

FUERZA AEREA DE CHILE VIRTUAL

Superficies de Control.

En este capítulo se explicarán en forma básica, y sin entrar en detalles, los motivos físicos por los que vuela un avión. Puede ocurrir, que para explicar determinadas circunstancias de vuelo sea necesario profundizar más en algún tema físico, de ser así ese tema será tratado especialmente en ese momento.

Contenido Superficies de control
:
Superficies de las alas
Empenaje de cola
Alerones
Spoiler o Airbrakes
Flaps
Slats o hipersustentadores de borde de ataque
Estabilizador vertical (deriva) y timón de dirección
Estabilizador horizontal y timón de profundidad
Vuelo coordinado
Coordinador de giros
Horizonte artificial
Indicadores y centrado de las superficies de control

Advertencia

La información que aquí se brinda esta basada en la realidad. El conocimiento de la misma no es habilitante para volar realmente, solo se brinda a título informativo para uso exclusivo en simuladores de vuelo, y no debe ni puede ser aplicada fuera de ese contexto. Si desean aprender a volar en la realidad, solo podrán hacerlo en las entidades habilitadas para tal fin (Aeroclubes, Fuerza Aérea, etc).

Superficies de control.

Cada movimiento del avión es provocado y controlado por una superficie específica. Otras superficies están destinadas a mejorar el rendimiento en determinadas circunstancias.

Las superficies de control están distribuidas en dos zonas del avión, las alas y la cola de la nave.

Sobre las alas se sitúan dispositivos encargados de mejorar el rendimiento bajo determinadas circunstancias. Mientras que en la cola se sitúan dos superficies horizontales, llamadas en su conjunto como estabilizador horizontal o plano horizontal de cola y una vertical llamada deriva o estabilizador vertical, a este grupo en su conjunto se lo denomina empenaje de cola.

En general sobre las alas encontraremos instalados los alerones, los spoilers y el conjunto hipersustentador compuesto por flaps y slats, aunque no todas las máquinas tienen este último elemento (slats).

El empenaje de cola, como se dijo, está constituido por el estabilizador horizontal y la deriva, en estas superficies se encuentran montados los timones de dirección y profundidad.

De acuerdo al porte del avión cambian los sistemas de accionamiento, los más grandes y más veloces por lo general el accionamiento es hidráulico, mientras que en los pequeños o lentos es mecánico por cables de acero.

Estas ubicaciones y funciones no necesariamente son iguales en todos los aparatos, existen otras configuraciones en las que un mismo plano realiza funciones de otro, o formas distintas en el empenaje de cola por Ej. en forma de V.

Digamos que las superficies se dividen en dos grupos, el principal está formado por los alerones, timón de profundidad y timón de dirección.

Este grupo controla los movimientos del avión sobre los tres ejes (longitudinal, transversal y vertical) durante el vuelo normal, se los maneja con los pedales y el bastón de mando (especie de volante, que además de rotar se desplaza hacia delante y hacia atrás) o joystick.

El resto de las superficies, forman el grupo secundario y no funcionan permanentemente durante el vuelo, solo se las utiliza en el despegue o en el aterrizaje. Su finalidad es la de mejorar las condiciones de sustentación a bajas velocidades.

Estas superficies no pueden desplegarse indiscriminadamente, tienen velocidades límites, por encima de estas pueden sufrir daños.

Superficies de las alas.

En cada semiala se encuentran montadas diversas superficies encargadas de producir algún efecto determinado sobre el vuelo de la nave.

Existen variaciones de estos elementos o de sus ubicaciones, que dependen de cada fabricante, incluso existen distintas formas de alas que se diseñan de acuerdo con las funciones del avión, pero todas funcionan de la misma manera.

Generalmente en el ala se encuentran montadas las siguientes superficies:

- 1 ALERONES
- 2 SPOILERS
- 3 FLAPS
- 4 SLATS

Empenaje de cola.

QUAM CELERRIME AD ASTRA

En la cola del avión se encuentran montadas una serie de superficies destinadas a mejorar la estabilidad (ver tema estabilidad en vuelo) y controlar el movimiento del aparato.

Fijado en el fuselaje veremos un plano montado en forma vertical, llamado estabilizador vertical o deriva. Abisagrado a él se encuentra una superficie móvil, el timón de dirección; encargado de controlar la guiñada.

Algunas veces montados en el extremo superior de la deriva, otras a cada lado del fuselaje (depende del fabricante del avión) se encuentran los planos horizontales de cola o estabilizador horizontal. En su borde de fuga se encuentra una superficie móvil cuyo movimiento controla y maneja el cabeceo de la nave, llamado timón de profundidad.

