



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MONOGRAFÍA, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA

Análisis de eficiencia térmica del motor a nitro Supertigre 8.3cc y del motor a gasolina Stinger 15 cc re de los aeromodelos de ala fija perteneciente al laboratorio de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

AUTORA: BEDÓN MONTESDEOCA, ESTEFANY VICTORIA

DIRECTOR: ING. INCA YAJAMÍN, GABRIEL SEBASTIAN

LATACUNGA

2024



Objetivos

Características de los motores

Gráficas Ciclo Otto Termodinámica

Diagrama de Instalación de la Aeronave

Combustibles con sus costos

Zonas de Aplicación de la cámara

Temperatura de Cada Zona

**Cálculo de eficiencia y COP
(Diagramas de Temperatura)**

**Prueba de Gases en Altas
Revoluciones**

Conclusiones y recomendaciones



Objetivos

Objetivo General

Analizar la eficiencia térmica del motor a nitro SUPERTIGRE 8.3 cc y del motor a gasolina STINGER 15 cc RE de los aeromodelos de ala fija perteneciente al laboratorio de mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Objetivos específicos

Buscar información técnica del aeromodelo del taller de aerodelismo y realizar el análisis de comparación de eficiencia térmica del motor a nitro SUPERTIGRE 8.3 cc y del motor a gasolina STINGER 15 cc RE y brindar datos detallados sobre estos.

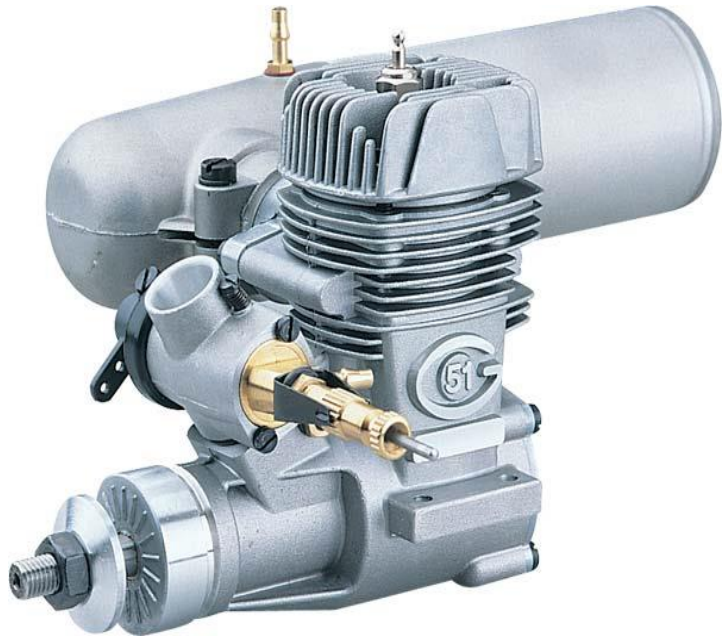
Ensamblar los sistemas de propulsión del nuevo motor STINGER 15 cc RE para su correcto funcionamiento e interacción con el mismo.

Realizar el análisis de comparación de eficiencia térmica del motor a nitro SUPERTIGRE 8.3 cc y del motor a gasolina STINGER 15 cc RE y brindar datos detallados sobre estos.



Características de los motores

MOTOR SUPER TIGRE 8.3 cc



Especificaciones:

- Número de parte: SUPG0154
- Desplazamiento: 0.51 cu in (8.3 cc)
- Rango de revoluciones por minuto: 2500 RPM – 15500 RPM
- Potencia del motor: 1.5 hp / 1118W @ 15500 RPM
- Peso sin Muffler: 363 gr
- Peso con Muffler: 522 gr
- Hélice Recomendada: 9.5 x 6 10x6



