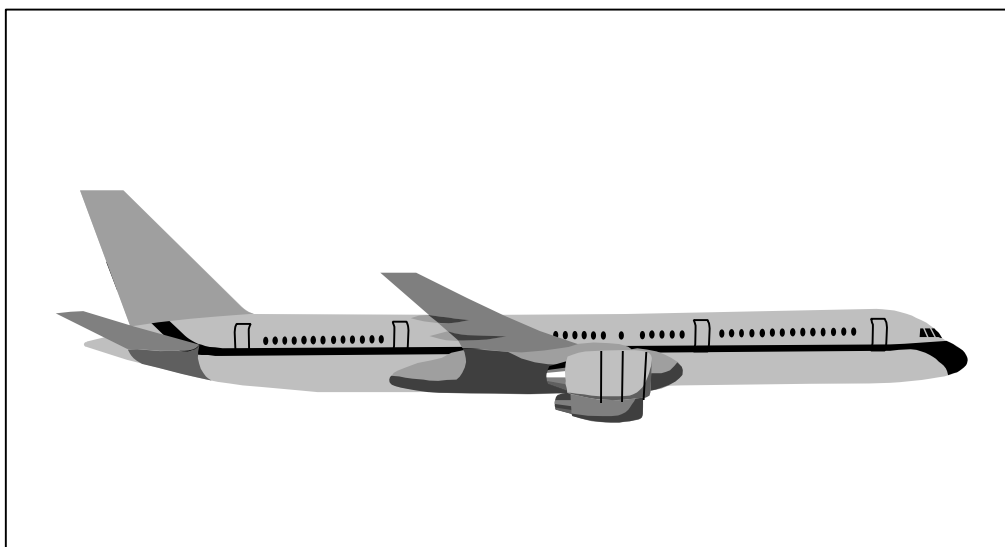


DOCUMENTACIÓN DE CONSULTA PARA LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS, SOBRE MATERIAS NO ESPECÍFICAS DEL CONTROL DE TRÁFICO AÉREO.

