

MÓDULO 7: PERFORMANCES DE VUELO DE LOS UAS

1. Nota Estratégica de Examen

Lógica de Evaluación EASA (UAS Flight Performance)

La Agencia Europea de Seguridad Aérea (**EASA**) evalúa el rendimiento de vuelo de las aeronaves no tripuladas dentro de la Categoría Específica (**Specific Category**) mediante la aplicación de la física, la gestión estricta de la carga de masa (**MTOM**, Centro de Gravedad) y la modelización energética (baterías LiPo, reservas de seguridad). Las preguntas oficiales del examen verifican que el piloto a distancia pueda anticipar los límites de la envolvente de vuelo y calcular con precisión la autonomía real frente a restricciones aerodinámicas y meteorológicas (viento, densidad). Lea las premisas de masa y equilibrio con la máxima precisión analítica.

2. Banco de Preguntas Premium (Simulador de Examen)

1. ¿Qué establece con precisión la Masa Máxima al Despegue (Maximum Take-Off Mass - MTOM) para un Sistema de Aeronave no Tripulada (UAS) certificado bajo la clase CE C5 o C6?

- 1) El límite de peso estructural y legal absoluto de la aeronave, incluidos el combustible o las baterías, según lo establecido por el fabricante.
- 2) El peso máximo de la carga útil de sensores ópticos que se puede acoplar bajo el chasis independientemente de la batería.
- 3) El peso en vacío de la aeronave medido estrictamente tras retirar todo el hardware de control de vuelo electrónico.
- 4) La masa máxima tolerada por las autoridades aduaneras durante el transporte internacional del maletín de tránsito.

2. ¿Cuál es la consecuencia aerodinámica y de pilotaje inmediata de un Centro de Gravedad (Center of Gravity - CG) excesivamente retrasado en una aeronave?

- 1) Una mejora significativa en la autonomía energética debido al menor consumo de potencia del motor eléctrico.
- 2) Inestabilidad longitudinal crónica, riesgos de control de cabeceo y un comportamiento de manejo errático que vuelve el vuelo extremadamente peligroso.
- 3) Pesadez excesiva de control en el eje vertical y una incapacidad total para despegar del suelo.
- 4) Una modificación automática de la señal GNSS que estabiliza la posición absoluta de la aeronave.

3. ¿Por qué es un requisito indispensable incorporar un margen de seguridad energética (reserva de batería de emergencia, p. ej., del 25 al 30%) al planificar un vuelo comercial STS?

- 1) Para permitir la reventa de baterías de vuelo usadas a entidades de terceros tras cada misión.
- 2) Para hacer frente a contingencias meteorológicas imprevistas (p. ej., intensificación repentina del viento en contra en el trayecto de regreso) y garantizar un aterrizaje seguro dentro de la zona planificada.
- 3) Para cumplir con las obligaciones de declaración de impuestos corporativos y IVA ante las autoridades fiscales.
- 4) Para eliminar por completo la necesidad de realizar inspecciones estructurales previas al vuelo.

4. ¿Cómo impacta directamente un viento en contra fuerte (Headwind) en la autonomía de vuelo y el consumo de amperios-hora de un dron durante su fase de Regreso al Punto de Inicio (RTH)?

- 1) El viento en contra reduce el consumo de energía al generar efectos de sustentación inducida suplementarios.
- 2) El viento en contra incrementa la resistencia aerodinámica aire-suelo, exigiendo una mayor producción de potencia del motor que acelera la descarga de la batería.
- 3) El viento en contra ejerce cero impacto en el consumo de energía si los vuelos operan por debajo del techo legal de 120 metros.
- 4) El viento en contra activa automáticamente el cambio a modo de vuelo manual sin asistencia.

5. ¿Cuál es la implicación física de un giro agresivo con un ángulo de bancada elevado (Banking) sobre el Factor de Carga (Load Factor - G) de una aeronave en vuelo?

- 1) El factor de carga disminuye, reduciendo la tensión mecánica ejercida sobre los brazos estructurales de la célula.
- 2) El factor de carga se incrementa, lo que eleva la tensión estructural sobre la célula y eleva la velocidad de entrada en pérdida (stall) aerodinámica.
- 3) El factor de carga permanece rígidamente igual a 1 G independientemente de los ángulos de bancada de la aeronave.
- 4) El factor de carga se transfiere íntegramente al sistema de transmisión de identificación remota directa.

3. Análisis Profundo de Distractores

Pregunta 1: Respuesta correcta = 1) El límite de peso estructural y legal absoluto de la aeronave, incluidos el combustible o las baterías, según lo establecido por el fabricante.

