

GUIADO DE VUELO

INTRODUCCIÓN

El Flight Guidance (FG) es la parte del FMGS que controla:

- Director de vuelo (FD, del inglés Flight Director)
- Piloto automático (AP, del inglés Autopilot)
- Empuje automático (A/THR, del inglés Autothrust)

Modos de Guiado

Existen dos tipos de piloto automático y director de vuelo para guiar el avión:

- Modos de gestión, que gobiernan los perfiles de vuelo lateral, vertical y de velocidad de acuerdo con los datos introducidos por el piloto en el MCDU. La gestión de vuelo (en la computadora FMG) procesa las correspondientes tarjetas de guiado.
- Modos seleccionados, que gobiernan el avión según los valores objetivos que el piloto introduce y la ventana del FCU muestra.

GUIDANCE	MANAGED modes	SELECTED modes
LATERAL	NAV, APP NAV LOC*, LOC RWY RWY TRK GA TRK ROLL OUT	HDG-TRK
VERTICAL	SRS (T.O and G.A) CLB, DES ALT CST, ALT CST* ALT CRZ G/S*, G/S FINAL, FINAL APP FLARE	OP CLB, OP DES V/S, FPA ALT*, ALT EXPEDITE
SPEED	FMGC REFERENCE (ECON, Auto SPD, SPD LIM) EXPEDITE	FCU REFERENCE

Selección de modos

Modos de gestión

- En el despegue, el modo de gestión se activa automáticamente, cuando el piloto selecciona los niveles de empuje en el despegue y en el escape FLX.
- Durante el vuelo, el piloto puede armar o activar la gestión de modos (si el avión encuentra condiciones de enganche) pulsando los botones apropiados en el FCU.
- El piloto selecciona la opción “DIR TO” en la MCDU para insertar la dirección de destino. Se acopla o se mantiene el modo NAV.
- El piloto activa el botón “APPR” en la FCU para armar o acoplar el localizador y la trayectoria descendente o “FINAL APP”, dependiendo de el tipo de aproximación que haya introducido en el plan de vuelo.
- El “LOC” sólo arma o activa el modo de localización.

Modos seleccionados

El piloto puede activar los modos seleccionados mediante una combinación adecuada de botones de la FCU.

Interacción entre los modos AP/FD y A/THR

El modo de cabeceo del piloto automático y del director de vuelo controlan el SPD/MACH o la trayectoria vertical. EL empuje automático controla un empuje fijo o una velocidad o Mach determinados. Sin embargo el AP/FD y el A/THR no pueden controlar simultáneamente un SPD/MACH. Por eso los modos de cabeceo del AP/FD y el modo de A/THR están coordinados de la siguiente manera:

- Si un modo de cabeceo del AP/FD controla la trayectoria vertical, el modo del A/THR controla el SPD/MACH.
- Si un modo de cabeceo del AP/FD controla una velocidad o un Mach, el A/THR controla el empuje.
- Si no hay ningún modo del AP/FD activado, el autoempuje toma el control del SPD/MACH.

En otras palabras, la activación de un modo de cabeceo del AP/FD determina qué modo del A/THR controla el avión.

AP/FD pitch modes	A/THR modes
V/S – FPA DES (geometric path) ALT*, ALT ALT CRZ*, ALT CRZ ALT CST*, ALT CST G/S*, G/S FINAL, FINAL APP	SPEED/MACH MODE
AP/FD OFF	
CLB/DES (idle path) OPEN CLB/OPEN DES EXP CLB/EXP DES <=> SRS	THR (CLB, IDLE) MODE
FLARE	RETARD (IDLE)

DIRECTOR DE VUELO

Introducción

El director de vuelo (FD) muestra los comandos de guiado desde el FMGC en el display principal de vuelo (PFD).

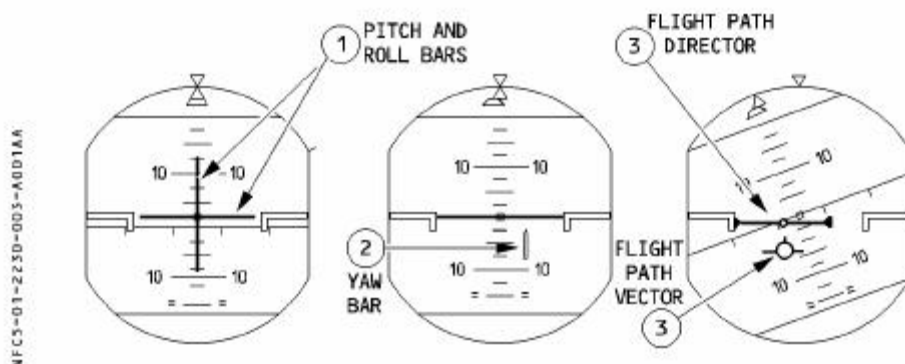
El piloto debe pilotar manualmente el avión, siguiendo las indicaciones de los comandos del FMGC o a través de las órdenes del FMGC cuando el piloto automático está armado.

