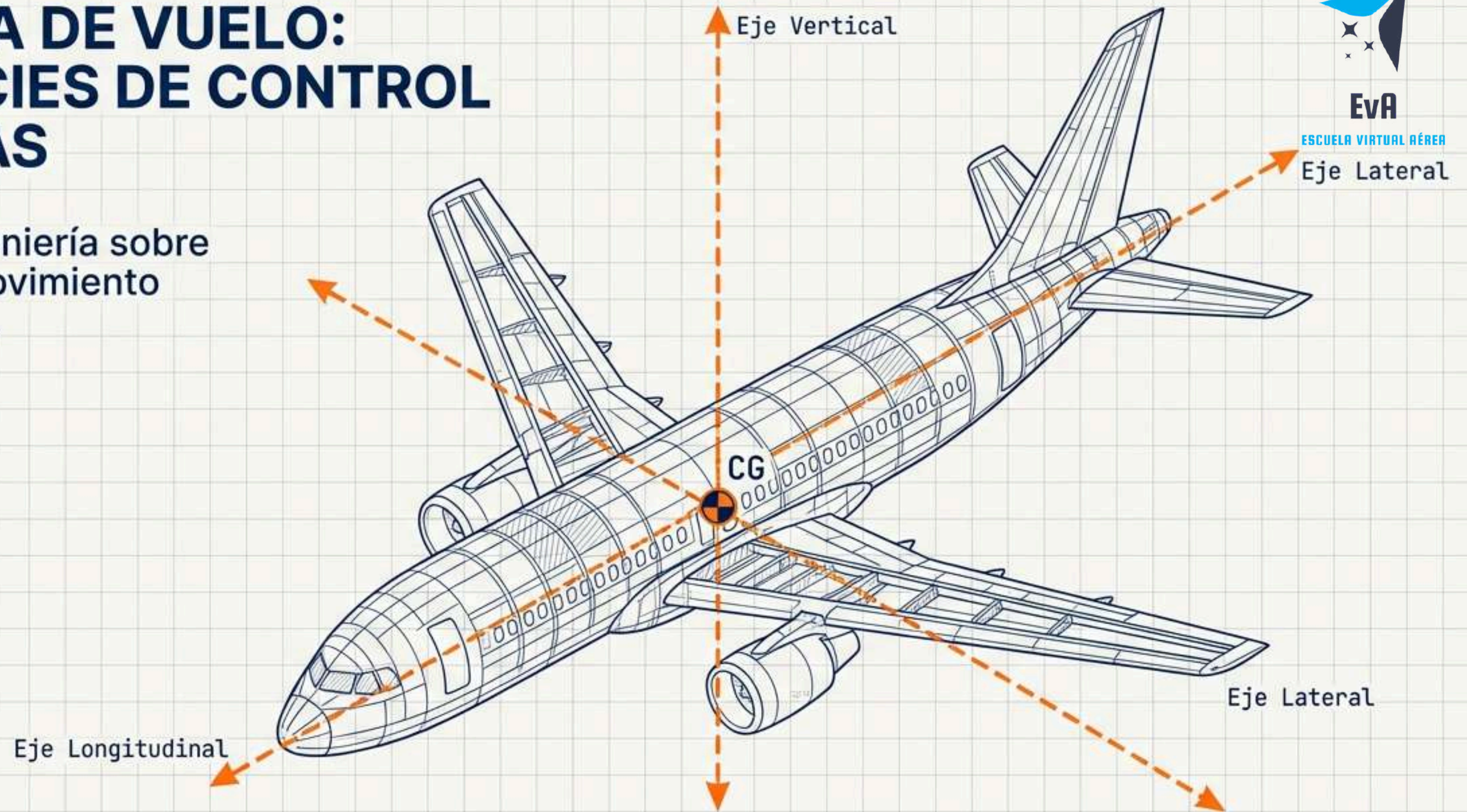


DINÁMICA DE VUELO: SUPERFICIES DE CONTROL PRIMARIAS

Análisis de ingeniería sobre
el control de movimiento
en los tres ejes.



