

Gestión de la automatización y la trayectoria de vuelo

PARA PILOTOS E INSTRUCTORES DE HELICÓPTERO

FOLLETO DE FORMACIÓN



Ejemplo de pantalla de navegación en vuelo H135| (FND)

HE9

ÍNDICE

GLOSARIO	5
INTRODUCCIÓN	6
1 CASO PRÁCTICO DE INCIDENTE DE AUTOMATIZACIÓN	7
1.1 Sinopsis	7
1.2 Acerca del modo superior de aterrizaje frustrado	7
1.3 Lecciones aprendidas	7
2 AUTOMATIZACIÓN: ¿AMIGA O ENEMIGA?	8
2.1 Afirmaciones	8
2.2 Confianza en la automatización	8
2.3 Modelo de desempeño básico	9
2.4 Nivel de automatización	9
3 USO ÓPTIMO DE LA AUTOMATIZACIÓN	14
3.1 Objetivo de diseño	14
3.2 Comprender los sistemas automatizados	14
3.3 Interfaz tripulación de vuelo/sistema	14
3.4 Factores operativos y humanos que afectan al uso óptimo de la automatización	16
3.5 Resumen de los puntos clave	16

4	PRINCIPIOS BÁSICOS DE AUTOMATIZACIÓN	17
4.1	Introducción	17
4.2	Principios básicos generales	17
4.3	Principios básicos del funcionamiento normal	23
4.4	Principios básicos específicos para condiciones anormales y de emergencia	25
	REFERENCIAS	27
	ANEXO 1	28
	ANEXO 2	29
	ANEXO 3	36

GLOSARIO

AFCS: sistema automático de control de vuelo	QRH: manual de referencia rápida
AP: piloto automático	RA: radioaltímetro
APCP: cuadro de control del piloto automático	RMI: indicador radiomagnético
ATC: control del tránsito aéreo	SID: salida normalizada por instrumentos
BRG: rumbo	SOP: procedimiento operativo estándar
CAS: sistema de alerta a la tripulación	TA: avisos de tráfico
CDU: unidad de control de visualización	TAWS: sistema de advertencia y alerta de aproximación al terreno
CFIT: vuelo controlado contra el terreno	TCAS: sistema de alerta de tránsito y anticolidión
COM/NAV: comunicación/ navegación	TEM: gestión de amenazas y errores
CRM: gestión de recursos de cabina de pilotaje	VMC: condiciones meteorológicas de vuelo visual
CRS: curso	V/S: velocidad vertical
DME: equipo de medición de distancia	
FCOM: manual de operaciones de la tripulación de vuelo	
FND: pantalla de navegación en vuelo	
FL: nivel de vuelo	
FMA: alarma de modo de vuelo	
FMS: sistema de gestión de vuelo	
GA: aterrizaje frustrado	
GPWS: sistema de alerta de proximidad del terreno	
G/S: senda de planeo	
HDG: rumbo	
IAS: velocidad indicada	
ILS: sistema de aterrizaje por instrumentos	
LOC: localizador	
LDP: punto de aterrizaje	
MEA: altitud mínima en ruta	
MORA: altitud mínima fuera de ruta	
MSA: altitud mínima del sector	
NAV: navegación	
NAVD: pantalla de navegación	
OM: manual de operaciones	
PF: piloto al mando	
PFD: pantalla de vuelo principal	
PM: seguimiento del piloto	

INTRODUCCIÓN

Este folleto lo ha creado el Equipo Europeo para la Implementación de Medidas de Seguridad en el Helicóptero (EHSIT), un componente del Equipo Europeo de Seguridad de Helicópteros (EHEST). El EHSIT tiene la tarea de procesar las Recomendaciones de Ejecución (IR) identificadas mediante el análisis de accidentes realizado por el Equipo Europeo de Análisis de la Seguridad de Helicópteros (EHSAT).

Durante muchos años, los fabricantes de helicópteros han utilizado la automatización como parte del aumento de la estabilidad y la retención de actitud para asistir a las tripulaciones mediante la reducción de su carga de trabajo durante el vuelo manual. Los rápidos avances tecnológicos a lo largo de los últimos 30 años, especialmente en los últimos 10, han dotado de capacidades importantes a estos sistemas.

Desgraciadamente, la formación y los hábitos de chequeo no siempre se han desarrollado al mismo ritmo que los continuos avances tecnológicos. Se debería abordar el uso de la automatización de forma más detallada en la formación y se debería proporcionar más orientación a los operadores.

La aparición de los informes del Grupo de Evaluación Operativa de JAA (OEB) y los nuevos Datos de Idoneidad Operativa de EASA (OSD) ha supuesto un gran avance en el tratamiento de las áreas de especial interés que se deben cubrir durante la formación de habilitación de tipo. Algunos fabricantes también han publicado documentos operativos como la nota informativa sobre el vuelo operativo (FOBN) y, más recientemente, el FCOM (manual de operaciones de la tripulación de vuelo) para abordar de forma diferente el uso de la aeronave para misiones específicas, como operaciones *offshore*, búsqueda y rescate y HEMS.

La automatización ha contribuido notablemente a la mejora constante de la seguridad de vuelo. La automatización aumenta la oportunidad y la precisión de los procedimientos de rutina, lo que reduce la posibilidad de errores y los riesgos asociados a la seguridad del vuelo.

Sin embargo, la automatización tiene sus limitaciones. Desde un punto de vista crítico, en aeronaves complejas y muy automatizadas, las tripulaciones de vuelo pueden perder la percepción del modo automatizado o no comprender la interacción existente entre un modo de automatización y una fase de vuelo o una orden concreta del piloto.

La comunidad de helicópteros continúa sufriendo incidentes o accidentes en los que los investigadores han mencionado que la automatización y las pantallas de vuelo complejas han supuesto factores significativos en accidentes. Este documento se ha creado con el objetivo de identificar las mejores prácticas actuales y ayudar a realizar un mejor uso de estas importantes mejoras en materia de seguridad. Aunque este folleto va más bien dirigido a operaciones multipiloto, un único piloto que afronta los mismos problemas en una aeronave moderna encontrará sugerencias interesantes respecto a cómo disminuir la carga de trabajo y cómo gestionar el vuelo de forma más efectiva.

1 CASO PRÁCTICO DE INCIDENTE DE AUTOMATIZACIÓN

1.1 Sinopsis

Tras 28 minutos en la heliplataforma, el comandante llevó a cabo un despegue exitoso y, cuando el helicóptero aceleró, puso el piloto automático en modo aterrizaje frustrado (GA). Casi de inmediato, la tripulación notó que el helicóptero no empezaba a ascender como era de esperar, sino que, en realidad, seguía descendiendo y acelerando. Con el piloto automático todavía activado, el comandante realizó órdenes de control manual en un intento de asegurarse de que se siguiera el perfil de ascensión deseado. Los datos de vuelo registrados mostraron que el helicóptero había iniciado el ascenso pero que la actitud de cabeceo seguía creciendo de forma constante hasta 18°, con el morro hacia arriba y la velocidad se reducía hasta prácticamente cero. La actitud con el morro hacia arriba continuaba aumentando y alcanzó 23,5° antes de realizar la acción de recuperación. Al recuperarse de la desviación de cabeceo, el helicóptero alcanzó una actitud de cabeceo con el morro hacia abajo de 36° con la consiguiente alta velocidad de descenso deteniéndose aproximadamente a unos 50 pies de la superficie del mar. Posteriormente, el comandante recuperó los parámetros de vuelo normales del helicóptero y estableció un ascenso hasta la altitud de crucero. La tripulación informó de las dificultades iniciales al activar los modos de piloto automático durante el ascenso, aunque se recuperó una funcionalidad normal antes de realizar una aproximación y un aterrizaje seguros.

1.2 Acerca del modo superior de aterrizaje frustrado

Cuando el comandante activó el modo de aterrizaje frustrado, se activó como estaba previsto. La velocidad actual (76 nudos) se convirtió en el objetivo de velocidad del piloto automático, con un objetivo de velocidad vertical de 1.000 pies/min en ascenso. Cuando la velocidad vertical aumentó hacia el objetivo y luego lo superó, se redujeron el par colectivo y el del motor, tal y como era de esperar. El modo aterrizaje frustrado se activó durante 15 segundos antes de volver a los modos IAS y VS. Sin embargo, cuando la IAS descendió hasta cero, debido a las entradas cíclicas traseras, el modo IAS se desactivó de forma automática y fue sustituido por un modo de actitud básica; el modo V/S permaneció activo.

1.3 Lecciones aprendidas

- **Pilotar primero:** El PF debe concentrarse en pilotar la aeronave. El PM debe ayudar al PF controlando los parámetros de vuelo e indicando cualquier desvío excesivo o acción inadecuada por parte del PF.
- **Cuando las cosas no van como está previsto, asumir el mando:** Si la aeronave no sigue la trayectoria de vuelo deseada, revertir sin demora la situación a vuelo manual.
- **Utilizar el nivel correcto de automatización para la tarea:** Con frecuencia, el nivel correcto de automatización es aquél con el que piloto se siente más cómodo.
- **Practicar las tareas compartiendo y apoyándose mutuamente:** Se deberían compartir las tareas, realizar comprobaciones efectivas y apoyarse en todas las fases de las operaciones de tierra y vuelo.
- **Comprender su orientación disponible y seleccionada en todo momento:** La PFD y la NVD son las principales interfaces de la aeronave para comunicarse con la tripulación de vuelo con el fin de confirmar que los sistemas de la aeronave han aceptado correctamente las selecciones de modo y las entradas de objetivos.
- **Ser consciente de la lógica de la automatización del OEM:** El personal de vuelo que posee diversas habilitaciones de tipo OEM del helicóptero tiene que revisar y concentrarse en cada lógica del AFCS.
- **Comunicar:** En el funcionamiento multipiloto resulta esencial articular y confirmar las selecciones de modo y las respuestas de la aeronave, previstas o no, para garantizar que se mantiene la conciencia situacional al mayor nivel posible.

