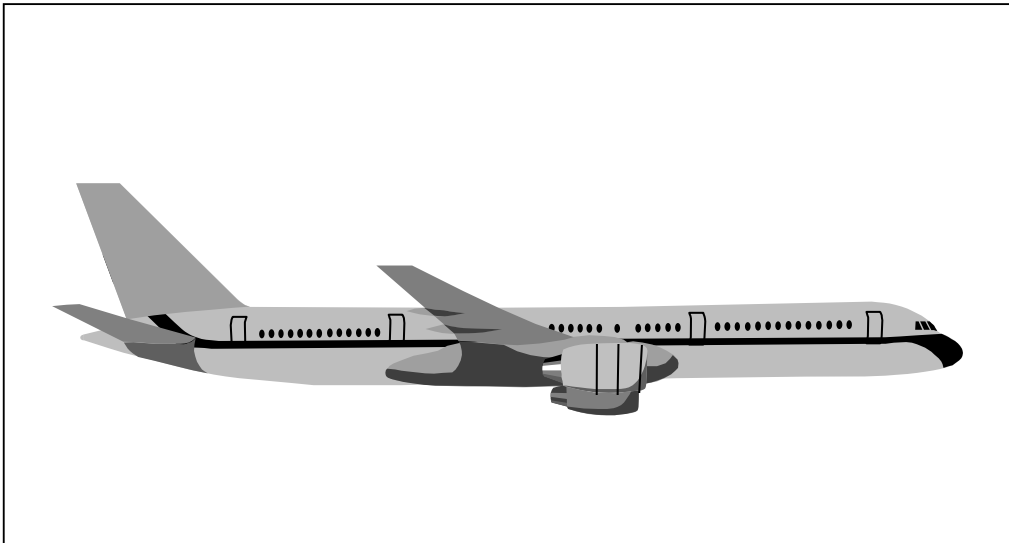


## **MÓDULO 2: LA AERONAVE**

### **UNIDAD 2: MECÁNICA DE VUELO**



<b>1. Introducción.....</b>	<b>Pág. 3</b>
<b>2. Superficies de control de vuelo .....</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>3. Ejes del avión .....</b>	<b>Pág. 5</b>
<b>4. Estabilidad y control .....</b>	<b>Pág. 7</b>
<b>5. Superficies de control primarias.....</b>	<b>Pág. 8</b>
<b>6. Superficies de control secundarias.....</b>	<b>Pág. 9</b>
6.1.    Trim Tabs	
6.2.    Flaps	
6.2.1.Flaps de borde de ataque	
6.2.2.Flaps de borde de salida	
6.3.    Slats	
<b>7. Sistemas de control secundarios para aviones de altas performances .....</b>	<b>Pág. 14</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

