espol Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Miguel Muñoz Amaya
corres@espol.edu.ec

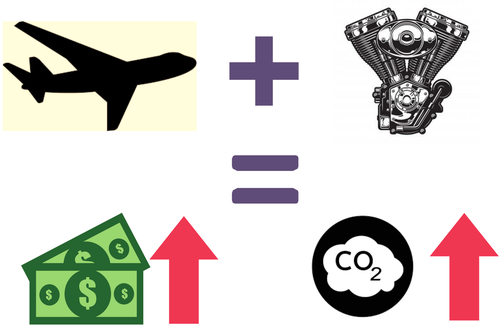
Jonathan Cepeda Caizaguano
jmcepeda@espol.edu.ec

DISEÑO DE UN MOTOR ELÉCTRICO PARA UN SISTEMA DE PROPULSIÓN HÍBRIDO ELÉCTRICO EN AERONAVES

PROBLEMA

Los motores convencionale utilizados en la aviación generan altas emisiones de CO2 representando el 4% del total global. De igual manera , los altos costos operativos por el consumo de combustibles fósiles han motivado a la búsqueda de motores alternativos que representen un menor costo y riesgo para el medio ambiente.

Aeronaves con motores convencionales



Mayor Costo

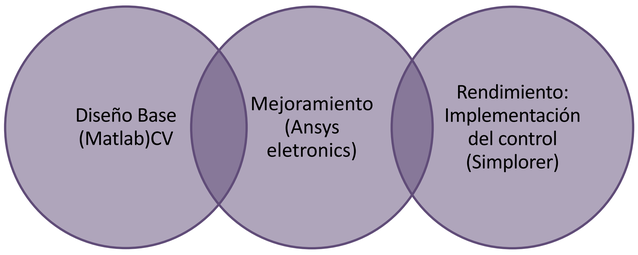
Mayor Emisión

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un motor eléctrico para un sistema de propulsión híbrido eléctrico en alta eficiencia y que ocupe el menor espacio posible para su potencial aplicación dentro de aeronaves

PROPUESTA

Fig 1 . Etapas de Diseño del motor



Dimensionamiento del Estrator

Asumiendo: Diámetro interno y longitud axial

Eq 6. Diámetro externo del estrator

$$D_{out} = D_{is} + 2 * (h_s + h_{cs})$$

Eq 7. Altura de la ranura

$$h_s = \frac{6 * w * I_n}{\frac{B_g}{B_{ts}} * J_{con} * K_{fill}} * \frac{1}{\pi * D_{is}} = \frac{A}{\frac{B_g}{B_{ts}} * J_{con} * K_{fill}}$$

Dimensionamiento del Rotor

Eq 1. Espacio del entrehierro

$$\delta = \tau * \frac{1}{4} * \frac{q}{KM * B_{y,r}}$$

Eq 2. Altura del imán

$$H_{bp} = \frac{q * \tau}{700 * \sqrt{0.3 + 0.1 * v}}$$

Eq 3. Diámetro interno del rotor

$$D_{intRotor} = D - \delta - H_{bp} - H_{y,r}$$

Eq 4. Diámetro externo del rotor

$$D_{extRotor} = D_{intRotor} + H_{y,r}$$

Eq 5. Altura del yugo del rotor

$$H_{y,r} = \frac{\emptyset agap}{2 * B_{y,r} * L}$$

RESULTADOS

Primer Prototipo

- Potencia requerida en la aeronave
- Mínimas pérdidas dentro del funcionamiento del motor
- Densidad de potencia alta y que compite en el mercado de motores eléctricos para aeronaves

→

- ✓ Potencia: 65kW
- ✓ Eficiencia: 92%
- ✓ Peso: 22 kg

Funcionamiento del motor:

- ✓ Sistema híbrido
- ✓ Energía proviene de: banco de baterías de iones de litio de alta eficiencia y de los MCI convencionales
- ✓ Sistema de electrónica de potencia de alta eficiencia
- ✓ Motor síncrono de imanes permanentes

CONCLUSIONES

Mediante parámetros básicos, los cuales se implementaron en el software Ansys Electronics, se logró obtener una potencia de 65kW, con un peso de 10 kg, y una densidad de potencia de 6.5kW/kg, que comparándolo con motores eléctricos ya establecidos en el mercado como el Emrax de 8kW/kg, logra cumplir márgenes de eficiencia energética por el peso

Se pudo implementar el control del sistema de tracción de la aeronave, por medio de Simplorer en Ansys Electronics, el cual recolectó valores de corriente en los ejes de la máquina. Para este caso se implementó un control de corriente, con señales de voltaje, donde las constantes del sistema kp y ki son 0.003160, 0.23278 respectivamente, estas constantes son iguales para ambos ejes d y q, pues magnéticamente el entrehierro de la máquina es constante a pesar del imán sobrepuesto en el rotor

A partir de varios análisis se pudo lograr el diseño geométrico de la aeronave, por medio de algoritmos basados en los requerimientos de la máquina, así como también el peso en kilogramos, donde el peso se trató de llevarlo a valores cercanos a los estándares del mercado