Características de los motores

MOTOR STINGER 15 cc RE

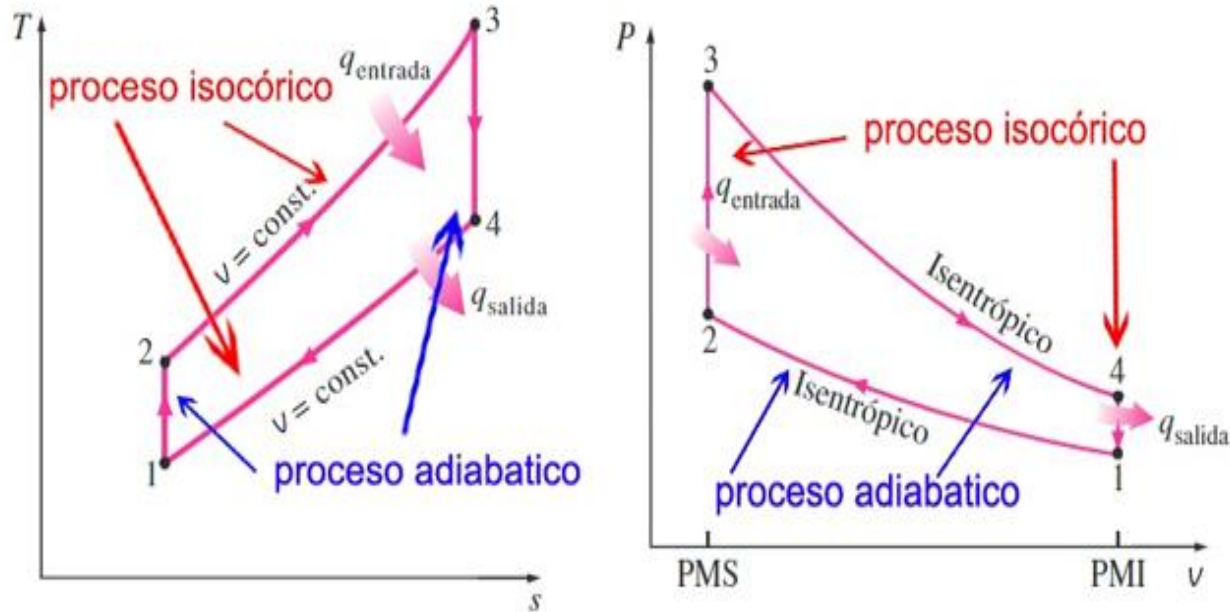


- Tipo: Pistón de dos ciclos tipo motor de gasolina
- Desplazamiento: 15 CC
- Diámetro: 1.3 pulgadas (32mm) x 0.8 pulgadas (19.6mm)
- Hélice Recomendada: 13x6, 14x6, 13x8, 15x8, 15x6
- Potencia de Salida: 2,4 HP / 1760 W
- Fuente de alimentación para el CDI: 7,4 – 14V
- Revoluciones por minuto: 1500 RPM – 15000 RPM
- Avión Recomendado: para motores .50, .60, .40
- Peso motor: 594 g
- Peso Silenciador: 51 g
- Modulo CDI: 125 g
- Peso Total: 770g



Gráficas Ciclo Otto Termodinámica

TERMODINÁMICA



- 1-2 Compresión isentrópica
- 2-3 Adición de calor a volumen constante
- 3-4 Expansión isentrópica
- 4-1 Rechazo de calor a volumen constante

PROCESO ISOCÓRICO

- Volumen Permanece Constante

PROCESO ADIABÁTICO

- Transferencia de calor al Entorno Nulo



PRINCIPIOS DE LA TERMOGRAFÍA

La termografía infrarroja se ha vuelto cada vez más popular en el mantenimiento de sistemas mecánicos y eléctricos en la industria. Esta herramienta utiliza la radiación infrarroja para analizar el estado de los equipos bajo prueba y sacar conclusiones útiles. Al utilizar cámaras termográficas para monitorear el rendimiento de los equipos

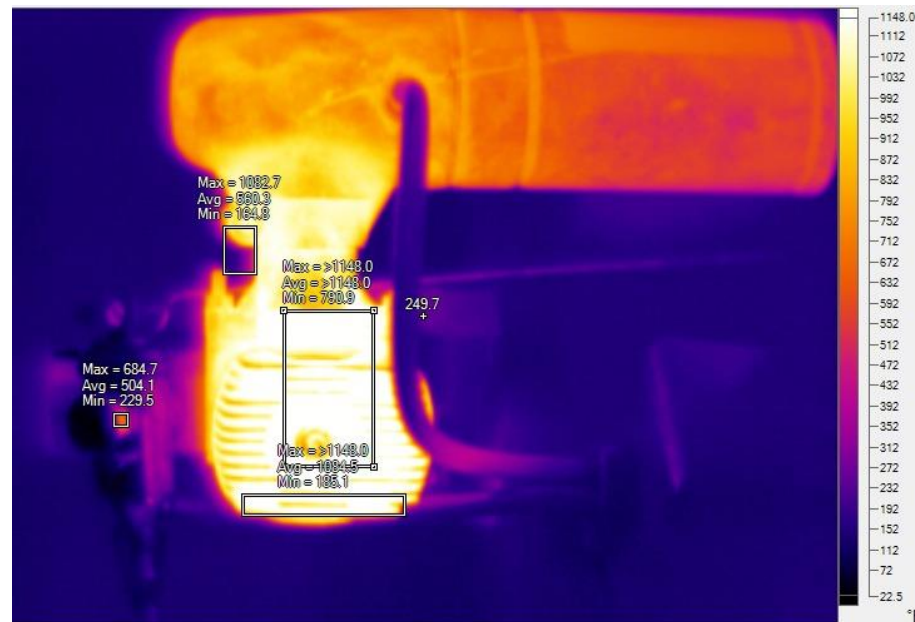
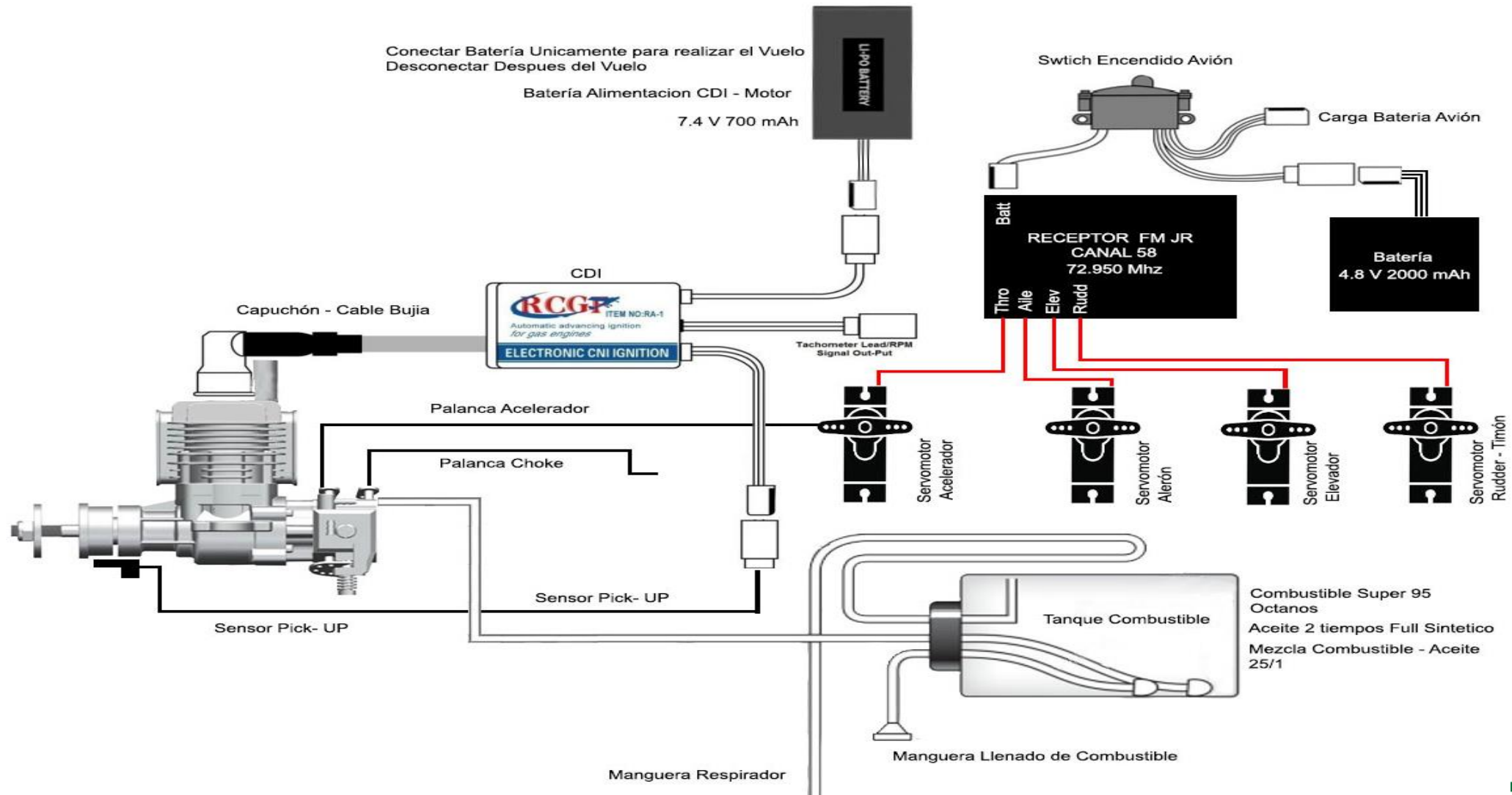