Estas no son las únicas configuraciones posibles, existen otras, incluso con funciones combinadas.

Por Ej. En el F14 "TOMCAT" veremos que su empenaje de cola esta compuesto de una doble deriva y el plano horizontal es móvil cumpliendo las funciones de, estabilizador horizontal y timón de profundidad a la vez.

En aparatos con alas del tipo delta (triangulares) es común no ver el plano horizontal ni su plano asociado. Normalmente estas alas llegan hasta la cola, siendo los alerones los que también cumplen con la función de timones.

Otro Ej. es el F117 con su doble deriva en forma de "V" que a su vez hace las veces de timones, dependiendo de la combinación de sus movimientos cambiará la actitud o guiñada de la maquina.

Alerones.

Forman parte de las superficies de control principales, ubicadas a los extremos de cada semiala, provocan y controlan el alabeo o balanceo del avión.

Manejados por el bastón de mando, cada alerón se desplaza en forma opuesta al otro, es decir; si el bastón de mando se lleva hacia la izquierda, el alerón de la semiala izquierda se inclina hacia arriba mientras que el derecho lo hará hacia abajo. De esta forma en el lado izquierdo habrá una disminución en la sustentación mientras que en la derecha habrá un incremento de la misma, como resultado el avión ejecuta un viraje hacia el costado izquierdo, rotando sobre su eje longitudinal. Lo mismo aunque en lados opuestos ocurre si se gira el bastón a la derecha.

Con el mando centrado, los alerones no se desplazan y el avión permanece sin ladeo.

Al girar el mando a la derecha, el alerón derecho sube y el izquierdo baja, ladeando el avión hacia la derecha (alabeo a derecha o estribor).

Al girar el mando a la izquierda, el alerón izquierdo sube y el derecho baja, ladeando el avión hacia la izquierda (alabeo a izquierda o babor).

Mientras los alerones se encuentren desplazados el avión seguirá rotando, es necesario centrar el bastón de mando para que deje de hacerlo, las fuerzas aerodinámicas harán que la nave vuelva a la posición horizontal aunque demorara un tiempo en hacerlo.

Para mantener el ladeo es necesario hacer pequeñas correcciones permanentemente.

En Flight Simulator:

Teniendo un joystick común o especialmente diseñado para simulación el control de alabeo se realiza girando el comando o llevando la palanca hacia el lado donde se quiere que el avión se incline.

Con el teclado (español):

Izquierda	4 (cuatro)	Teclado numérico (pad numérico)
Derecha	6 (seis)	Teclado numérico (pad numérico)

Centrado 5 (cinco) Teclado numérico (pad numérico)

Spoilers o Airbrakes

Se ubican en el extradós a continuación de los alerones, parecidos a estos tienen una función distinta. De acuerdo a las velocidades, se despliegan sobre el ala, rompiendo el flujo laminar de aire, produciendo una disminución en la sustentación y un aumento en la resistencia inducida provocando un incremento en el índice de descenso y una disminución en la velocidad horizontal, asistiendo a los alerones.

En el aterrizaje, después de tocar tierra, se despliegan por completo, aumentando la resistencia al avance, actuando como freno aerodinámico, que en conjunto con los frenos de tren y reversores disminuyen la distancia de frenado.

En Flight Simulator:

En la imagen puede verse el mando de accionamiento de los spoilers en un panel del FS 98, como se ve, el despliegue es gradual, aunque en el simulador no lo es. Se lo indica en los paneles como spoilers, airbrakes o speedbrakes.

En el mejor de los casos admite las posiciones de off, armados y extendidos.

Para accionarlos se utiliza el mouse (con click en la posición) o la tecla Ç. (Corresponde a un teclado español, en otro caso consultar el manual).