2 AUTOMATIZACIÓN: ¿AMIGA O ENEMIGA?

2.1 Afirmaciones

- "La automatización ha mejorado enormemente la seguridad, el confort y la satisfacción laboral en muchas aplicaciones; sin embargo, también ha llevado a muchos problemas" (Wickens).
- La automatización no solo sustituye a la actividad humana; la automatización cambia la actividad humana de formas previstas e imprevistas.
- Muchos accidentes están relacionados con la interacción humano-automatización.

2.2 Confianza en la automatización

La confianza es un factor importante en la interacción humano-automatización e influye decisivamente en el desempeño del sistema (Sheridan, 2002).

- Confianza en la automatización: fe firme en la integridad, habilidad, fiabilidad o carácter de una ayuda (subjetiva).
- Utilización de la automatización: dependencia real de una ayuda (objetiva).

Un factor clave para el pobre desempeño de la interacción humano-automatización que está siendo analizado profundamente es la confianza en la automatización. Está demostrado que **a los humanos no se les da bien monitorizar**. Las tripulaciones deben confiar en la automatización para poder utilizarla de forma adecuada. Sin embargo, la confianza es un proceso no lineal en el sentido siguiente:

- Existe una función no lineal de desempeño de la automatización y una interacción dinámica entre el operador y la automatización
- Las experiencias negativas pesan más
- Las experiencias iniciales pesan más
- La poca fiabilidad lleva a un declive rápido de la confianza
- También es importante la previsibilidad de la falta de fiabilidad: una menor previsibilidad lleva a un descenso de la confianza
- Estudios recientes: cuando la automatización se equivoca con "problemas fáciles" existe una confianza/dependencia menor.

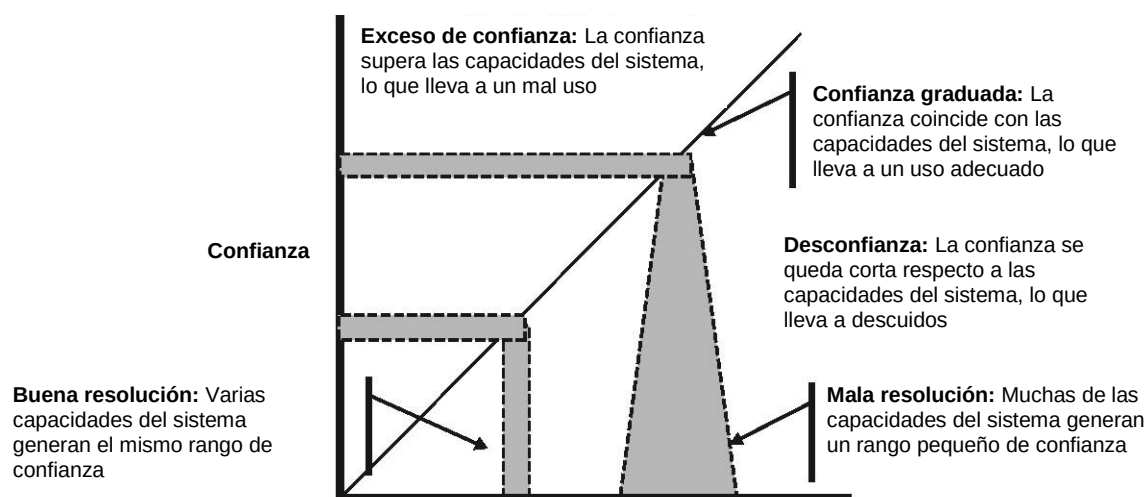


Fig.1: Capacidad de automatización

(Fuente: designing for Appropriate Reliance John D. Lee and Katrina A. See, Universidad de Iowa, Iowa City, Iowa, 4 de septiembre de 2003)

2.3 Modelo de desempeño básico

El desempeño de un sistema hombre-máquina depende, básicamente, del Diseño, el Procedimiento y las Competencias, derivadas de la Educación, la Formación y la Experiencia, y del Entorno (fuente: Política de Automatización de EASA, 2ª edición, 2013).

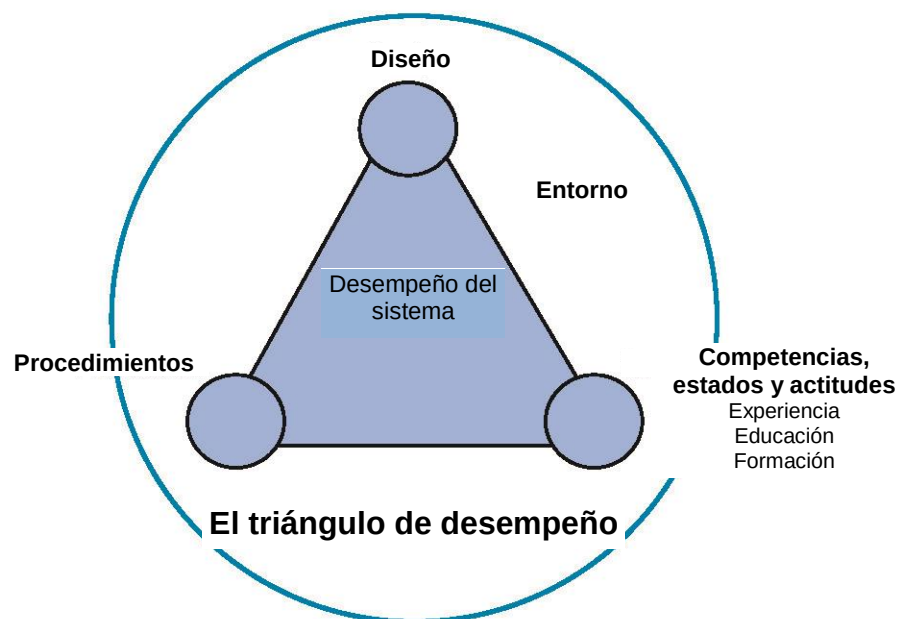


Fig.2: El triángulo de desempeño

También influyen el estado fisiológico y psicológico del actor(es), por ejemplo, estrés, fatiga, etc. Asimismo juegan un rol la actitud, interés e implicación en la tarea.

Este modelo demuestra que un buen diseño (simple, intuitivo, fácil de utilizar) requiere menos competencias y/o orientación de procedimiento (instrucciones) y, al revés, que un diseño pobre requiere más orientación y/o competencias por parte del usuario.

El modelo también demuestra que identificar un único elemento del sistema en caso de errores de desempeño es una práctica reduccionista y que se puede mejorar el desempeño global del sistema si se mejora cualquiera de estos tres componentes básicos, de forma individual o conjuntamente.

2.4 Nivel de automatización

La mayor parte de los helicópteros monomotor ligeros vuelan sin sistemas de automatización mientras que los helicópteros medios/grandes modernos se diseñan para pilotarlos utilizando los 4 ejes de los modos superiores del AFCS para mejorar la seguridad y reducir la carga de los pilotos. La automatización permite que la tripulación se beneficie de la protección del AFCS, la cual mejora la gestión de errores. Resulta bastante complicado definir el nivel adecuado de automatización que se debe utilizar porque depende de muchos factores como las condiciones climáticas, el entorno, la carga de trabajo de la tripulación, su formación, etc.

Por lo general, el nivel de automatización utilizado es el adoptado por la tripulación para la tarea o las condiciones predominantes.

Históricamente, las principales fases de automatización desde la automatización cero hasta la automatización avanzada podrían definirse de la forma siguiente:

2.4.1 Sin automatización

La mayor parte de los helicópteros monomotor no poseen automatización (R22, R44, S350, H130), aunque existe la opción de poner 2 o 3 ejes del AFCS en algunos helicópteros. Estos tipos se utilizan predominantemente para los vuelos privados, la formación o los trabajos aéreos.

Sin automatización, un piloto necesita pilotar "manualmente" todo el tiempo. En este caso, el acceso directo a los controles de vuelo (mediante servoasistencia o no) ayuda al piloto a "notar" la aeronave y a reaccionar consecuentemente, especialmente en el trabajo aéreo, para el que se requiere precisión (balanceo, izado...). Es una práctica común para la aeronave automatizada implicada en estas tareas de punto fijo preciso desactivar la automatización para actuar directamente sobre los controles del rotor.

Volar "manualmente" todo el tiempo, especialmente en condiciones de un único piloto, crea una carga significativa que incluye cambios de frecuencia, remitirse a las tablas, calcular las actuaciones, etc. Lógicamente, esto es aceptable, habida cuenta de la función en una pequeña zona geográfica pero para la navegación en ruta disponer de un sistema de retención de actitud reducirá la carga de trabajo.

2.4.2 Sistema de aumento de la estabilidad (SAS)

Los sistemas de aumento de la estabilidad (SAS) proporcionan entradas de control **del sistema de amortiguamiento a corto plazo** para aumentar la estabilidad del helicóptero. Como los sistemas de compensación, los SAS requieren un vuelo "manual".

Los sistemas de retención de actitud (ATT) devuelven el helicóptero a una actitud seleccionada tras una perturbación. Por lo general, los cambios en la actitud se pueden conseguir mediante un interruptor sonoro de cuatro opciones que acciona un interruptor para "forzar compensación" en el control cíclico, el cual restablece manualmente la actitud deseada. La retención de actitud puede formar parte un sistema SAS o puede ser la función básica de piloto automático ("sin manos").

El más simple de estos sistemas es un sistema de forzado de compensación, que utiliza un embrague magnético y salta para mantener el control cíclico en la posición en la que se soltó. Los sistemas más avanzados utilizan servomandos eléctricos que, en realidad, mueven los controles de vuelo. Estos mandos reciben órdenes de control de un ordenador que detecta la actitud del helicóptero.