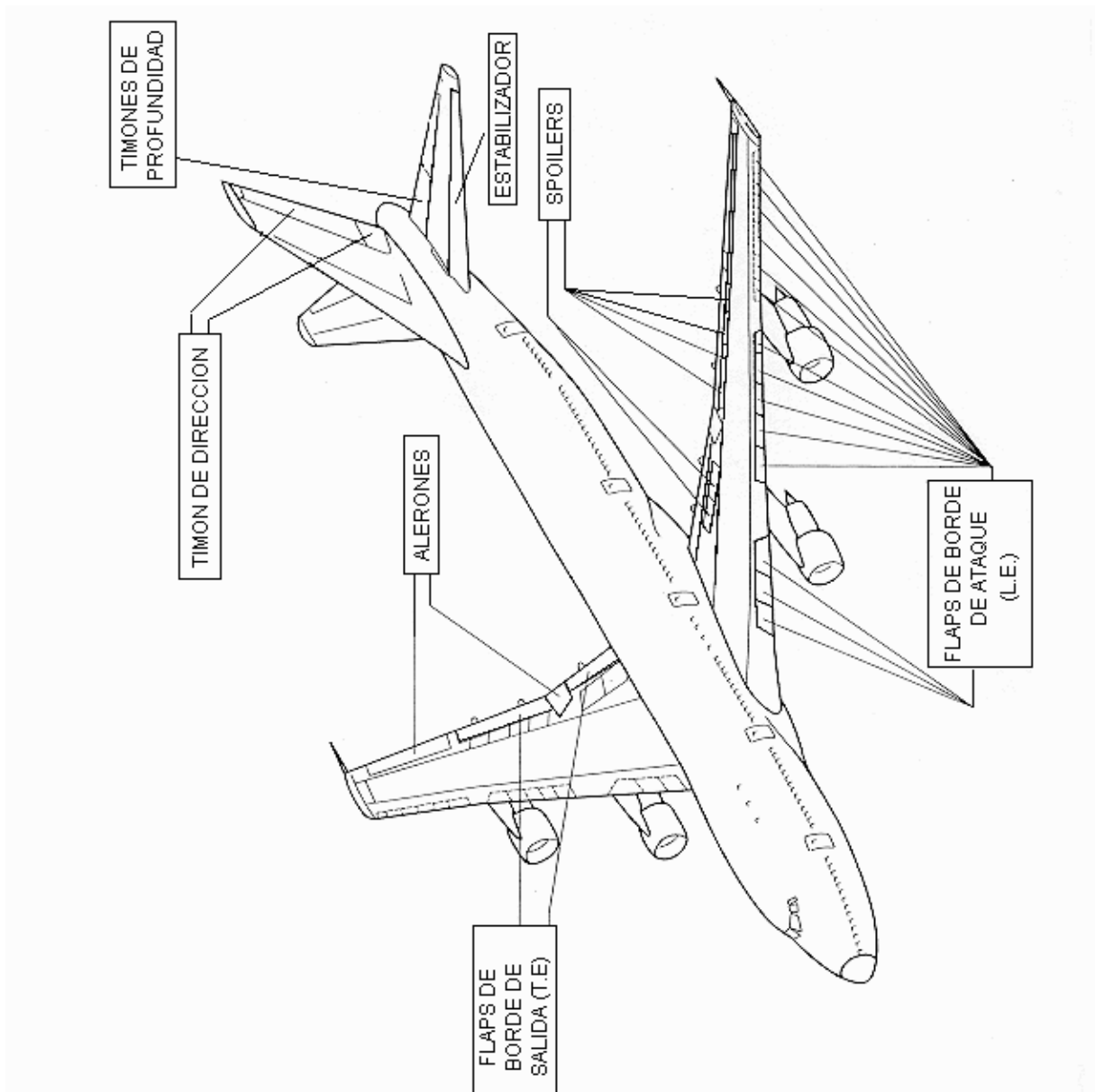
---

## 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.
-

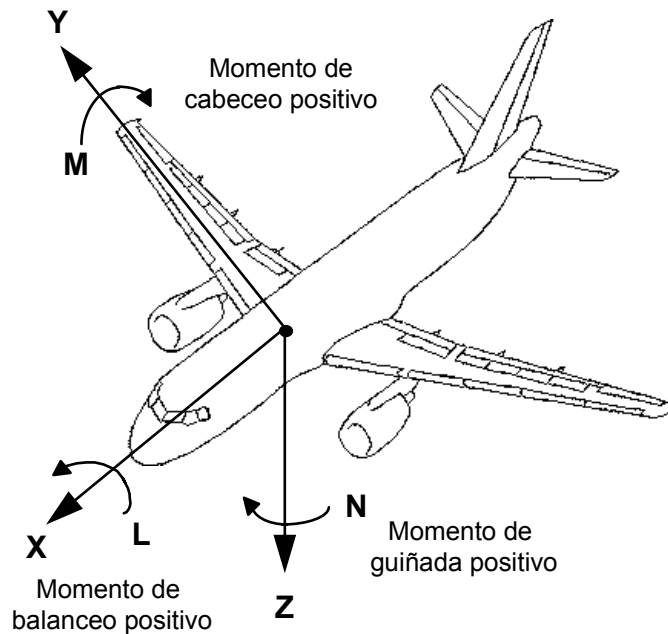
## 2. SUPERFICIES DE CONTROL DE VUELO

---



### 3. 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).

### 3. EJES DEL AVIÓN

---

- **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.

## 4. 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 cómo 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.

☉ 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.