Guía de Mandos: Los Controles Primarios de una Cessna 172

El control de un avión se logra mediante superficies mecánicas movibles que alteran el flujo de aire. Estas superficies modifican la sustentación para generar rotación alrededor de los tres ejes del avión, permitiendo maniobrar en todas direcciones.



Elevador (Eje Lateral)

Ubicado en el estabilizador horizontal, controla el cabeceo para subir o bajar la nariz.
Movimiento: Cabeceo (Pitch).

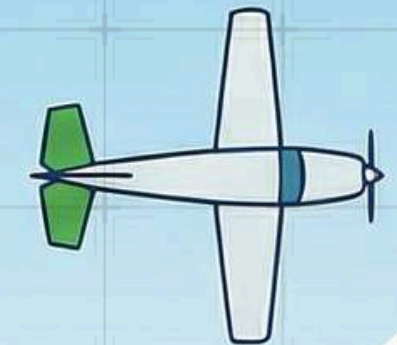


Los Alerones (Eje Longitudinal)

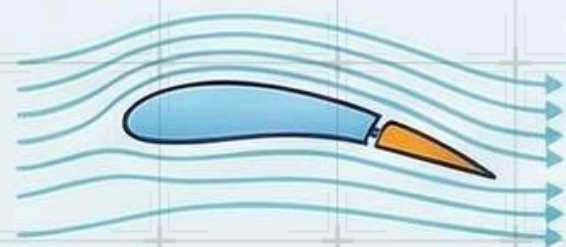
Situados en las alas, funcionan de forma diferencial para inclinar el avión (alabeo).
Movimiento: Alabeo (Roll).

El Timón de Dirección (Eje Vertical)

Se encuentra en el estabilizador vertical y permite el giro lateral o guiñada.
Movimiento: Guiñada (Yaw).

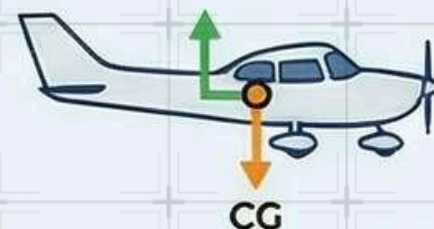


Mecánica del Vuelo



Deflexión de Superficie

Al mover una superficie, aumenta o disminuye la sustentación en ese perfil aerodinámico.



Centro de Gravedad

Las fuerzas se aplican a una distancia del centro para generar momentos de rotación.

Funcionamiento Diferencial

En los alerones, mientras uno sube, el otro baja para crear un desbalance de sustentación.



LOS TRES ELEMENTOS MECÁNICOS DEL VUELO

Existen tres superficies de control primarias. Son elementos mecánicos móviles que modifican el comportamiento aerodinámico para controlar el vuelo.

LOS ALERONES

Extremos del ala.

45°

EL TIMÓN (RUDDER)