Por qué es correcta: La MTOM (Maximum Take-Off Mass) representa el límite superior absoluto de peso más allá del cual la aeronave pierde su certificación de aeronavegabilidad de clase (C5/C6) y viola los umbrales reglamentarios de seguridad, comprometiendo la responsabilidad del Operador de UAS.

Análisis de Distractores:

- **2) Capacidad de carga útil independiente:** Falso; la carga útil forma un componente integral de la masa total y debe agregarse junto con la estructura y las baterías sin exceder la MTOM.
- **3) Peso en vacío:** Se refiere a la masa de la aeronave sin combustible ni baterías (peso en seco del fabricante), no a la MTOM.
- **4) Peso aduanero:** Irrelevante; la MTOM es una especificación aeronáutica y técnica, no una métrica de aduanas.

Pregunta 2: Respuesta correcta = 2) Inestabilidad longitudinal crónica, riesgos de control de cabeceo y un comportamiento de manejo errático que vuelve el vuelo extremadamente peligroso.

Por qué es correcta: Un Centro de Gravedad excesivamente retrasado destruye el margen de estabilidad longitudinal estática de la aeronave. Los controladores de vuelo y las superficies de control luchan para corregir la actitud, lo que conduce a oscilaciones de cabeceo inmanejables y riesgos de pérdida.

Análisis de Distractores:

- **1) Autonomía mejorada:** Absurdo; la inestabilidad desencadena correcciones continuas de los motores que incrementan el consumo de energía.
- **3) Pesadez en el eje vertical:** Caracteriza un CG adelantado (condición de morro pesado), no un CG retrasado.
- **4) Modificación de señal GNSS:** Falso; el CG es una propiedad mecánica y física sin relación con los receptores de satélite.

Pregunta 3: Respuesta correcta = 2) Para hacer frente a contingencias meteorológicas imprevistas (p. ej., intensificación repentina del viento en contra en el trayecto de regreso) y garantizar un aterrizaje seguro.

Por qué es correcta: Los Procedimientos Operativos Estándar (SOP) exigen márgenes de seguridad energética para gestionar anomalías inesperadas (ráfagas de viento, desviaciones de trayectoria, esperas), previniendo aterrizajes forzosos fuera de la Zona Terrestre Controlada (CGA).

Análisis de Distractores:

- **1) Reventa de baterías:** Un sinsentido operativo y aeronáutico total.
- **3) Obligaciones fiscales:** La gestión de baterías pertenece a la aeronavegabilidad y la seguridad del vuelo, no a la tributación corporativa.
- **4) Eliminar inspecciones previas:** Falso; las comprobaciones previas al vuelo y las reservas de energía son mandatos reglamentarios independientes y acumulativos.

Pregunta 4: Respuesta correcta = 2) El viento en contra incrementa la resistencia aerodinámica aire-suelo, exigiendo una mayor producción de potencia del motor que acelera la descarga de la batería.

Por qué es correcta: Para mantener la velocidad sobre el suelo (Ground Speed) durante un trayecto de regreso contra un viento en contra, la aeronave debe inclinarse más hacia adelante y cargar fuertemente sus motores para superar las fuerzas cinemáticas opuestas, lo que resulta en una caída rápida de voltaje y agotamiento de la capacidad de la batería.

Análisis de Distractores:

- **1) Reduce el consumo:** Falso; los vientos de cola reducen el esfuerzo, los vientos en contra incrementan la demanda de potencia.
- **3) Cero impacto por debajo de 120m:** Falso; las capas límite atmosféricas de baja altitud albergan con frecuencia potentes gradientes de viento que impactan el consumo de energía.
- **4) Cambio a modo manual:** Inexacto; los controladores de vuelo gestionan la trayectoria mientras compensan la deriva, pero consumen mayor potencia.

Pregunta 5: Respuesta correcta = 2) El factor de carga se incrementa, lo que eleva la tensión estructural sobre la célula y eleva la velocidad de entrada en pérdida (stall) aerodinámica.

Por qué es correcta: Cuando una aeronave ejecuta un giro en viraje bancado, la fuerza centrífuga se combina con la gravedad, elevando el factor de carga ($n > 1g$). Un mayor factor de carga eleva matemáticamente las velocidades de pérdida y acelera la fatiga estructural en la célula.

Análisis de Distractores:

- **1) El factor de carga disminuye:** Falso; la fuerza centrífuga durante un viraje siempre incrementa la carga aparente.
- **3) Rígidamente igual a 1 G:** Falso; 1 G corresponde estrictamente al vuelo horizontal estacionario en aire en calma.
- **4) Transferido a identificación remota:** Absurdo; el factor de carga es una cantidad puramente mecánica y aerodinámica.