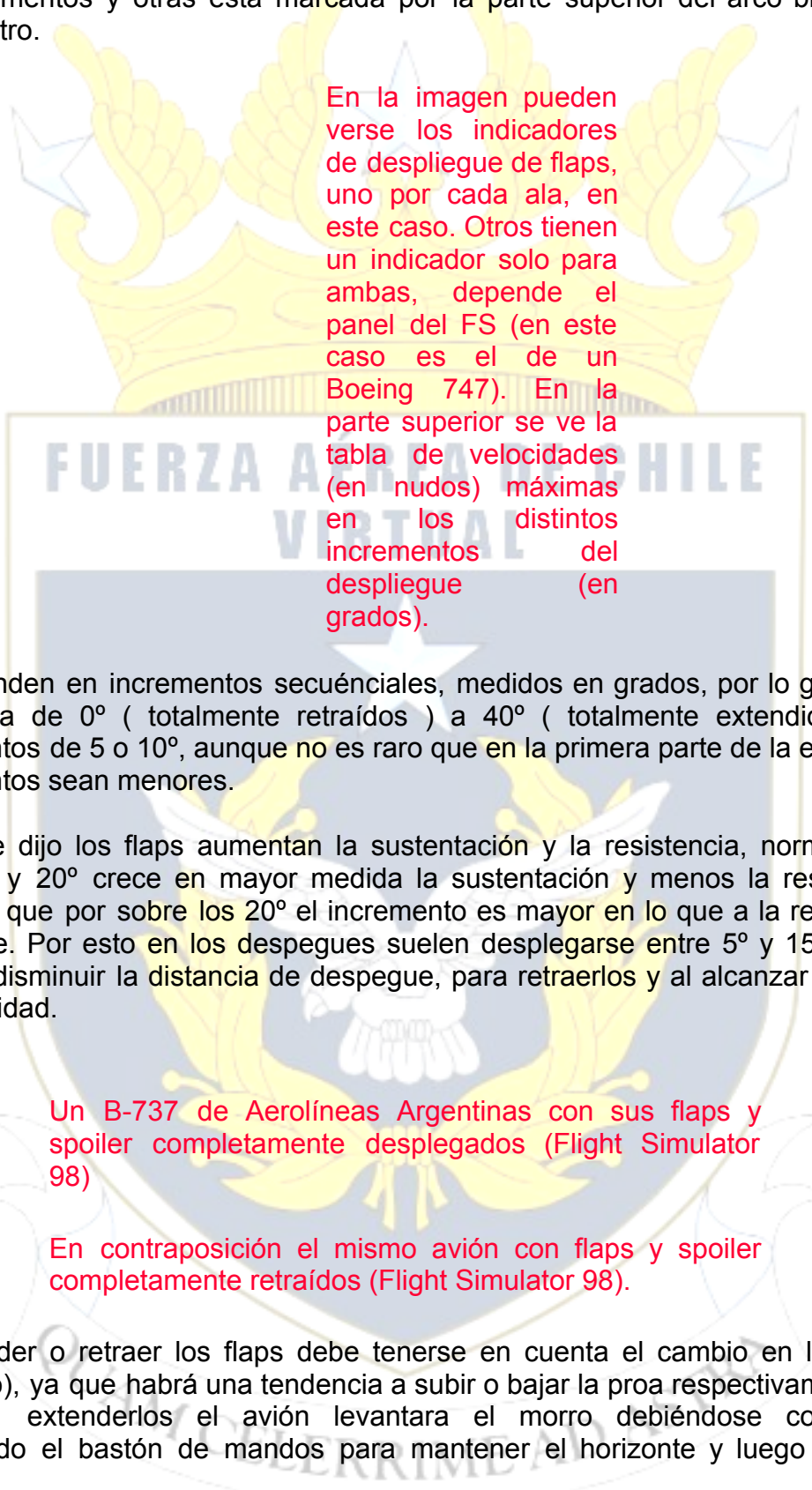
Flaps

Los flaps tienen como fin cambiar la superficie y la curvatura alar aumentando así la sustentación a baja velocidad. Son superficies secundarias puesto que no sirven para realizar maniobras, solo incrementa la sustentación.

Se despliegan por detrás y por debajo del borde de fuga aumentando la sustentación y la resistencia, vale aclarar que no son frenos y solamente se los despliega cuando se tiene una velocidad inferior a la operativa de los mismos, en caso contrario podrían sufrir daños.

La velocidad operativa de los flaps puede variar con las características de cada avión, es bueno consultar el manual, en algunos casos está indicada en el panel

de instrumentos y otras está marcada por la parte superior del arco blanco del velocímetro.



En la imagen pueden verse los indicadores de despliegue de flaps, uno por cada ala, en este caso. Otros tienen un indicador solo para ambas, depende el panel del FS (en este caso es el de un Boeing 747). En la parte superior se ve la tabla de velocidades (en nudos) máximas en los distintos incrementos del despliegue (en grados).

Se extienden en incrementos secuenciales, medidos en grados, por lo general la escala va de 0° (totalmente retraídos) a 40° (totalmente extendidos) en incrementos de 5 o 10°, aunque no es raro que en la primera parte de la escala los incrementos sean menores.

Como se dijo los flaps aumentan la sustentación y la resistencia, normalmente entre 0° y 20° crece en mayor medida la sustentación y menos la resistencia, mientras que por sobre los 20° el incremento es mayor en lo que a la resistencia se refiere. Por esto en los despegues suelen desplegarse entre 5° y 15°, lo que permite disminuir la distancia de despegue, para retraerlos y al alcanzar la altitud de seguridad.