En algunos helicópteros modernos, en caso de avería de las dos unidades de procesamiento AP, un SAS auxiliar asume automáticamente el control de los actuadores en serie para garantizar una estabilidad mínima del helicóptero. Esta función la podría llevar a cabo un instrumento autónomo que utiliza sus propios giroscopios de referencia y leyes de control de SAS.

Sin embargo, este nivel de asistencia al pilotaje todavía requiere frecuentes correcciones por parte del piloto. Por lo tanto, no es de extrañar que ya en los años 60 del siglo XX surgiera la necesidad de mayores niveles de asistencia al pilotaje.

2.4.3 Modo de estabilización básica con el AFCS

El modo de estabilización básico lo lleva a cabo el AFCS en los ejes de cabeceo, alabeo y guiñada mediante actuadores en serie y paralelos:

- El eje de cabeceo y alabeo: mantiene las actitudes definidas por el piloto o las actuales tras activación.
- El eje de guiñada: o mantiene el rumbo en punto fijo o en velocidad baja, o proporciona coordinación de virajes en el vuelo de crucero.

Se trata de la estabilización básica que proporciona **retención de actitud a largo plazo** en los ejes de cabeceo y alabeo para minimizar la carga de trabajo y las cargas en los controles de vuelo. Es una función “manual”, lo que significa que el piloto debe tener ‘las manos’ en los controles de vuelo y realizar los ajustes necesarios para controlar la trayectoria de vuelo o la velocidad deseada del helicóptero, que también depende de la configuración colectiva actual para proporcionar energía suficiente.

Algunos consejos útiles para tener en cuenta:

- Cuando se selecciona la posición deseada de la palanca cíclica para mantener la trayectoria de vuelo, utilice la compensación sonora para realizar pequeños ajustes y de liberación de compensación para cambios de actitud significativos.
- En la velocidad de crucero, los pedales libres permiten que el AFCS contrarreste la deriva.
- Por lo general, se deberían obtener las entradas de alabeo necesarias para mantener un ángulo de alabeo aplicando fuerza solo contra la palanca cíclica (es decir: no compensar en un viraje). De este modo, la palanca cíclica volverá al nivel de las alas en el caso de un estado no deseado de la aeronave. Se admite que algunos tipos puedan tener fuerzas “de arranque” y que compensar el viraje quizá sea la opción más práctica.
- Cuando sea posible, utilice la estabilización de modo superior para reducir la carga de trabajo del piloto.

2.4.4 Modo superior de 3 ejes

Para todos los modos superiores, el uso de 4 ejes comparado con 3 ejes es una práctica recomendada para reducir la carga de trabajo del piloto. Algunas funciones pueden resultar muy útiles en una situación crítica y, dicho sea de paso, pueden aumentar la seguridad del vuelo.

En el modo superior de 3 ejes, los modos superiores gobiernan el control cíclico pero se debe controlar manualmente el paso colectivo (manual). Así pues, no está indicado ningún modo colectivo en el AFCS.

Los sistemas de piloto automático (AP) mantienen un vuelo “automático” para el control cíclico solo a lo largo de las trayectorias laterales y verticales especificadas. Los modos funcionales pueden incluir rumbo, altitud, velocidad vertical, seguimiento de navegación y aproximación. Generalmente, los AP poseen un cuadro de control para la selección de modo y la indicación del estado de modo. Generalmente, los AP controlan los ejes de alabeo y cabeceo (control cíclico) aunque también incluyen el eje de guiñada (control del pedal).

Esto significa que se pueden activar los modos vertical y lateral al mismo tiempo aunque el piloto debe ajustar la potencia para mantener la velocidad manipulando la palanca colectiva. Con frecuencia, este punto resulta confuso para los pilotos. Controlar la banda AFCS es la única forma de asegurarse del estado de modo superior del AFCS.

Sin embargo, para los sistemas que poseen un AP de cuatro ejes, en ocasiones es útil volar solo con 3 ejes cuando experimente condiciones turbulentas o cuando, por ejemplo, realice comprobaciones de potencia del motor. Así pues, el piloto puede volver de 4 a 3 ejes solo mientras se necesite el modo superior de 3 ejes.

En algunos helicópteros modernos, los modos superiores del AFCS cambian automáticamente de 3 a 4 ejes para reducir la carga de trabajo del piloto y aumentar la seguridad (por ejemplo, en el caso de parada de motor o si la velocidad disminuye por debajo de V_y sin ninguna acción del piloto en la palanca colectiva o cerca de tierra).

Un piloto que vuela con 3 ejes de cabeceo y alabeo debe continuar pilotando con la palanca colectiva. Se deben aplicar los conceptos básicos del vuelo en helicóptero en todo momento, especialmente si se cambia de velocidad o altitud, porque la pérdida de atención en una configuración de potencia baja puede derivar rápidamente en un estado de velocidad baja. Se recomienda mantener una mano en la palanca colectiva porque, de este modo, se asegurará que el piloto tenga muchas posibilidades de permanecer atento con la configuración de potencia seleccionada.

2.4.5 Modo superior de 4 ejes

En el modo superior de 4 ejes: los modos superiores gobiernan los pasos cíclicos y colectivos; el piloto, por lo tanto, vuela completamente de forma automática; sin embargo, todavía se requiere la atención del piloto cerca de tierra.

Los sistemas de piloto automático (AP) mantienen un vuelo automático a lo largo de las trayectorias laterales y verticales especificadas. Los modos funcionales pueden incluir rumbo, altitud, velocidad vertical, seguimiento de navegación y aproximación. Generalmente, los AP poseen un cuadro de control para la selección de modo y la indicación del estado de modo. Generalmente, los AP controlan los ejes de alabeo y cabeceo (control cíclico) aunque también incluyen el eje de guiñada (control del pedal) y los servomandos colectivos.



Sin embargo, estos niveles más elevados de asistencia plantean las dudas de su compatibilidad con las acciones del piloto. Tomando como ejemplo la conservación de actitud de alabeo, esta función intentaría contrarrestar la entrada de alabeo cada vez que intente introducir un viraje. Consecuentemente, la mayor parte de funciones de asistencia de vuelo, más allá del aumento de la estabilidad, detectan las acciones del piloto de modo que el AFCS puede volver automáticamente a las funciones de seguimiento adaptadas del piloto.

Tradicionalmente, se ha llamado a estas funciones de seguimiento funciones "manuales" y modos "transparente", "de transparencia" o "de anulación". Todas estas denominaciones transmitían la idea de que el AFCS interrumpiría su función de conservación a largo plazo, tras detección de la acción del piloto, para sustituirla momentáneamente por alguna asistencia al piloto a corto plazo.

Según el diseño de algunos AFCS, tras una cierta demora, la actitud a largo plazo pasa de "manual" a "automática", un aspecto que los pilotos deben tener en cuenta.



3 USO ÓPTIMO DE LA AUTOMATIZACIÓN

3.1 Objetivo de diseño

El objetivo del diseño del AFCS es proporcionar asistencia a la tripulación durante el vuelo (dentro de la envolvente normal de vuelo):

- Liberar al PF de las tareas de manejo rutinarias y, por lo tanto, darle tiempo y recursos para mejorar su conciencia situacional o para tareas de resolución de problemas; o
- Proporcionar al PF la actitud y orientación de trayectoria de vuelo adecuadas mediante la FND para vuelo manual.

El AFCS proporciona orientación para capturar y mantener los objetivos seleccionados y la trayectoria de vuelo definida, de acuerdo con los modos activados y los objetivos establecidos por la tripulación de vuelo en el cuadro de control del piloto automático (APCP) o en el sistema de gestión de vuelo (FMS).

El APCP y las palancas de control constituyen la principal interfaz entre el piloto y el AFCS para la dirección a corto plazo (esto es, para dirección inmediata).

El FMS constituye la principal interfaz entre el piloto y el sistema de control de vuelo automático (AFCS) para la dirección a largo plazo (esto es, para las fases de vuelo actuales y subsiguientes).

3.2 Comprender los sistemas automatizados

Idealmente, comprender cualquier sistema automatizado, pero en especial el AFCS y FMS, implicaría responder a las preguntas fundamentales siguientes:

- ¿Cómo se ha diseñado el sistema?
- ¿Por qué se ha diseñado así el sistema?
- ¿Cómo interactúa y se comunica el sistema con el piloto?
- ¿Cómo utiliza usted el sistema en situaciones normales y anormales?
- ¿Cuáles son las protecciones automáticas proporcionadas por el sistema y cuándo se pueden degradar?

Se deberían entender completamente los aspectos siguientes para un uso óptimo de la automatización:

- Integración de los modos del AFCS en la FND/NAVD (es decir, acoplamiento de modos)
- Transición de modo y secuencias de reversión
- Interfaces piloto-sistema para:
 - ✓ Comunicación de piloto a sistema (esto es, para selecciones de objetivos y activación de modos)
 - ✓ *Feedback* sistema-piloto (esto es, para comprobación del estado de los modos y la precisión para dirigir el helicóptero hacia los objetivos y activar el seguimiento de los controles).

3.3 Interfaz tripulación de vuelo/sistema

Para cualquier acción en el APCP o FMS para dar una orden al AFCS, el piloto tiene ciertas expectativas respecto a la reacción de la aeronave y, por lo tanto, debe tener en cuenta lo siguiente:

- ¿Cómo quiero que vuele la aeronave ahora?
- ¿Cómo quiero que vuele la aeronave después?

Esto supone responder a las preguntas siguientes:

- ¿Qué modo debería activar y qué objetivo establecer para el vuelo del helicóptero?
- ¿Está siguiendo la aeronave la trayectoria de vuelo vertical y lateral y los objetivos previstos?
- ¿Qué modo he armado y qué objetivo he preestablecido para que la aeronave vuele a continuación?

