



GRUPO MOTOPROPULSOR



Objetivos

- ✓ Objetivo Principal: Capacitar al alumno para la operación correcta del grupo motopropulsor del avión.
- ✓ Objetivos Particulares: Introducir sobre los conceptos básicos de los motores turboreactores.
- ✓ Que el alumno comprenda e interprete las indicaciones de los Instrumentos asociados y las pueda relacionar con las condiciones de vuelo en las que se encuentra, especialmente en situaciones de fallas comunes.



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

Algo de Física

Relación entre fuerza - Movimiento



DINÁMICA

Principio de Inercia
(1ra Ley de Newton)

Principio de
proporcionalidad (2da
Ley de Newton)

Principio de Acción y
Reacción (3ra Ley de
Newton)

Principio de Inercia (1ra Ley de Newton)

Para modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, partícula o grupo de partículas es necesario aplicarle una fuerza.



Ley de la inercia
El balón cambiará su estado de movimiento o reposo solo cuando se aplique una fuerza externa.

$$\Sigma F = 0 \leftrightarrow dv/dt = 0$$

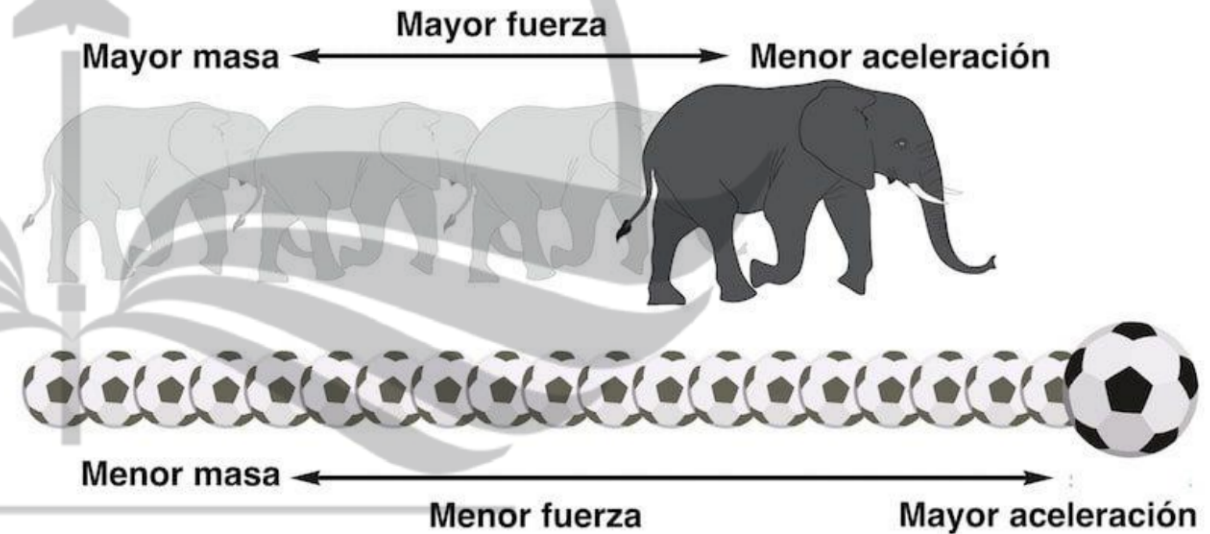


INERCIA



Principio de Proporcionalidad (2da Ley de Newton)

La fuerza que actúa sobre un cuerpo, partícula o grupo de partículas es igual a su masa multiplicada por su aceleración.



PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

Principio de Acción y reacción (3ra Ley de Newton)

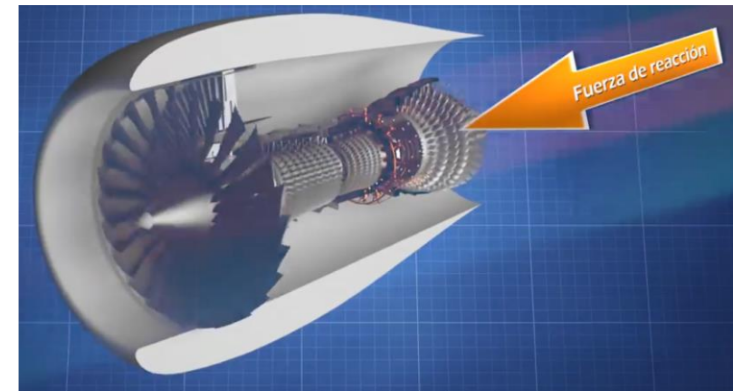
A toda fuerza se opone otra igual y de sentido contrario. Cuando un cuerpo interacciona con otro, la fuerza que ejerce el primero es igual y de sentido opuesto a la que se ejerce sobre el primero.



Para que un cuerpo se acelere



Una fuerza igual y contraria



PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

¿Qué es necesario para que esto ocurra?



Grupo Motopropulsor

Motor

Propulsor

Encargado de extraer la energía (química) contenida en la fuente (combustible) y transformarla en energía mecánica

Encargado de transformar la energía mecánica en energía cinética

¿Qué es necesario para que esto ocurra?

Motor

Grupo Motopropulsor

Propulsor

Encargado de extraer la energía (química) contenida en la fuente (combustible) y transformarla en energía mecánica

Encargado de transformar la energía mecánica en energía cinética

Combinación de un motor (generador de energía) y un propulsor (ejerce la fuerza de propulsión)



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

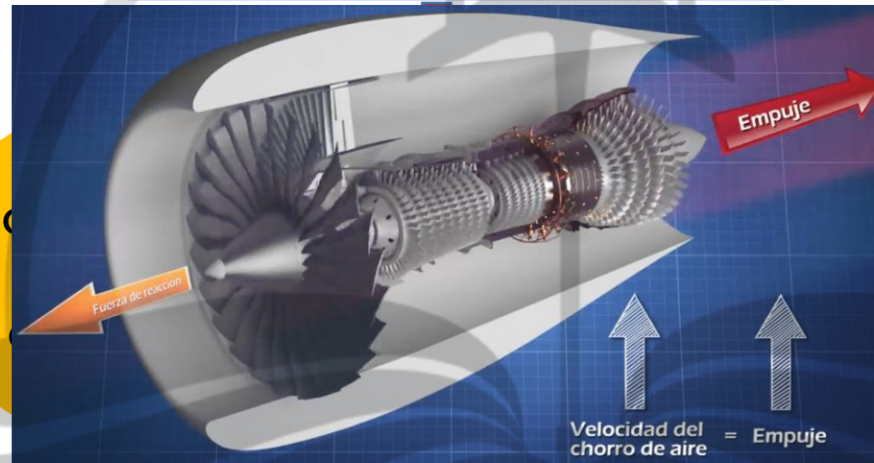
SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

¿Qué es un motor a reacción?



Para mover

Hélice – rotor de helicóptero – empuje de un avión



TIPOS DE MOTORES A REACCION

TIPOS

Autónomos

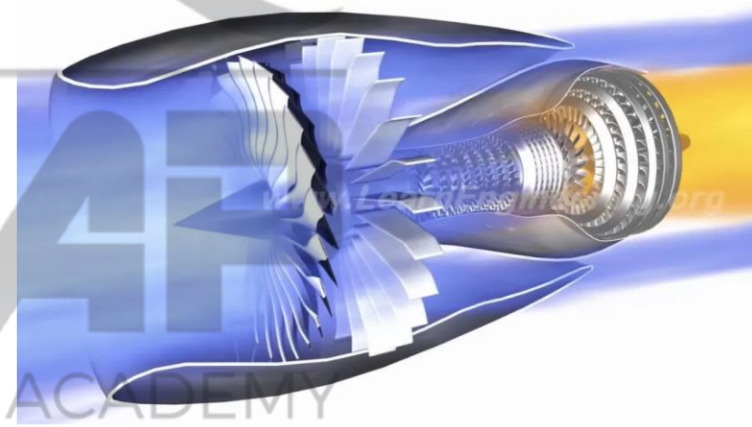
No necesitan tomar ningún elemento del ambiente en que operan para realizar la reacción química que los

permite su funcionamiento independiente



No autónomos

Precisan del aire (oxidante o comburente) para reaccionar químicamente con el combustible (motores empleados en aviación)





Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

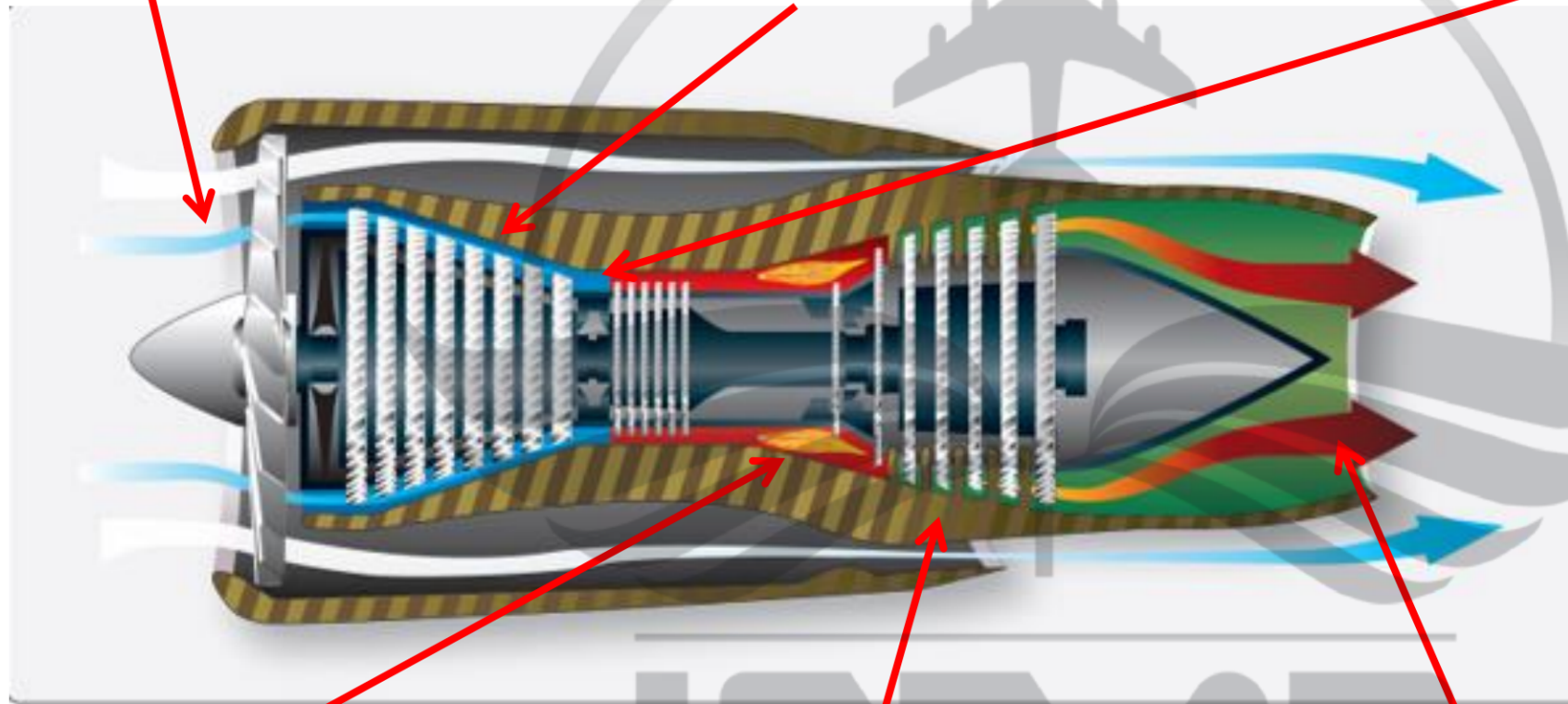
FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