Diagrama de Instalación de la Aeronave



Combustibles y sus costos

Stinger 15 CC RE

Combustibles Aplicables:

- Extra 87 Octanos
- Super 92 Octanos (Recomendado)
- Aceite Full Sintético 2 tiempos
- Mezcla 25/1 (25 Parte de Gasolina 1 Parte de Aceite)

Super Tigre 51

Combustibles Aplicables:

- Metanol
- Nitrometanol
- Aceite de Castor / Aceite de Ricino
- Mezcla 4 / 1

COSTO

EXTRA: 2,40 \$ por Galón

SUPER: 3,61 \$ por Galón

Aceite Full Sintético 2 Tiempos Marca Truper:
5.53 \$ (400 ml)

COSTO

Metanol: (No disponible en el mercado nacional)

Nitrometanol al 15 %: 52 \$ Aprox de acuerdo al importador



Propiedades del Combustible

Propiedades del Metanol		
Formula Química		CH ₃ OH
Composición	Carbono	37.5%
	Hidrogeno	12.6%
	Oxigeno	49.9%
Apariencia		Incoloro
Densidad		0.7918 g/cm ³
Peso Molecular		32.04 g/mol
Punto de Fusión		-97.6 °C
Punto de Ebullición		64.6 °C
Punto de inflamación		12 °C
T. de autoignición		470 °C
Solubilidad en agua		Soluble en agua. Acetona, Etanol, Benceno, Cloroformo y Éter
(RON) Research Octane Number		107
Poder Calorífico	Superior	22738.51 KJ/Kg
	Inferior	19983.6 KJ/Kg

Combustible	Poder cal., MJ/kg	Densidad, kg/dm ³
Gasolina super	43,0	0,77
Metanol	19,7	0,79



