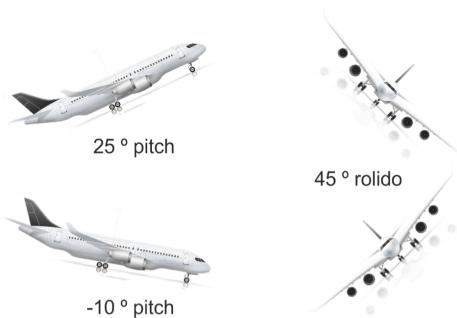


Capítulo 1

Introducción a la pérdida de control en vuelo





Concepto de pérdida de control

Si bien parece un concepto muy abarcativo, la pérdida de control se encuentra absolutamente definida con parámetros y criterios claros. Para comprender el origen de la definición y conceptos hay que referirse a la consolidación del Equipo de Taxonomía Común de la OACI. El preámbulo del documento de promulgación de la taxonomía común expresa lo siguiente:

“La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y el Equipo de Seguridad Operacional en Aviación Comercial, el cual incluye funcionarios de Gobierno y líderes de la Industria, han constituido conjuntamente el Equipo de Taxonomía Común (CICTT) de CAST/OACI. El equipo fue encargado para desarrollar definiciones y taxonomías comunes para los sistemas de notificación de incidentes y accidentes en aviación. El propósito de las taxonomías y definiciones comunes es la mejora en la capacidad de la comunidad aeronáutica en centrarse en temas comunes de seguridad operacional.



El CICTT incluye expertos de varias compañías aéreas, fabricantes de aviones, fabricantes de motores, asociaciones de pilotos, autoridades reguladoras, comisiones para la seguridad operacional en el transporte, OACI y miembros de Canadá, la Unión Europea, Francia, Italia, Japón, Holanda, Reino Unido y EE.UU. El CICTT está comprendido por un representante de la OACI y de la Administración Nacional Aeroespacial de EE.UU. (representando al CAST)...”.

La taxonomía desarrollada aplica tanto a la gestión de la seguridad operacional, regulada por el Anexo 19 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Chicago/44), como a la investigación de accidentes de aviación, normada por el Anexo 13 al mismo convenio. La taxonomía comprende una codificación específica que corresponde a una serie de conceptos vinculados al tipo de suceso.

La taxonomía común incluye definiciones y conceptos claros respecto con: sucesos vinculados a los aeródromos (ADRM), navegación aérea (CNS), incursión en pista (RI), maniobra abrupta (AMAN), entre otros. En general, los sucesos se tipifican con un elemento de la taxonomía y se complementan con otros dos o tres que permitan describir el hecho de modo más detallado.

A continuación, se desarrollan los criterios vinculados específicamente con pérdida de control. El CICTT considera dos tipos de pérdida de control: una en tierra (LOC-G) y en vuelo (LOC-I). Con respecto a LOC-I, la OACI considera tres aspectos en la definición de un suceso de esta categoría:

- Pérdida de control de la aeronave durante cualquier fase de la trayectoria de vuelo o desvío de la misma.
- La pérdida de control en vuelo es una manifestación extrema de una desviación de la senda de vuelo programada o requerida para la fase de la operación.
- La pérdida de control puede ocurrir en condiciones VMC o IMC de modo indistinto.
- La pérdida de control puede producirse durante la ejecución de una maniobra intencional.

- La pérdida de control puede estar influenciada por el uso de los sistemas de control, hipersustentadores o cualquier otro dispositivo que equipe a la aeronave.
- El concepto de pérdida de control también involucra a los efectos aerodinámicos adversos en helicópteros: pérdida de efectividad del rotor de cola, autorrotación, anillos turbilares del rotor principal, dificultades con carga externa, etc.
- La pérdida de control puede estar generada por oscilaciones inducidas por el piloto (PIO).
- La pérdida de control puede iniciarse en una falla técnica de la aeronave.
- La pérdida de control puede guardar relación con factores meteorológicos, engelamiento estructural.

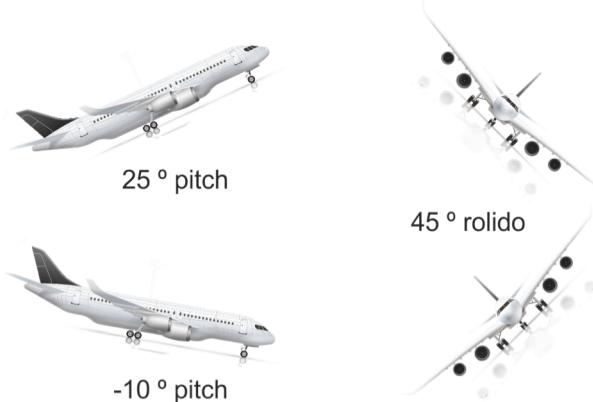
Existen otro estudio llevado a cabo por los principales fabricantes de aeronaves destinadas a la aviación general y validado por la *Federal Aviation Administration* (FAA) de los Estados Unidos en 2004 titulado “Guía del Piloto para la recuperación de pérdida de control en una aeronave”. El trabajo se enfocó en aeronaves livianas y también en antecedentes de accidentes de aviones de transporte afectados por pérdida de control en vuelo.



La guía que quedó finalmente plasmada definió que la condición de pérdida de control en vuelo es un suceso involuntario que excede las performances y capacidades aerodinámicas de mando de la aeronave. De acuerdo con este criterio, se establecieron parámetros de referencia para

considerar cuando una aeronave se considera en pérdida de control. Entonces, la pérdida de control estará establecida en la excelencia de:

- Actitud de picada de 10 grados o más (nariz abajo)
- Actitud de cabreo o cabeceo superior a 25 grados (nariz arriba)
- Ángulo de alabeo de 45 grados o más
- La combinación de una (o más) de las variables anteriores deberá darse en una situación de operación a una velocidad fuera de los límites requeridos para la maniobra, tipo de aeronave y/o condición de vuelo.



Estabilidad y mecánica de vuelo

Para comprender cómo se presenta y qué es la pérdida de control en vuelo, es necesario refrescar los conceptos de estabilidad y aerodinámica básicos, que nos proporcionan una noción completa de la problemática y las acciones necesarias. La estabilidad de una aeronave depende de varios factores que van desde cuestiones aerodinámicas y de control (manual y/o automático), técnica de vuelo, e incluso el propio diseño de la aeronave. Las condiciones de equilibrio pueden ser afectadas también por factores

fortuitos; en caso de colapso de un sistema de mando, el resto de los dispositivos asociados deberán contrarrestar el efecto adverso que produce la falta de un elemento de control aerodinámico. Lo mismo sucede con las variaciones significativas de peso y posición del centro de gravedad, los sistemas de control deben contrarrestar el momento de fuerzas que se produce e intentar mantener las condiciones de estabilidad en detrimento de otras exigencias aerodinámicas o de performances de la aeronave.

Toda actuación de la aeronave, por fuera de los valores estipulados en el diseño y prueba de certificación, pueden requerir acciones correctivas por parte de la tripulación (o piloto automático) que excedan sus capacidades y conduzcan a una situación insegura o crítica de vuelo.

Más allá de esta dificultad, el exceso de AOA también puede traer aparejados problemas aerodinámicos con los mandos de la aeronave, debido a que alguno de ellos (timón de profundidad, elevadores, alerones, compensadores, etc.) pueden quedar en una zona de “sombra aerodinámica”; donde la eficiencia de su actuación se encuentra condicionada.

Existen una serie de variables relacionadas con la aeronave que deben considerarse como factores influyentes en la estabilidad direccional de la aeronave en vuelo:

- Dimensión del estabilizador vertical, su timón de dirección y compensadores (si los hubiere instalados).
- Distancia del conjunto de cola (especialmente del estabilizador vertical) a la posición del centro de gravedad de la aeronave.

- Presencia (o no) de aletas dorsales estabilizadoras en el fuselaje trasero de la aeronave.
- Influencia del flujo aerodinámico de la hélice sobre el conjunto de cola.
- Influencia por interferencia del fuselaje con respecto al conjunto de cola, especialmente al estabilizador vertical.
- Sensibilidad o respuesta de los mandos aerodinámicos versus las cualidades de maniobra de la aeronave.

Con respecto a la estabilidad longitudinal, cabe señalar los siguientes puntos de interés para el control constante de la aeronave:

- Ángulo de diedro de la planta alar.
- Ubicación de la planta alar, con respecto a la posición del centro de gravedad.
- Ángulo de flecha (positivo o negativo) de la planta alar.
- Relación de dimensión geométrica entre el conjunto de estabilizador vertical y la envergadura alar.
- Distancia entre el conjunto de cola, con respecto a la posición del centro de gravedad de la aeronave.

La actitud de una aeronave ante una condición de pérdida de control depende de variables que tienen que ver con la fase del vuelo, el tipo de aeronave y el origen de la pérdida de control. A continuación, se expondrán las actitudes típicas de la pérdida de control en vuelo, con una reseña de la mecánica de vuelo vinculada a cada una de ellas.

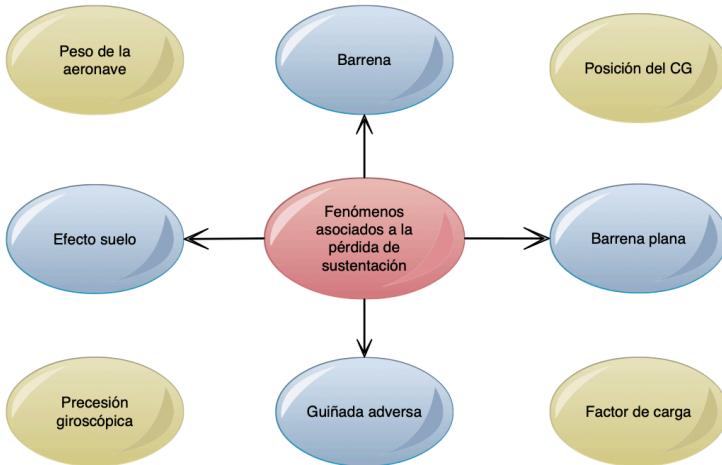
Antes de introducirnos en las maniobras y situaciones críticas, es necesario recordar algunos conceptos aerodinámicos elementales, para una

mejor comprensión de las actuaciones. Para ello, recordemos que, la influencia del flujo directo sobre un perfil aerodinámico asimétrico con una velocidad (v) y una densidad (ρ) da como resultado un vector de fuerza en la dirección de la corriente del aire, conocida como resistencia, y otro vector de fuerza perpendicular a la dirección del aire, conocido como sustentación.

Tomando este concepto y hipotetizando acerca de variar al ángulo de incidencia del perfil (ángulo de ataque) y se volvieran a cuantificar los vectores sin variar la velocidad ni la densidad del aire, se obtendría un coeficiente adimensional que representa la sustentación.

Por lo tanto, se resume en un breve punteo los aspectos fundamentales de la mecánica de vuelo y la estabilidad del avión. Ellos serán muy importantes para seguir comprendiendo el resto de los temas que se desarrollarán.

- La estabilidad es la respuesta del avión cuando se lo perturba de la situación de equilibrio. La estabilidad del avión se representa sobre cada uno de sus ejes, y se evalúa como una actuación en conjunto.
- Los conjuntos de cola (estabilizadores) funcionan con los mismos principios y fuerzas aerodinámicas que se presentan en la planta alar
- La posición del centro de gravedad tiene una gran influencia sobre la respuesta de estabilidad de la aeronave
- El diseño aerodinámico debe procurar la estabilidad a distintos AOA.



Pérdida de sustentación

Las condiciones de pérdida de sustentación son muy variadas y dependen de la actitud de vuelo y la fase del mismo. Lo primero que se debe recordar es que la pérdida de sustentación se produce por el aumento excesivo del ángulo de ataque y no por velocidad aerodinámica o de traslación. El aumento deliberado del ángulo de ataque del ala produce un detrimento en el coeficiente adimensional de sustentación (C_L) y un rápido crecimiento del coeficiente adimensional de resistencia aerodinámica (C_D).

El coeficiente de sustentación aumenta gradualmente, conforme aumenta el ángulo de ataque del perfil; a partir de un cierto ángulo de ataque se alcanza el máximo de sustentación. Después de esto, la distribución de presiones que se presentaba en el perfil deja de existir, por el ángulo de incidencia, hasta que desaparece el vector de sustentación. Es decir, un perfil aerodinámico entra en pérdida de sustentación por la variación del ángulo de ataque y no por la velocidad del fluido.