**TEMA:**

**MECÁNICA DE VUELO**



# INTRODUCCIÓN

---

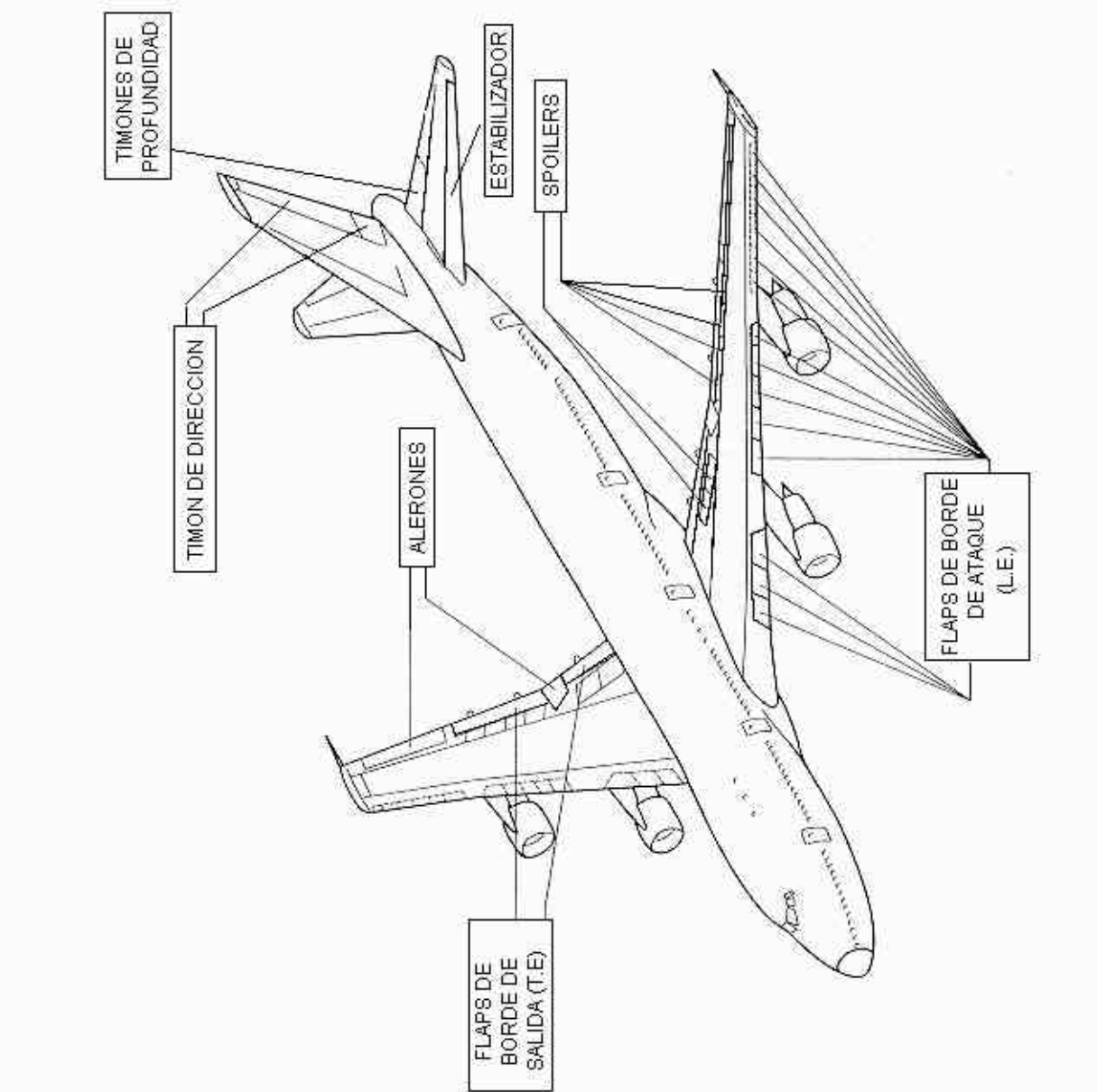
## MANDOS DE VUELO

- ⊙ El control de una aeronave se realiza actuando sobre los mandos de vuelo que mueven las superficies de control.
- ⊙ El conocimiento del funcionamiento de estas superficies y el efecto en el control de la aeronave, permitirá al controlador tener una mejor comprensión de una posible emergencia en vuelo, así como proporcionar la respuesta adecuada en dicho caso.

**VER GRÁFICO ( Pág. 3)**

---

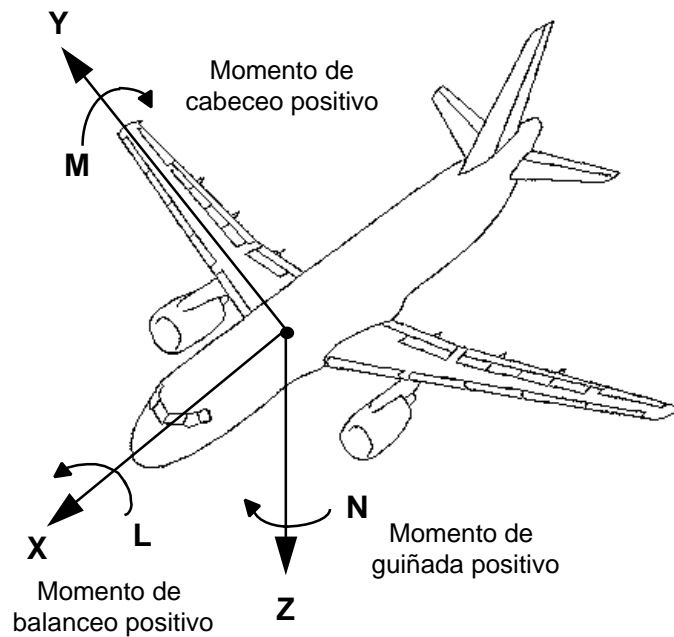
# SUPERFICIES DE CONTROL DE VUELO



## EJES DEL AVIÓN

---

La figura muestra los tres ejes de referencia perpendiculares entre sí y que se cortan en el centro de gravedad.