Propiedades del Combustible

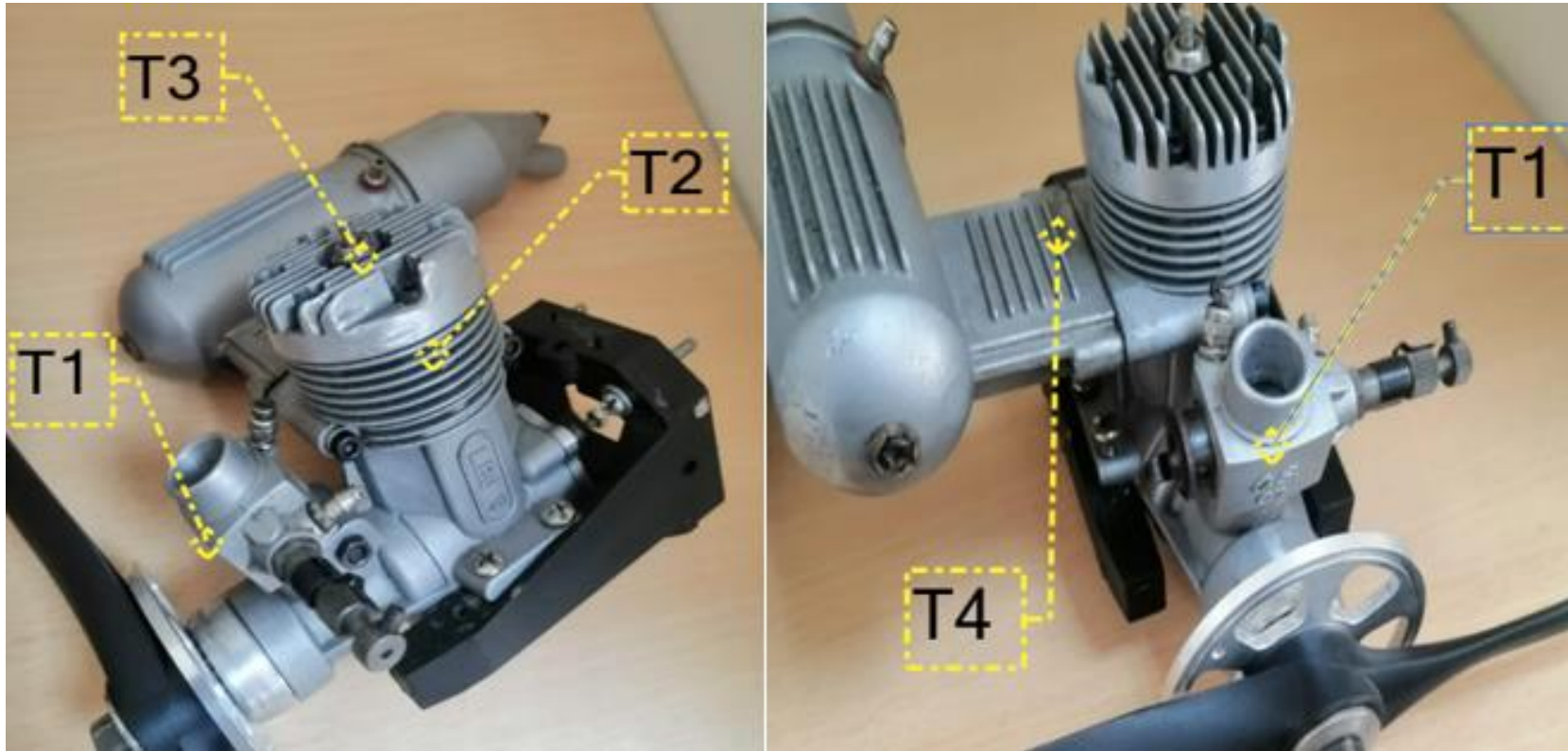
Propiedades del Combustible Super		
Formula Química		C_5H_{12} a $C_{10}H_{22}$
Estado Físico		Líquido a temperatura ambiente
Color y apariencia		Amarillo Brillante
Olor		Característico
Punto de Ebullición	Inicial	35 °C
	Final	210 °C
Punto de inflamación		-42 °C
Presión de vapor		6 a 10 kPa a 20 °C
Densidad de Vapor		3-4 (aire = 1)
Densidad Relativa a 15 °C		0.7174
Temperatura de Autoignición		280 °C
Temperatura de autoinflamación		200 °C
Solubilidad		Solubilidad en agua 0-003 – 0.010 kg/m ³
Límite de inflamabilidad	Superior	7.4 %
	Inferior	1.4%

Propiedades del Combustible Extra		
Formula Química		C_5H_{10} a C_9H_{18}
Estado Físico		Líquido a temperatura ambiente
Color y apariencia		Verde Brillante
Olor		Característico
Punto de Ebullición	Inicial	35 °C
	Final	210 °C
Punto de inflamación		-42 °C
Presión de vapor		6 a 10 kPa a 20 °C
Densidad de vapor		3-4 (aire = 1)
Densidad Relativa a 15 °C		0.7643
Temperatura de Autoignición		250 °C
Temperatura de autoinflamación		200 °C
Solubilidad		Insoluble en el agua, soluble en éter, cloroformo y otros solventes del petróleo.
Límite de inflamabilidad	Superior	6-8 %
	Inferior	1%