Con el fin de responder a las preguntas anteriores, se debe comprender la función clave de los controles y pantallas siguientes:

- Teclas de selección de modo, botones de configuración de objetivos y ventanas de visualización
- Teclado FMS, teclas de selección de línea, páginas y mensajes de visualización
- Alarma de modos de vuelo (FMA) en la PFD.
- Escalas y pantallas PFD y NAVD (es decir, para comprobación de objetivos de dirección).

El control efectivo de estos controles y pantallas fomenta y aumenta la conciencia de la tripulación de vuelo de la dirección disponible para la trayectoria de vuelo y el control de velocidad:

- Estado del sistema de piloto automático (es decir, modos activados o armados)
- Objetivos de dirección activos.



3.4 Factores operativos y humanos que afectan al uso óptimo de la automatización

Con frecuencia, se observan los factores operativos y humanos siguientes en incidentes y accidentes en los que se identifica el uso de la automatización como un factor casual:

- Intimidación (es decir, sin interacción o con toma de control tardía de la automatización cuando sea necesario)
- Exceso de confianza / exceso de dependencia (es decir, delegación excesiva)
- Complacencia (es decir, actitud pasiva, falta de supervisión activa)
- Armado o activación inadvertida de un modo incorrecto
- Falta de comprobación del armado / activación (en la FMA) de los modos armados o activados
- Selección de un objetivo incorrecto (altitud ALT, velocidad IAS, rumbo radial HDG, seguimiento de curso CRS, ángulo de trayectoria de vuelo FPA...) en el APCP y no confirmar el objetivo seleccionado con la comprobación del símbolo del objetivo relacionado en la PFD y/o la NAVD
- Inserción de un punto de referencia erróneo en el FMS.
- Armado del modo de navegación lateral con un punto de referencia activo incorrecto (es decir, un punto de referencia TO incorrecto)
- Concentración en el FMS durante una fase crítica de vuelo, con la pérdida consiguiente de la conciencia situacional
- Comprensión insuficiente de las transiciones de modo y las reversiones de modo (es decir,, confusión de modo, sorpresa de automatización)
- Acción de anulación inoportuna que interfiere con la automatización
- Reparto inadecuado de tareas y/o prácticas CRM que evitan que el PF controle la trayectoria de vuelo y la velocidad aerodinámica (esto es,, ambos pilotos implicados en la gestión de la automatización o en resolver una situación imprevista o una condición anormal)
- Activar los modos superiores con la aeronave en una actitud de compensación incorrecta o en una condición de pérdida de compensación
- Selección inadvertida de modo doble (no selección del modo) sin confirmación FMA
- No armar el modo de aproximación
- No establecer el curso de aproximación final correcto.

3.5 Resumen de los puntos clave

Para un uso óptimo de la automatización, se deberían fomentar los aspectos siguientes:

- Comprender la integración de los modos superiores
- Comprender todas las transiciones de modo y todas las secuencias de reversión
- Comprender las interfaces piloto-sistema para:
 - ✓ Comunicación de piloto a sistema es decir, para activación de modos y selecciones de objetivos)
 - ✓ *Feedback* de sistema a piloto (esto es, para comprobación de modos y objetivos).
- Conciencia de la dirección disponible (modos armados o activos, objetivos activos)
- Precaución para adaptar el nivel de automatización a la tarea y/o las circunstancias o volver al vuelo manual, si es necesario
- Adherencia a la filosofía del diseño y filosofía operativa, SOP y reglas de oro para pilotos.

4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE AUTOMATIZACIÓN

4.1 Introducción

En los primeros tiempos de la aviación, las *Reglas de Oro operativas*¹ se definieron como los principios de la aptitud básica para volar.

Con el desarrollo de las aeronaves de tecnología moderna y con la investigación de la interfaz hombre-máquina y la coordinación de la tripulación, estas *Reglas de Oro* se han ampliado para incluir los principios de la interacción con la automatización y la CRM/TEM. En este folleto las “Reglas de Oro” se llaman “Principios Básicos” de la Automatización.

Los Principios Básicos ayudan a los individuos que siguen la formación a mantener su aptitud para volar mientras progresan hacia modelos de aeronave cada vez más integrados y automatizados. Aunque se ha creado para los individuos que siguen una formación, los Principios Básicos también sirven para pilotos experimentados. Los Principios Básicos abordan aspectos que se consideran factores causales frecuentes en incidentes y accidentes, por ejemplo:

- Conciencia situacional / posicional inadecuadas
- Interacción incorrecta con la automatización
- Exceso de dependencia de la automatización
- Comprobación y apoyo mutuo ineficaces por parte de la tripulación

4.2 Principios básicos generales

4.2.1 Una aeronave automatizada se puede pilotar como cualquier otra aeronave

Para promover esta regla, cada sujeto que sigue la formación debería emplear el simulador utilizando el piloto automático básico (guiñada/alabeo, cabeceo y colectivo) sin los modos superiores.

Se debería introducir gradualmente la utilización de los modos superiores y el sistema de gestión de vuelo (FMS) (normal, degradado) con las protecciones del AFCS, tal y como lo define el plan de formación aplicable.

La práctica de vuelo manual ilustrará que el vuelo del piloto (PF) siempre conserva la autoridad y la capacidad para adoptar:

- Un nivel más directo de automatización; o volver a:
- Pilotaje manual, control directo de la trayectoria de la aeronave y configuración de potencia.

4.2.2 Pilotar, navegar, comunicar y gestionar - por este orden

Se debería adaptar el reparto de tareas a la situación actual (es decir, reparto de tareas para vuelo manual o con los modos superiores activados, reparto de tareas para funcionamiento normal o condiciones anormales / de emergencia, tal y como se define en el manual de funcionamiento aplicable) y se deberían realizar las tareas siguiendo las prioridades siguientes:

¹ Airbus desarrolló las Reglas de Oro de la Automatización

• **Pilotar (volar):**

El PF se debe concentrar en pilotar la aeronave (es decir, controlando y/o siguiendo la actitud de cabeceo, ángulo de alabeo, velocidad aerodinámica, potencia, deslizamiento lateral, rumbo,...) para capturar y mantener los objetivos, la trayectoria de vuelo vertical y la trayectoria de vuelo lateral deseados.

El PM debe ayudar al PF controlando los parámetros de vuelo e indicando cualquier desvío excesivo.

• **Navegar:**

Seleccionar los modos deseados de navegación vertical y lateral (es decir, seleccionando los modos en el APCP y/o en la navegación gestionada por el FMS) y ser consciente del terreno que le rodea y de la altitud de seguridad mínima (MSA).

La regla se puede resumir con las tres afirmaciones siguientes de conciencia situacional (saber dónde...):

- ✓ Sepa dónde está
- ✓ Sepa dónde debería estar
- ✓ Sepa dónde se encuentra el terreno y los obstáculos.

Errores comunes del FMS	Posibles consecuencias	Recomendación
Ambos pilotos deben programar el FMS en una fase con baja carga de trabajo al mismo tiempo (por ejemplo, en ruta)	Pérdida de SA	Un piloto al frente del vuelo en todo momento
Preocupación por la programación del FMS durante las fases críticas	Pérdida de SA y comunicación degradada	Prever la programación del FMS y comprobar las entradas del FMS. Incluir el FMS en las fases de vuelo de cabina estéril.
Reconfiguración tardía del FMS en la aproximación al IAF (por ejemplo debido a cambio de pista en uso)	Alcanzar el IAF con una navegación acoplada activa del FMS inadecuada	Evitar una reconfiguración tardía, volver a una dirección seleccionada de la tripulación aérea con el uso de datos brutos
Introducir o seleccionar un punto de referencia incorrecto en el FMS	Confusión y CFIT	Confirmar las posiciones de punto de referencia del usuario en la NAVD y comprobarlas con ubicaciones fijas en el mapa como aeropuertos y balizas respecto a los datos brutos

• **Comunicar:**

Los operadores deberían desarrollar llamadas estándar del SOP y las deberían definir para la comunicación de la tripulación de la cabina de pilotaje / cabina de pasajeros en:

- ✓ Condiciones normales (salida y llegada)
- ✓ Situaciones anormales y de emergencia (por ejemplo: emergencia en tierra / evacuación, incapacitación de la tripulación, aterrizaje o amerizaje forzosos, etc.).

La comunicación efectiva de la tripulación incluye las comunicaciones entre la tripulación de vuelo y el controlador y entre los miembros de la tripulación de vuelo.



La comunicación efectiva permite compartir objetivos e intenciones y mejorar la conciencia situacional de la tripulación. Se debería llevar a cabo una sesión informativa rigurosa con la tripulación antes de cualquier aproximación o evento complejo y ésta debería incluir el uso de la automatización.

El uso de llamadas estándar del SOP es de vital importancia para realizar un uso óptimo de la automatización (es decir, para conocimiento de los modos de armado o activación solicitando los cambios de FMA, selecciones de objetivos, entradas de FMS):

- Las llamadas estándar deberían desencadenar automáticamente la pregunta: "¿Cómo quiero volar ahora?", y, por lo tanto, indicar claramente:
 - ✓ Qué objetivo desea establecer el piloto
 - ✓ Qué modo desea armar o activar el piloto.
- Cuando la intención del piloto (PF) se transmite claramente al otro piloto (FM), la llamada estándar también:
 - ✓ Facilitará la comprobación de la FMA y la PFD/NAVD, cuando sea aplicable
 - ✓ Facilitará la comprobación y el apoyo entre ambos pilotos.
- **Gestionar:**

Gestionar la continuación del vuelo es la prioridad siguiente. Esto incluye:

- ✓ La trayectoria y el recorrido del vuelo
- ✓ Los sistemas de la aeronave (por ejemplo: gestión de combustible, gestión de la desviación, etc.)
- ✓ Procedimiento(s) de emergencia y/ o anormal(es).

El diseño de una cabina de pilotaje de cristal apoya plenamente la estrategia de cuatro pasos anterior, tal y como se resume en la tabla siguiente.