### Eje:

📖 Un eje es una línea imaginaria a través de la estructura del avión, alrededor del cual se produce el movimiento.

### Ejes del movimiento

☉ El avión tiene **tres ejes**:

- **Longitudinal:** El origen está en el centro de gravedad y está situado en el plano de simetría del avión y hacia el morro. **Se le define como eje OX.** Alrededor de este eje se produce un movimiento de balanceo o alabeo (roll).
- **Lateral:** El origen está en el centro de gravedad y es perpendicular al plano de simetría del avión, siendo su sentido positivo hacia el ala derecha. **Se le define como OY.** Alrededor de este eje se produce un movimiento de cabeceo (pitch).

- 
- **Vertical:** El origen está en el centro de gravedad, está situado en el plano de simetría del avión y su sentido positivo es hacia abajo. **Este eje se define por OZ.** Alrededor de este eje se produce un movimiento de guiñada (yaw).
- ⊙ Alrededor de estos ejes se generan tres momentos posibles a los que se asignan tres letras para su identificación.
- **El momento L positivo alrededor del eje longitudinal,** produciría un movimiento de balance.
  - **El momento N positivo alrededor del eje vertical,** produciría un movimiento de guiñada positivo haciendo girar el avión hacia la derecha.
  - **Un momento M positivo alrededor del eje lateral,** produciría un movimiento de cabeceo que tendería a encabritar el avión.
-

# ESTABILIDAD Y CONTROL

---

**Introducción** ☉ En la unidad anterior hemos visto las fuerzas que actuaban sobre el avión en diferentes condiciones, ascenso, subida, descenso, etc. y como dichas fuerzas estaban en equilibrio.

**Suma de los momentos** ☉ Introducimos ahora otra condición imprescindible que tiene que cumplirse:

📖 **La suma de los momentos**, producidos por dichas fuerzas, respecto al **centro de gravedad debe ser nula**.

**Equilibrio** 📖 Un avión se encuentra en estado de **equilibrio si la suma de todas las fuerzas y momentos en su centro de gravedad es igual a cero**. Esto significa que, no existen momentos de cabeceo, alabeo o guiñada.

**Estabilidad** 📖 **Estabilidad** es la capacidad de una aeronave para mantener el equilibrio y recuperarse de los efectos de condiciones perturbadoras, tales como turbulencias, ráfagas, etc.

**Control** 📖 **Control** es la capacidad de respuesta de un avión a los mandos del piloto.

☉ En cada condición de vuelo, el avión debe encontrarse equilibrado y la estabilidad es necesaria para minimizar el esfuerzo del piloto.

**Ejemplo:** Supongamos un vuelo de crucero a velocidad constante. Si el avión sufre una ráfaga que le provocase un incremento del ángulo de ataque que produciría mayor sustentación y desequilibraría la fuerza según el eje vertical, el avión debido a su estabilidad debe reaccionar reduciendo el ángulo de ataque y así mantener la situación de equilibrio inicial. Esto lo realiza el avión el solo sin actuar en ningún mando.

## ESTABILIDAD Y CONTROL (Cont.)

---

- ⊙ Para que un avión responda a los mandos de control, **su estabilidad debe ser alterada**, es decir, el equilibrio inicial debe ser alterado hasta una nueva situación de equilibrio.

**Ejemplo:** Supongamos el vuelo anterior y queremos reducir la velocidad, el avión deberá estar en equilibrio y para ello deberá el piloto alterar el equilibrio anterior hasta la nueva posición mediante la acción de los mandos de vuelo. En este caso con el timón de profundidad.