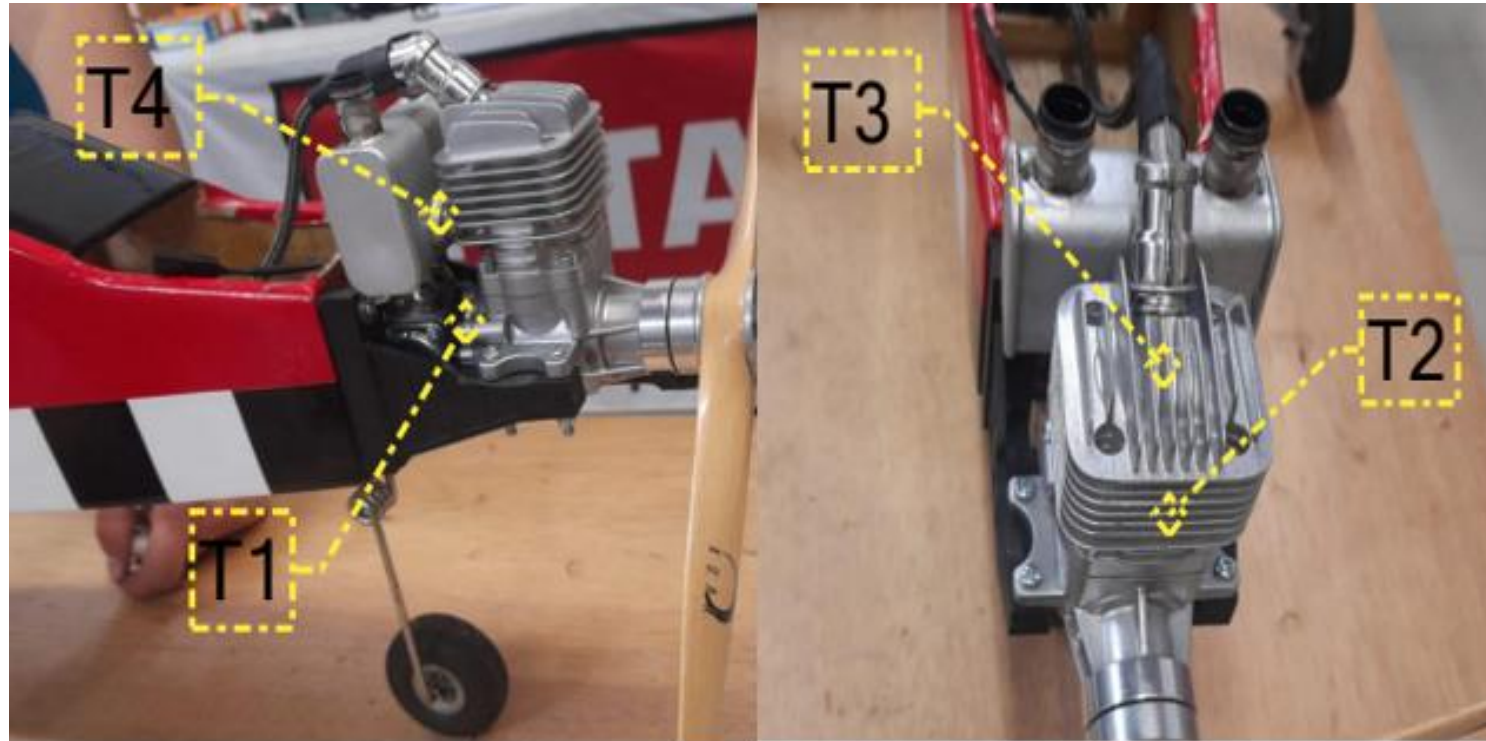
Zonas de Aplicación de la Cámara

Zonas de Temperatura del motor Super Tigre 51



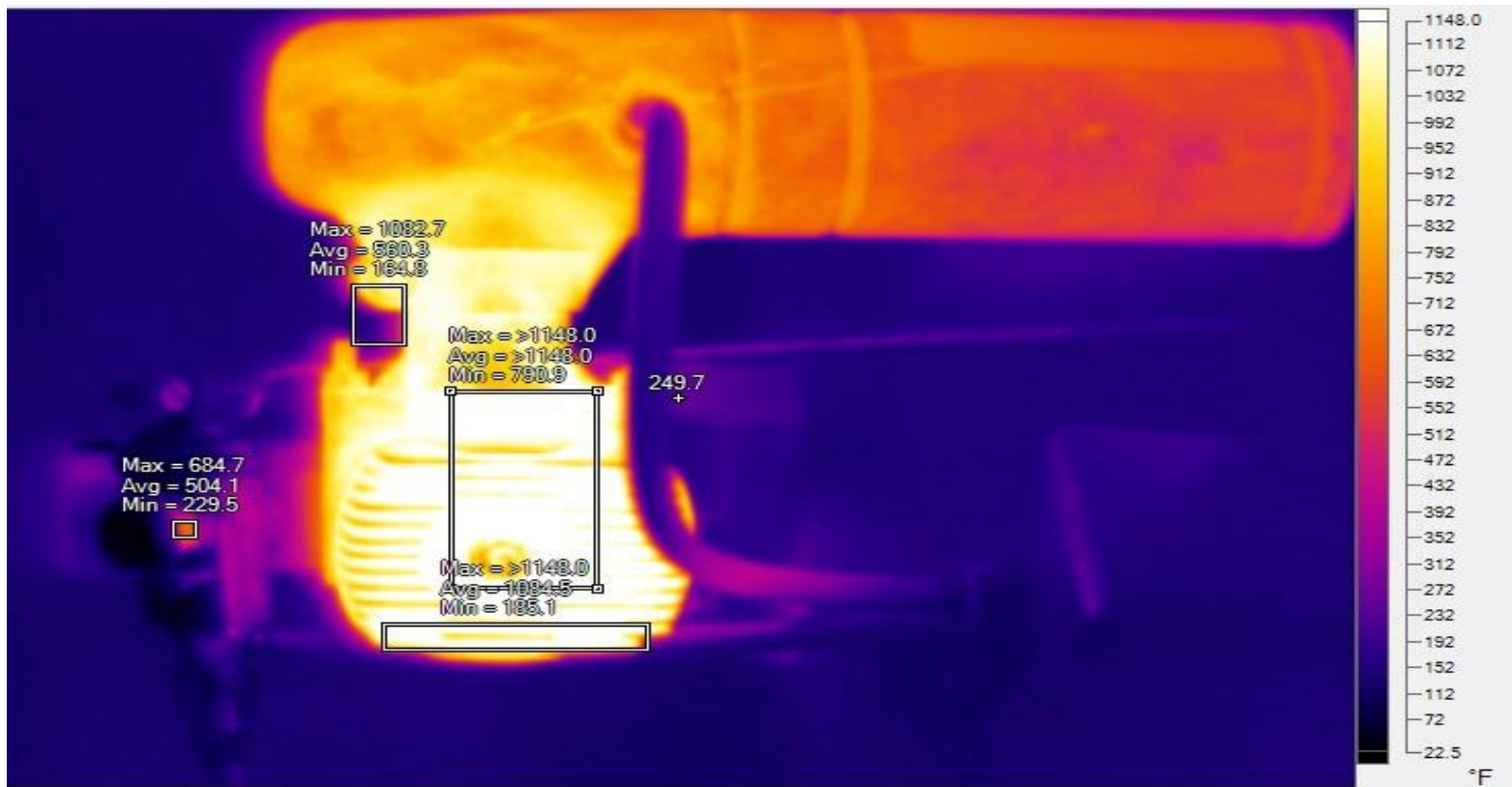
Zonas de Aplicación de la Cámara

Zonas de Temperatura del motor Stinger



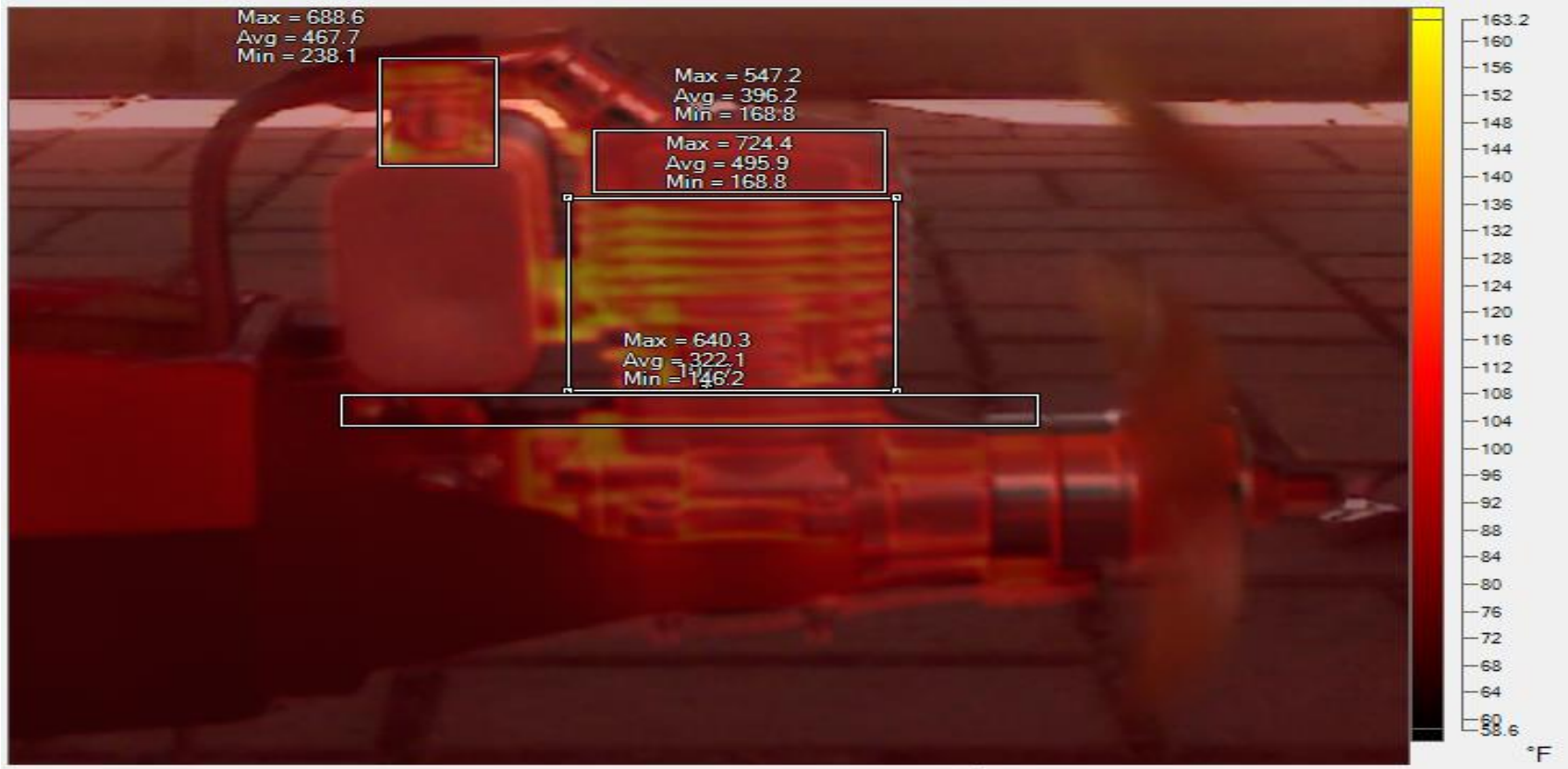
Temperatura de Cada Zona

Temperaturas por Zona Super Tigre 51



Temperatura de Cada Zona

Temperaturas por Zona motor Stinger 15 cc RE



Temperaturas obtenidas en el Análisis Térmico

MOTOR STINGER 15 cc			MOTOR GLOW Super Tigre 8.33 cc		
Tipo de combustible: Super 92 Octanos			Tipo de combustible: Nitrometano		
Temperatura	°F	°C	Temperatura	°F	°C
T1	146.2	63.44	T1	229	109.72
T2	391.65	199.8	T2	364.58	185.09
T3	516.87	269.3	T3	790.9	421.61
T4	238.1	114.5	T4	596.13	313.52



