

MULTIMOTORES, ENTRENAMIENTO CON UN SOLO MOTOR

Para un piloto quien mejora continuamente sus habilidades, habilitaciones y certificados, la progresión natural es obtener el certificado de piloto privado, seguido de una habilitación por instrumentos y luego la habilitación multimotor. Pasar a un avión multimotor generalmente significa avanzar hacia una aeronave de mayor performance de ascenso, crucero y carga útil que la mayoría de los aviones monomotores, y una advertida seguridad operacional de los aviones de dos motores y de dos sistemas.

El entrenamiento multimotor proporciona nuevas perspectivas en la planificación y toma de decisiones. Pero dos motores pueden ser un reto en conocimiento y habilidades. Si un piloto de un avión multimotor no está capacitado y no es competente para administrar una falla de motor, puede ser incluso más peligroso que una falla en un monomotor. Es por eso que la mayor parte del entrenamiento para una habilitación multimotor se concentra en emergencias de falla de motor.

Fallas de motor en V1, Entrenamiento

Entrenamiento en Fallas de motor cerca de V1, simulando un despegue abortado, o en V1 y continuar el vuelo, crea potenciales peligros que han llevado a accidentes, las autoridades y la industria han establecidos ciertas prácticas en los entrenamientos y chequeos para evitar estos riesgos:

- 1) Cortadas en V1 solo es permitido en Simuladores;
- 2) Falla simulada del motor antes de V1 solo es permitido antes de 60 kt, para simulación de “abortar un despegue” RTO.

La pista debe ser de 45 mts. de ancho, sin contaminación (lluvia, Hielo), utilice la aplicación de frenos con el máximo esfuerzo, active el uso de frenos de velocidad, utilice la máxima potencia de reversa permitido.

Para *falla simulada* de motor en y después de V1, se debe tener lo siguiente:

- 1) No está permitido en aeropuertos especiales, aeropuertos/pistas en montaña, de altura;
- 2) No está permitido en aeropuertos con pista contaminadas,

- 3) La simulación de falla (llevar la potencia a simulación cero empujes) debe ser ejecutada después de V₂, y a una altura mínima de 300 pies AGL. (Si el avión no mantiene V₂+10 y una tasa positiva de ascenso, cancele la simulación de cero empuje).
- 4) La Visibilidad debe ser VMC, y la base de nubes debe ser 800 pies que le permita al piloto controlar el avión antes de entrar en instrumentos.
- 5) La performance del avión (gradiente) le debe permitir cumplir el SID con un solo motor, o un EOSID debe estar disponible.

La simulación de cero empujes permite simular una condición de hélice embanderada en donde se ha eliminado la resistencia.

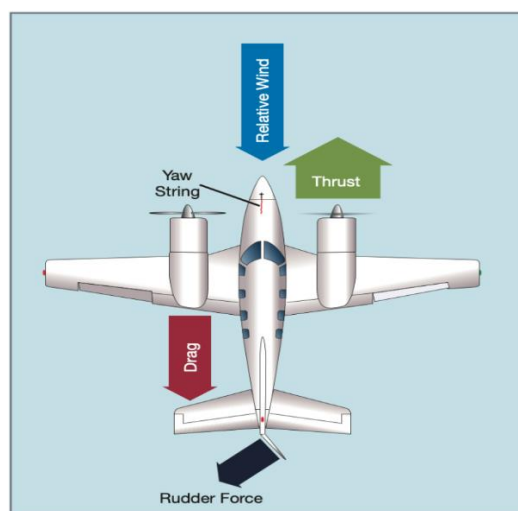
El Instructor/chequeador debe intervenir para corregir cualquier desviación en velocidad, altura, actitud del avión que afecte la seguridad operacional. En el prevuelo debe asegurarse que la posición de los pedales le permitan el desplazamiento completo del timón (rudder).

Aerodinámica y características de vuelo.

La aerodinámica multimotor es diferente de la aerodinámica de aviones monomotor. Debido a que las hélices están delante de las alas, el impulso de la hélice aumenta el flujo de aire sobre el ala para generar hasta el 60 por ciento de la sustentación del ala. La porción de sustentación de las alas es relativamente independiente del ángulo de ataque porque las hélices están en una posición fija. Entre otras cosas, esto puede dar como resultado ángulos de inclinación altos para pérdidas con potencia. También significa que los cambios de potencia bruscos provocan cambios significativos en la sustentación. Por lo tanto, debe evitarse las aceleraciones excesivas del acelerador (throttle).