---

## SUPERFICIES DE CONTROL PRIMARIAS

---

### Superficies de control primarias

⊙ Las **superficies de control primarias** con las que el piloto consigue el equilibrio del avión, son básicamente tres:

- **Timones de profundidad (elevators)**
- **Alerones**
- **Timón de dirección (rudder)**

### Timón de profundidad

⊙ Controla el movimiento longitudinal de cabeceo alrededor del **eje lateral OY**.

- Los timones de profundidad están localizados en la parte final o borde de salida del estabilizador horizontal.
- Los timones de profundidad se actúan empujando y tirando sobre el mando de vuelo o palanca.

### Alerones

⊙ Los **alerones** controlan el movimiento de balance alrededor del **eje OX**.

- Los alerones están localizados en el borde de salida de las alas.
- Los alerones se activan girando la palanca o mando a izquierda y derecha.

### Timón de dirección

⊙ El **timón de dirección** controla el movimiento de guiñada alrededor del **eje vertical OZ**.

- El timón de dirección está localizado en el estabilizador vertical en la sección de cola y cerca del borde de salida.
  - El accionamiento del timón de dirección se efectúa pisando los pedales del timón a derecha e izquierda.
-



## SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIOS

---

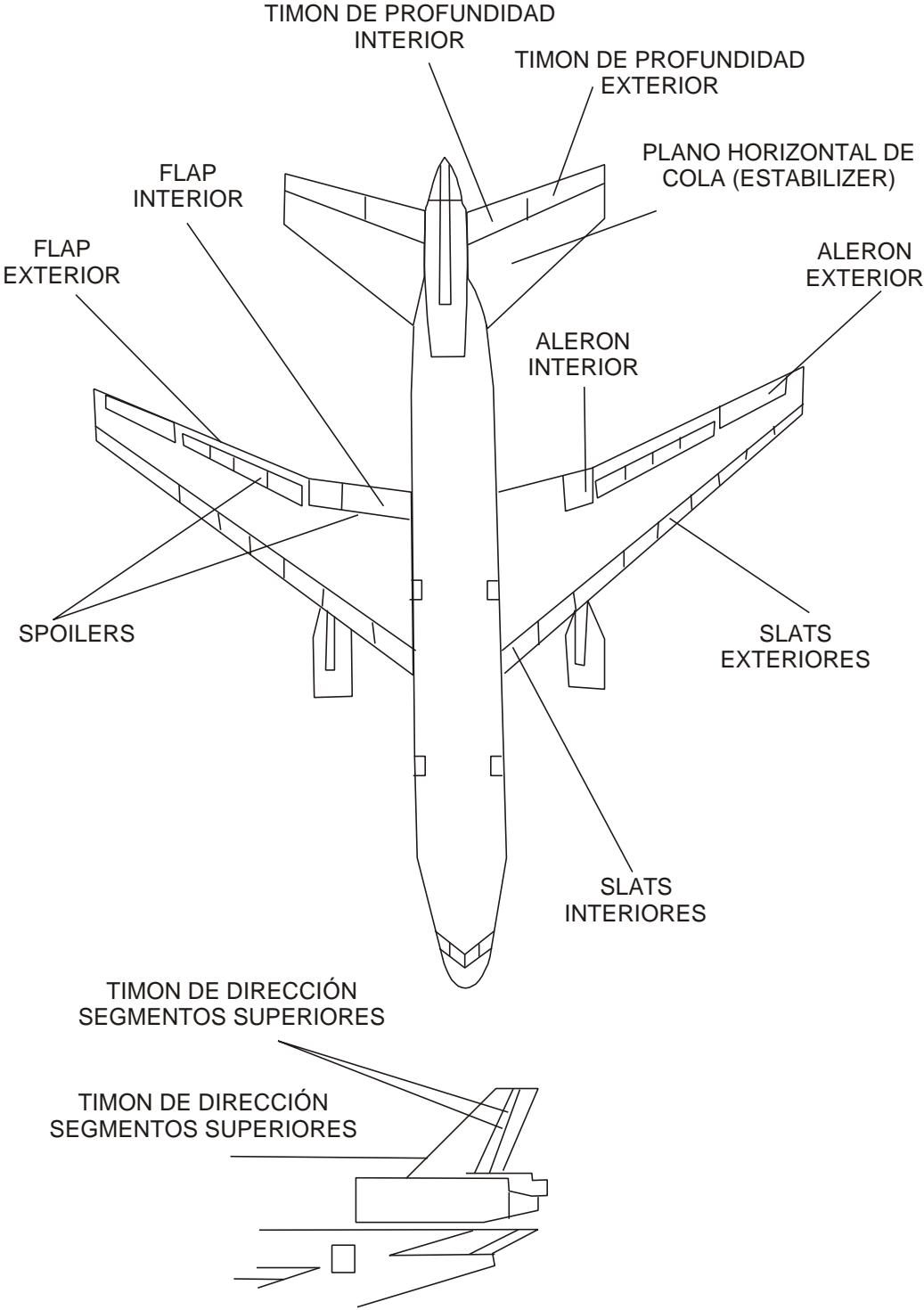
### **Tipos de superficies de control secundarias**