Un B-737 de Aerolíneas Argentinas con sus flaps y spoiler completamente desplegados (Flight Simulator 98)

En contraposición el mismo avión con flaps y spoiler completamente retraídos (Flight Simulator 98).

Al extender o retraer los flaps debe tenerse en cuenta el cambio en la actitud (cabeceo), ya que habrá una tendencia a subir o bajar la proa respectivamente, es decir, al extenderlos el avión levantará el morro debiéndose compensar empujando el bastón de mandos para mantener el horizonte y luego después

accionar el mando de centrado para disminuir la presión, al retraerlos el caso es el opuesto.

Existen varios tipos de flaps:

Flaps simples: montados sobre bisagras, el borde de fuga simplemente pivota hacia abajo, son los más comunes en aviones de pequeño porte.

Flaps de intradós: cuelgan en el borde de fuga, pero la superficie superior no varía.

Flaps ranurados: Funcionan igual que los simples, pero tienen una ranura entre el ala y el flap, permitiendo que pase el aire del intradós a la superficie superior del flap; logrando un incremento importante en la sustentación, especialmente a bajas velocidades.

Flap de extensión o Fowler: Son los más complejos y eficaces, generalmente usados en reactores comerciales. Se desplazan hacia atrás y hacia abajo aumentando la superficie y la curvatura alar, en vuelo crucero están completamente plegados y escamoteados en el ala.

En Flight Simulator:

Para extender o retraer los flaps:

Extender	en	F7
incrementos		
Retraer en incrementos	F6	
Extender	F8	
completamente		
Retraer completamente	F5	

Slats o hipersustentadores de borde de ataque.

Los slats son sistemas de extensión que recorren toda la longitud del borde de ataque de cada semiala.

Funcionan en conjunto con los flaps y utilizan su mismo principio. Se extienden hacia delante y hacia abajo, aumentando la superficie y la curvatura alar, aunque en menor medida que los flaps.

En FS el mando que los maneja es el mismo que maneja los flaps, los slats se desplazan automáticamente cuando los flaps están en los primeros pasos de su despliegue. Desde luego los slats se encuentran replegados cuando los flaps también lo están. Podemos considerar que los flaps y los slats forman un solo conjunto (hipersustentador). En los aviones reales no siempre es así, existen casos en que se desplazan solos al volar a baja velocidad. Puede que algunos aviones de pequeño porte no posean el sistema de borde de ataque.

Estabilizador vertical y timón de dirección.

Como se dijo, en el empenaje de cola se encuentra una superficie montada verticalmente conocida como estabilizador vertical o deriva. Abisagrada a esta y actuando como borde de fuga se encuentra una superficie móvil denominada timón de dirección.

El timón de dirección cumple la función de controlar la guiñada de la nave, es decir, su rotación por el eje vertical.

Mientras se mantengan centrados los pedales, el timón de dirección también lo estará, no habrá guiñada.

Al pisar el pedal derecho, el timón se desplazará hacia ese lado, la cola se desplazará hacia la izquierda y la nariz a la derecha, guiñando a estribor.

Al pisar el pedal izquierdo, el timón se desplazará hacia ese lado, la cola se desplazará hacia la derecha y la nariz a la izquierda, guiñando a babor.

Comandado por la pedalera del avión, el timón girará a derecha o a izquierda; en otras palabras, si se pisa el pedal izquierdo, el timón de dirección girará hacia la izquierda, esto provocará una fuerza aerodinámica sobre la deriva en sentido opuesto es decir hacia la derecha, como consecuencia la cola se desplaza en sentido de la fuerza girando el avión por su eje vertical (el morro girará hacia la izquierda, en este ejemplo), de esta forma el avión está guiñando a la izquierda

(babor, empecemos a hablar correctamente che). En cambio se pisa el pedal derecho guñará a la derecha (¡¡¡estribor!!!).

En Flight Simulator:

El timón de dirección es controlado por los pedales en la cabina de mandos, salvo que tengan instalado un joystick equipados con ellos o algo que los reemplace deberán usar el teclado, las teclas asignadas originalmente son:

Izquierda (babor)	0 (cero) en el teclado numérico (pad numérico)
Derecha (estribor)	Enter en el teclado numérico (pad numérico)
Centrar	5 (cinco) en el teclado numérico (pad numérico)

Estas teclas corresponden al teclado español, consultar el manual por otros teclados.

Estabilizador horizontal y timón de profundidad.