Conducto de admisión

Sección de Compresión

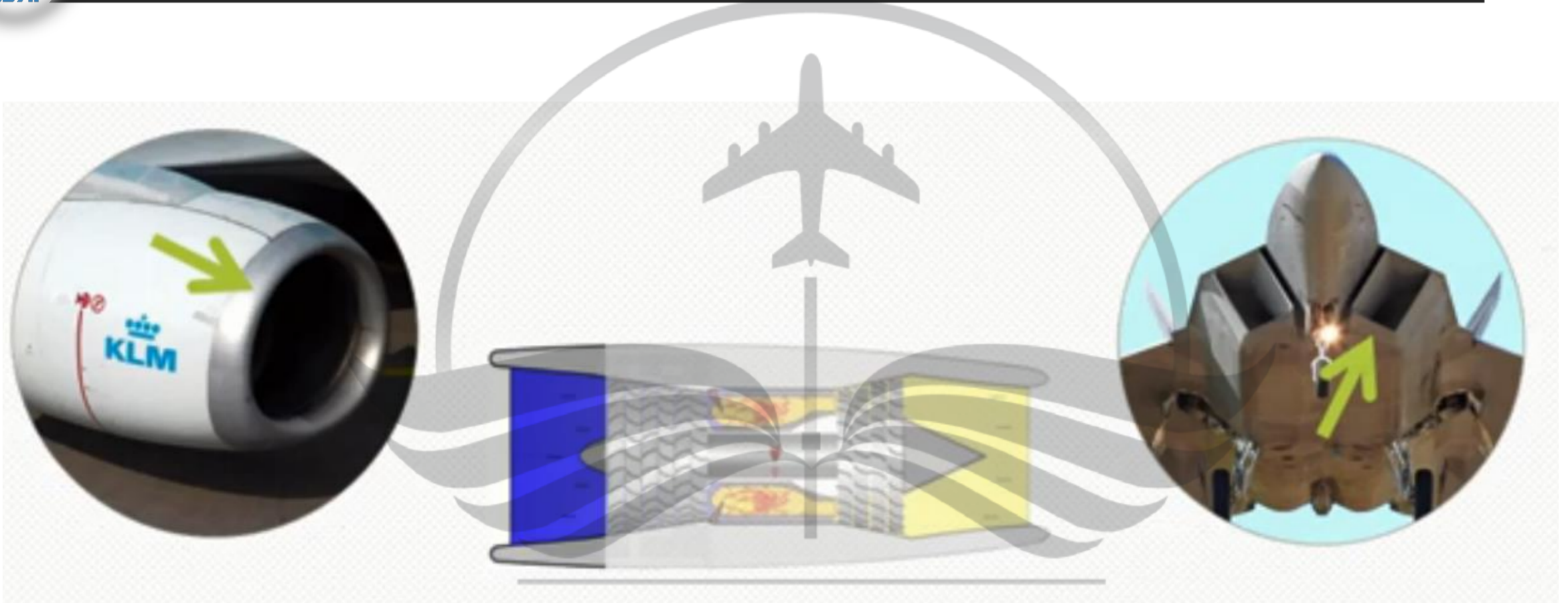
Difusor Pre-cámaras



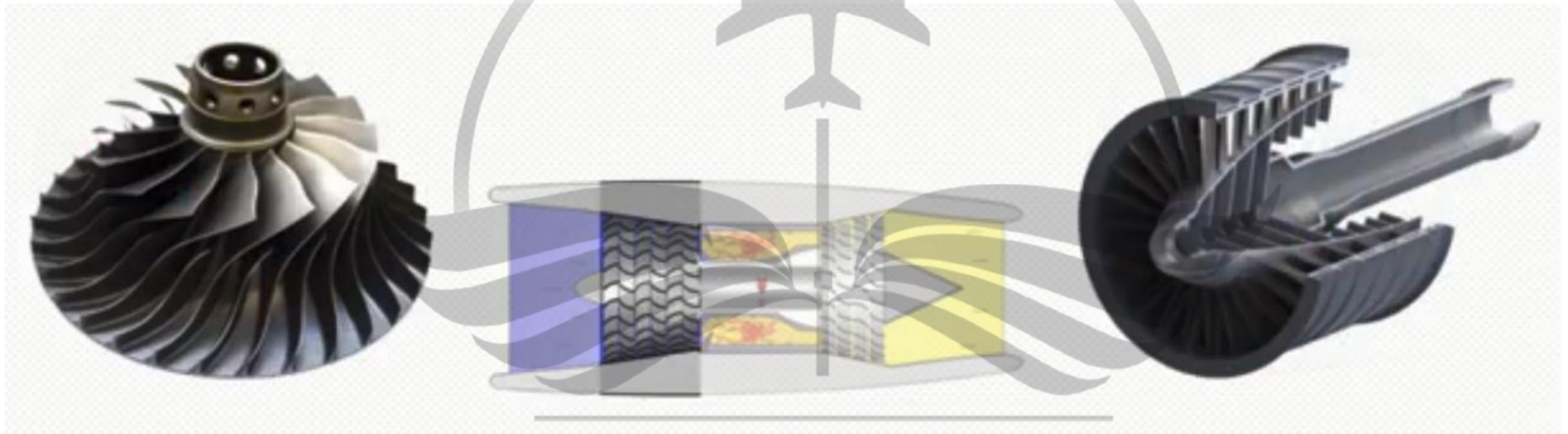
Cámara de combustión

Sección de turbina

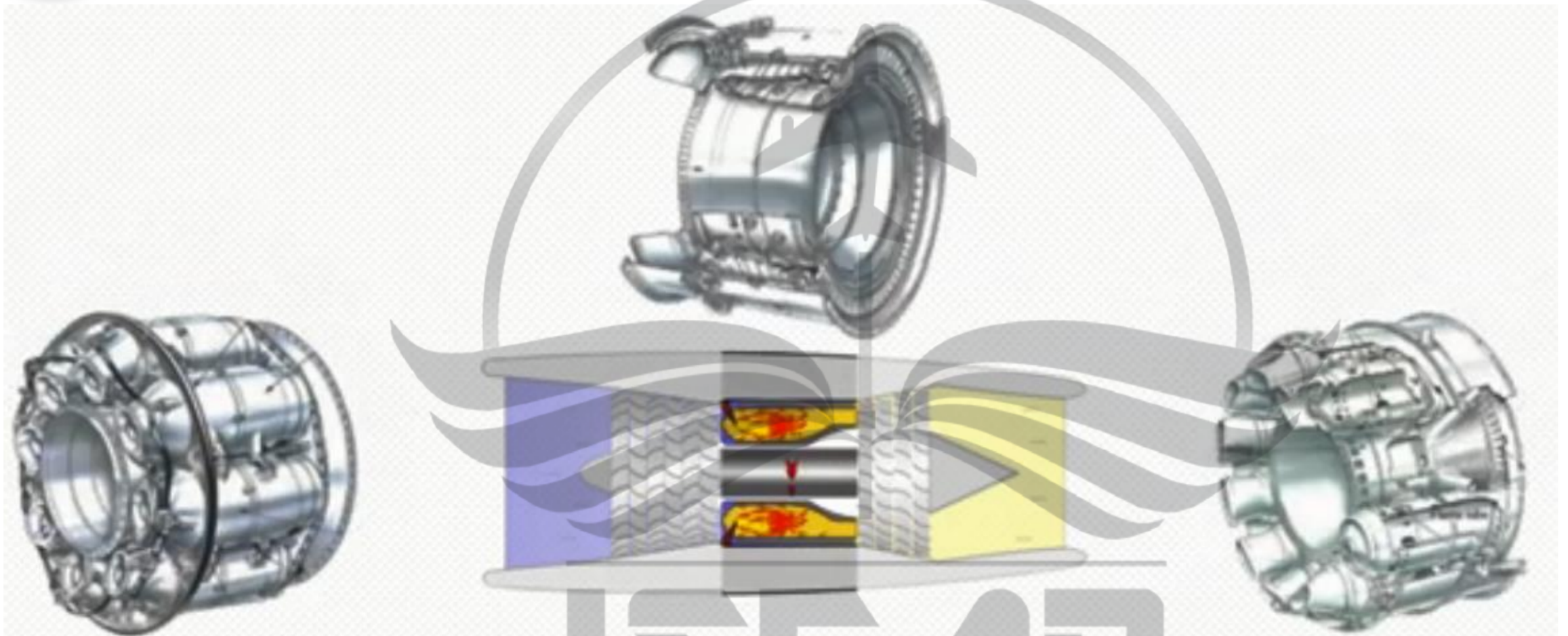
Tobera de escape



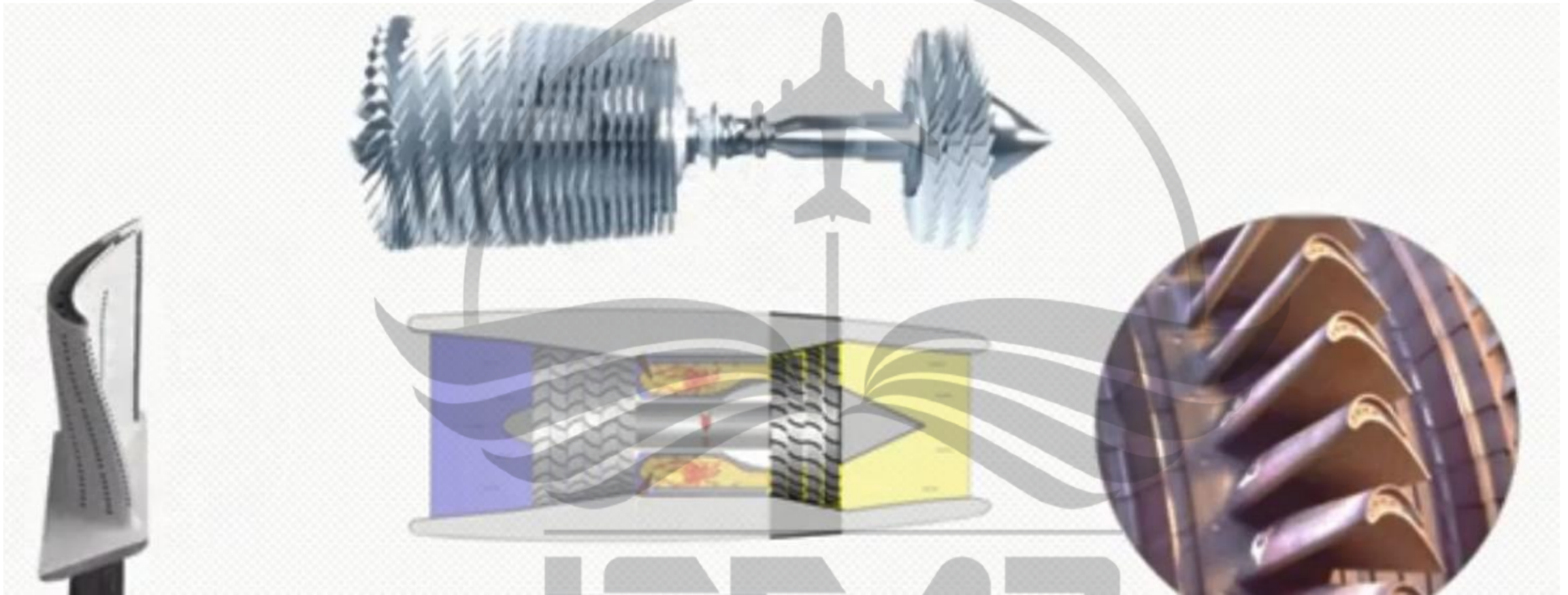
Difusor