⊙ Básicamente existen dos superficies de control secundarias:

- **Trim Tabs**
- **Flaps**

**VER GRÁFICO ( Pág. 10)**

# SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIOS



---

## TABS

📖 Son **pequeñas superficies de control** situadas cerca del borde de salida de (elevator) timón de profundidad, timón de dirección (rudder) y alerones.

☉ El **tab** se deflecta en dirección opuesta al control primario (del cual forma parte) y se consigue llevar a la posición deseada al control primario sin esfuerzo del piloto.

∪ El principio de funcionamiento del tab es el siguiente:

- Deflectando el tab, p.e. hacia abajo al aumentar la curvatura de esa parte del perfil, se produce una fuerza aerodinámica que da lugar a un momento de charnela considerable debido a su distancia al eje charnela. Este momento tiende a mover el timón hacia arriba.



## Eje de charnela

📖 Eje de charnela es el **eje de rotación** del mando primario (p.e. el timón de profundidad).

☉ De éste modo el esfuerzo en la palanca para mover el timón viene ayudado por el Tab.

☉ El Trim tab o tab de compensación se utiliza para anular el momento de charnela en el eje y por tanto la fuerza en palanca o mando de vuelo.

---

## FLAPS

📖 Los **flaps** son superficies situadas cerca del borde de salida y/o de ataque de las alas en el centro y hacia el encastrado de éstas con el fuselaje.

☉ Los flaps son **superficies o dispositivos de hipersustentación** y entre sus efectos principales está aumentar la curvatura del ala.

- Se utiliza en actuaciones de **despegue y aterrizaje**.
  - El deflectar los Flaps conlleva un **incremento de la resistencia al avance, lo cual favorece la maniobra de descenso**.
  - Los Flaps son necesarios para **disminuir las velocidades de despegue y aterrizaje necesarias**.
  - En el despegue necesitamos conseguir equilibrar el peso a la menor velocidad posible, lo que implicaría ángulos de ataque excesivos, para ello se utilizan los Flaps que consiguen el mismo efecto **sin tener que aumentar el ángulo de ataque**.
  - En el aterrizaje el efecto es análogo y se consigue aumentar la pendiente de la trayectoria de descenso.
  - Con los Flaps se consigue **reducir la velocidad de pérdida**.
  - Se emplean siempre valores de ángulo de deflexión de Flaps superiores en el aterrizaje que en el despegue.
  - Se subdividen en **flaps de borde de salida** y **flaps de borde de ataque**
-