A fin de obtener las fuerzas necesarias para compensar los desplazamientos del centro de gravedad y su relación con la distribución de pesos, se monta en la cola una superficie horizontal, similar a un ala aunque más pequeña, formando el plano horizontal de cola o estabilizador horizontal.

Por lo general en los aviones comunes se lo encuentra sujeto al fuselaje o bien en el extremo superior de la deriva.

Articulado al estabilizador y haciendo también las veces de borde de fuga se encuentra el timón de profundidad o timón de altura, es una superficie móvil incluida en el estabilizador que comandada por el bastón de mando ("cuerno" en buen criollo) se desplaza hacia arriba o hacia abajo provocando y controlando el cabeceo del aparato (rotación por el eje transversal).

Al elevarse el timón de profundidad se genera una fuerza hacia abajo, bajando la cola y elevando el morro

Con el timón centrado el avión volara nivelado

Al bajar el timón de profundidad la cola se verá forzada a subir, bajando la proa de la nave.

El bastón de mando o cuerno tiene aparte de la posibilidad de girar la capacidad de desplazarse longitudinalmente hacia el panel de instrumentos o hacia el piloto. Si se tira de él (hacia el piloto) el timón de profundidad se elevará, por fuerzas aerodinámicas la cola se verá obligada a bajar, rotando la nave por su eje transversal elevará la proa. Por el contrario, si se empuja el cuerno, el timón de profundidad bajará, elevando la cola y bajando el morro.

Al tirar del mando (cuerno), el timón se elevará, bajando la cola y subiendo el morro

Si se deja el cuerno centrado, el vuelo será nivelado al estar centrado el timón

Al empujar el mando, el timón bajará, elevará la cola y bajará la nariz

En algunos aviones militares como el F14 "TOMCAT", el timón de profundidad y el estabilizador horizontal forman una sola pieza móvil, es decir es el estabilizador completo el que gira hacia arriba o hacia abajo, cumpliendo así la función de timón. En otros casos, por lo general con una configuración de alas del tipo Delta como el "CONCORDE", verán que no está ni el estabilizador ni el timón asociado, en estos casos son los alerones los que cumplen con esta función además de la que le es propia.

En Flight Simulator:

De tener instalado un joystick común, este timón lo controlan tirando o empujando la palanca, si es uno diseñado para simuladores de vuelo lo harán tirando o empujando el cuerno. Recuerden que al tirar el morro sube y al empujar baja.

Con el teclado:

Hacia arriba	2	Teclado numérico	(pad numérico)
Hacia abajo	8	Teclado numérico	(pad numérico)

Centrado arriba	hacia 1	Teclado numérico)	numérico	(pad
Centrado abajo	hacia 7	Teclado numérico)	numérico	(pad

Corresponden al teclado español, consultar el manual para otros teclados.

Vuelo coordinado.

Hasta ahora se analizaron los movimientos independientemente uno del otro, pero en un vuelo no se realizan independientemente sino, varios o todos a la vez.

En los giros se aplican acciones a varias superficies a la vez con el objetivo de lograr y mantener el equilibrio de fuerzas. Si realizamos un giro a la derecha por ejemplo, se aplicará el timón de dirección y los alerones hacia el lado del giro. Si no hay una relación entre los alerones y el timón de dirección se sufrirán efectos como el derrape o el resbalón.

Es decir, si se aplica demasiado timón de dirección (guiñada) o poco alabeo (alerones) el avión sufrió un derrape, por el contrario si la guiñada es escasa o excesiva el alabeo se tendrá un resbalón.

En general se coordina la guiñada y el alabeo para que la trayectoria sea normal y previsible, además en estas condiciones es cuando el aparato tiene su mejor rendimiento y controlabilidad.

Notarán que deje "en general", esto es por que existen situaciones en que se provocan resbalones o derrapes adrede como por ejemplo en las maniobras de aproximación en los aterrizajes.

El timón de profundidad no esta exento de lo anterior, pues en giros cerrados el avión tiende a perder altura, para corregir esto se aumenta el ángulo con respecto del horizonte.

Coordinador de giros.

Mientras se realiza un giro es el encargado de indicar el alabeo y la calidad del giro que se está dando.

Digamos que son dos instrumentos en uno, el primero mide el alabeo y el segundo la coordinación entre los alerones y el timón de dirección.

Primeramente en su cuadrante se ve la figura de un avión, en la medida que se alabee la nave esta figura se inclinará en el mismo sentido. Cuando alcanza una de las marcas blancas con las letras "L" (left - izquierda) o "R" (right - derecha) y el giro esta coordinado, se esta girando a una velocidad estándar de giro, que es de 3° por segundo para aviones de pequeño porte y de 1,5° para los grandes.