## 5. SUPERFICIES DE CONTROL PRIMARIAS

---

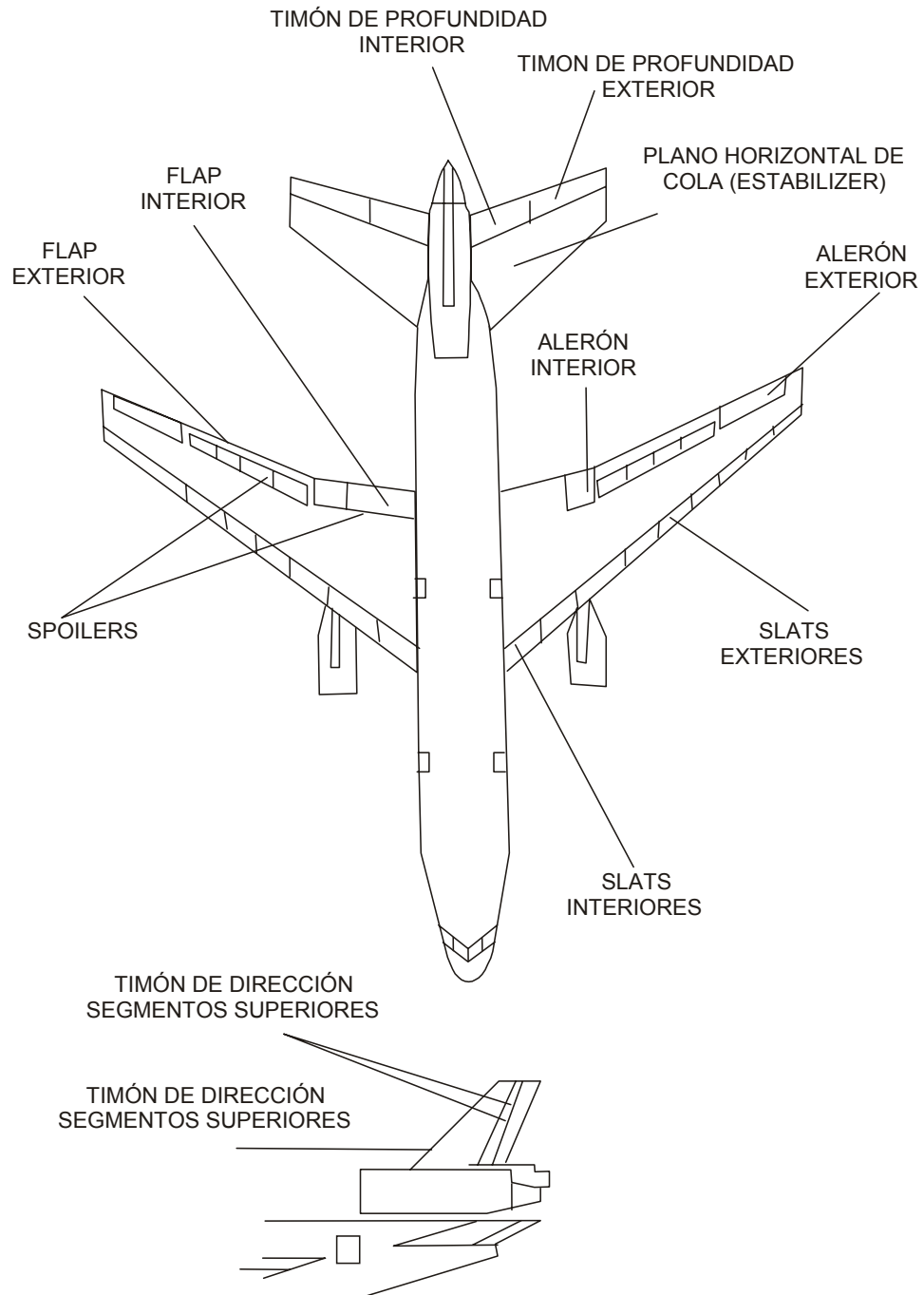
- Superficies de control primarias**
- ⊙ Las **superficies de control primarias** con las que el piloto consigue el equilibrio del avión, son básicamente tres:
    - **Timones de profundidad (elevators)**
    - **Alerones**
    - **Timón de dirección (rudder)**
- Timón de profundidad**
- ⊙ Controla el 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 **aleros** 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.