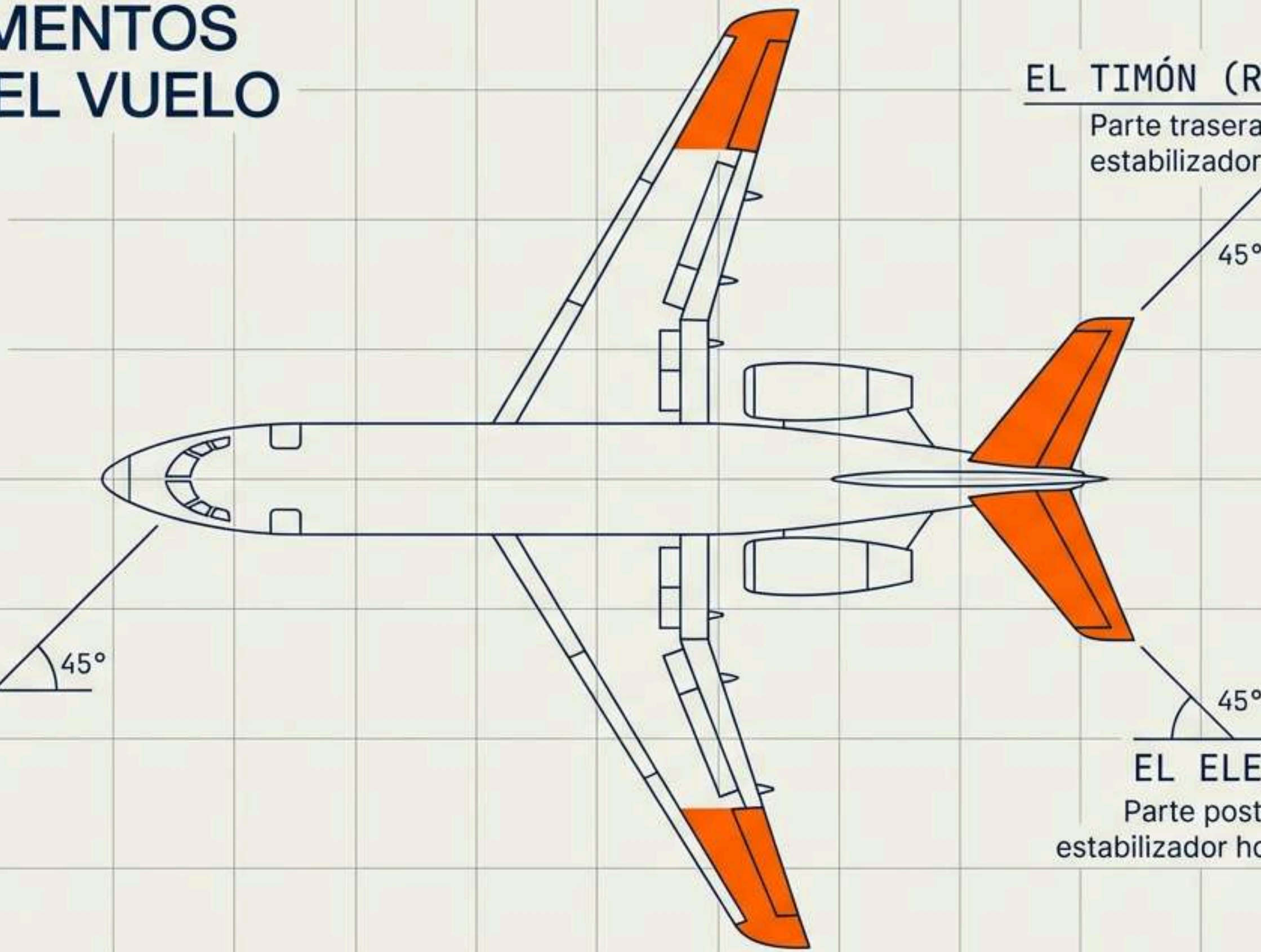
Parte trasera del estabilizador vertical.