Debajo de la figura se ve un tubo transparente con una esfera que se desplaza dentro de este, el dispositivo mide el grado de coordinación de la maniobra.

Remarcado: el
dispositivo destinado
a indicar el grado de
coordinación de la
maniobra.

Cuando la esfera se encuentra entre las marcas negras el vuelo está coordinado, al desplazarse fuera de estas, si lo hace hacia el exterior de la curva que se está dando, el avión está derrapando; en este caso habrá que aumentar el alabeo o disminuir la presión sobre el timón de dirección. Por el contrario si se desplaza hacia el interior de la curva, se está resbalando, en este caso se puede reducir el alabeo o aplicar más timón de dirección.

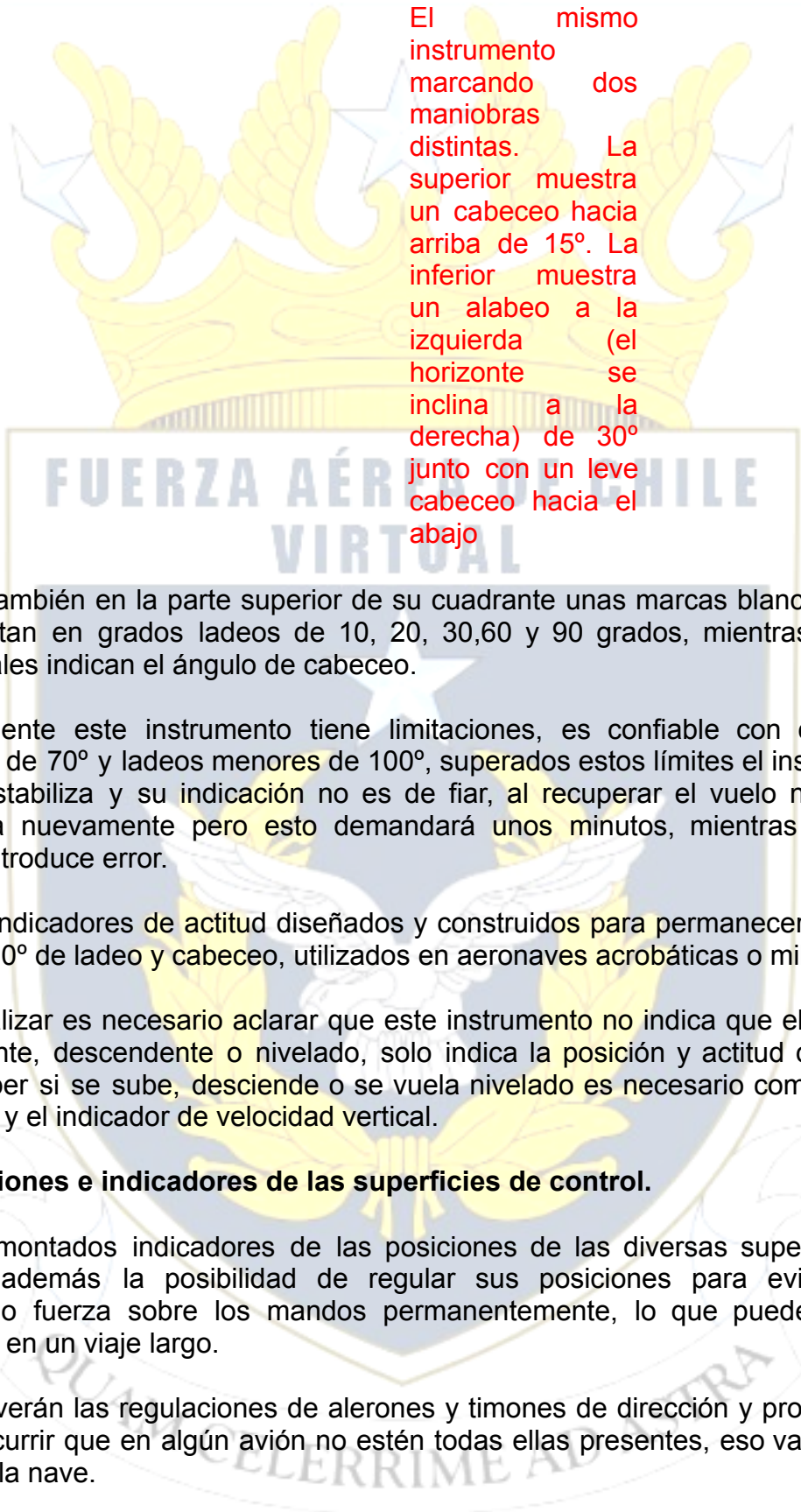
Finalmente se verá una indicación de tiempo en el fondo del cuadrante, 2 minutos en nuestro caso, esto indica el tiempo que se tarda en dar un giro completo (360°) a una velocidad de giro estándar.