Cuando un motor pierde potencia, el motor operativo desvía sustancialmente el avión porque las líneas de empuje de los dos motores corren paralelas a la línea central del avión, pero en lados opuestos. Esto significa que, si un motor pierde potencia, el piloto debe contrarrestar la guiñada resultante con una fuerte presión en el pedal del timón opuesto para restaurar el control direccional. Es por eso que el primer paso para ser un piloto multimotor seguro y competente es aprender y comprender los problemas aerodinámicos y de performance asociados con el vuelo sin un motor.

Aerodinámica y rendimiento de un solo motor



Se podría suponer que perder la mitad de la potencia total da como resultado una disminución del 50 por ciento en la capacidad de ascenso. Reflexión; La capacidad de ascenso de un avión está relacionada con la potencia disponible en exceso de la necesaria para mantener un vuelo de crucero recto y nivelado. En algunos bimotores ligeros, que se utilizan en entrenamiento de vuelo multimotor, una falla del motor puede reducir la performance de ascenso en un 80 por ciento o más. Dependiendo del peso de la aeronave y de las condiciones de vuelo, algunos bimotores no pueden mantener una tasa positiva de ascenso, o incluso mantener la altitud, con un solo motor.

Cuando falla un motor, el avión gira y se inclina hacia el motor apagado. La sustentación asimétrica levanta el ala del motor inoperativo y produce menos sustentación causando la mayor parte del giro. El empuje asimétrico, junto con el aumento de la resistencia de la hélice del motor inoperativo, provoca la guiñada.

Para recuperar, se debe contrarrestar el balanceo (roll) con el alerón, contrarrestar la guiñada con el timón (rudder) y embanderar la hélice para reducir la resistencia. Si la velocidad aérea es demasiado baja, es posible que los alerones y el timón (particularmente el timón) no tengan suficiente efectividad para corregir el problema.

Alerta: Para fallas de motor en donde la hélice continúa girando, la hélice debe ser embanderada y el motor apagado. Un número de accidentes han ocurrido cuando el PIC mantiene el motor fallido corriendo como una contingencia o el uso de servicios auxiliares, y descuida embanderar la hélice. Mas tarde en el vuelo, durante la aproximación o aproximación frustrada, la resistencia excesiva de la hélice girando libremente resulta en pérdida de control y un accidente.

La performance y el control de un multimotor dependen de dos velocidades importantes. La primera es la mejor tasa de velocidad de ascenso para un solo motor: VYSE. A menudo se llama "línea azul" porque esta velocidad está marcada en el indicador de velocidad con una línea radial azul. Aunque

la mejor velocidad de ascenso resultante al volar con un solo motor puede ser negativa, VYSE le ofrece el mejor rendimiento que el avión puede ofrecer.

La segunda es la velocidad mínima de control -VMC. Marcada en el indicador de velocidad con una línea radial roja, es la velocidad más baja a la que se puede mantener el control direccional del avión sin el "motor crítico", (el motor cuya falla afecta más adversamente la performance o control), falla repentinamente mientras que el otro motor está produciendo potencia de despegue. Mantener el "control direccional" significa que no se excederá de un cambio de rumbo de 20° grados o un banqueo de cinco grados (5°) hacia el motor operativo.

En los bimotores con hélices que giran en el sentido de las agujas del reloj cuando se ven desde la cabina, el motor izquierdo es crítico. Si este motor falla, el factor P exacerba la guiñada creada por el motor derecho operando.

Independientemente de cuántas hélices tenga un avión, cada una produce un factor P, especialmente a bajas velocidades y altos ángulos de ataque. Debido a que la pala de la hélice descendente, que está en el lado derecho del disco de la hélice vista desde la cabina, tiene un mayor ángulo de ataque, esta produce más empuje que la pala ascendente. Esto significa que la línea de empuje del motor izquierdo está más cerca de

la línea central del avión que la línea de empuje del motor derecho. La tendencia a girar será mucho mayor si falla el motor izquierdo.

Los bimotores ligeros con hélices contra-rotativas (hélices que giran en direcciones opuestas entre sí) no tienen un motor crítico. Debido a que la hélice izquierda gira en el sentido de las agujas del reloj y la hélice derecha gira en el sentido contrario a las agujas del reloj, la línea de empuje del motor P de cualquiera de los motores está a la misma distancia de la línea central de la aeronave.