45°

EL ELEVADOR

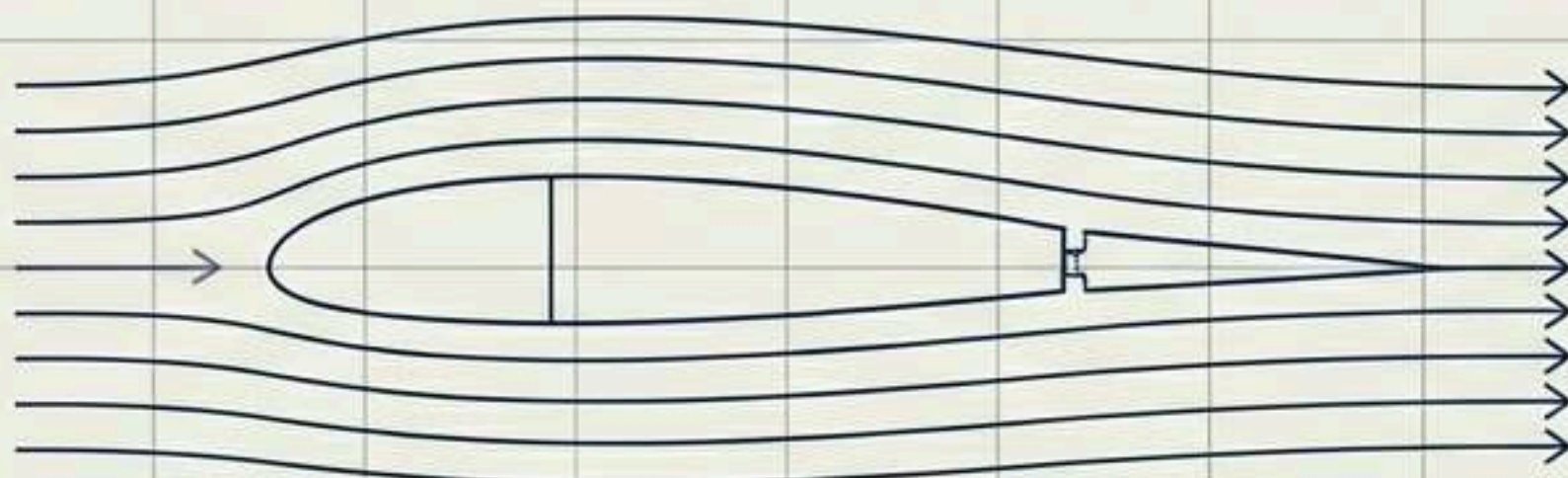
Parte posterior del estabilizador horizontal.

45°



EL PRINCIPIO DE DEFLEXIÓN Y SUSTENTACIÓN

ESTADO NEUTRO



ESTADO NEUTRO

Un perfil aerodinámico genera una fuerza de sustentación estándar cuando está en contacto con el flujo de aire.

ESTADO DEFLECTADO



SUSTENTACIÓN

EL RESULTADO

Esta deflexión aumenta (o disminuye) la sustentación que genera el perfil, creando la fuerza necesaria para mover el avión.