Horizonte artificial o Indicador de actitud.

Este es un instrumento giroscópico que como característica principal nos muestra el alabeo y el cabeceo de la nave. Consta de una figura que representa el avión visto desde atrás y una esfera que cubre todo su cuadrante, dividida en dos. La mitad superior es de color celeste representando el cielo, mientras que la inferior es marrón simbolizando la tierra, esto es en los modernos, en los mas antiguos puede no ser así.

La línea donde se produce el cambio de colores está alineada con el horizonte y representa a este mismo, de allí el nombre de horizonte artificial.

En la medida que el avión cabecee el horizonte artificial subirá o bajará según el caso. Si se baja la proa el horizonte subirá (indicando que el morro apunta hacia la tierra), si se sube el morro, el horizonte bajará (se apunta hacia el cielo). Si se alabea se verá que el horizonte también se inclina, si se realizan dos de estos movimientos simultáneamente, todos se verán reflejados en el cuadrante.



El mismo instrumento marcando dos maniobras distintas. La superior muestra un cabeceo hacia arriba de 15°. La inferior muestra un alabeo a la izquierda (el horizonte se inclina a la derecha) de 30° junto con un leve cabeceo hacia el abajo

Se ven también en la parte superior de su cuadrante unas marcas blancas, estas representan en grados ladeos de 10, 20, 30, 60 y 90 grados, mientras que las horizontales indican el ángulo de cabeceo.

Normalmente este instrumento tiene limitaciones, es confiable con cabeceos menores de 70° y ladeos menores de 100°, superados estos límites el instrumento se desestabiliza y su indicación no es de fiar, al recuperar el vuelo normal se estabiliza nuevamente pero esto demandará unos minutos, mientras tanto su lectura introduce error.

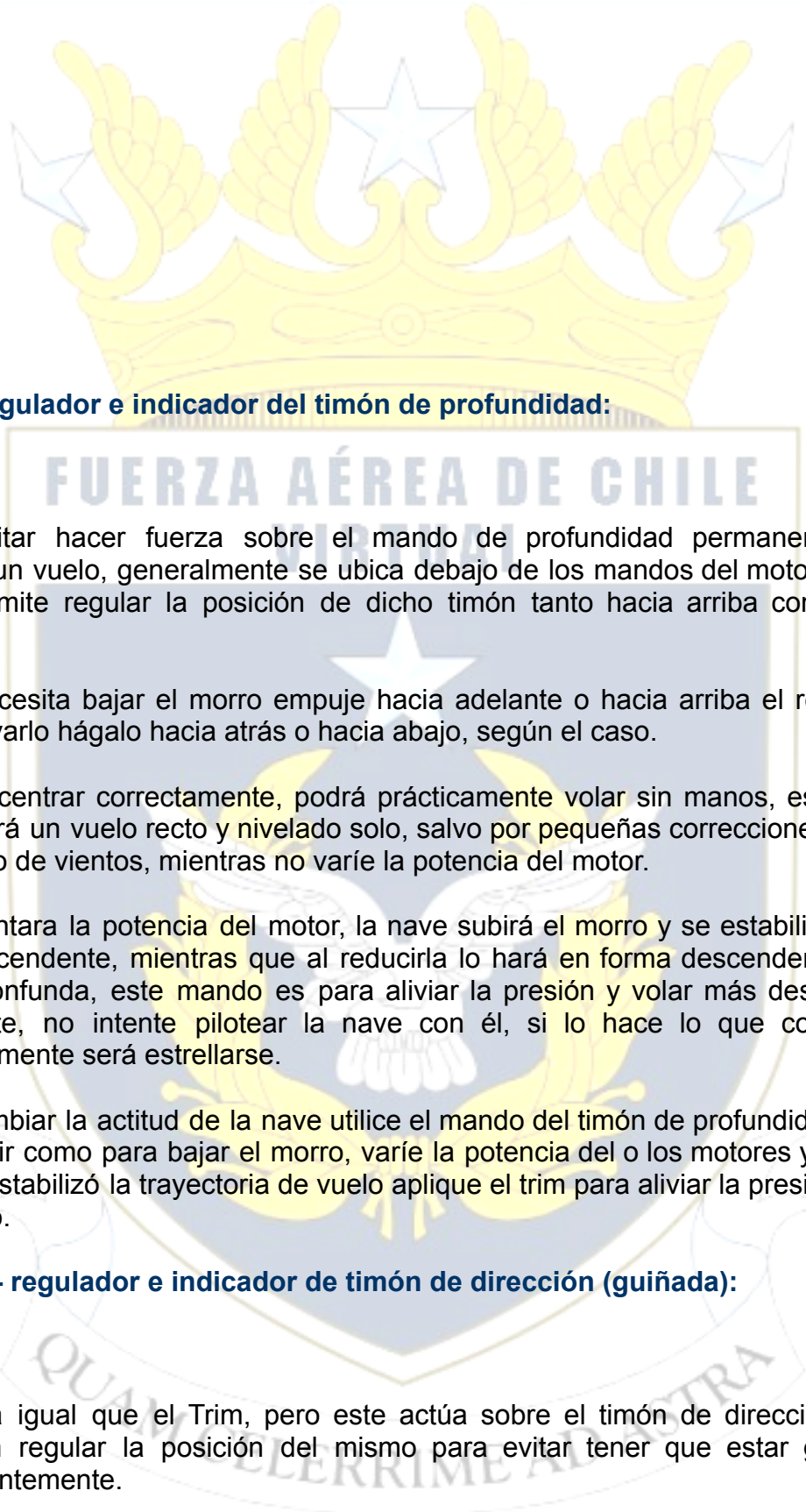
Existen indicadores de actitud diseñados y contruidos para permanecer estables en los 360° de ladeo y cabeceo, utilizados en aeronaves acrobáticas o militares.