Hay otros factores que afectan el VMC. El timón debe compensar las tendencias de giro (guiñada) causadas por el motor operativo, la resistencia de la hélice y la resistencia del alerón causada al intentar mantener las alas niveladas. Como la velocidad del aire disminuye, el timón se vuelve menos efectivo. Bajo VMC, el timón (rudder) ya no puede hacer su trabajo y el avión se inclina incontrolablemente hacia el motor apagado.

El centro de gravedad (CG) del avión también influye en la performance con un solo motor. Todos los aviones giran alrededor de su CG. Cuando el CG está en su límite posterior, el brazo de palanca del timón (rudder) es corto y el momento de giro que crea se reduce. Lo contrario ocurre cuando el CG está en su límite delantero, lo que significa que el VMC puede ser más bajo. La línea radial roja del indicador de velocidad indica el VMC para el peor de los casos, un CG posterior.

En un avión con motores de aspiración normal (sin turbocompresor), el VMC disminuye a medida que aumenta la altitud porque la potencia del motor disminuye con la altitud. Si el motor operando no produce toda su potencia nominal, no genera tanta guiñada en una situación con un solo motor. Si el motor no está operando a plena potencia, es posible que el VMC esté por debajo de la velocidad de pérdida.

Entrenamiento con un solo motor



El entrenamiento multimotor incluye una serie de ejercicios, cada uno está diseñado para enseñar un aspecto valioso de la performance. Muchos están diseñados para demostrar las características de vuelo con un solo motor. Un ejemplo es embanderar una hélice (girar las palas paralelas a la trayectoria de vuelo para reducir la resistencia). Este ejercicio, conducido a una altitud de seguridad, no solo enseña los pasos para poner en bandera una hélice, sino que también permite medir la performance de ascenso real del avión a una densidad, altitud y peso conocidos.



El ejercicio de embanderamiento también permite determinar la configuración de empuje cero del avión. Por ejemplo, es posible que descubra que un motor acelerado a 10 pulgadas de presión en el colector reduce la resistencia de la hélice girando con el viento esencialmente a cero, lo mismo que una hélice embanderada. Se debe utilizar esta configuración de potencia de empuje cero en entrenamientos posteriores para simular una hélice embanderada.

Una demostración de resistencia es otro ejercicio importante a una altitud segura. Después de reducir la potencia de un motor (normalmente el motor crítico) a cero potencia, volará en VYSE con el tren de aterrizaje y los flaps retraídos y observará el rendimiento de ascenso como lo indica el indicador de velocidad vertical (VSI). A continuación, mientras mantiene el rumbo, velocidad y una altitud segura, reducir la potencia de empuje cero a movimiento lento (ralentí) y la hélice totalmente girando libremente. Luego se extiende el tren de aterrizaje y flaps una muesca a la vez. Con cada cambio, observe cómo el VSI disminuye indicando el efecto de cada factor productor de resistencia.

Este simulacro demuestra cuánto efecto tiene cada elemento de la lista de emergencia si falla un motor. Los alumnos para la habilitación de multimotor aprenden que una hélice girando libremente generalmente produce la mayor cantidad de resistencia, lo que subraya la importancia de embanderar la hélice si un motor falla.

La demostración V enseña sobre la pérdida de control direccional. Después de ajustar el motor crítico a cero potencia, volar a VYSE. Luego reducir la velocidad del avión y observe cómo cambia su controlabilidad. El timón se vuelve menos efectivo y, a medida que la velocidad del aire alcanza VMC, el flujo de aire sobre el timón decae hasta el punto en que el timón ya no puede contrarrestar el empuje asimétrico.

En este punto, la nariz comienza a desviarse hacia el motor apagado, acompañado de un balanceo en la misma dirección. Para recuperar la pérdida de control VMC, baje la nariz para ganar velocidad y reduzca la potencia del motor operativo para disminuir la guiñada.

Alerta: Por seguridad, se debe tener suficiente altitud de reserva (mínimo 3000 pies AGL) para todas las demostraciones de VMC.

Procedimientos de emergencia

Si bien la secuencia exacta de los procedimientos de emergencia varía según la aeronave y la situación (el manual de operaciones de vuelo del piloto del avión POH le da los pasos específicos, incluido qué hacer con las bombas de combustible, el tren de aterrizaje, los flaps, las hélices, etc.), se aplican algunas reglas básicas.