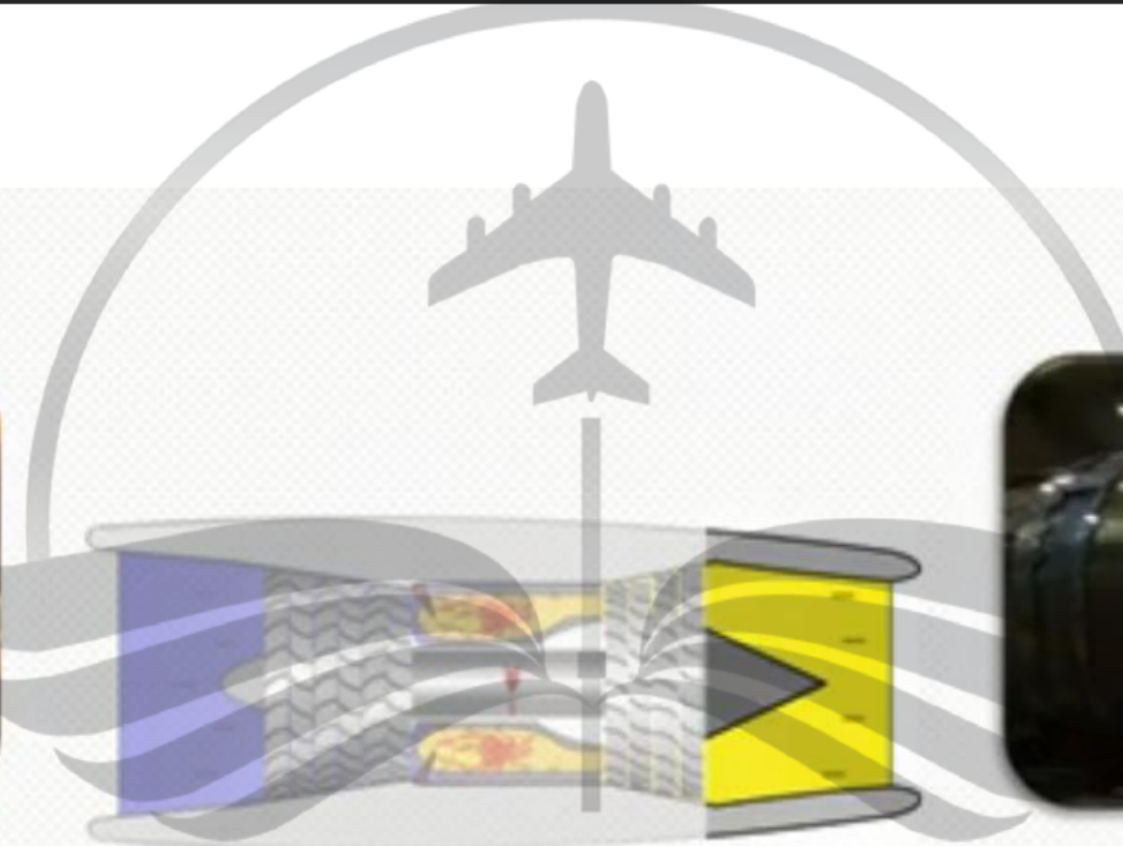
Compresor



Cámara de
combustión



Turbina



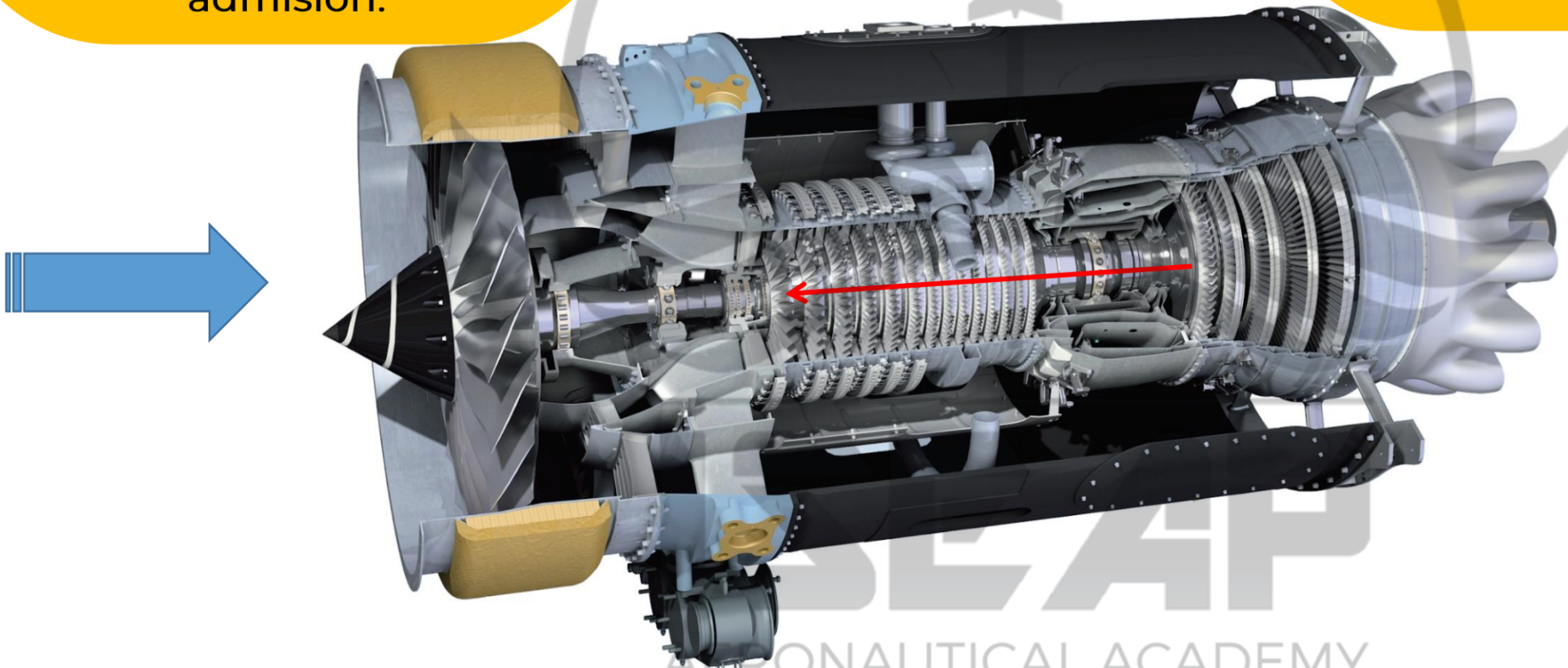
ISEAP

Tobera

AERONAUTICAL ACADEMY

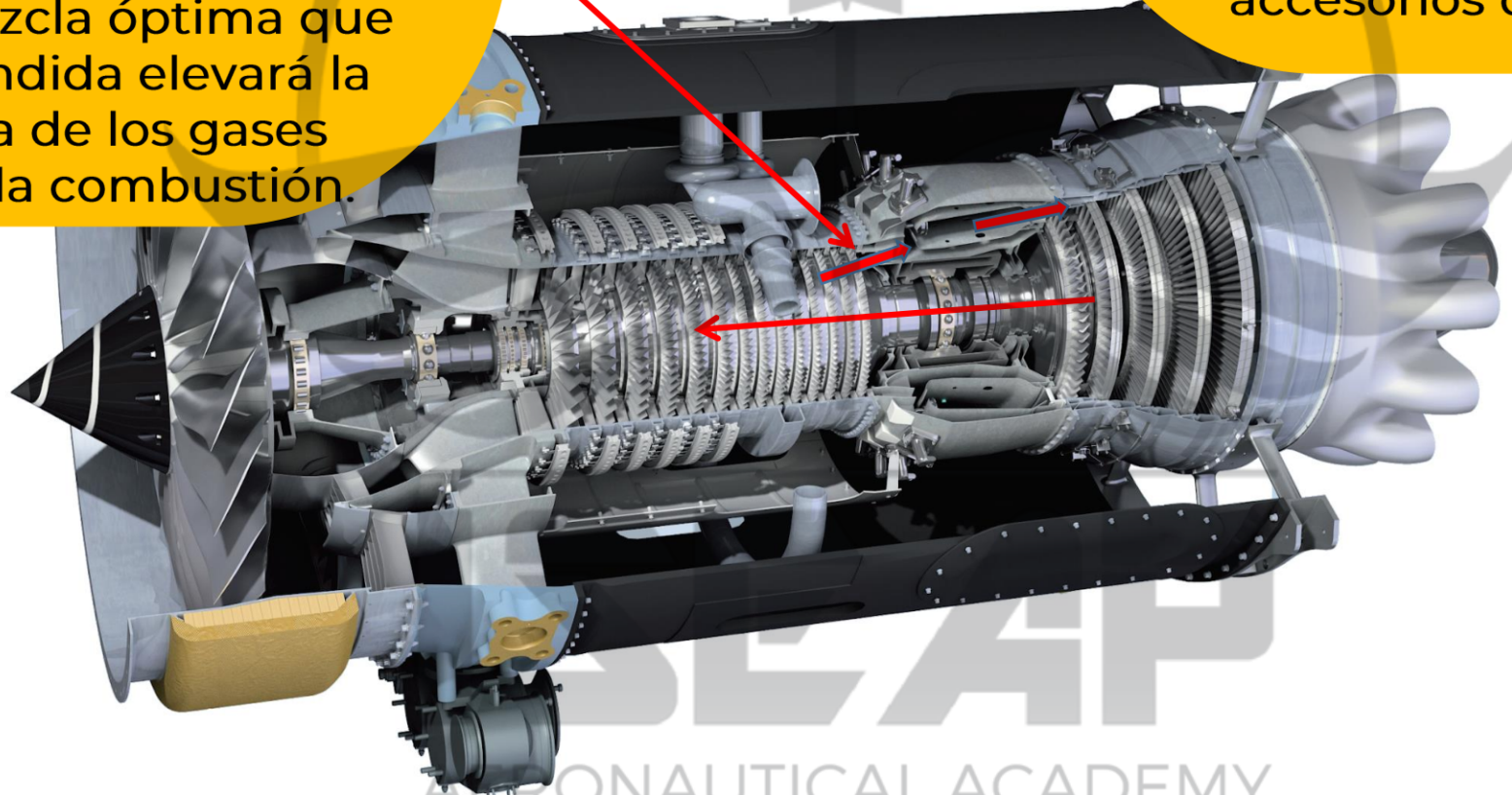
El aire en la entrada del motor se comprime debido a su velocidad y cambio de dirección al atravesar el conducto de admisión.