Cálculo de eficiencia y COP

MOTOR STINGER 15 cc

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{q_{salida}}{q_{entrada}} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{(238.1 - 146.2)}{(516.87 - 391.65)}$$

$$n_{term,OTTO} = 28.61 \%$$

$$COP = \frac{1}{n_{term,OTTO}}$$

$$COP = \frac{1}{0.2661}$$

$$COP = 3.46$$

MOTOR GLOW Super Tigre 8.33 cc

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{q_{salida}}{q_{entrada}} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

$$n_{term,OTTO} = 1 - \frac{(596.13 - 229)}{(790.9 - 365.17)}$$

$$n_{term,OTTO} = 16.03\%$$

$$COP = \frac{1}{n_{term,OTTO}}$$

$$COP = \frac{1}{0.1603}$$

$$COP = 6.24$$



Diagramas de temperatura

DIAGRAMA T-s motor Stinger 15 cc RE

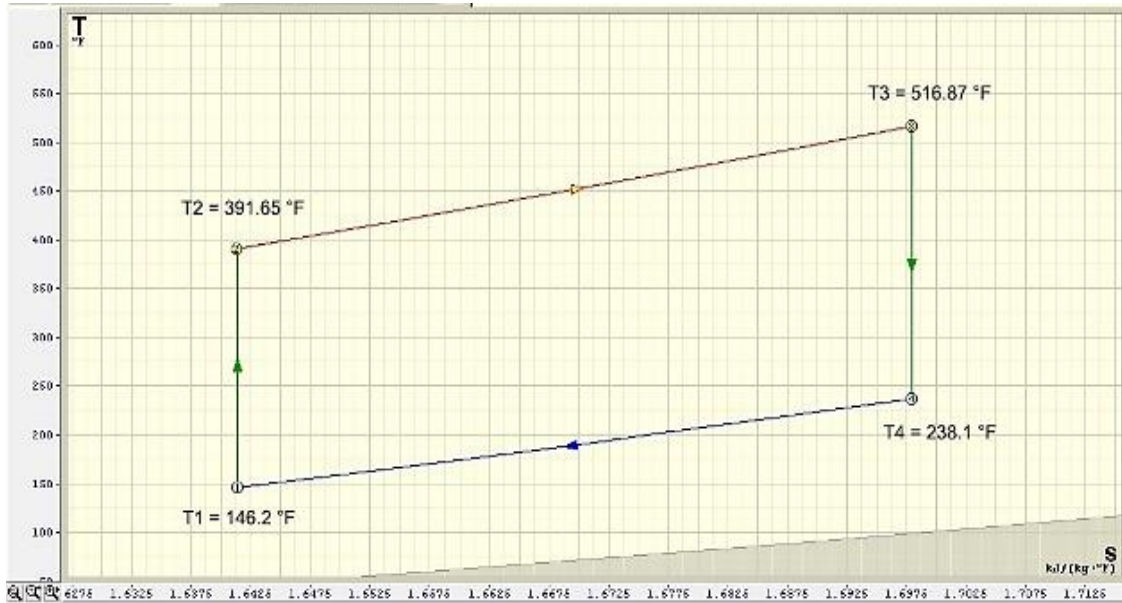
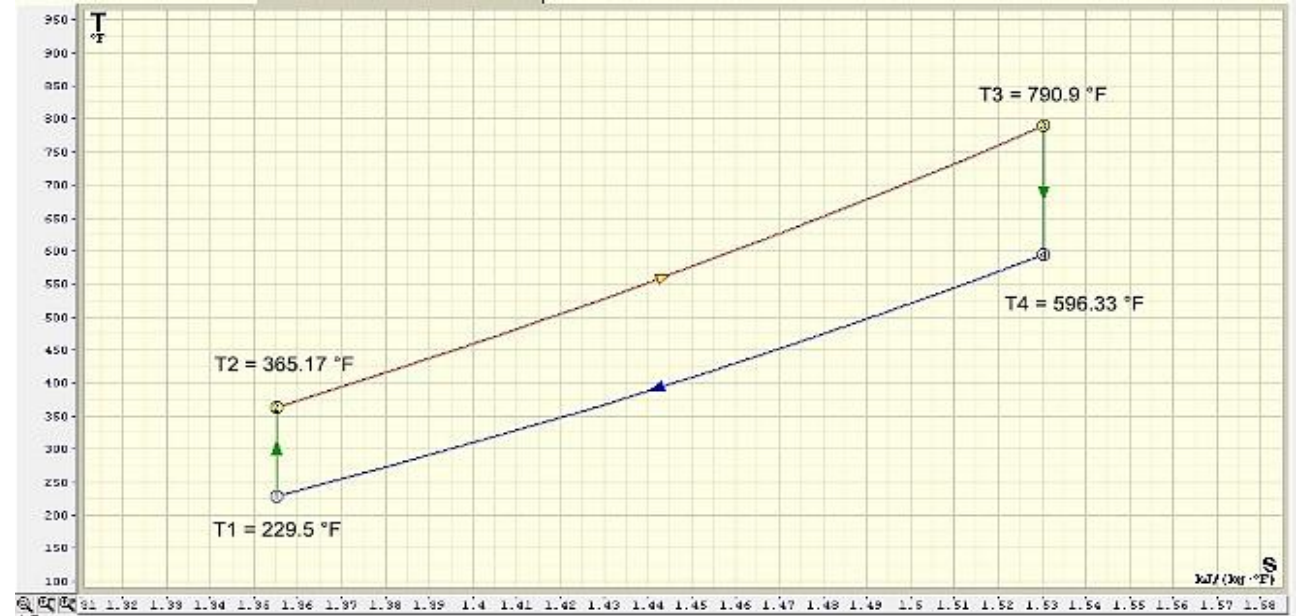