En una operación normal, FD1 muestra las órdenes FMGC1 en e PFD1, mientras que el FD2 muestra las órdenes del FMGC2 en el PFD2.

Cada FD usa su respectiva FMGC interna.

En el PFD:

1. Las barras indicadoras del cabeceo y el alabeo del FD muestran el cabeceo y el alabeo fijado.
2. Por debajo de los 30 pies, durante el aterrizaje y despegue, mientras en localizador está disponible, la barra vertical es reemplazada por una barra de guiñada que da las órdenes laterales
3. El Director de Ruta en Vuelo (FPD, del inglés Flight Path Director) contiene el Flight Path Vector.



El botón HDG V/S – TRK FPA en la FCU permite al piloto seleccionar cualquier tipo de referencia y display.

El botón FD en el panel de control del Sistema Electrónico de Instrumentación de Vuelo (EFIS, del inglés Electronic Flight Instrument System) permite acceder a las barras del FD para moverlas o eliminarlas.

Barras del FD (HDG V/S seleccionadas en la FCU)

- La barra de cabeceo es mostrada si un modo vertical es seleccionado. Entonces se dan órdenes de cabeceo para el guiado vertical.
- La barra de alabeo es mostrada si un modo lateral es seleccionado. Entonces se dan órdenes de alabeo para el guiado lateral.

Flight Path Director (TRK FPA seleccionado en la FCU)

El display es una vía alternativa para transmitir órdenes al Director de Vuelo:

- El símbolo de Flight Path Vector (FPV) indica la trayectoria y el ángulo de la dirección de vuelo actual.

- El símbolo Flight Path Director (FPD) muestra al piloto cómo alcanzar y volar la trayectoria vertical y horizontal indicada por el FMGC.

Cuando el piloto superpone los símbolos del FPV y del FPD, el avión vuela la trayectoria indicada.

Barra de guiñada

La barra de guiñada es mostrada en el modo RWY en el despegue y en los modos FLARE y ROLL OUT en el aterrizaje.

PILOTO AUTOMÁTICO (AP)

Introducción

El piloto automático:

- Estabiliza el avión en torno a su centro de gravedad.
- Adquiere y sigue una trayectoria de vuelo.
- Vuela el avión en un aterrizaje automático o en vuelo cualquiera.

El AP dirige:

- La posición de las superficies de control de vuelo de cabeceo, alabeo y guiñada.
- Tren de aterrizaje delantero

Activación del piloto automático

La tripulación puede activar el piloto automático AP1 o AP2 mediante los correspondientes botones en la FCU si el avión lleva en vuelo al menos cinco segundos. Cuando un AP es activado aparece AP1 (ó AP2) en el FMA.

Desactivación del piloto automático

Existen varias causas por las cuales el piloto automático puede desactivarse, por ejemplo:

- Si el piloto presiona el botón de toma de mandos en el “sidestick”
- El piloto pulsa el Otón AP en la FCU

Alarmas del piloto automático

Cuando el Piloto Automático se desactiva el sistema avisa al piloto:

- Si el piloto lo desactiva con el botón de toma de mandos en el “sidestick”, la alarma es temporal.
- Si la desactivación resulta de un fallo, de que el piloto haya pulsado el botón en la FCU o porque se mueva la palanca, la alarma visual y acústica son continuas.

		AP DISENGAGEMENT	
		TAKE OVER PB on SIDESTICK	BY OTHER MEANS
CONSEQUENCE	MASTER WARNING	flashing red during 3 sec max	flashing red
	ECAM	red AP OFF message 9 sec maximum	red warning AUTO FLT AP OFF
	AUDIO	cavalry charge 0.5 sec min 1.5 sec maximum	continuous cavalry charge 1.5 sec minimum
	CLR PB on ECAM CONTROL PANEL	extinguished	illuminated
ACTION	MASTER WARNING	extinguishes M.W. erases ECAM warning stops audio if pressed within 1.5 sec	extinguishes M.W. stops audio after 1.5 sec
	CLR PB on ECAM CONTROL PANEL	No effect	extinguishes CLR pb erases ECAM message calls status
	TAKE OVER PB	extinguishes M.W. erases ECAM warning stops audio if pressed within 1.5 sec.	extinguishes M.W. stops audio after 1.5 sec
ECAM STATUS MESSAGE		NO	YES

Alarmas de aterrizaje automático

El aterrizaje automático emite luces en el modo LAND cuando:

- La altitud baja de los doscientos pies.
- El avión se aleja demasiado de la barra (LOC o GLIDE)

CONTROL DEL MACH/DE LA VELOCIDAD

En vuelo, cualquier control de cabeceo del AP/FD o del autoempuje debe adquirir y mantener un objetivo de velocidad o número de Mach, dependiendo de los modos activos. El control de velocidad está:

- Activado, cuando la velocidad objetivo viene desde el FMGS
- Seleccionada, cuando la velocidad objetivo viene desde la ventana SPD/MACH de la ventana de la FCU.

Gestión del objetivo de velocidad/Mach

Cuando se alcanza velocidad objetivo, la ventana del SPD/MACH de la FCU muestra un guión y la correspondiente luz se enciende. La escala de velocidad OFD muestra la velocidad objetivo.

Condiciones de activación

La velocidad objetivo está gestionada, siempre que no esté activado el AP o el FD, y ocurre una de las siguientes cosas:

- El piloto pulsa el botón de selección SPD/MACH.
- La velocidad V2 está insertada en la MCDU
- El sistema de referencia de velocidad (SRS) está activado (modos de despegue o vuelo)
- Modo EXPEDITIVE activado

Condiciones de desactivación

La dirección de velocidad se desactiva si el piloto selecciona una velocidad objetivo en la FCU, o si la velocidad estaba preseleccionada.

Perfil de velocidad

La forma de gestión del perfil de velocidad depende del modo NAV lateral:

- Si está activado el perfil de velocidad tiene en cuenta todas las ligaduras debidas al plan de vuelo.
- Si no está activado, las ligaduras de velocidad no se consideran.

Mini Ground Speed

En la fase de aproximación el control de velocidad lo realiza el Mini Ground Speed, computerizado por el FG, arte del FMG.

Objetivo de Mach/velocidad seleccionado

Para volar con una velocidad/Mach objetivo seleccionada, el piloto emplea el botón de la FCU para introducir la velocidad, que es mostrada en la ventana de la FCU. También se muestra en azul en la escala de velocidad del PFD.

Condiciones de activación

El avión tiene una velocidad objetivo seleccionada bajo una de las siguientes condiciones:

- El piloto desactiva el selector SPD/MACH

- Los dos AP/FDs están desactivados
- El objetivo de velocidad FM está perdido
- La MCDU tiene una velocidad preseleccionada para la siguiente fase y el avión está en transición hacia esta fase

Condiciones de desactivación

La velocidad seleccionada se desactiva cuando:

- Se activa el SPD.
- El avión está en tierra con los motores encendidos.

Auto SPD

El piloto debe insertar la AUTO SPD (velocidad o Mach) en la página PERF DES para desplazar el ECON DES SPD.

En este caso, el perfil de velocidades tiene en cuenta el valor seleccionado. El máximo descenso y la trayectoria de descenso están basadas en el AUTO SPD.

Cambio de velocidad a Mach

Al cambiar de altitud, el FMGC cambia automáticamente la velocidad seleccionada a el correspondiente número de Mach. El FCU muestra el valor del Mach correspondiente para cada altitud.

ALTITUDE							
30500	280						
29500		290					
28500	295		300				
27500		305		310			
26500	300		315		325		
25500		310		325		330	
24500			320		335		350
MACH	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82

SPEED/MACH CROSS OVER TABLE.

Un fallo doble en el FM tiene diferentes consecuencias cuando ocurre en distintas fases del vuelo. El sistema funciona de la siguiente forma:

- Durante la aproximación con LOC y G/S activados y radioaltitud menor de setecientos pies, la velocidad objetivo es dada por VAPP, previamente memorizada, y se mantiene.
- En “go-around”, la velocidad a alcanzar es la velocidad de “go-around” memorizada, mayor que la VAPP. La velocidad objetivo conseguida es mantenida.
- En cualquier otro caso la velocidad objetivo vuelve a ser seleccionada, siendo su valor el del instante anterior al fallo.

Sincronización de la ventana velocidad/Mach de la FCU

Cuando la velocidad objetivo es alcanzada, el display SPD/MACH de la FCU muestra un raya. Sin embargo, la ventana muestra la velocidad (o el Mach) objetivo en los siguientes caso:

- El piloto pulsa el selector SPD/MACH
- El piloto activa manualmente una velocidad objetivo seleccionada



- Si el FMGS está en funcionamiento en vuelo, el valor de sincronización de la velocidad/Mach es la actual velocidad o número de Mach

MODOS GENERALES DEL AP/FD

The AP/FD lateral modes are :

RWY, RWY TRK	Runway, Runway track mode
NAV	Nav mode
HDG, TRK	Heading, track mode. Also called basic modes.
APP NAV	Approach Nav mode
LOC*, LOC	Loc capture, Loc track mode
ROLL OUT	Roll out mode. (Autoland)
GA TRK	Go around track mode
• LAND	Land mode. Managed submode that includes LOC and G/S modes below 400 feet RA.
• FINAL APP	Final approach mode. Managed submode that includes APP NAV and FINAL modes during non precision approach.

The AP/FD vertical modes are :

SRS	SRS mode used for takeoff and go-around
CLB	Climb mode
DES	Descent mode
OP CLB	Open Climb mode
OP DES	Open Descent mode
EXP CLB 	Expedite mode in climb
EXP DES 	Expedite mode in descent
V/S or FPA	Vertical speed mode or Flight Path Angle mode. Also called basic modes.
ALT*	Altitude capture,
ALT	Altitude Hold mode
ALT CST*	Altitude constraint capture,
ALT CST	Altitude constraint hold mode
ALT CRZ	Altitude hold of the cruise flight level
G/S*	Glide slope capture
G/S	Glide slope mode.
FINAL	Final mode (non precision approach)
FLARE	Flare mode (Autoland)

MODOS LATERALES DEL AP/FD

Rumbo HDG-TRK

Estos modos guían al avión lateralmente a lo largo de una trayectoria seleccionados por la tripulación. La ventana HDG/TRK de la FCU muestra el rumbo
El piloto emplea el botón HDG V/S – TRK FPA para seleccionar el rumbo

Condiciones de activación

HDG o TRK Se activa cuando se cumple una de las siguientes condiciones:

- El piloto pulsa para desactivar el selector HDG-TRK.
- Si se desactiva el NAV, tanto por la pérdida del plan lateral de vuelo o si el piloto entra en una discontinuidad del plan de vuelo.
- El modo FINAL (armado o activado) se pierde cuando el avión está en modo APP NAV.
- Se pierde el modo LOC o LOC*
- El piloto activa el AP/FD sin ningún modo previamente activado.

Condiciones de desactivación

La activación de cualquier otro modo lateral desactiva HDG o TRK

Sincronización de la ventana HDG/TRK de la FCU

La ventana lateral de la FCU muestra un valor de trayectoria o arrastre cuando:

- El modo HDG/TRK está activa. El valor mostrado es el actual HDG/TRK o el valor manual seleccionado.
- El piloto gira la rueda del HDG/TRK. Cuando el valor de la primera ventana está sincronizando con el actual HDG/TRK, entonces muestra la selección manual. Permanece apagado durante 10 segundos o 45 segundos dependiendo del estándar de la FCU, entonces desaparece si el piloto no pulsa el botón.

Navegación (NAV)

El modo NAV es un modo de gestión que gobierna lateralmente el avión a lo largo del plan de vuelo definido en el FMGS. El piloto puede armar o activar el modo NAV si la MCDU contiene un plan de vuelo lateral

Condiciones de armado

El modo NAV se arma satisfaciendo una de las siguientes condiciones:

- El avión está en tierra sin HDG/TRK presintonizado y sin ningún otro modo.
- EL piloto pulsa el botón HDG/TRK, sin estar el modo LOC activado
- El piloto presiona el botón APPR, si está seleccionada una aproximación sin ILS