Los compresores movidos a través de ejes internos por las turbinas elevan la presión del aire aun mas



El aire comprimido se desacelera al ingresar por el difusor pre-cámaras de manera de que cuando ingrese a la cámara de combustión pueda mezclarse con el combustible y producir la mezcla óptima que una vez encendida elevará la temperatura de los gases producto de la combustión.

Los gases de combustión a una elevada P° y T° pasan por las turbinas en donde se expanden y parte de esos gases se extraen para mover los compresores, caja de accesorios del motor, etc.





Finalmente los gases de escape se terminan de expandir en la tobera de salida en donde se aceleran y al incrementar la cantidad de movimiento respecto al aire de entrada generan una fuerza de empuje que propulsará al avión.

Reseña:

✓ <https://www.youtube.com/watch?v=XDkqcTQTCr4&t=278s>



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

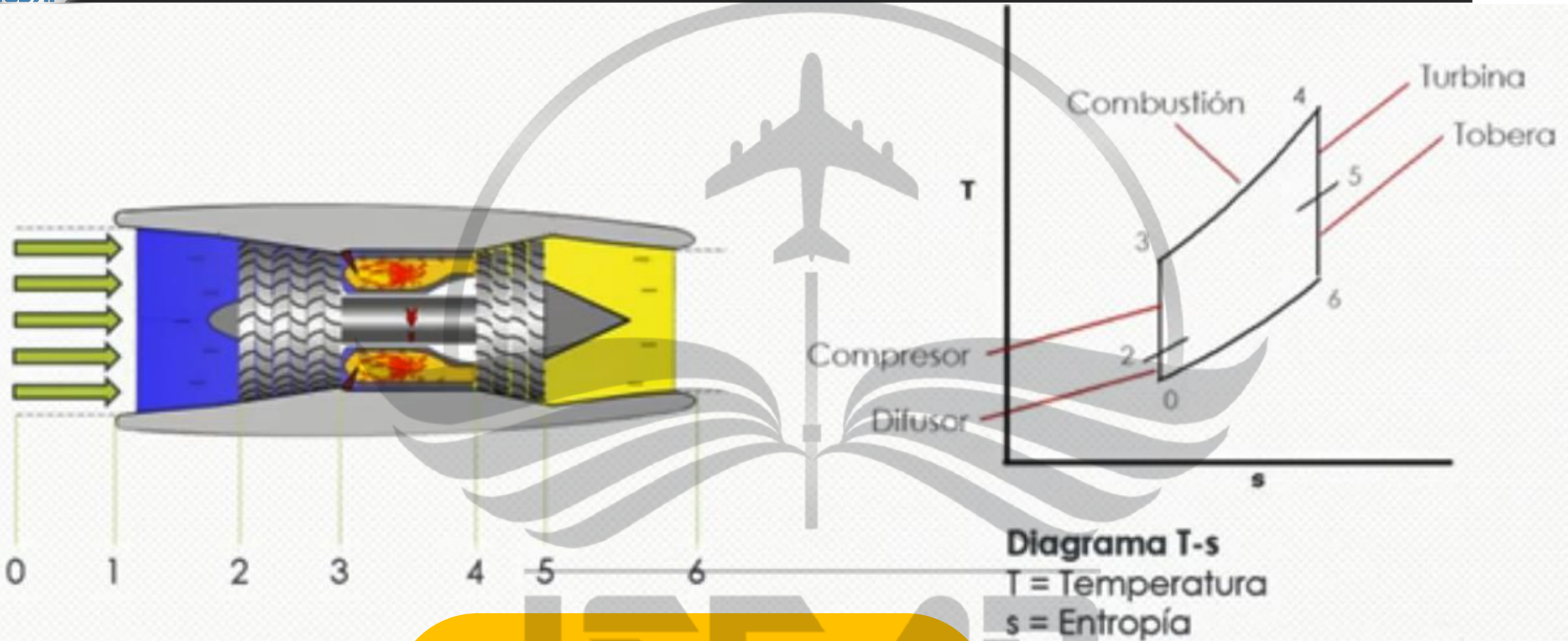
El proceso termodinámico mediante el cual el motor de reacción realiza el funcionamiento descrito se puede representar mediante el ciclo BRAYTON.



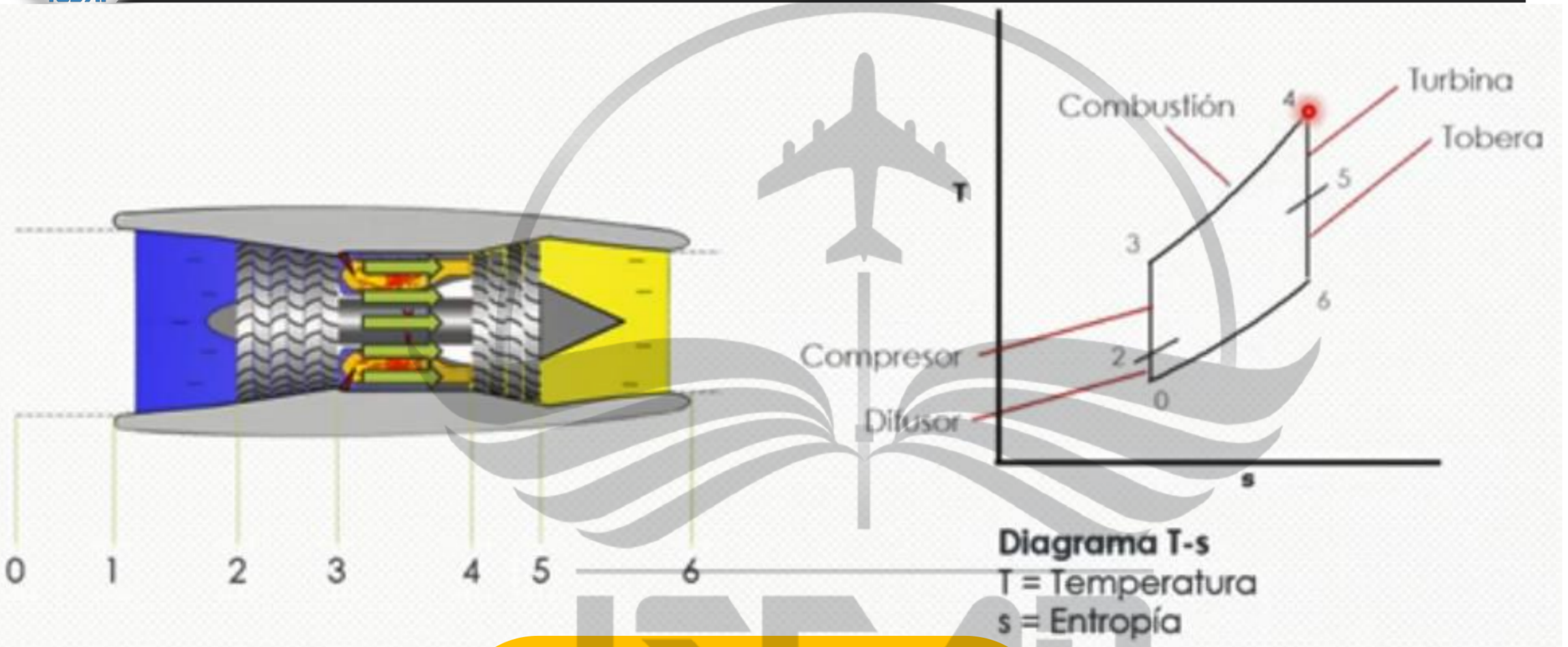
George Bryton

Patentó un motor de combustión interna de presión constante, inicialmente usando gas vaporizado pero luego usando combustibles líquidos como queroseno y aceite

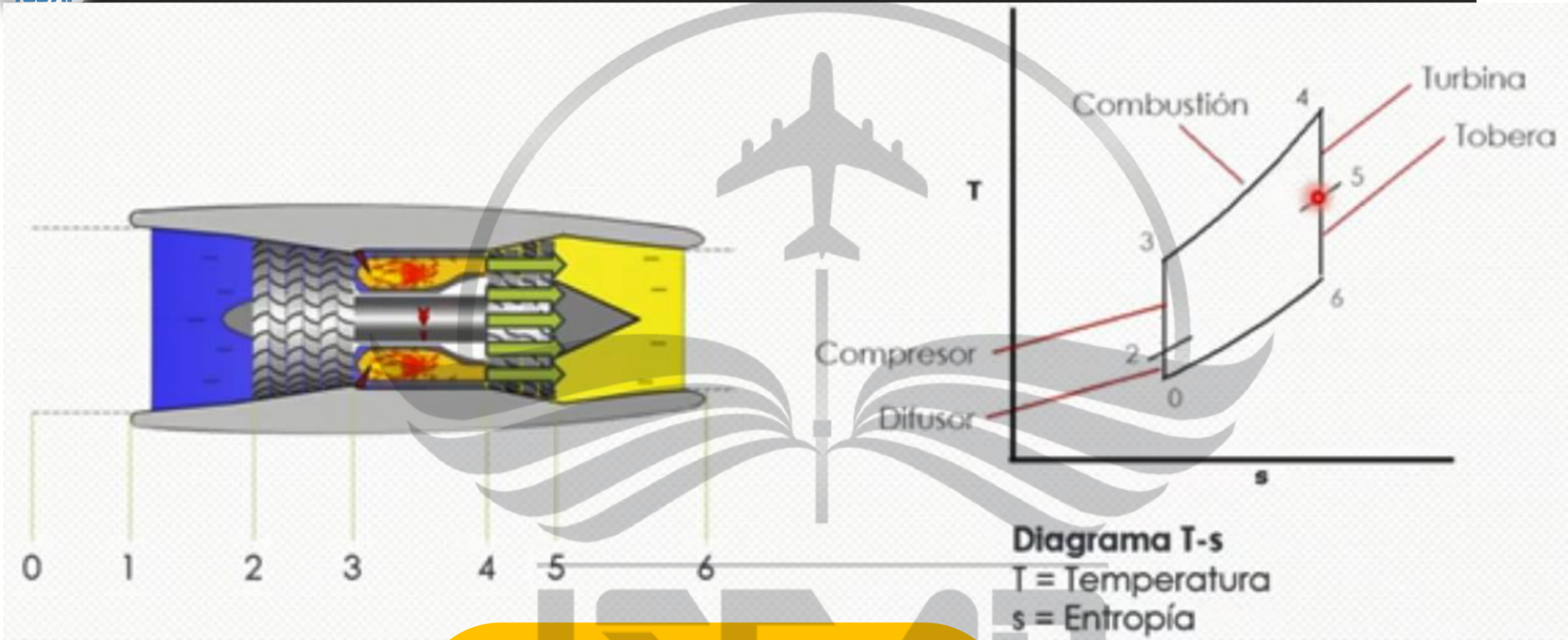
la diferencia significativa con otros motores de combustión interna accionados por pistón es que los dos cilindros están dispuestos de modo que la mezcla de combustible / aire se queme progresivamente a presión constante a medida que se transfiere desde el cilindro del compresor y el depósito al cilindro de trabajo / expansión.



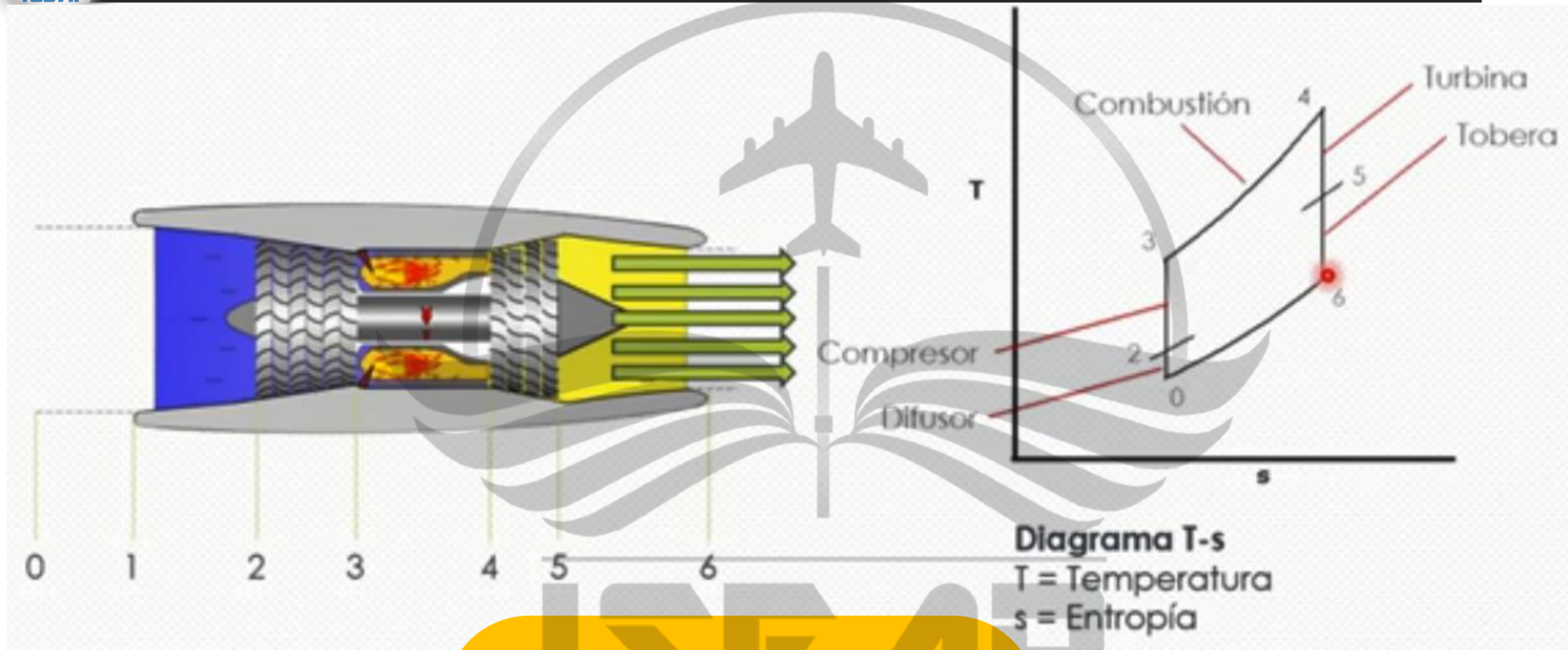
0-3 Compresión en el
compresor y difusor pre-
cámara



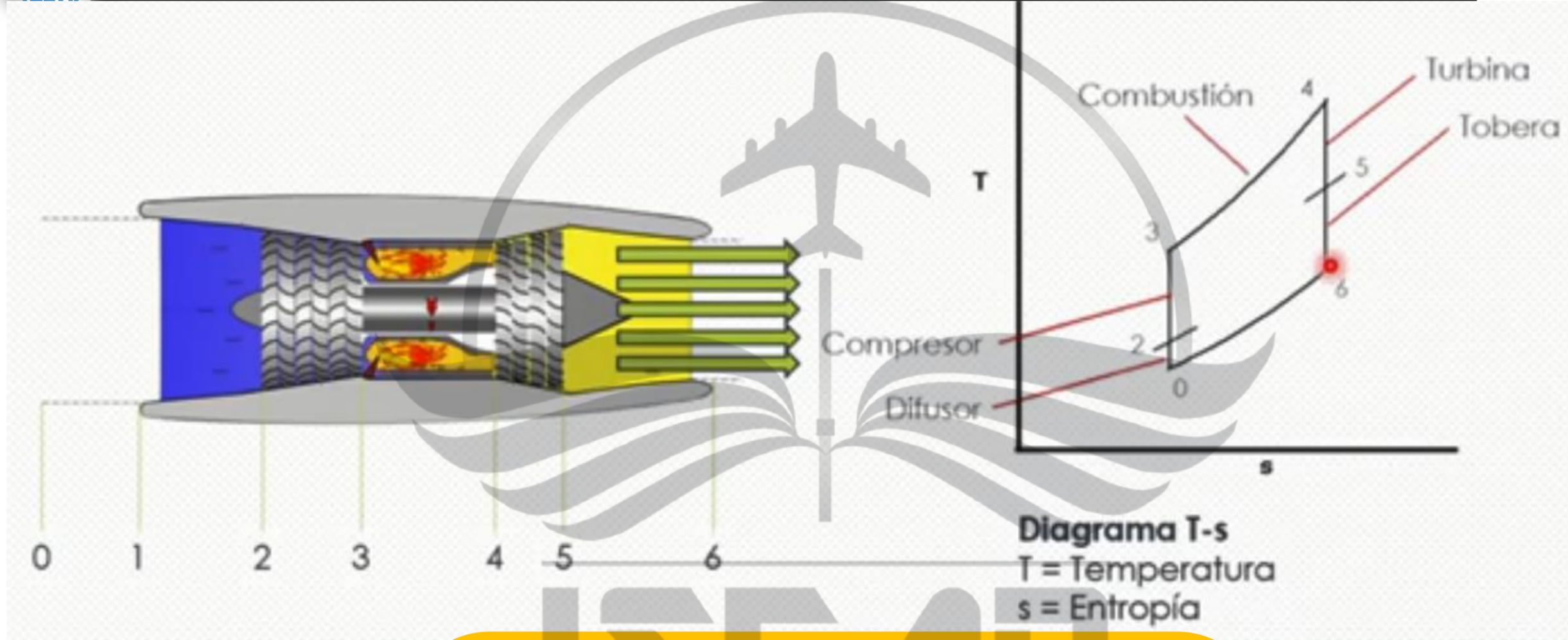
3-4 Combustión a presión constante en la cámara.



4-5 Expansión en la sección de la turbina



5-6 Expansión (adiabática) final
en la tobera de salida



6-0 Exclusivamente ideal y a efectos de comprender el ciclo significa que los gases de escape se han devuelto a la atmosfera y por tanto su presión será la atmosférica



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

SISTEMAS DE INCREMENTO DE EMPUJE

2 sistemas

Inyección de agua

Postcombustión



Inyección de agua

Para aumentar el empuje

Incrementar la cantidad de movimiento del gas que atraviesa el motor



AGUA

MASA DE AGUA Y SU VELOCIDAD DE EYECCION



Inyección de agua

- ✓ Entrada del compresor
- ✓ Difusor pre-cámara
- ✓ Cámara de combustión

Quita calor a la masa de aire y aumenta la densidad

Agua metanol

- ✓ 10% - 35% de incremento de potencia
- ✓ Aumento de consumo
- ✓ Solo para despegues por tiempos muy cortos

Incrementa la masa que se descarga a través de la turbina y la tobera aumentando la presión

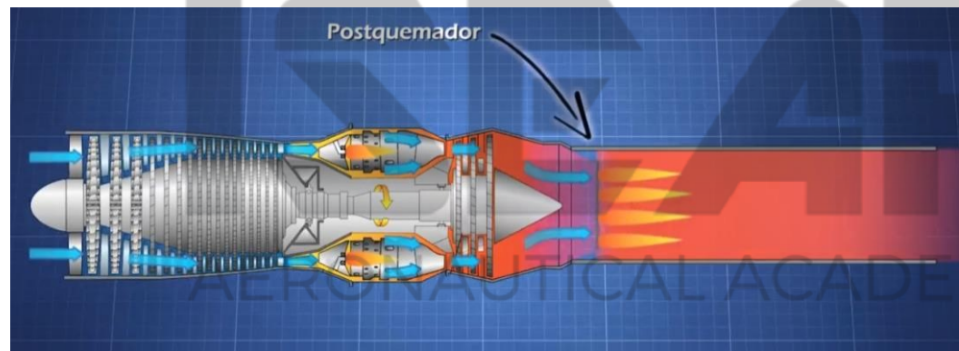
SISTEMAS DE INCREMENTO DE EMPUJE

Postcombustión

Solo 25% del aire se
emplea para quemar

Aprovechar

Cámara de combustión
tubular en una tobera
propulsora que se conecta
a la salida de la turbina del
motor



1700 °C

SISTEMAS DE INCREMENTO DE EMPUJE

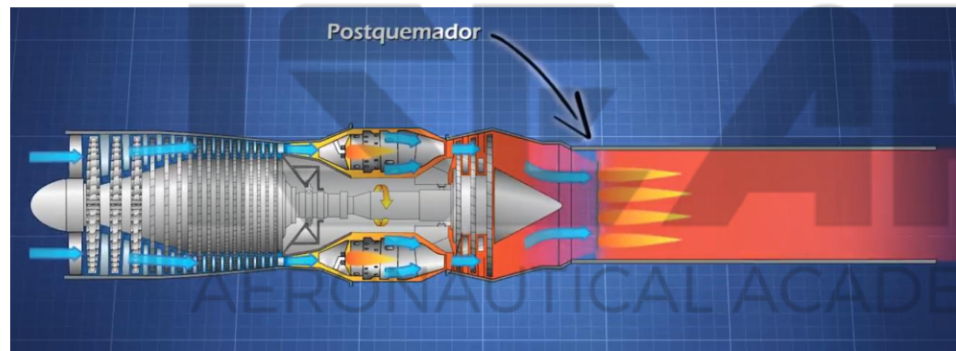
Postcombustión

Solo 25% del aire se
emplea para quemar

Aprovechar

Cámara de combustión
tubular en una tobera
propulsora que se conecta
a la salida de la turbina del
motor

70% Aumento
de potencia



1700 °C



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

EMPUJE

3 fuerzas

F debida a la variación de la cantidad del movimiento de la masa de AIRE por unidad de tiempo que atraviesa el motor

F debida a la variación de la cantidad del movimiento de la masa de COMBUSTIBLE por unidad de tiempo que se inyecta en el motor

F debida diferencia entre las fuerzas de presión en el área de salida del motor y las fuerzas de presión en el área de entrada del motor

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

NETO

El empuje neto en los motores a reacción es la fuerza resultante que impulsa un avión hacia adelante. Es la diferencia entre la fuerza de empuje generada por el motor y la fuerza de arrastre (resistencia) que actúa en el avión mientras se mueve a través del aire.

El empuje neto se calcula restando la fuerza de arrastre de la fuerza de empuje. Si el empuje neto es positivo, el avión se acelerará hacia adelante, mientras que si es negativo, el avión se desacelerará.

Es importante destacar que el empuje neto no solo depende de la potencia del motor, sino también de otros factores como la velocidad del avión, la altitud, la densidad del aire y las características del diseño del avión.