Si un motor pierde potencia; Primero, vuele el avión (contrarreste la guiñada y el balanceo) y luego avance la mezcla, las hélices y los aceleradores a la máxima potencia. Si es necesario, incline el morro hacia abajo para alcanzar y mantener la velocidad aérea de la línea azul-VYSE.

La próxima tarea es identificar el motor inoperativo. Tenga en cuenta qué pedal del timón está presionado para mantener el control direccional (el pedal que no está siendo presionado está en el mismo lado que el motor fallado). Luego, verifique su identificación retardando el acelerador del motor inoperativo y verificando los instrumentos del motor.



Finalmente, dependiendo de las condiciones, fase de vuelo y altitud, debe decidir si puede corregir rápidamente lo que causó que el motor perdiera potencia, como falta de combustible, e intentar reiniciar, o embanderar la hélice del motor inoperativo para maximizar la performance con un solo motor.

La práctica de este procedimiento enseñará lo importante que es actuar con prontitud, (pero con cuidado), Para falla de motor, el mejor lugar para practicar es en altitud, utilizando 3000 pies AGL o más como elevación de pista simulada. A una altitud segura, configure el avión bimotor para despegar y comience a ascender. Su instructor comenzará el ejercicio del motor fallando en algún momento durante el despegue simulado. Luego, se aprende qué tan rápido el avión puede perder altitud y cuán críticos son los procedimientos y las velocidades adecuadas.

La maniobra de abortar el aterrizaje (go-around) en una aproximación con un solo motor es otro ejercicio de entrenamiento que se practica en altitud. Enseña cuánta altitud puede perder un bimotor con un solo motor cuando pasa de su configuración de aterrizaje a su configuración de despegue. Según cuanto aprenda de este ejercicio, probablemente elegirá una altitud, tal vez 300 pies AGL, por debajo de la cual el aterrizaje debe ser asegurado independientemente de lo que suceda.

Un aterrizaje fuera del aeropuerto es una gran preocupación para cualquier piloto, pero especialmente en un avión bimotor porque la velocidad de aproximación de un bimotor es más rápida que de un avión monomotor. Aunque debe mantener VMC o más rápido para mantener el control de la aeronave, recuerde que VMC disminuye cuando baja la potencia del motor en funcionamiento. Al acercarse al área de aterrizaje, puede reducir la potencia del motor operativo y reducir la velocidad del avión para minimizar las fuerzas de impacto en el momento del aterrizaje.

Toma de decisiones y desempeño

Cuando falla el motor de un avión monomotor, su curso de acción es obvio y sencillo. Sin embargo, en un bimotor ligero, el proceso de toma de decisiones es más complejo porque tienes más opciones. Para tomar decisiones correctas en una emergencia, debe conocer la capacidad de la performance del bimotor con un solo motor y las opciones disponibles para cada fase del vuelo.

Antes de despegar en un avión multimotor, se calcula una serie de parámetros de performance. Estos incluyen distancia de aceleración/parada, distancia de aceleración/y continuar y la gradiente de ascenso con un solo motor.

Aceleración/y parada es la distancia que se necesita para acelerar hasta la velocidad de despegue y luego detenerse si un motor falla en ese punto preciso. Si la pista es lo suficientemente larga para cumplir con la distancia de aceleración/parada (y debería serlo si vuelas según las regulaciones), entonces tienes la opción de abortar el despegue de manera segura si un motor falla antes del despegue.

Si la pista no es suficientemente larga para acelerar y parar, el rendimiento de aceleración/y continuar del avión puede ofrecer otra opción. Acelerar/y continuar es la distancia que se necesita para acelerar hasta la velocidad de despegue, perder un motor y luego continuar el despegue superando un obstáculo de 50 pies.



Incluso si puede superar el obstáculo, su capacidad para continuar con seguridad depende de la gradiente de ascenso del avión con un solo motor. Además, debe comparar está gradiente con la de los procedimientos de salida por instrumentos si vuela IFR. Ya sea que se enfrente a un terreno que aumenta (rising) o a requisitos de la salida IFR, si tiene que ascender 600 pies por milla náutica y la pendiente de ascenso de su avión con un solo motor es de solo 400 pies por milla náutica, debería considerar reducir el peso de despegue disminuyendo la carga de combustible (si es posible), o dejando pasajeros o equipaje, o esperando condiciones más favorables.