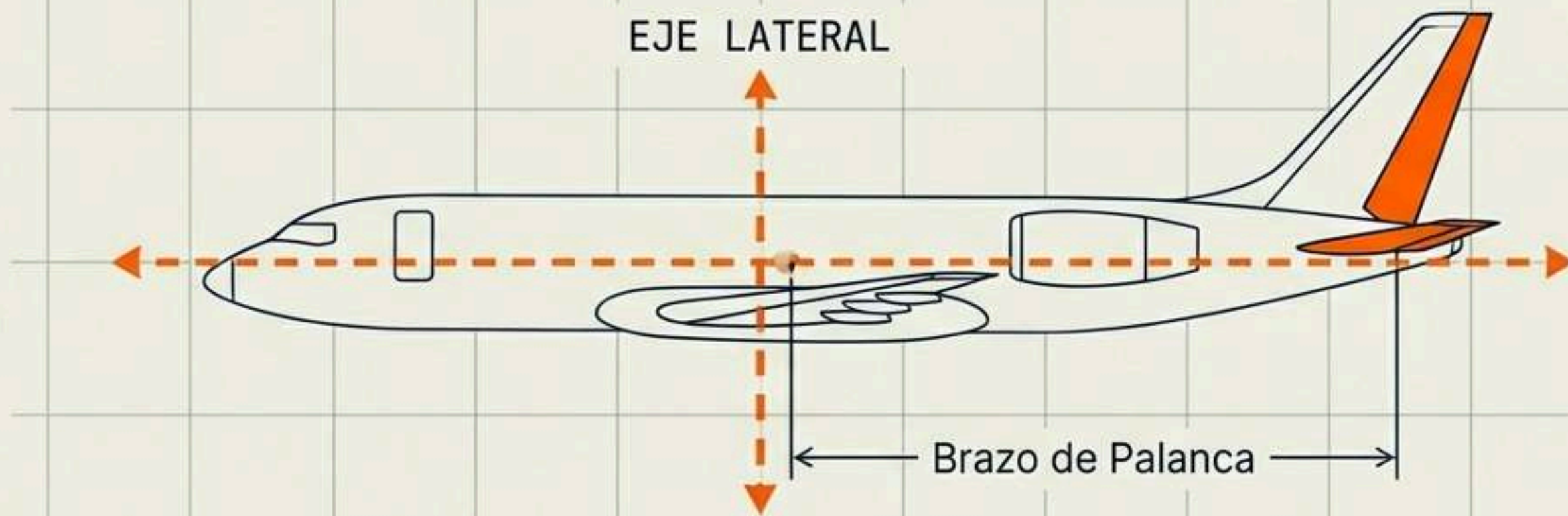
EJE LATERAL: EL MOMENTO DE CABECEO

EJE DE ROTACIÓN:
Lateral

SUPERFICIE ACTIVA:
El Elevador

MECÁNICA: Al deflejar el elevador, cambia la sustentación del estabilizador horizontal.

FÍSICA CLAVE: Esta fuerza se aplica a una distancia específica del centro de gravedad (CG), creando un brazo de palanca.

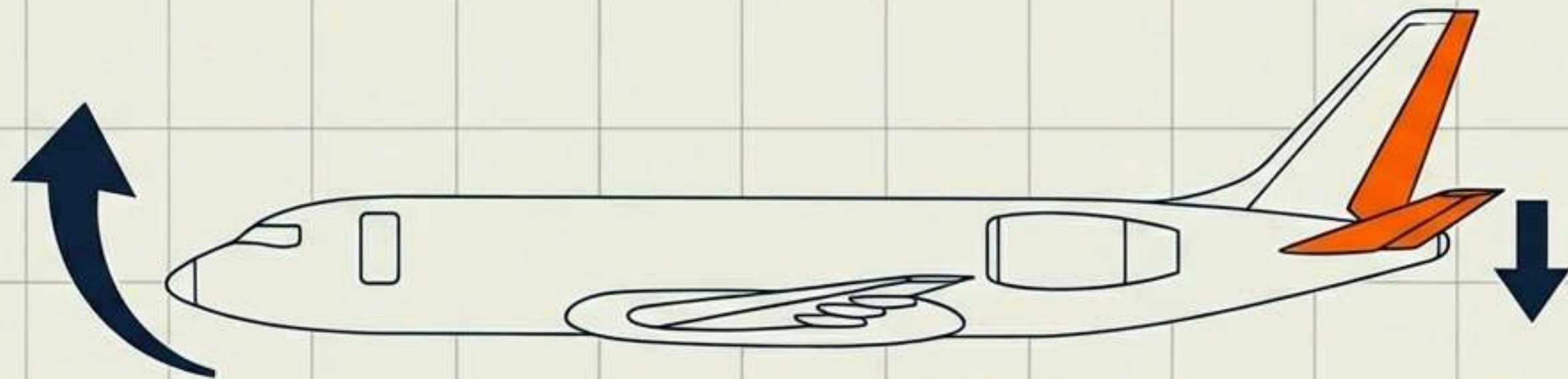


DINÁMICA DEL ELEVADOR: POSITIVO VS. NEGATIVO

MOMENTO NEGATIVO
(Nariz Bajas)



MOMENTO POSITIVO
(Nariz Sube)



Momento Negativo: Hace que la nariz del avión baje. | Momento Positivo: Cuando el elevador se deflecta en dirección opuesta, hace que la nariz del avión suba.