## 6. SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIAS

**Tipos de superficies de control secundarias**

☉ Básicamente existen dos superficies de control secundarias:

- Trim Tabs
- Flaps



## 6. SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIAS

---

### 6.1. TRIM TABS

📖 Son **pequeñas superficies de control** situadas cerca del borde de salida de (elevador) 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 este 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.

## 6. SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIAS

---

### 6.2. FLAPS

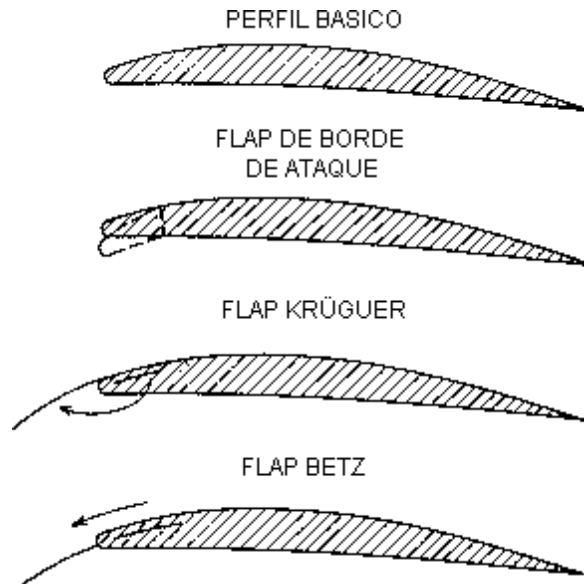
📖 Los **flaps** son superficies situadas cerca del borde de salida y/o de ataque de las alas en el centro y hacia el encastre de éstas con el fuselaje.

- ⊙ 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**

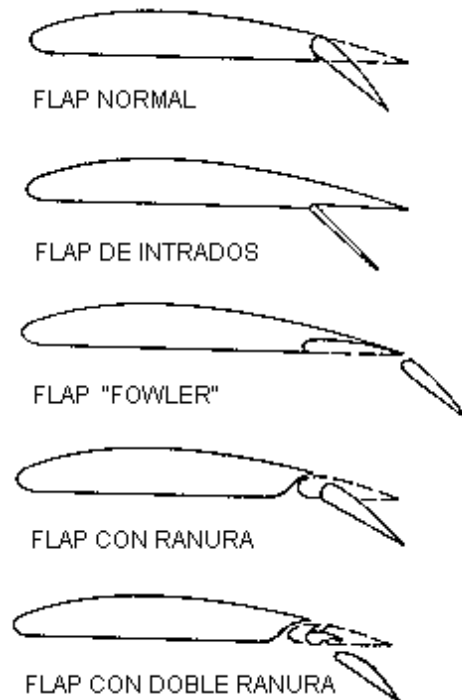
## 6. SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIAS

---

### 6.2.1. FLAPS de Borde de ataque



### 6.2.2. FLAPS de borde de salida

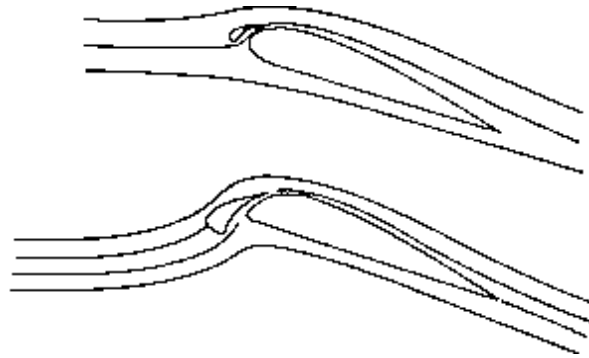


## 6. SUPERFICIES DE CONTROL SECUNDARIAS

---

### 6.3. 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.



## 7. 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

## 7. SISTEMAS DE CONTROL SECUNDARIOS PARA AVIONES DE ALTAS PERFORMANCES

---

### 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**.