Para finalizar es necesario aclarar que este instrumento no indica que el vuelo es ascendente, descendente o nivelado, solo indica la posición y actitud del avión. Para saber si se sube, desciende o se vuela nivelado es necesario comprobar el altímetro y el indicador de velocidad vertical.

Regulaciones e indicadores de las superficies de control.

Existen montados indicadores de las posiciones de las diversas superficies de control, además la posibilidad de regular sus posiciones para evitar estar realizando fuerza sobre los mandos permanentemente, lo que puede resultar agotador en un viaje largo.

Aquí se verán las regulaciones de alerones y timones de dirección y profundidad, puede ocurrir que en algún avión no estén todas ellas presentes, eso varía con el porte de la nave.



Trim - regulador e indicador del timón de profundidad:

Para evitar hacer fuerza sobre el mando de profundidad permanentemente durante un vuelo, generalmente se ubica debajo de los mandos del motor el Trim, este permite regular la posición de dicho timón tanto hacia arriba como hacia abajo.

Si se necesita bajar el morro empuje hacia adelante o hacia arriba el regulador, para elevarlo hágalo hacia atrás o hacia abajo, según el caso.

Si logra centrar correctamente, podrá prácticamente volar sin manos, es decir el avión hará un vuelo recto y nivelado solo, salvo por pequeñas correcciones debido al cambio de vientos, mientras no varíe la potencia del motor.

Si aumentara la potencia del motor, la nave subirá el morro y se estabiliza en un vuelo ascendente, mientras que al reducirla lo hará en forma descendente. Pero no se confunda, este mando es para aliviar la presión y volar más descansado solamente, no intente pilotear la nave con él, si lo hace lo que conseguirá probablemente será estrellarse.

Para cambiar la actitud de la nave utilice el mando del timón de profundidad, tanto para subir como para bajar el morro, varíe la potencia del o los motores y una vez que se estabilizó la trayectoria de vuelo aplique el trim para aliviar la presión sobre el mando.

Rudder - regulador e indicador de timón de dirección (guiñada):

Funciona igual que el Trim, pero este actúa sobre el timón de dirección, tiene como fin regular la posición del mismo para evitar tener que estar guiñando permanentemente.

El indicador señala para qué lado está el timón o lo que es igual para que lado está guiñando la nave.

Para centrar coloque el avión en el rumbo deseado con las alas niveladas y después regúlelo para hasta lograr mantener el curso sin tener que estar guiñando manualmente.

Ailerons - regulador e indicador de posición de alerones (alabeo):

Igual a los anteriores, este se utiliza para compensar el alabeo de la nave centrando la posición de los alerones.

El indicador señala para que lado alabeará la nave, para regular nivel las alas utilizando el bastón de mandos y luego aplique el regulador hasta que el avión mantenga la posición sin necesidad de corregir manualmente.

En Flight Simulator:

Para regular el mando del centrado utilice:

Centrado arriba	hacia 1 en el teclado numérico (pad numérico)
Centrado abajo	hacia 7 en el teclado numérico (pad numérico)