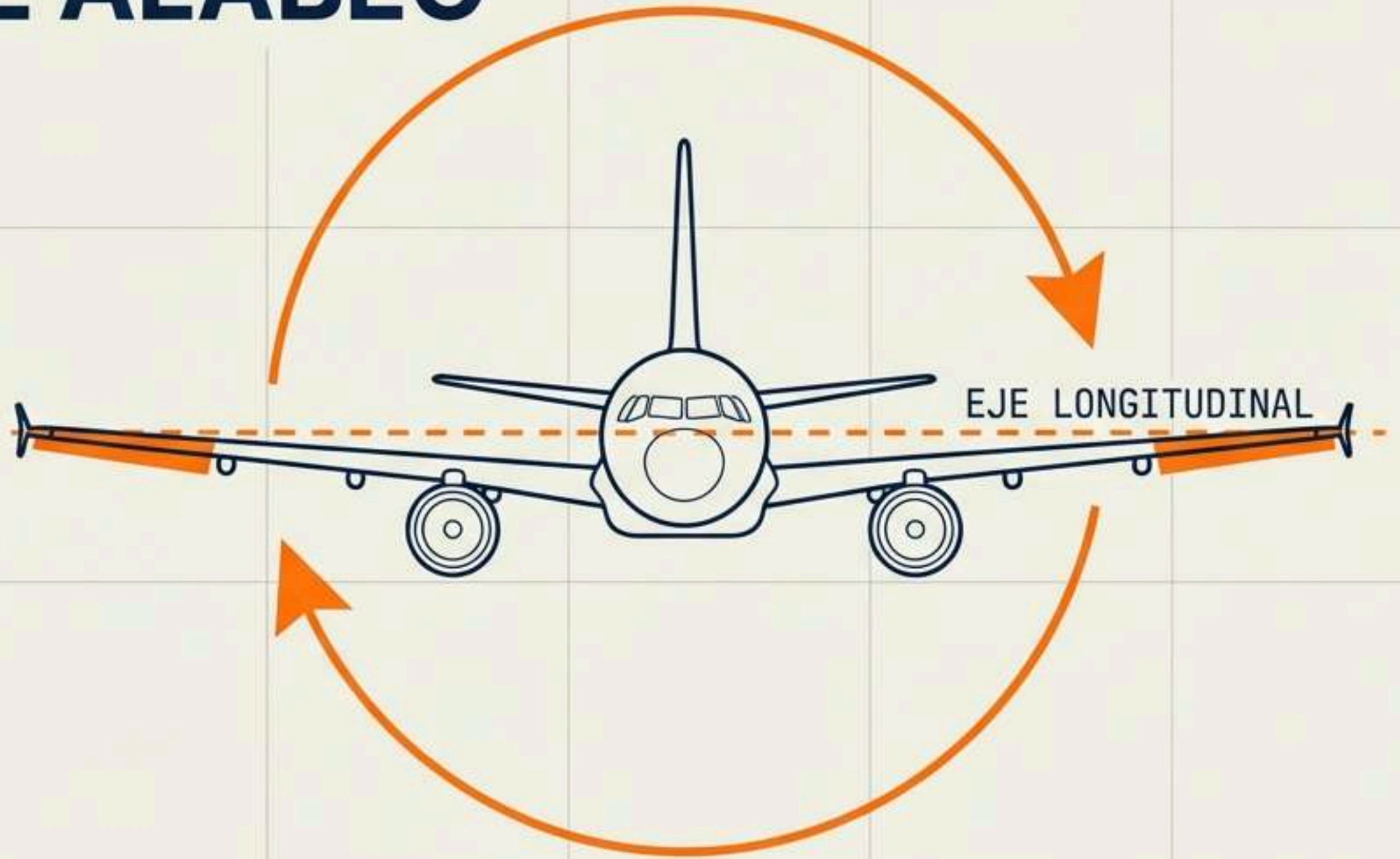
EJE LONGITUDINAL: EL MOMENTO DE ALABEO

EJE DE ROTACIÓN:
Longitudinal

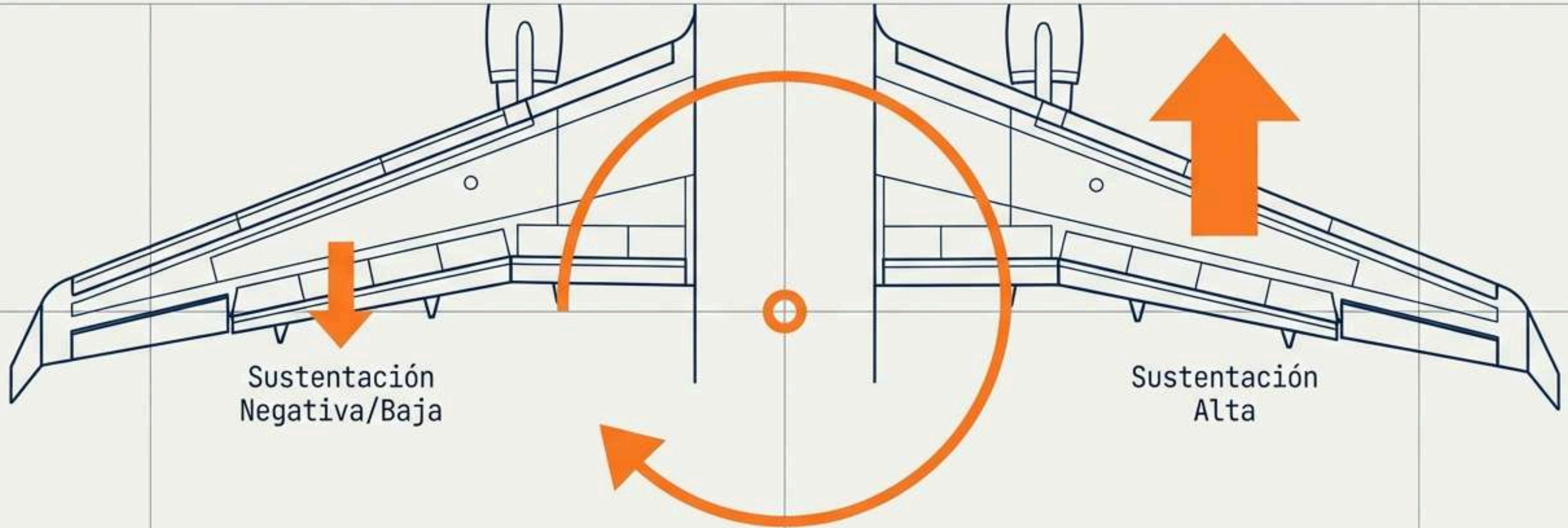
SUPERFICIE ACTIVA:
Los Alerones

CONCEPTO CLAVE:
Funcionamiento Diferencial.

NOTA: A diferencia del elevador,
los alerones trabajan en
oposición simultánea.



FÍSICA DEL ALABEO: EL DESBALANCE DE SUSTENTACIÓN



OPERACIÓN DIFERENCIAL: Cuando un alerón se defleca hacia arriba, el otro lo hace hacia abajo.
RESULTADO: Este desbalance de fuerzas provoca un giro alrededor del eje longitudinal.

EJE VERTICAL: EL MOMENTO DE GUIÑADA

EJE DE ROTACIÓN:
Vertical

SUPERFICIE ACTIVA:
El Timón (Rudder)

MECÁNICA:
El timón se deflecta
provocando que la fuerza
lateral del estabilizador
vertical aumente.



DINÁMICA DEL TIMÓN: ROTACIÓN SOBRE EL CG



MOMENTO POSITIVO
(Sentido Horario)



MOMENTO NEGATIVO
(Sentido Anti-horario)

La fuerza generada por el timón hace girar al avión en torno al centro de gravedad, similar a una veleta.

RESUMEN DE DINÁMICA DE CONTROL

SUPERFICIE	UBICACIÓN	EJE DE VUELO	MOMENTO	ACCIÓN
ELEVADOR	Estabilizador Horizontal	Lateral	Cabeceo (Pitch)	Subir/Bajar Nariz
ALERONES	Extremos del Ala	Longitudinal	Alabeo (Roll)	Giro de Banco
TIMÓN	Estabilizador Vertical	Vertical	Guiñada (Yaw)	Giro Direccional

MÁS ALLÁ DE LOS CONTROLES PRIMARIOS

Hemos analizado las superficies primarias, pero la ingeniería aeronáutica es vasta.

LA SIGUIENTE PREGUNTA: ¿Sabes cuáles son las superficies de control secundarias?