TIPOS DE EMPUJE

BRUTO

El empuje bruto en los motores a reacción es la fuerza de empuje total producida por el motor sin tomar en cuenta la resistencia aerodinámica del avión. Es decir, es la cantidad total de fuerza que el motor es capaz de generar y que impulsa el avión hacia adelante.

El empuje bruto se utiliza para comparar la potencia de diferentes motores a reacción y para determinar si un motor es capaz de proporcionar suficiente empuje para hacer despegar y volar un avión en condiciones determinadas.

EPR

Engine Pressure Ratio

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

Factores influyentes

Velocidad de
vuelo

Factores que
afectan a la masa
de aire que ingresa
al motor

Efecto
dinámico
(RAM)

Velocidad de
giro del
motor (RPM)

Temperatura
exterior

Presión
Exterior

Altura de
vuelo



FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

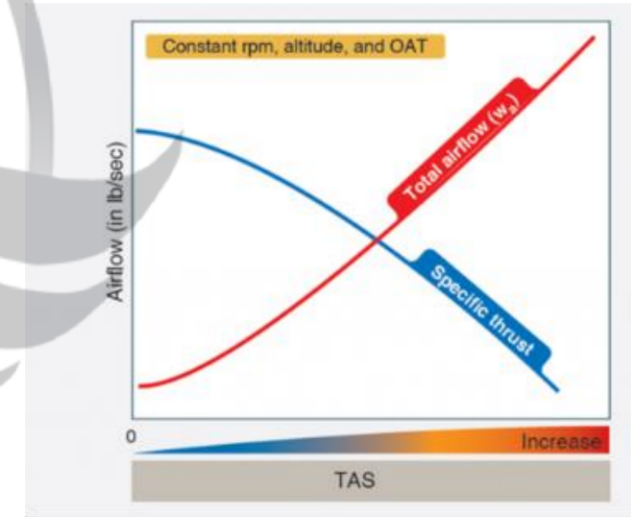
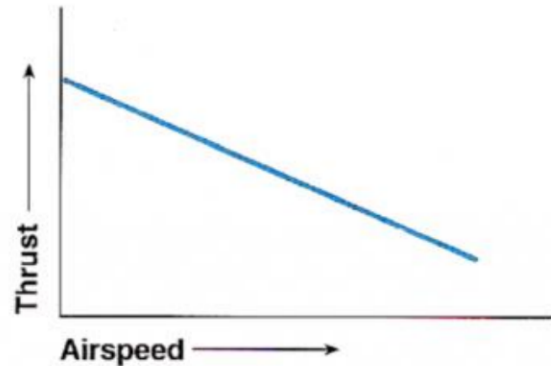
Factores influyentes

Velocidad de
vuelo

Al aumentar la velocidad el empuje se
reduce

< diferencia entre

AIRE DE ENTRADA – AIRE DE SALIDAD





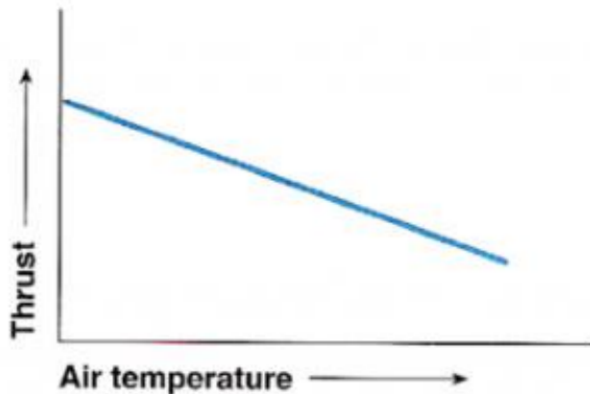
FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

Factores influyentes

Factores que afectan a la masa de aire que ingresa al motor

Al aumentar la temperatura ambiente disminuye el empuje

< DENSIDAD DEL AIRE



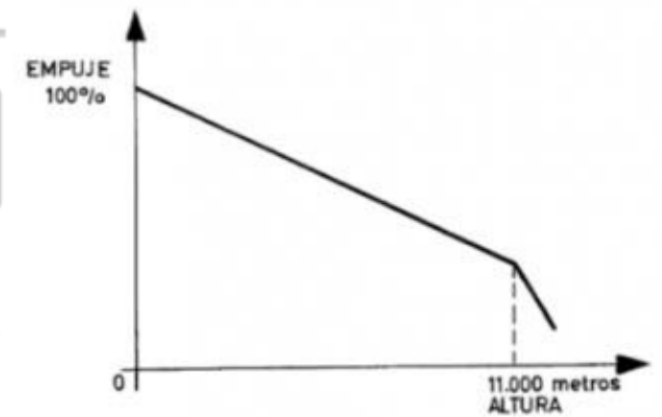
Al aumentar la Presión aumenta el empuje

> DENSIDAD DEL AIRE



Al aumentar la altura disminuye el empuje

< DENSIDAD DEL AIRE
< TEMPERATURA
< PRESION



Factores influyentes

Efecto
dinámico
(RAM)

El efecto dinámico de la velocidad del avión hace que el empuje aumente con la velocidad de vuelo.

El aumento de la velocidad de vuelo hace que se incremente la presión total (estática + dinámica) a la entra del motor

Incremento en la masa de
aire

MAYOR EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

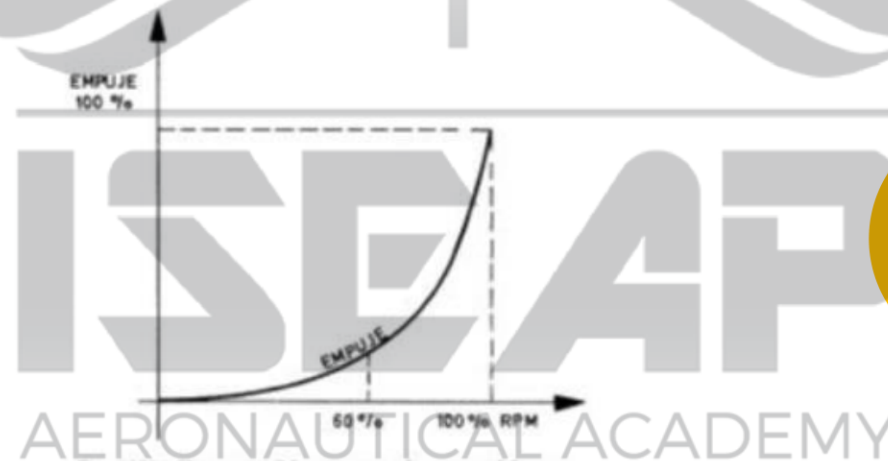
Factores influyentes

Velocidad de giro del motor (RPM)

El consumo de combustible es comandado por la unidad de control de combustible a través del comando de empuje

> Aceleración
> Presión
> Temperatura
=
> RPM

Incremento del flujo de aire



MAYOR EMPUJE



Temario

PRINCIPIOS BASICOS DE FUNCIONAMIENTO

TIPOS DE MOTORES A REACCION

ELEMENTOS BASICOS

CICLO BRAYTON

SISTEMA DE INCREMENTO DE EMPUJE

FACTORES INFLUYENTES Y TIPOS DE EMPUJE

FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

FACTORES QUE AUMENTAN EL CONSUMO

Consumo específico de combustible

Es la relación entre el consumo de combustible y el empuje neto que proporciona un motor

Estará afectado por todas las variables que afecten el consumo de combustible y/o empuje

Aumenta con la velocidad de vuelo

Disminuye con la altura de vuelo



Reflexiones finales

- ✓ Para interpretar la interacción de nuestra aeronave con el medio aire, es necesario que interpretemos correctamente los componente básicos de un motor a reacción.
- ✓ Es necesario reconocer las variables que afectan el rendimiento de mi motor, para así saber contrarrestarlos mediante el uso de las correspondientes tablas.
- ✓ Reconocer las fallas que pueden surgir fruto de la mala operación o falla mecánica del motor mediante una correcta toma de decisión en base al análisis de la situación.



¿Preguntas?

Teodoro Ramón MAZA

teomaza@outlook.com
261-6006796