Principios básicos	Unidades de visualización
Pilotar	PFD
Navegar	NAVD
Comunicar	Sistemas COM/NAV
Gestionar	CAS, FMS

4.2.3 Una cabeza arriba en todo momento

La gestión del sistema, al igual que con el FMS, consume mucho tiempo. Las prácticas de un vuelo seguro requieren un seguimiento efectivo del control (pérdida de control), navegación (CFIT), comunicación y conciencia visual (anticolisión).



Ello requiere una aplicación estricta de la coordinación por parte de la tripulación del concepto una cabeza arriba / una cabeza abajo.

El PF debería llevar a cabo cambios importantes en el plan de vuelo del FMS y el PF debería comprobarlos.

4.2.4 Comprobación del FMS con los datos brutos

Cuando se encuentre dentro de la zona de cobertura de la ayuda a la navegación, se debería comprobar la precisión de la navegación del FMS respecto a los datos brutos de la ayuda a la navegación (a menos que la aeronave disponga de GPS).

La precisión de la navegación del FMS se puede comprobar:

- Introduciendo un VOR-DME sintonizado en el campo rumbo/distancia de la página adecuada del FMS
- Comparando la lectura resultante del FMS FIST TO con la distancia DME leída en la PFD/NAVD

Si no se alcanzan los criterios de precisión de navegación del FMS requeridos, vaya del modo NAV al modo rumbo seleccionado con la referencia de los datos brutos de la ayuda a la navegación.

4.2.5 Conocimiento de la dirección en todo momento

Las palancas de control del APCP y el FMS son las interfaces principales para que la tripulación de vuelo se comuniquen con los sistemas de la aeronave (es decir, para establecer objetivos y armar/desarmar o activar/desactivar modos).

La PFD, en especial la Alarma de Modos de Vuelo (FMA), y la NAVD son las interfaces principales para que la aeronave se comuniquen con la tripulación con el fin de confirmar que los sistemas de la aeronave han aceptado correctamente las selecciones de modo y las entradas de objetivos de la tripulación de vuelo.

En todo momento, el PF y el PM deberían ser conscientes de:

- Los modos armados o activados
- Los objetivos de dirección establecidos
- La respuesta de la aeronave en términos de actitud, velocidad y trayectoria
- Las transiciones o reversiones de modo

4.2.6 Cuando las cosas no van como está previsto: asumir el mando

Si existen dudas respecto a la trayectoria de vuelo o el control de velocidad de la aeronave, la tripulación de vuelo no debería tratar de reprogramar los sistemas automatizados inmediatamente porque perdería concentración para pilotar la aeronave.

La tripulación de vuelo debería utilizar la dirección seleccionada o el vuelo manual junto con la utilización de los datos brutos de ayuda a la navegación hasta que el tiempo y las condiciones permitan reprogramar el APCP o el FMS.

Si la aeronave no sigue la trayectoria de vuelo prevista, compruebe el estado de activación de los modos superiores.

Si es posible, desactive el modo superior que causa las dudas y pilote con el modo manual concreto o utilice un modo parecido (es decir, inicialmente de NAV a HDG si el helicóptero parece seguir un recorrido incorrecto).

Si persisten las dudas o si la respuesta no es importante, desconecte los modos superiores mediante el(los) botón(es) de desconexión asociados en el APCP o en la palanca cíclica para volver al vuelo manual (con referencia a los datos brutos).

No se deben anular los modos superiores de forma manual.

Si se anula el funcionamiento del modo superior (es decir, escape o aceleración rápida), desconecte inmediatamente el sistema afectado apretando el botón de desconexión asociado. Si es posible, reactive parcial o totalmente los modos superiores respecto a CRM y MCC SOP o los procedimientos que tienen en cuenta las operaciones de piloto único o multipiloto.

Si la aeronave no sigue la trayectoria de vuelo vertical/ lateral deseada o los objetivos seleccionados y el tiempo no permite analizar y resolver el comportamiento observado, comuníquelo y vuelva sin demora desde:

- La dirección del FMS a la dirección seleccionada
- La dirección seleccionada al vuelo manual.

4.2.7 Utilice el nivel correcto de automatización para las tareas

Por lo general, el nivel adecuado de automatización es aquél con el que el piloto se siente cómodo para la tarea o las condiciones actuales, según su propio conocimiento y experiencia de la aeronave y los sistemas.

Volver al vuelo manual puede constituir el nivel adecuado de automatización, según las condiciones actuales.

El PF conserva siempre la autoridad y la capacidad para seleccionar el nivel más adecuado de automatización y dirección para la tarea. Esto incluye:

- Adoptar un nivel de automatización más directo volviendo de la dirección gestionada por el FMS a la dirección seleccionada (es decir, modos y objetivos seleccionados).
- Seleccionar un modo lateral o vertical más adecuado.

Volver a vuelo manual para el control directo de las trayectorias verticales y laterales de la aeronave



4.2.8 Practique compartir las tareas y apoyarse mutuamente

Se debería practicar el reparto de tareas, la comprobación efectiva y el apoyo en todas las fases de las operaciones de tierra y de vuelo, en funcionamiento normal o en condiciones anormales / de emergencia.

Los procedimientos de emergencia, anormales y normales, es decir, listas de control normales, se deberían realizar como si los dirigiera el QRH.

4.3 Principios básicos del funcionamiento normal

4.3.1 Elegir la automatización

Durante los vuelos normales, se deberían activar los modos superiores durante todo el vuelo, especialmente en condiciones climáticas marginales o cuando se opera en un sitio desconocido o con pasajeros a bordo.

Cuando se opera en buenas condiciones climáticas, la tripulación de vuelo puede elegir volar manualmente para conservar las habilidades de vuelo.

En una aeronave muy automatizada, es importante asegurarse de que se han configurado y activado correctamente los modos superiores. Ambos miembros de la tripulación deberían estar involucrados en:

- Preestablecer el parámetro mediante el APCP
- Comprobar la configuración
- Activar o armar el modo AFCS
- Comprobar que se han activado/armado los modos correctos en la FMA
- Avisar cuando el modo armado cambia a desactivado o desarmado
- Avisar cuando el modo activado cambia a desactivado
- Controlar que la respuesta de la aeronave es la prevista

Es aceptable que el PM configure y active los modos siguiendo las instrucciones del PF.

4.3.2 Activar la automatización

Antes de activar los modos superiores, asegúrese de que los modos activados se establecen en los datos preseleccionados deseados; en caso contrario, seleccione el(los) modo(s) adecuado(s).

4.3.3 Interactuar con la automatización

Cuando interactúe con la automatización, para el armado /selección de los modos y para las entradas de objetivos de dirección, siga las normas de uso principales (normas derivadas de las lecciones aprendidas del análisis de factores operativos y humanos de los sucesos operativos):

- Sea consciente de quien está al mando: PF en vuelo manual o automatización con el PF cerca de los controles (PF/PM controlando la automatización)
- Antes de realizar cualquier acción en el APCP o en las palancas de control, compruebe que el mando o el botón sea el correcto para la función deseada.
- Tras realizar cada acción en el APCP o en las palancas de control, compruebe el resultado de esta acción en la FMA y en la PFD/NAVD.
- Anuncie todos los cambios de acuerdo con los llamados estándar, tal y como se define en los SOP.
- Durante el descenso, compruebe que la altitud seleccionada no se encuentra por debajo de la MEA o la MSA
- Prepare el FMS para la llegada antes de iniciar el descenso; no se recomienda reprogramar el FMS durante una fase crítica de vuelo (por ejemplo: en la aproximación final a la heliplatforma o sitio EMS), excepto cuando se quiera activar el plan de vuelo secundario, si está preparado, o para seleccionar una nueva aproximación
- En caso de un cambio de rutina (por ejemplo: DIR TO), compruebe el punto de referencia TO antes de activar el DIR TO, es decir, comprobar que el punto de referencia TO deseado ya no se encuentra detrás de la aeronave
- Antes de activar el modo NAV, compruebe que el punto de referencia activo correcto (es decir, punto de referencia TO) aparece en la FMS y la NAVD

- Antes de armar el modo APPR, compruebe que se ha precisado e identificado correctamente el ILS y que la aeronave:
 - ✓ Se encuentra dentro de la envolvente capturada del ILS (LOC y símbolos de desviación G/S correctamente visualizados)
 - ✓ Se encuentra en un rumbo de intercepción LOC
 - ✓ Ha recibido la autorización de aproximación

4.3.4 Supervisar la automatización

Supervisar la automatización consiste en observar las pantallas y las indicaciones de la cabina de pilotaje para asegurarse de que la respuesta de la aeronave coincide con sus selecciones de modo y entradas de objetivo de dirección, y que la actitud, la velocidad y la trayectoria de la aeronave coinciden con sus expectativas; es decir:

- Durante las fases de captura, observe el centrado progresivo de los símbolos de desviación (esto es, durante la captura del localizador y de la pendiente de planeo).

Mejorar su control de la automatización durante las fases de captura -y comprobar con los datos brutos si procede- permite detectar de forma precoz una captura falsa o la captura de una baliza incorrecta (por ejemplo: ILS en modo mantenimiento emitiendo una señal permanente en pendiente de planeo);

- No intente analizar ni rectificar una anomalía reprogramando el FMS hasta que se restablezca la trayectoria de vuelo y/o la velocidad aerodinámica deseadas.
- En el caso de desactivar involuntariamente los modos superiores, active la segunda fuente de navegación antes de intentar una reelección (por ejemplo: ILS 2 si se ha seleccionado anteriormente ILS 1) para reducir la carga de trabajo del PF; o pilote manualmente la aeronave hasta que se mantenga / restablezca la aeronave en la trayectoria de vuelo y tiempo correctos para resolver los problemas y reprogramar.