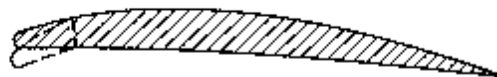
## FLAPS DE BORDE DE ATAQUE

---

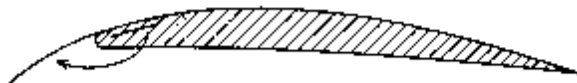
PERFIL BASICO



FLAP DE BORDE DE ATAQUE



FLAP KRÜGUER

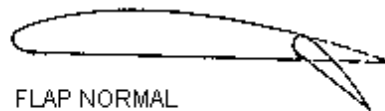


FLAP BETZ

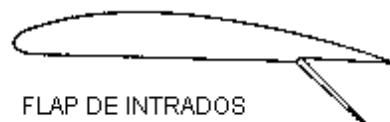


## FLAPS DE BORDE DE SALIDA

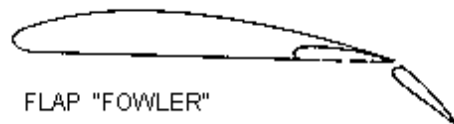
---



FLAP NORMAL



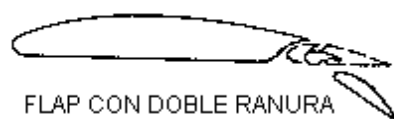
FLAP DE INTRADOS



FLAP "FOWLER"



FLAP CON RANURA



FLAP CON DOBLE RANURA

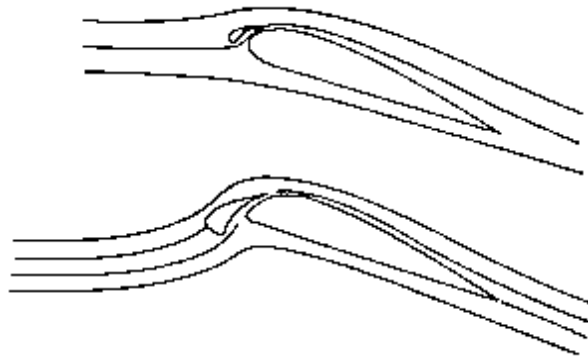
---

## SLATS

Los slats son dispositivos hipersustentadores situados en el borde de ataque del perfil básico y que permiten que aparezca entre ellos una ranura con el fin de insuflar aire a gran velocidad sobre el extradós del perfil.

La misión de los slats, es la de permitir alcanzar mayores ángulos de ataque sin entrar en pérdida.

- Los slats pueden ser fijos o móviles para permitir el cierre de la ranura a pequeños ángulos de ataque.



# SISTEMAS DE CONTROL SECUNDARIOS PARA AVIONES DE ALTAS PERFORMANCES.

---

## Sistemas especiales

⊙ Además de las superficies de control primarias y secundarias mencionadas que poseen todo tipo de aviones, se utilizan otros **sistemas especiales en aeronaves de altas prestaciones** entre los que podemos mencionar:

- **Spoilers ( rompedores )**
- **Motores orientables**
- **Inversores de empuje**
- **Aerofrenos**
- **Paracaídas**

## Spoilers

📖 Los **Spoilers** son superficies de control que consisten en una placa que se deflecta formando un ángulo con el extradós.

- ⊙ Suelen tener **varias posiciones**, correspondiendo la de mayor ángulo a su uso como aerofrenos en tierra.
- ⊙ Las **misiones principales** de los Spoilers son el **control lateral** ( junto con los alerones ) y de **aerofrenos en vuelo y en tierra**, consiguiendo en vuelo aumentar la pendiente de descenso y en tierra reducir la longitud de pista.
- ⊙ La deflexión del **Spoiler disminuye la sustentación** porque “rompe” la corriente en el extradós y aumenta la resistencia por lo que actúa como un alerón.
- ⊙ Permiten una disminución del tamaño de los alerones y más espacio para los Flaps.



SPOILER

### Motores orientables e inversores de empuje

📖 Algunos aviones disponen de **motores orientables** que permiten orientar el empuje en **distintas direcciones**.

📖 Los **inversores de empuje** son compuertas en la parte trasera de los reactores que redireccionan los gases de salida o escape hacia delante consiguiendo el efecto de empuje hacia atrás **decelerando el avión**.

---

### Paracaídas

🕒 Se emplean en aviones de combate y se extienden en el aterrizaje para **disminuir la distancia de pista necesaria**.