DIAGRAMA T-s motor Super Tigre 51



Prueba de Gases de Escape

ANÁLISIS DE LOS GASES DE ESCAPE



Resultados obtenidos en la prueba de gases

Resultados del motor Stinger 15 cc					Resultados del motor Super Tigre51				
CO2	CO	O2	Hc	λ	CO2	CO	O2	Hc	λ
1.0%	1.33%	13.25%	2812ppm	-----	2.7%	3.38%	3.61%	1036ppm	----
1.6%	2.26%	13.16%	4242ppm	-----	3.2%	7.14%	8.87%	4985ppm	0.963
1.8%	3.42%	13.00%	6078ppm	-----	3.0%	8.27%	8.93%	9593ppm	0.773
4.0%	5.01%	10.07%	6540ppm	1.052	3.0%	8.30%	8.82%	9789ppm	0.761
1.9%	3.86%	12.48%	6641ppm	1.322	0.1%	0.12%	11.92%	-0	-----
2.0%	4.00%	13.05%	6847ppm	1.297					
2.7%	4.33%	11.29%	7024ppm	1.136					
2.1%	4.17%	13.05%	7150ppm	1.259					
2.1%	4.26%	13.00%	7357ppm	1.233					



CONCLUSIONES

- Se reemplazó el motor SuperTigre 51 por el motor Stinger 15 cc debido al ofrecimiento de mejores características como una fuente de alimentación CDI 7,4-14V, de 1500- 15000 RPM.
- Se realizó los análisis de gases donde se determinó que el motor SuperTigre51 es un combustible altamente contaminante por su combustión incompleta, teniendo un porcentaje de 9789ppm. Asimismo, se realizaron los análisis de gases para el motor Stinger donde se determinó que este gracias a su mezcla de 25 / 1 de aceite Combustible es un menor contaminante, en el cual se determinó el porcentaje de 7357ppm



CONCLUSIONES

- Se realizó análisis termográficos en ambos motores y se determinó que el motor Super tigre arroja una cantidad de temperatura superior que el motor a gasolina. En términos de relación peso potencia el motor Super tigre es superior ya que posee un combustible con mayor poder calorífico. El motor Stinger posee más estabilidad debido a su control de ignición por medio que un CDI.
- Comparando las eficiencias térmicas del ciclo Otto, se observa que el motor Stinger 15 cc tiene una eficiencia más alta (26.61%) que el motor GLOW Super Tigre 8.33 cc (13.83%). Esto indica que el motor Stinger es más eficiente en la conversión de la energía química del combustible en trabajo útil en comparación con el motor GLOW Super Tigre.



CONCLUSIONES

- Al analizar los coeficientes de rendimiento (COP), se observa que el motor GLOW Super Tigre 8.33 cc tiene un COP más alto (7.22) en comparación con el COP del motor Stinger 15 cc (3.75). Esto indica que el motor GLOW Super Tigre es más eficiente en la transferencia de calor y puede generar una mayor cantidad de trabajo útil en relación con la energía absorbida.
- En general, ambos motores presentan características y rendimientos distintos. El motor Stinger 15 cc es más eficiente en la conversión de energía química en trabajo útil, mientras que el motor GLOW Super Tigre 8.33 cc es más eficiente en la transferencia de calor. La elección del motor más adecuado dependerá de los requisitos específicos de la aplicación y las prioridades del diseño.



CONCLUSIONES

- Es importante considerar otros factores además de la eficiencia y el COP al evaluar los motores, como el costo, la confiabilidad y las restricciones de espacio. Estos factores pueden influir en la elección del motor más adecuado para una aplicación particular.

RECOMENDACIONES

- Utilizar únicamente los aceites mencionados en el escrito para asegurar una larga vida útil de los motores, tanto glow como el de gasolina y no dañar sus sistemas.
- Analizar las instalaciones realizadas en el motor periódicamente, y dar mantenimientos regularmente como recomienda el fabricante, para preservar en óptimas condiciones el motor y con ello el aeromodelo.
- Realizar mayores pruebas de funcionamiento para un mejor entendimiento de sus características. Y los estudiantes puedan explorar nuevos campos de conocimientos por medio práctico.
- Analizar la posibilidad de implementar este tipo de motores en otros proyectos de aeromodelismo similares, para que se incremente el conocimiento en el tema y en ámbito aeronáutico.



***SE AGRADECE LA
ATENCIÓN PRESTADA***



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA