

101 LECCIONES DE VUELO

Airbus A320

Conforti, Facundo

Facundo Conforti. - 1a ed. - Mar del Plata : Facundo Jorge Conforti, 2024.

168 p. ; 21 x 3 cm.

1. Aviación. I. Título.

CDD 387.7404

1ra Edición.

© 2025, Facundo Conforti

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723.

Libro de edición argentina.

No se permite la reproducción total o parcial, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier formato o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las Leyes 11.723 y 25.446.

Introducción

La colección 101 lecciones de vuelo ha sido creada para abarcar los principales conceptos teóricos de las materias aeronáuticas mas relevantes en cada etapa de la carrera de piloto, controlador aéreo y tripulante de cabina de pasajeros.

101 lecciones de vuelo incluye una síntesis de los principales temas aeronáuticos sobre materias como: meteorología, aerodinámica, instrumentos de vuelo, maniobras, estructuras y aeronaves, motores, reglamentación, aeropuertos, y un conjunto de lecciones más que todo piloto, en formación o ya egresado, debería tener siempre presente.

Una obra dedicada no solo a todo el personal aeronáutico en general, sino también a aquellas personas amantes de la aviación que disfruten de una agradable lectura con fines recreativos y educativos.

La Biblioteca Aeronáutica cuenta con más de 100 libros aeronáuticos completamente en español, lo que la convierte en la colección de libros aeronáuticos en este idioma más grande del mundo. Exitosa en toda América, España y gran parte de Europa, la Biblioteca Aeronáutica se ha convertido en la colección bibliográfica líder del mercado.

Capt. Facundo Conforti



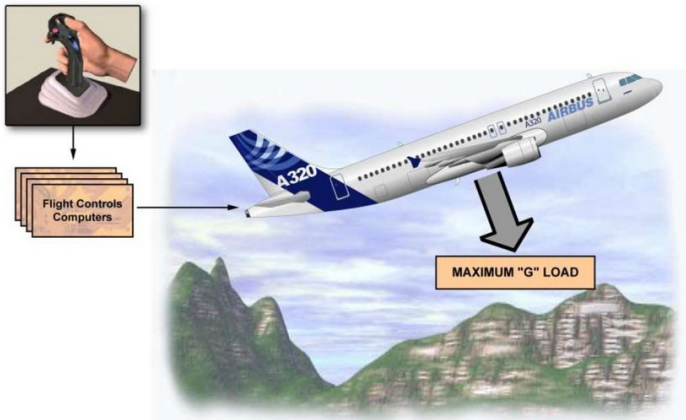
Índice

Capítulo 1 - Filosofía operacional	
Lecciones 01 a 10	09
Capítulo 2 - Operación normal	
Lecciones 11 a 20	27
Capítulo 3 - QRH Quick reference hand book	
Lecciones 21 a 30	51
Capítulo 4 - Limitaciones operacionales	
Lecciones 31 a 40	71
Capítulo 5 - Sistemas del avión	
Lecciones 41 a 50	85
Capítulo 6 - ECAM	
Lecciones 51 a 60	107
Capítulo 7 - Limitaciones en sistemas	
Lecciones 61 a 70	125
Capítulo 8 - FMGS	
Lecciones 71 a 80	143
Capítulo 9 - Operación MCDU en vuelo real	
Lecciones 81 a 101	165



Capítulo 1

Filosofía operacional de Airbus A320



NOTA: Solo para fines de entrenamiento.

Para vuelo real, referirse a los manuales originales del fabricante Airbus.

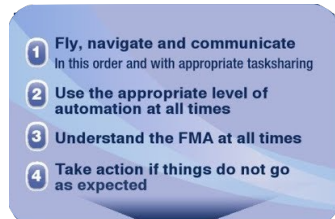


Lección 01 - Las reglas de oro de Airbus

Las reglas de oro han servido de guía para el comportamiento del factor humano en la cabina y han definido los principios básicos de liderazgo en tripulaciones múltiples. Dentro de un entorno de aeronaves cada vez más modernas, haciendo énfasis en la relación Hombre – Maquina y la coordinación entre la tripulación, las reglas de oro se han convertido en uno de los pilares fundamentales de la interacción entre el automatismo y el manejo de los recursos de cabina o *crew resources management* (CRM).



Las reglas de oro definidas por Airbus, ayudan a los pilotos novatos a mantener la correcta actitud de vuelo en un ambiente donde las aeronaves están en constante avance tecnológico. Estas reglas se aplican a todos los modelos de Airbus, con algunas pequeñas modificaciones en algunos casos en particular. Estas reglas de oro no solo aplican para pilotos que inician sus vuelos en Airbus, sino que también son de gran ayuda para pilotos experimentados de diferentes niveles.



Fly, navigate and communicate (*en este orden*).

Fly (volar): El piloto que vuela la aeronave o “pilot flying” (PF) debe concentrarse en volar el avión, controlando el “pitch”, el ángulo de inclinación, la velocidad, el rumbo, la potencia y demás parámetros a fin de mantener un determinado perfil de vuelo. Por otra parte, el PM (pilot

monitoring) “monitorea” los parámetros de vuelo y alerta al PF sobre cualquier desviación.

Navigate (navegar): El piloto selecciona el modo de navegación horizontal y vertical que desea siempre teniendo presente la geografía del terreno y las altitudes mínimas. Considerando esto, se aplica la regla de los tres “saber donde...”

- Saber donde estás.
- Saber donde debería estar.
- Saber donde está el terreno y los obstáculos.

Communicate (comunicar): una comunicación efectiva incluye la interacción entre la tripulación de vuelo y la tripulación de cabina. La comunicación permite compartir objetivos e intenciones maximizando la alerta situacional de todos los tripulantes. Luego de una situación anormal o condición de emergencia, y luego de haber restablecido el perfil de de vuelo, el piloto debe informar al control de tránsito aéreo la condición en la que se encuentra y sus próximas intenciones.

Use the appropriate level of automation at all time

En aeronaves altamente automatizadas existen diferentes niveles de automatismo disponibles para realizar determinadas tareas. El correcto nivel de automatismo depende de las tareas a realizar, siendo tareas de corto plazo o tareas de largo plazo. Otros factores que influyen son las fases de vuelo y el tiempo disponible. Considerando todas estas variables, el piloto debe gestionar el correcto nivel de automatismo para cada etapa del vuelo y para cada una de sus tareas, considerando que un acceso en el automatismo podría degradar el proceso de toma de decisión y un poco nivel de

automatismo en la cabina incrementaría la carga de trabajo al deber realizar las operaciones manualmente.

Understand the FMA at all time.

El sistema FMA (Flight Mode Annunciator) es una parte indispensable del display primario de vuelo o PFD (Primary Flight Display). En este sistema, se identifican todos los datos de los modos de vuelo activos y no activos de la aeronave. Entender durante todo momento el FMA es comprender constantemente qué es lo que está haciendo la aeronave. En caso de discrepar con la acción de vuelo deseada, el piloto podrá tomar acción inmediata sobre el control.

Take action if things do not go as expected.

Cuando la aeronave no logra cumplir con el perfil de vuelo deseado, el piloto debe tomar el control del avión para garantizar el cumplimiento de las tareas de vuelo.

Lección 02 - Las leyes de control

Las leyes de control de vuelo hacen referencia a la relación entre la acción del piloto sobre el sidestick y la respuesta del avión a tal acción. Esta relación determina las características de control de la aeronave. Existen tres instancias de leyes de control y estas son función al estado de los sistemas computarizados de vuelo, sistemas hidráulicos y periféricos. Las tres leyes de control son:

- Normal law
- Alternate law
- Direct law.

Lección 03 - Ley normal de vuelo

El objetivo principal de la ley normal de vuelo es proveer un manejo estándar de los controles dentro de un contexto de vuelo normal, incluyendo las siguientes características:

- La aeronave debe ser estable y maniobrable.
- La respuesta de la aeronave debe ser consistente con la acción del piloto.
- Las acciones sobre el sidestick deben ser estables y balanceadas.
- Existe una reducción en las posibilidades de sobre control por parte del piloto limitando la acción de la aeronave.

La regla normal de vuelo es la condición habitual de la aeronave ante una operación sin ninguna restricción o anomalía. Esta condición habitual de vuelo presenta diferentes características que benefician la maniobrabilidad de la aeronave.

Durante el vuelo el ley normal, la aeronave posee cinco protecciones referentes a la seguridad:

- Protección de excesivo ángulo de ataque.
- Protección de factor de carga.
- Protección de excesiva actitud de pitch.
- Protección de ángulo de inclinación alar.
- Protección de alta velocidad.

Lección 04 - Ley alterna de vuelo

En el caso de algunas fallas en particular, la integridad y redundancia de los sistemas y periféricos no son suficientes para alcanzar los parámetros mínimos de la ley normal y sus protecciones asociadas. La degradación del sistema es progresiva de acuerdo a los sistemas remanentes con los que cuenta la aeronave. La ley alterna posee la siguientes características:

- En pitch: al igual que el Normal law durante el FLARE pasa a Direct law.
- Se pierden la mayoría de las protecciones anteriormente mencionadas, salvo la protección de factor carga.

Lección 05 - Ley directa de vuelo

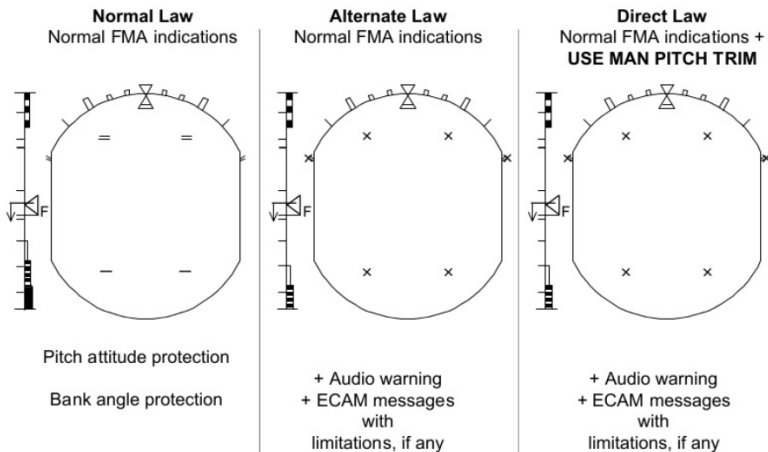
En la mayoría de las triples fallas se activa la ley directa de vuelo y ocurre lo siguiente:

- El movimiento del elevador, de los alerones y spoilers es proporcional al movimiento del sidestick. Sin protecciones ni limitaciones como en los casos anteriores.
- El sistema de Pitch trim es operado manualmente.

La aeronave pasa a ser operada manualmente en su totalidad similar a cualquier otra aeronave, sin protecciones ni compensación automática.

Indicaciones de cada ley de vuelo

En el PFD: el display primario de vuelo advierte sobre el estado del control del mismo mediante indicaciones visuales. El símbolo de dos rayas paralelas de color verde indican la operación en ley normal. Cuando se degrada la ley de vuelo, las rayas paralelas son reemplazadas por una X de color ámbar indicando que la aeronave se encuentra en ley alterna y carente de algunas protecciones. Cuando la aeronave sigue degradándose y pasa a ley directa, se mantienen todas las X y se agrega un mensaje en la parte superior del display que indica “USE MAN PITCH TRIM”.



Debido a este sistema de indicación, el piloto podrá advertir de la situación de vuelo tan sólo con observar el PFD.

Lección 06 -Protecciones de vuelo

Una de las tareas primarias del Pilot Flying es mantener la aeronave dentro de los límites normales de vuelo, aunque ante algunas situaciones

extremas el piloto puede llegar a sobre comandar la aeronave en post a la seguridad del vuelo. Más allá de las protecciones de limitaciones que ofrezca la aeronave, el piloto no deberá sobrepasar estos límites intencionalmente, ya que estas protecciones no están previstas para evitar daños estructurales. Estas protecciones buscan los siguientes objetivos:

- Proveer de total autoridad al piloto para que alcance la mejor performance posible de la aeronave ante condiciones extremas.
- Reduce el riesgo de sobre comandar la aeronave.

Protección del ángulo de inclinación (Bank angle)

Esta protección previene la mayoría de las situaciones que desembocan en una pérdida de control en vuelo por excesivo ángulo de inclinación y ofrece la posibilidad de obtener la mejor performance durante las maniobras de virajes sin poner en riesgo el ángulo de inclinación. El máximo ángulo de ataque posible es:

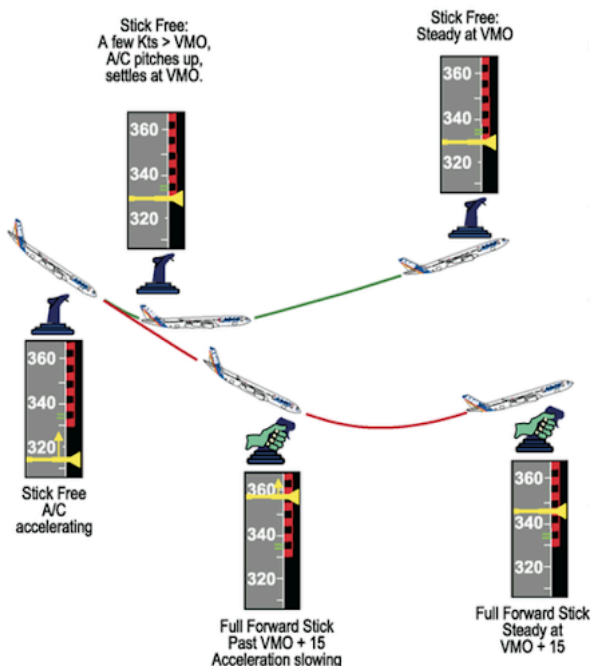
- 67 °, dentro de las leyes normales y en vuelo nivelado
- 40 °, durante la protección de alta velocidad
- 45 °, durante la protección de AOA (angle of attack)

Protección de alta velocidad

Cuando la aeronave vuela mas allá de la velocidad máxima diseñada o VD (velocidad mayor a VMO), se incrementa la dificultad de

controlar la aeronave y la posibilidad de que la estructura sufra un daño por exceso de carga. La protección de alta velocidad agrega una actitud de nariz arriba a demanda al movimiento del sidestick, con el objeto de proteger a la aeronave en caso de una situación anormal de vuelo. Como resultado, esto reduce el margen entre VMO y VD. Por lo tanto, en caso de que la aeronave baje en picada:

- Si no existe movimiento del sidestick, la aeronave sobrepasará levemente la VMO y volverá a volar dentro del margen permitido.
- Si el sidestick es accionado hacia adelante, la aeronave sobrepasará VMO drásticamente. Aproximadamente a VMO + 15, la rotación activará un cambio en el pitch hacia abajo, elevándolo suavemente hasta cero, causando un efecto en la velocidad, pero sin estabilizar a la aeronave.



Protección de Factor Carga

Durante la operación de aviones comerciales, el factor carga se incrementa durante maniobras evasivas relacionadas con peligros de colisión contra el terreno (CFIT). Los aviones comerciales poseen un máximo valor de fuerza G: 2.5G en configuración limpia y 2.0G con flaps extendidos.

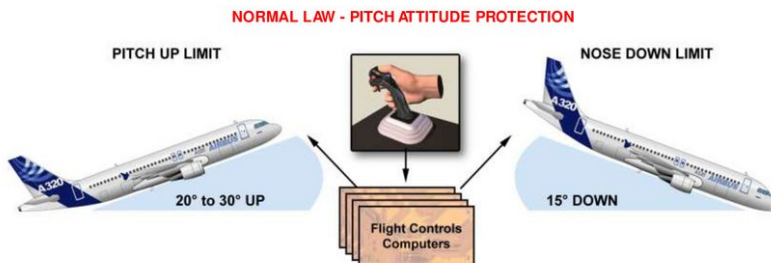
Ante una situación de emergencia, el PF podrá accionar el sidestick a su máxima deflexión y la aeronave realizará una maniobra hasta el valor de 2.5G de inmediato. En caso de que el PF necesite mantener esta nueva actitud de vuelo, la protección de AOA se activará y la protección del factor carga limitará la maniobra hasta los valores máximos de G establecidos, evitando una sobrecarga de fuerza G en la estructura de la aeronave.



Protección de Pitch Excesivo

Un excesivo pitch puede causar una pérdida de control en vuelo llevando a la aeronave a una situación de riesgo. Una excesiva actitud de nariz arriba, causa una rápida pérdida de energía o velocidad del avión. Una

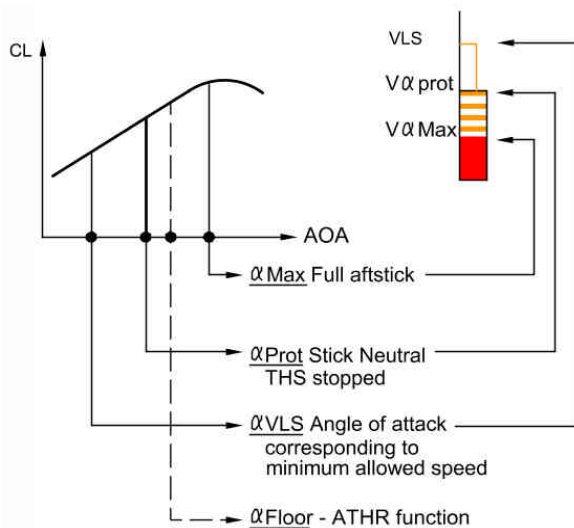
excesiva actitud de nariz abajo, genera el efecto opuesto, incrementando bruscamente la energía o velocidad del avión.



Considerando que no existe emergencia alguna que requiera un exceso de la actitud de pitch, la protección de la aeronave limita el ángulo de pitch a 30° hacia arriba y a 15° hacia abajo. Además, no hay ninguna situación de emergencia que requiera volar con actitudes excesivas. Por estas razones, la protección de la actitud de pitch limita a 30 °/menos 15 °. La protección de la actitud de pitch mejora la protección de alta velocidad, la protección de factor de carga y la protección AOA. Esta información se representa en el PFD con dos líneas verdes de cada lado sobre el valor mencionado.

Protección de AOA (angle of attack)

La protección de AOA le da, al piloto, la posibilidad de accionar el sidestick completamente hacia atrás durante una situación de emergencia, minimizando el riesgo de que la aeronave entre en pérdida de sustentación o llegue a una situación de pérdida de control en vuelo.



Lección 07 - Mechanical backup

El propósito de esta ley de vuelo es ofrecer un mínimo de seguridad ante una condición de vuelo en la aeronave completamente degradada, como ser: una pérdida parcial o total del sistema eléctrico, una pérdida de las computadoras que controlan los movimientos del sidestick, la pérdida de los alerones y demás dispositivos de control.

Ante la desafortunada situación donde se llegue a volar en esta condición, el sistema habilita al piloto a controlar a la aeronave utilizando el rudder y el trim de forma manual. Se debe tener en cuenta que esta condición de vuelo no está prevista para desarrollar un vuelo por completo como podría realizarse con las otras leyes de vuelo, sino que la condición de mechanical backup permite mantener la estabilidad de la aeronave mientras se busca restablecer los sistemas perdidos que han llevado a tal condición.

Considerando que el sidestick no estará operativo, el piloto controlará la aeronave únicamente con el uso del trim y el rudder. Al ejercer presión sobre los pedales, el rudder iniciará suavemente un leve giro por el lado seleccionado. El pitch deberá ser controlado manualmente con la rueda del trim, de la misma forma que un avión convencional, el trim hacia adelante reduce el pitch y el trim hacia atrás aumenta el pitch.

Lección 08 - ECAM

El sistema “Electronic Centralized Aircraft Monitoring (ECAM) system” es una parte fundamental de la cabina del avión, e informa a los pilotos, sobre el comportamiento continuo de los sistemas, tanto en operaciones normales, como en operaciones anormales. El sistema ECAM está diseñado para seguir operativo ante la mayoría de las fallas que pudiera enfrentar el avión y busca facilitar los procedimientos en el cockpit, detallando los ítems de cada caso, a fin de reducir la carga de documentación en la cabina y la cantidad de “memory ítems” que los pilotos deben tener presentes.