En cualquier momento, si la aeronave no sigue la trayectoria de vuelo y/o la velocidad aerodinámica deseadas, no dude en volver a un nivel más directo de automatización, es decir:

- ✓ vuelva de los modos gestionados por el FMS a los modos seleccionados;
- ✓ o desconecte los modos superiores;
- ✓ o pilote manualmente la aeronave, mediante los datos brutos o visualmente (si se encuentra en VMC).

4.4 Principios básicos específicos para condiciones anormales y de emergencia

Los principios adicionales siguientes pueden ayudar a la tripulación de vuelo a la hora de tomar decisiones cuando se encuentra en condiciones anormales o de emergencia y también cuando se enfrenta con una condición o circunstancia que se encuentra más allá del ámbito de los procedimientos publicados.

4.4.1 Comprender la condición predominante antes de actuar

Con frecuencia, las decisiones incorrectas son resultado de un reconocimiento e identificación incorrectos de la condición predominante real.

4.4.2 Evaluar los riesgos y la presión del tiempo

Dedique tiempo a ganar tiempo:

- Aplazando acciones, cuando sea posible (por ejemplo: durante el despegue y la aproximación final); y/o
- Solicitando la introducción de un circuito de espera o solicitando vectores de retardo (cuando sea adecuado).

4.4.3 Revisar y evaluar las opciones disponibles

Tenga en cuenta las condiciones climáticas, la preparación de la tripulación, la proximidad del aeródromo y la autoconfianza cuando seleccione la opción preferida.

Incluya todos los miembros de la tripulación de vuelo y ATC, si es necesario, en esta evaluación (cuando sea aplicable).

Tenga en cuenta todas las implicaciones antes de decidir y planificar las posibles contingencias.



4.4.4 Utilizar la respuesta adecuada a la situación

Una condición de emergencia requiere una acción inmediata (esto no significa una acción precipitada) mientras que unas condiciones anormales pueden permitir una acción retardada.

4.4.5 Gestionar la carga de trabajo

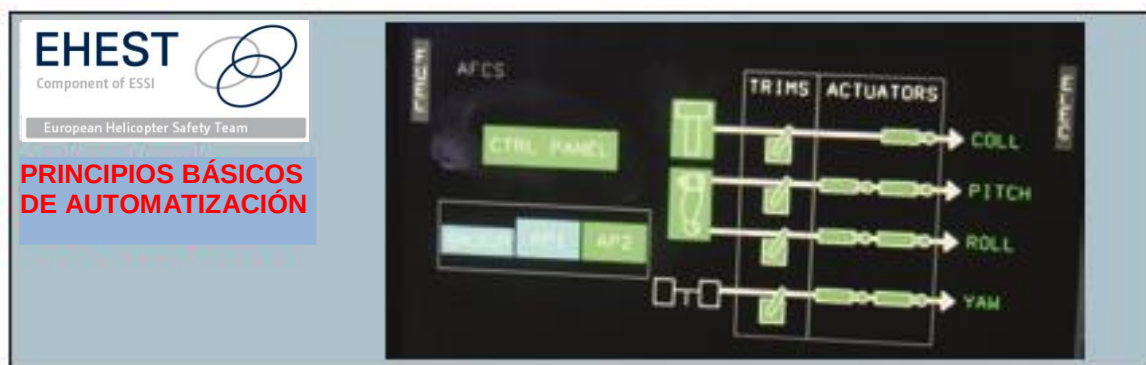
Utilice el nivel correcto de automatización para la tarea y las circunstancias. La utilización de la dirección seleccionada, cuando sea adecuada, reducirá significativamente la carga de trabajo generada por la situación anormal/ de emergencia.

4.4.6 Aplicar los procedimientos recomendados y otras acciones acordadas

Comprenda los motivos e implicaciones de cualquier acción antes de actuar y comprobar el(los) resultado(s) de cada acción para poder proceder con el paso siguiente.

Vaya con cuidado con las acciones irreversibles, es decir, aplique confirmaciones y comprobaciones estrictas antes de actuar.

Los pilotos deben consultar las políticas de automatización del fabricante, los manuales de vuelo del rotor y otros documentos de referencia que aporten información específica del OEM.



	PRINCIPIOS BÁSICOS Los helicópteros automatizados se pueden pilotar como cualquier otro helicóptero Pilotar, navegar, comunicar y gestionar, por este orden Una cabeza arriba en todo momento Comprobar la precisión del FMS Conozca su FMA en todo momento Cuando las cosas no vayan como está previsto: asumir el mando Utilice el nivel adecuado de automatización para cada tarea Practique compartir las tareas y apoyarse mutuamente:
1 2 3 4 5 6 7 8	

REFERENCIAS

EASA Safety Information Bulletin (SIB) Núm. 2010-33R1 Automation Policy - Mode Awareness and Energy State Management, publicado el 26 de junio de 2015.

EASA Automation Policy Bridging - Design and Training Principles, mayo de 2013.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Optimum Use of Automation, julio de 2006.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Operating Philosophy, septiembre de 2006.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Operations Golden Rules, enero de 2004.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Standard Calls, marzo de 2004.

ICAO circular 234-AN/142, operational implications of automation in advanced technology flight decks, 1992.

EASA Safety Information Bulletin (SIB) Núm. 2010-33R1 Automation Policy - Mode Awareness and Energy State Management, publicado el 26 de junio de 2015.

ANEXO 1

EASA ha publicado diferentes SIB para aviones y algunas recomendaciones se pueden adaptar de la forma siguiente:

Se anima a las compañías aéreas a proporcionar una Política de Automatización basándose en la cultura de la compañía, la flota de aeronaves y el tipo de operaciones.

Se debería integrar la Política de Automatización en el Manual de Operaciones, que debería incluir los procedimientos de vuelo. Se debería dedicar uno de estos procedimientos a la utilización del piloto automático y a todos los sistemas de automatización relevantes.

Se recomienda que los operadores preparen su Política de Automatización en colaboración con los fabricantes de helicópteros. En concreto, la Política de Automatización debería abordar los temas siguientes:

- Filosofía
- Niveles de automatización
- Conciencia situacional
- Comunicación y coordinación
- Verificación
- Control del sistema y de la tripulación
- Carga de trabajo y uso del sistema.

La filosofía básica es “**PILOTAR LA AERONAVE**”. Este principio debería constituir la base de la política de automatización.

Compruebe que cada tema de la Política de Automatización se refuerza regularmente en los procedimientos operativos, incluyendo los procedimientos de emergencia del manual de vuelo, y en los programas de formación, y revise periódicamente la Política de Automatización y los procedimientos operativos relacionados para una mejora continua de la seguridad.

ANEXO 2

Advertencia a los lectores: El escenario que se describe a continuación se basa en la automatización del H225. Si quiere información más precisa, consulte el FCOM del H225.

No se puede establecer un escenario genérico para el uso de la automatización porque cada aeronave tiene su propio diseño con modos superiores y protecciones asociadas específicas. Por lo tanto, se puede comprender la filosofía general de la interacción con la automatización según las fases de vuelo.

Cada operador debería desarrollar su propio SOP de automatización. El escenario siguiente podría ayudar a alcanzar este objetivo.

Escenario de ejemplo

- Despegue mediante un perfil CAT A y clase de actuaciones 1 (performance class 1) desde un aeródromo con un techo situado a 300 pies, con una visibilidad de 500 m, un viento de 320/10 nudos y lluvia
- SID: ascender por la pista con rumbo a 3.000 pies AMSL
- En ruta hacia plataforma *off-shore*
- Aterrizaje en una plataforma *off-shore* utilizando una aproximación mediante Radar en Helicópteros (ARA)
- Despegue desde una plataforma *off-shore*
- Regreso al aeródromo, guía vectorial radar a ILS

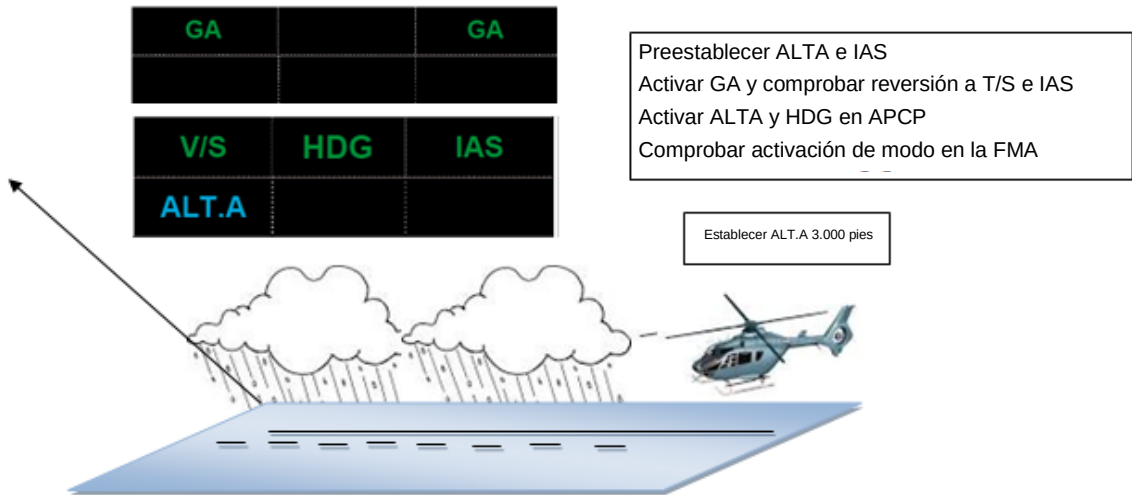
Fase de despegue

Los modos superiores que se deben preestablecer antes del despegue son IAS y adquisición de altitud-ALT A. Tras el despegue, antes de activar ALT A, se debe comprobar la configuración para asegurarse de que no se ha realizado ningún cambio en la preselección. Asegúrese de que los ALT.A que aparecen en el lado del PF y el PM son coherentes. El PF/PM debe controlar que el ascenso/descenso hasta que la aeronave se encuentra constante en la altitud deseada y realizar llamadas antes de alcanzar la altitud requerida para comprobar la activación de ALT y la respuesta subsiguiente de la aeronave.

Para la activación de los modos en el despegue y la salida, independientemente de los preajustes, se deberían priorizar los modos vertical y longitudinal activando el modo GA. A continuación, en el momento adecuado, se debería activar el modo lateral.

Para activar los modos laterales y verticales tras el despegue, el procedimiento recomendado es utilizar el botón GA colectivo. Permite volar manualmente gestionando la prioridad entre los modos vertical y lateral y evitando errores en la preconfiguración V/S e IAS.

Fase de vuelo	Cometidos del PF	Cometidos del PM
Antes de T/O	Preestablecer ALT.A e IAS	Comprobar los valores establecidos
Tras pasar por el TDP	Activar GA y mantener las manos cerca de los controles (por debajo de 200 pies), establecer el paso colectivo necesario para asegurarse de que se alcanza la MTOP (potencia máxima en el despegue)	Llamada "GA activado" en paso colectivo y cabeceo Comprobar reversión a V/S en paso colectivo e IAS en cabeceo
Cuando se establece en ascenso	Confirmar preconfiguración ALT.A , apretar ALT.A, activar modo lateral (HDG o NAV)	Llamada "ALT.A armado" Llamada "HDG o NAV activado"



Vuelo de crucero

Comprobar reversión a MODO ALT
Activar navegación FMS y comprobar NAV activado en la FMA
Comprobar información de FMS con datos brutos del VOR/DME
Establecer IAS a velocidad de crucero o velocidad deseada



La configuración de potencia de crucero estándar para el H225 es la potencia continua máxima (MCP) cuando se vuela acoplado en 4 ejes. Esto permite al sistema controlar la potencia con el fin de evitar una sobrecarga (por ejemplo, en el caso de escarcha).

En condiciones turbulentas, donde alguna vez se dan activaciones del sensor de sobrecarga, reducir la IAS para evitar cualquier incursión en una fluctuación de potencia hasta que haya remitido la turbulencia.

Por lo demás, en vuelo de crucero, desactivar la IAS y aplicar la potencia deseada (en caso de un motor inoperativo, el sistema volverá automáticamente al modo cuatro ejes).

Aproximación a plataforma offshore mediante ARA

- Utilización de los modos longitudinales del AFCS

Se debe realizar todo el vuelo con la IAS activada y, preferiblemente, gestionada por el PF mediante la compensación sonora cíclica. En un radio de 2 nm, la IAS mínima debería ser de 60 nudos y la velocidad máxima respecto al suelo debería ser de 70 nudos.

- Utilización de modos laterales del AFCS

Es aceptable acoplar la aeronave al FMS hasta que se alcanza el Punto de Inicio de la Desviación (OIP) (1,5 nm) aunque se debe controlar la trayectoria de vuelo mediante el radar meteorológico y el NDB (cuando sea pertinente). El modo NAV (FNMS) se debe revertir a HGD si la trayectoria de vuelo se desvía del FAT deseado.

- Utilización de los modos verticales del AFCS

Las tripulaciones deberían utilizar ALT.A siempre que descienden a una altitud o MDH autorizadas o anteriormente anunciadas y ambos pilotos deberán comprobar que se han realizado los ajustes correctos. Si es necesario, para gestionar un descenso continuo, se debería ajustar V/S mediante la compensación colectiva. (No se puede ajustar la velocidad vertical con el modo CR.HT activado)

Se debe establecer ALT.A en la MDH o redondear hasta los 50 pies más cercanos (por ejemplo, ALT.A establecido en 650 pies para MDA en 620 pies). Si es necesario, una vez se ha capturado ALT, se puede ajustar el índice ALT mediante la compensación colectiva, preferiblemente por parte del PF.

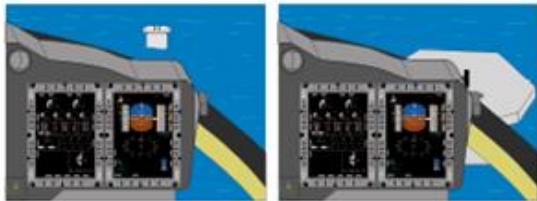
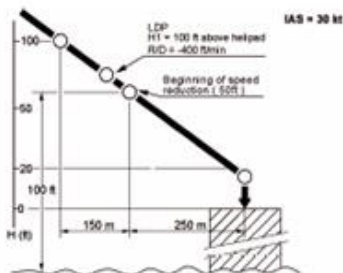
- Utilización del AFCS tras alcanzar el Punto de Inicio de la Desviación (OIP) en MAP

Antes de alcanzar el OIP, los modos activos son ALT, ANAV o HDG e IAS. A más tardar, en el OIP, el PM deberá activar HDG. Se recomienda mantener los modos activados mientras conserva las instrucciones visuales que permiten una transición a vuelo manual para un aterrizaje seguro.

En el FMS, crear una discontinuidad en la etapa o una ruta alternativa puede ayudar en el caso de una aproximación frustrada.

- Utilización del AFCS para el aterrizaje

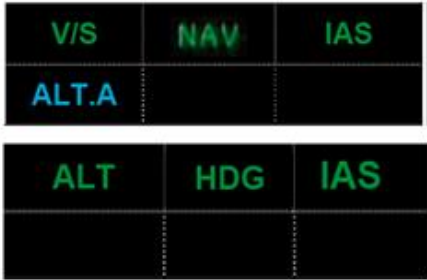
La maniobra desde el MAP hasta la heliplataforma se debe gestionar utilizando los modos superiores de 4 ejes con ALT-HDG-IAS activado. Ajustar ALT, HDG & IAS mediante las compensaciones sonoras mientras se mantienen las instrucciones visuales permitiendo la transición al vuelo manual para un aterrizaje seguro.



Establecer ALT.A en MDH, comprobar la activación del modo en la FMA

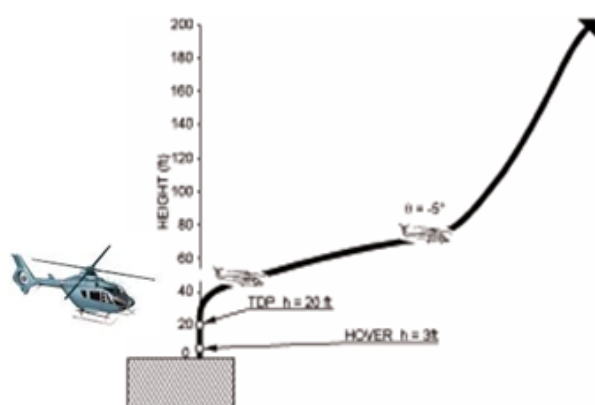
Desde OIP hasta MAP: comprobar modos superiores ALT, HDG e IAS activados

Desde MAP hasta heliplataforma: cuando se obtienen instrucciones visuales, desactivar los modos superiores, vuelo manual



Fase de vuelo	Cometidos del PF	Cometidos del PM
Antes de OIP	Preestablecer IAS (no por debajo de 60 nudos) y ALT.A (MDH) armar ALT.A	Comprobar los valores establecidos Llamada “ALT.A armado” Comprobar la reversión a ALT Llamada “ALT activado”
Desde OIP hasta MAP	Activar HDG	Llamada “HDG activado”
Desde MAP hasta heliplataforma	Cuando se obtienen señales visuales, desactivar modos superiores	Llamada “modos superiores desactivados”

Despegar desde una plataforma offshore



En una heliplatforma, establezca ALT.A en vuelo de crucero y compruebe la navegación del FMS

Realice un despegue con vuelo manual y sin modo superior

En RP, el PF adopta un cambio de actitud con morro hacia abajo 15°

Después de abandonar el borde de la plataforma, active GA

Cuando se haya establecido en ascenso, apriete ALT.A y NAV.

GA		GA
V/S	NAV	IAS
ALT.A		

Para la activación de los modos en el despegue y la salida, independientemente de los preajustes, se deberían priorizar los modos vertical y longitudinal activando el modo GA. A continuación, en el momento adecuado, se debería activar el modo lateral.

Para activar los modos laterales y verticales tras el despegue, el procedimiento recomendado es utilizar el botón GA colectivo. Permite volar manualmente gestionando la prioridad entre los modos vertical y lateral y evitando errores en la preconfiguración V/S e IAS.

Fase de vuelo	Cometidos del PF	Cometidos del PM
Antes de T/O	Preestablecer IAS y ALT.A	Comprobar los valores establecidos
En punto fijo a 5 pies, el rotor se inclina hacia el borde de la heliplatforma	Activar GSPD	Llamada "GSPD activado"
T/O (ascenso vertical de entre 400 y 500 pies por minuto)	En el punto de rotación (RP), adopte un cambio de actitud de 15° con el morro hacia abajo. Tras abandonar el borde de la plataforma, apriete GA y mantenga las manos cerca de los controles (por debajo de 200 pies) para asegurarse de que se alcanza una actitud con el morro hacia abajo y una MTOP adecuados.	Llamada "GA activado" en paso colectivo y cabeceo Comprobar reversión a V/S en paso colectivo e IAS en cabeceo
Establecido en ascenso	apretar ALT.A y activar modo lateral (HDG o ANAV)	Llamada "ALT.A armado" Llamada "HDG o ANAV activado"

Aproximación ILS

- Utilización de los modos verticales del AFCS

Las tripulaciones deberían utilizar ALT.A siempre que descenden a una altitud o nivel de vuelo autorizados o anteriormente anunciados y ambos pilotos deberán comprobar que se han realizado los ajustes correctos.

La tripulación deberá utilizar ALT.A para gestionar el descenso a la MSA y a la altitud requerida para interceptar el ILS. Si es necesario, una vez se ha capturado ALT, se puede ajustar el índice ALT para cambios inferiores a 300' con la compensación colectiva, de preferencia, por parte del PF

- Utilización de modos laterales del AFCS

La llegada, el circuito de espera, la navegación hacia el IAF y la aproximación frustrada se deberían realizar volando con la NAV acoplada a la base de datos del FMS.

- Utilización de los modos longitudinales del AFCS

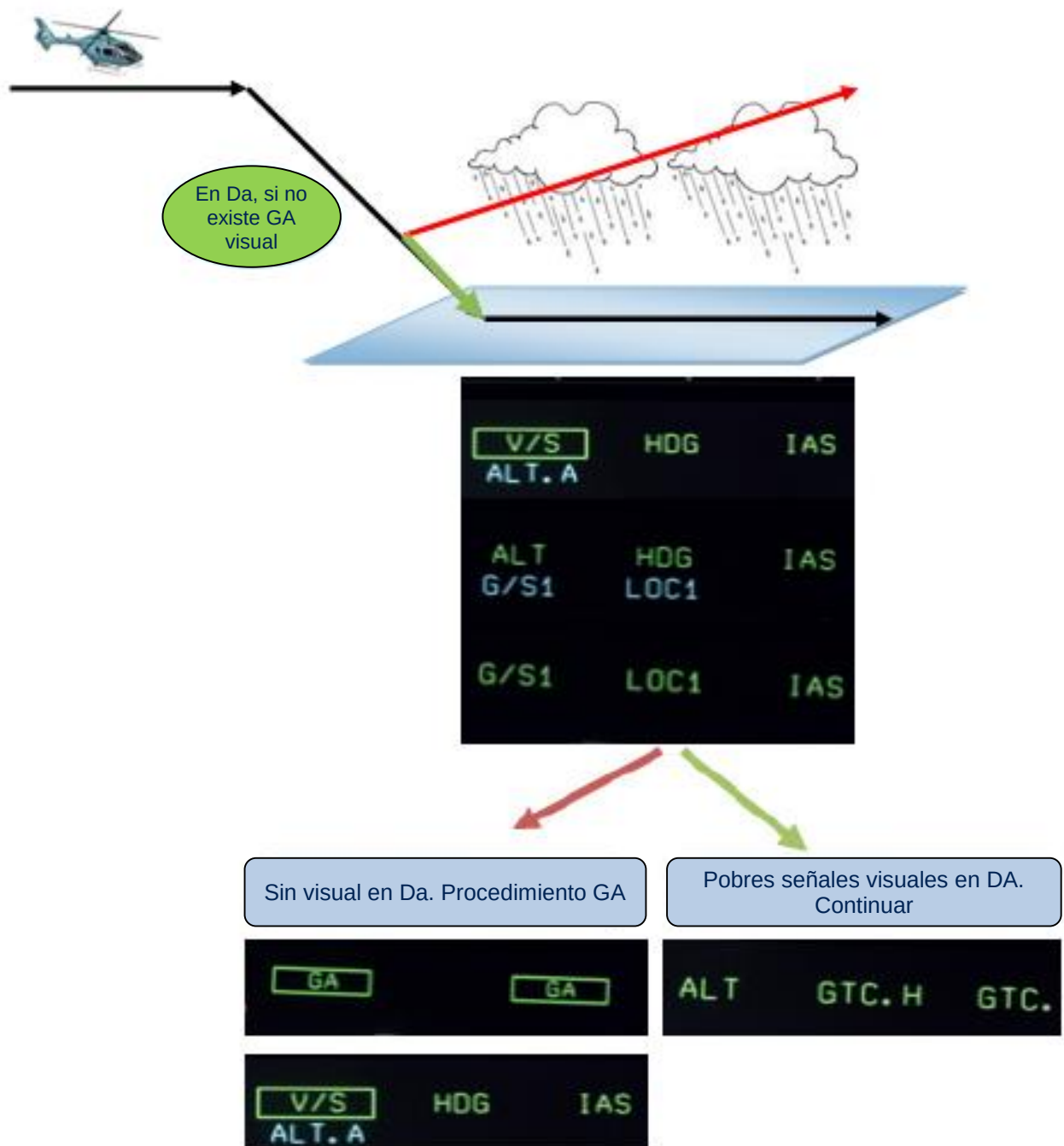
Se debe realizar toda la aproximación con la IAS activada. Para la aproximación final, sin solicitud por parte del ATC, la IAS es de 100 nudos en una aproximación CAT.A y 90 nudos en una aproximación CAT.H.

- Utilización del AFCS tras alcanzar DA para un aterrizaje directo.

Cuando se alcanza DA, los modos activos son GS, LOC e IAS. Por lo general, la aeronave se encuentra cerca de tierra y se confirman las referencias visuales. No obstante, como el parámetro pertinente es el RVR, es posible un entorno visual degradado (DVE) con una pobre conciencia situacional asociada. Por lo tanto, se recomienda mantener activados los modos, reduciendo la IAS hasta, aproximadamente, 40 nudos a 100 pies mediante la compensación sonora cíclica mientras se mantienen las señales visuales que permiten una transición a vuelo manual para un aterrizaje seguro.

En un entorno visual muy pobre (fuerte lluvia, noche, etc.), vuele con GS, LOC y la IAS acercándose a 80 pies. A una altitud dependiente de la velocidad vertical por encima de 80 pies, el modo ALT se activa automáticamente para alcanzar el nivel de vuelo a 80 pies por encima del nivel del suelo. El modo Fly ALT, LOC e IAS, ALT se puede gestionar a 30 pies por encima del nivel del suelo (configuración mínima de ALT) mediante la compensación sonora colectiva. También se puede activar GPSD para gestionar la adquisición automática de punto fijo.

Fase de vuelo	Cometidos del PF	Cometidos del PM
Antes de IAF	Preestablecer ALT.A en autorización de ATC y activar ALT A en la pantalla NAV acoplada al FMS	Llamada "ALT.A armado" y reversión a ALT Llamada "ALT activado" Pantalla NAV acoplada al FMS
Entre IAF y DA	ILS acoplado, comprobar LOC y G/S armado y, después, activado	Llamada "Loc y G/S armado" Llamada "Loc activado" Llamada "G/S activado"
Tras DA	Si existe un entorno visual pobre, compruebe la reversión al modo ALT. Establezca ALT e IAS en consecuencia. En el umbral de pista, active GPSD.	Llamada "ALT activado" Llamada "GPSD activado"



ANEXO 3

Ejemplo de cuadro de control AFCS



Se ve la FMA en la parte superior de la FND del piloto y del lado del copiloto.

	Eje colectivo	Eje de guiñada/alabeo	Eje de cabeceo
Modos activados o capturados	XXX	XXX	XXX
Modos armados	XXX	XXX	XXX



[illegible]

EDICIÓN

Descargo de responsabilidad:

Las opiniones expresadas en este folleto son responsabilidad exclusiva de EHEST. Toda la información que se proporciona solo tiene carácter general y no pretende abordar las circunstancias específicas de ningún individuo ni entidad particular. Su único objetivo es asesorar sin incidir de ningún modo en el estado de las disposiciones legislativas y reguladoras oficialmente adoptadas, incluyendo los Medios Aceptables de Cumplimiento o los Materiales de Orientación. No pretende ser ni se debería considerar como ninguna forma de garantía, representación, promesa, ni ningún otro compromiso contractual legalmente vinculante para EHEST, sus participantes o las organizaciones afiliadas. Adoptar dichas recomendaciones queda sujeto al compromiso voluntario y solo compromete la responsabilidad de aquellos que respaldan dichas acciones.

En consecuencia, EHEST y sus participantes u organizaciones afiliadas no expresan ni implican ninguna garantía ni asumen ninguna responsabilidad respecto a la precisión, la integridad ni la utilidad de cualquier recomendación incluida en este folleto. En la medida permitida por la ley, EHEST y sus participantes u organizaciones afiliadas no se harán responsables de cualquier tipo de daños u otras reclamaciones o demandas provocadas por o relacionadas con el uso, la copia o la exposición de este folleto.

Créditos de las fotografías:

Fotografía de la portada: Airbus Helicopters.

Fotografías del documento: Airbus Helicopters, AugustaWestland, EASA.

Detalles de contacto para preguntas:

Equipo Europeo de Seguridad de los Helicópteros

Correo electrónico: ehest@easa.europa.eu, www.easa.europa.eu/essi/ehest

Descárguese los folletos EHEST:

Folleto de formación EHEST HE 1 - Consideraciones de seguridad

<http://easa.europa.eu/HE1>

Folleto de formación EHEST HE 2 - Aptitud para volar del helicóptero

<http://easa.europa.eu/HE2>

Folleto de formación EHEST HE 3 - Operaciones para sitio de aterrizaje fuera de aeródromo

<http://easa.europa.eu/HE3>

Folleto de formación EHEST HE 4 - Toma de decisiones

<http://easa.europa.eu/HE4>

Folleto de formación EHEST HE 5 - Gestión de riesgos en formación

<http://easa.europa.eu/HE5>

Folleto de formación EHEST HE 6 - Ventajas de los simuladores en la Formación de Vuelo del Helicóptero

<http://easa.europa.eu/HE6>

Folleto de formación EHEST HE 7 - Técnicas para operaciones de helicóptero en terreno con colinas y montañoso

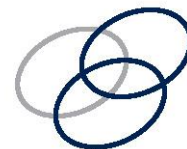
<http://easa.europa.eu/HE7>

Folleto de formación EHEST HE 8 - Los principios de gestión de amenazas y de errores (TEM) para los pilotos y los instructores de helicópteros y las organizaciones de formación

<https://easa.europa.eu/HE8>

EHEST

Component of ESSI



European Helicopter Safety Team

Septiembre de 2015

EQUIPO EUROPEO DE SEGURIDAD DE LOS HELICÓPTEROS (EHEST)

Componente de ESSI

Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA)

Dirección de Estrategia y Gestión de la Seguridad
Ottoplatz 1, 50679 Colonia, Alemania

E-mail ehest@easa.europa.eu

Web www.easa.europa.eu/essi/ehest

