujeros por los que sale el combustible. Estos agujeros estarán alrededor del difusor en un lugar preciso y con un diámetro especial que hará que la mezcla atomizada sea la correcta.

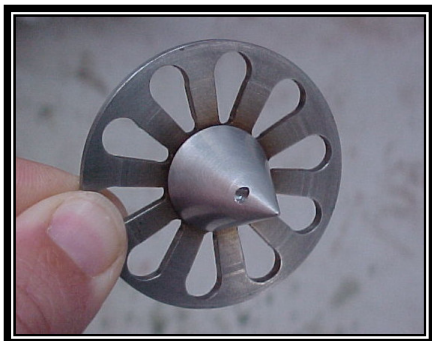
Ducto de Admisión: La cabeza es simplemente un tubo con forma interior de Venturi, que tiene una abertura frontal, y que se abre en 10 aberturas. Estas desembocan en la cámara de combustión y están cubiertas por la margarita.

Margarita: La margarita se suele hacer con chapa de un acero especial de 0,10/0,15 mm. Es la pieza más importante del conjunto del motor. Su espesor se haya probando diferentes espesores, aunque suelen funcionar los anteriormente citados. Si se compra un pulso comercial no debería haber problemas en conseguir margaritas nuevas, pero si el motor ya



es antiguo, o es de fabricación propia, habrá que construir las.

Asiento de la Margarita: Va colocado justo por detrás de la margarita. Tiene una forma semi-curva y su misión es la de limitar el desplazamiento de la margarita cuando esta se abre, evitando que esta se rompa. Tiene una gran importancia en la frecuencia de la margarita.



La tobera: Es un tubo ensanchado en uno de sus extremos para formar la cámara de combustión. La longitud de la tobera la hemos calculado por el método de prueba y error, para que sea resonante a la misma frecuencia de la margarita.

Enfoque Teórico

Para poner en funcionamiento el motor se utiliza un generador de chispas que alimentan la bujía, y aire comprimido. El combustible llega al difusor, succionado por el paso de aire comprimido. Este aire, al pasar por la cabeza, crea el llamado efecto venturi, que lo que hace es succionar el combustible.

La mezcla de aire combustible al ir a gran velocidad, abre los pétalos de la margarita y se introduce en la cámara de combustión. Las chispas de la bujía hacen que esta mezcla arda provocando una fuerte explosión. Esta explosión aumenta mucho la presión interna de la cámara de combustión, y provoca el cierre inmediato de los pétalos de la margarita.

Los gases se expanden y salen por el único sitio que pueden: por la tobera, al salir todos los gases por la tobera, se crea dentro de esta y de la cámara de combustión, un vacío que hace que los pétalos de la margarita se abran de nuevo, entrando una nueva mezcla de aire combustible, no necesita de la bujía para arder sino que arderá gracias a los restos de combustible y a las

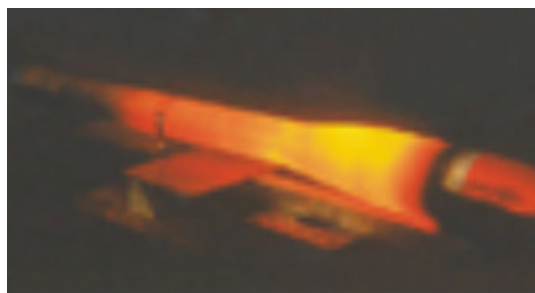
altas temperaturas en el interior de la cámara de combustión. Este proceso se repite con una frecuencia de unas 230 veces por segundo.

El ciclo de explosiones es lo que provoca el ruido característico de este tipo de motores. Cuando se produce el ciclo, puede estar abierto o cerrado el tubo, lo que hace que cambien sus propiedades acústicas; por eso es un ruido tan ensordecedor.

Una vez que el motor se encuentra en funcionamiento, se deja de suministrar aire comprimido, y se desconecta el generador de chispas, y el motor funcionará por sí mismo.

En los primeros segundos del funcionamiento, el motor alcanza temperaturas altísimas, por lo que si se van a hacer pruebas estáticas, su funcionamiento continuo no deberá superar los 10 segundos. Cuando está montado sobre un avión, el propio aire que circula alrededor del motor servirá para enfriarlo hasta un punto suficientemente bajo para no dañarlo.

Para conseguir que estos motores funcionen, la margarita y la tobera tienen que ser resonantes en la misma frecuencia. La tobera forma una simple cámara acústica resonante. La frecuencia estará basada en la velocidad local del sonido dependerá de la temperatura de la columna de gas. Como estos datos son muy difíciles de averiguar y son prácticamente desconocidos, será muy difícil averiguar la frecuencia resonante. Por lo tanto, la longitud total de la tobera no se calcula matemáticamente, son por el método de prueba/error.



Pulso reactor al rojo vivo

FORMULACION DE HIPOTESIS

Es posible desarrollar un sistema de propulsión de 5N de empuje, de bajo costo y con capacidad de propulsar un cohete sonda.

BIBLIOGRAFIA

1. **“Jet Propulsion”**, Nicholas Cumpsty Engine Technology Series, N° 2; 1998.
2. **“Inside the pulsejet engine”**, Fredrik Westberg. Report 1.0; 2000
3. **“Jet Propulsion”**, Daniel Guggenheim. Aeronautical Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, 1946.
4. **“The Propulsive Duct of Pulsejet Engines”**; C.E. Tharratt F.S.E.; 1965.
5. **“Teoría de Motores a Reacción”**; Mataix Plana, Claudio. Editorial Dossat: Madrid 1964.
6. **“Mecánica de Fluidos”**; Frank White. Mc.Graw Hill 1979
7. **“Fundamentos de Mecanica de Fluidos”**; Gerhat, Philip M. Washinting, Iberoamericana, 1995.