Condiciones de desarme

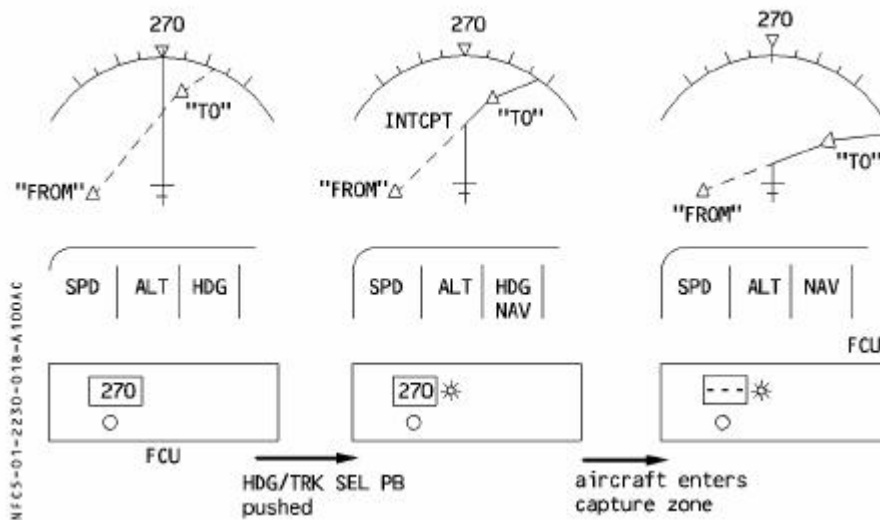
El modo NAV se desarma si ocurre uno de los supuestos siguientes:

- EL piloto deselecciona el botón HDG/TRK
- El piloto arma el modo LOC presionando el botón LOC
- Modo de aterrizaje activado
- El piloto presiona el botón APPR para deseleccionar la aproximación sin ILS.

Condiciones de activación

El modo NAV se activa

- Automáticamente a 30 pies RA después del despegue, si estaba armado en tierra
- Cuando el piloto introduce "DIR TO", excepto po debajo de 700 pies RA en modo LOC
- Automáticamente en vuelo cuando NAV está armado y el avión localiza la zona de captura para el plan de vuelo activo.



Condiciones de desactivación

El modo NAV se desactiva cuando:

- Algún otro modo lateral se activa
- Se pierde el plan de vuelo o el avión entra e una discontinuidad del plan de vuelo

Interacción con modos verticales


Cuando el modo NAV está activado, el guiado vertical con modos CLB o DES o FINAL tiene en cuenta las restricciones de altitud y velocidad logadas a los waypoints en el plan de vuelo lateral. Si el modo NAV está desactivado el guiado vertical no está disponible y las ligaduras de velocidad y altitud son ignoradas

MODOS VERTICALES DEL AP/FD

Los modos verticales guían al avión en el plano vertical

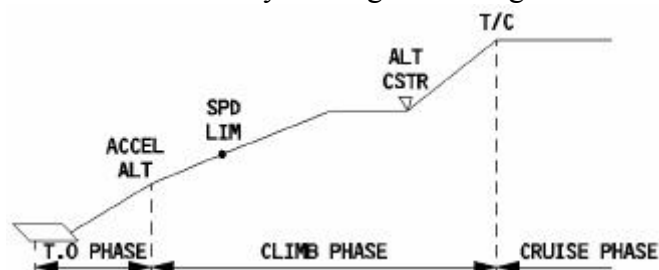
Principios

Para abandonar una altitud seleccionada en el FCU por otra altitud objetivo, dos cosas deben ocurrir: el piloto debe cambiar el selector de altitud (ALT) hasta que aparezca la nueva altura y, además, cualquiera de las siguientes opciones:

- Deseleccione el botón ALT para activar el modo OPEN CLB/DES
- Pulse en el selector ALT para activar el modo CLB/DES
- Seleccione EXPEDITE 
- Seleccione una velocidad vertical objetivo (V/S) y desactive la V/S FPA para activar el modo V/S

Modo de subida (CLB)

El modo CLB guía al avión en una subida dirigida a cualquier velocidad objetivo, hasta una velocidad seleccionada en la FCU, teniendo en cuenta las restricciones de los waypoints. El sistema también considera las limitaciones de velocidad si la velocidad está controlada. El vuelo vertical incluye los siguientes segmentos:



El piloto puede armar el modo CLB durante el despegue, “go-around”, subida y cruce y activarlo en las fases de subida y cruce.

Condiciones de armado

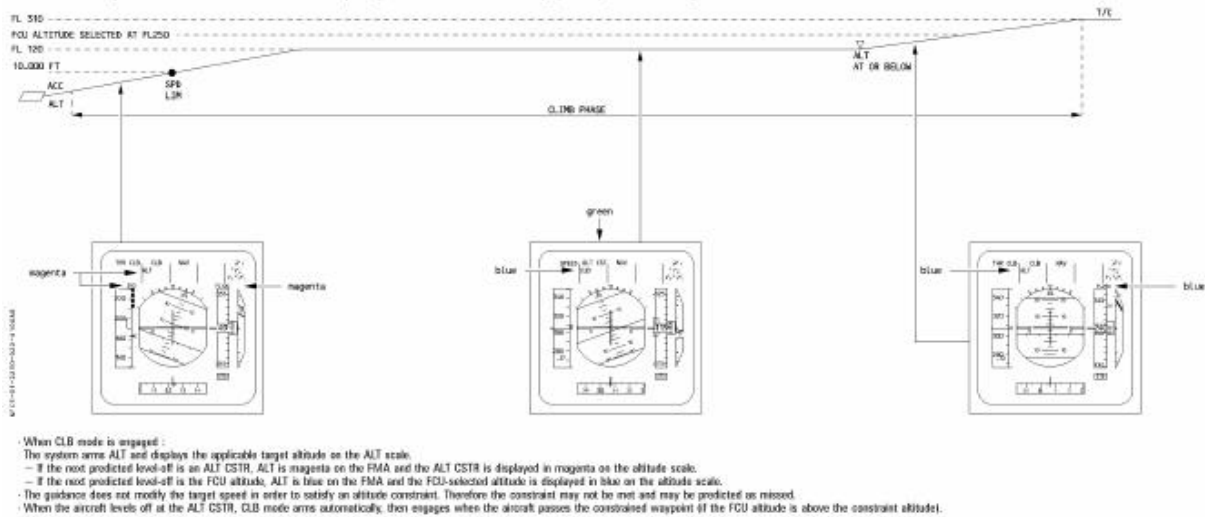
En modo CLB se arma:

- En tierra o cuando el modo SRS está activado (TO o GA) si se cumplen las siguientes condiciones:
 - o Ningún otro modo vertical está activado
 - o La ACCEL ALT es menor que la velocidad seleccionada en la FCU y que la mínima altitud permitida
- En vuelo, cuando la subida o el go-around están activados y se cumplen las siguientes condiciones:
 - o El modo lateral NAV está activado
 - o La velocidad seleccionada en la FCU es menor que la actual y el avión vuela a altitud fijada

Guiado

El modo de subida le da al avión gestión de guiado vertical a la altitud seleccionada en la FCU. Alcanza la altitud con las restricciones de los waypoints con cualquier gestión de velocidad incorporando restricciones de velocidad con una velocidad objetivo

seleccionada. El control de cabeceo del AP/FD o el de MACH/velocidad y el A/THR corresponden a la trayectoria de máxima subida.



Modo OPEN CLIMB (OP CLB)

El modo OPEN CLIMB es un modo seleccionado. Usa el modo de guiado del AP/FD para mantener un SPD/MACH mientras el autoempuje, si está activo, mantiene el máximo régimen de subida.

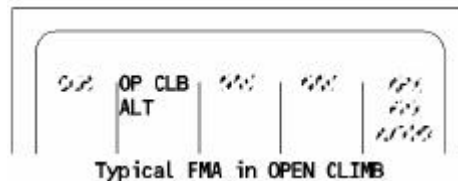
Condiciones de activación

El modo OPEN CLB puede ser activado sólo si se cumplen las siguientes condiciones:

- El avión está en vuelo por más de cinco segundos.
- El modo de aterrizaje no está activado.
- La altitud seleccionada en el selector del FCU es mayor que la altura actual.

El modo OPEN CLB se activa por uno de los siguientes medios:

- El piloto desactiva el selector ALT.
- El avión alcanza la altitud con el modo CLB armado y el modo NAV desactivado.
- El piloto desactiva el botón SPD/MACH si el modo TOGA o EXPED CLB está activado
- El guiado tiene que garantizar una velocidad de seguridad.
- Se pierde el modo NAV siendo el modo previo CLB
-



Condiciones de desactivación

El modo OPEN CLB se desactiva por una de las siguientes causas:

- Activación de algún modo vertical.
- Reversión a modo V/S
- Selección de una altitud menor que la actual del avión.