Con esto firmemente arraigado en su mente, desarrolle un plan de acción y dígalo en voz alta antes de despegar. Diga qué acciones tomará si un motor falla antes del despegue, después del despegue y por debajo de cierta altitud crítica. Por ejemplo, puede decidir que, si un motor falla después del despegue, más allá del final de la pista o en cualquier altitud inferior a 300 pies AGL, continuara el despegue, la performance del bimotor con un solo motor puede permitirle regresar al aeropuerto y aterrizar.

Una sesión informativa (briefing) exhaustiva del PIC también debe incluir una revisión de los procedimientos de emergencia, las acciones que tomará un segundo piloto (si lo hay), como ejecutar las listas de chequeo y hacer las llamadas por radio; y la dirección a la que deberá virar para evitar obstáculos y el uso de condiciones favorables, del terreno y viento.

También debe considerar una posible falla del motor en ruta. Nuevamente, usted debe conocer las limitaciones y capacidades de performance de la aeronave. ¿Cuál es el techo de servicio con un solo motor, la altitud más alta a la que se puede realizar un ascenso de 50 pies por minuto con un motor operativo? Si las altitudes mínimas en ruta (MEA) a lo largo de su ruta son más altas que el techo de servicio de un solo motor de su avión, sus perspectivas son sombrías si ocurre una pérdida. Volar se trata de tener una opción. En este caso, la salida podría estar en tomar una ruta más favorable.

También debe evaluar las alturas y bases de las nubes, así como las condiciones de formación de hielo en términos del techo de servicio de un solo motor del avión. Si bien es posible volar sobre nubes llenas de hielo con dos motores, la idea de descender a condiciones de hielo con un solo motor puede ser razón suficiente para considerar otra ruta, una carga menor o un día diferente para realizar el vuelo.

La performance con un solo motor juega un papel importante en sus planes de llegada. Por ejemplo, es posible que pueda realizar una aproximación por instrumentos con un solo motor, pero si las condiciones hacen que sea poco probable que el avión pueda ejecutar esa aproximación, considere desviarse a otro aeropuerto con techos más altos y terreno más bajo. y pistas más largas.

Volar el patrón o aproximación circular desde un procedimiento por instrumentos con un solo motor también requiere una planificación cuidadosa. La velocidad relativamente alta de aproximación al aterrizaje de un avión multimotor puede colocarlo en una categoría de aproximación IFR más alta, lo que significa un mínimo para circular más alto. Si se produce una pérdida grave de la performance, es posible que el avión no pueda mantener esa altitud mínima de vuelo circular más alta. Si el avión puede realizar la maniobra de circular para aterrizar, es posible que desee planear una maniobra circular en una dirección que le proporcione viento en contra en base. Esto minimiza el ángulo de inclinación requerido para el giro desde la base hasta la final.



Volar un bimotor ligero exige más planificación y juicio que volar un avión monomotor. El debate en torno a los aviones multimotor y la seguridad continúa, pero nadie discute sobre el valor de una buena formación inicial y de competencia en multimotor. Si no se practica con regularidad, estas habilidades perfeccionadas se vuelven aburridas y sus posibilidades de enfrentar con éxito una emergencia disminuyen. Con un conocimiento firme de la performance de los bimotores y un entrenamiento recurrente para mantener esas habilidades con un motor inoperativo, volar un avión bimotor es seguro.

Abreviaciones:

AGL	Sobre el nivel de tierra.
C.G.	Centro de Gravedad.
MEA	Altitud Mínima Enruta.
VR.	Velocidad de Rotación
VLOF.	Velocidad a la que la aeronave deja la superficie.
VX.	Mejor Angulo de Velocidad de Acenso.
VXSE.	Mejor Angulo de Velocidad de Acenso con un motor inoperativo.
VYSE	Mejor Rata de Velocidad de Acenso con un motor inoperativo

Definiciones:

V1. La velocidad seleccionada para cada despegue, basada en performance aprobada y condiciones específicas que representa:

- (1) La velocidad máxima en la cual un despegue abortado puede ser iniciado y asegurar que una parada segura pueda ser completada dentro de la pista remanente, o la pista y stopway;
- (2) La velocidad mínima que asegure que un despegue puede ser completado con Seguridad dentro de la pista remanente, o pista y clearway, después de la falla del motor más crítico y la velocidad designada; y
- (3) La velocidad que permita una parada exitosa o un despegue continuado cuando se opere en una pista de largo mínima permitida para un peso particular.

Nota 1: el completar un despegue incluye el obtener la altura mínima y velocidad segura al final de la pista o clearway, y la separación de obstáculos en la trayectoria designada.