
CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

C. A. : **43-13-01**
FECHA : **01/10/2001**
REVISIÓN : **Original**
ORIGINADA POR : **SDA / DGAC**

TEMA : CALIBRACION DEL COMPAS MAGNETICO DE AERONAVE.

1. PROPOSITO.

Esta Circular de Asesoramiento proporciona estándares aceptables para la DGAC en la calibración de los compases magnéticos de las aeronaves (compases de lectura directa). Estándares alternativos podrían ser aceptables para la DGAC, si ellos proporcionan un nivel equivalente de seguridad.

2. REVISIÓN / CANCELACIÓN.

Revisión Original.

3. APLICABILIDAD.

Esta CA está orientada para las personas responsables del mantenimiento de aeronaves registradas en la República del Perú y de aeronaves de matrícula peruana o extranjera que estén afectadas al Transporte Aéreo Comercial Regular y no Regular en empresas nacionales que operen bajo un AOC emitido por la DGAC.

4. REGULACIONES RELACIONADAS

- Parte 43: Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Reconstrucción, Alteraciones.
- Parte 91: Reglamento de Vuelo y Operaciones.
- Parte 121: Obtención del Certificado de Operaciones: Explotadores Aéreos Nacionales Regulares y No Regulares.
- Parte 135: Operadores Aéreos de Transporte Aéreo No Regular.

5. DEFINICIONES

Para los efectos de esta CA, las siguientes abreviaturas y definiciones son aplicables:

- CA:** Circular de Asesoramiento.
DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil.
MBM: Manual Básico de Mantenimiento.
MGM: Manual General de Mantenimiento.
PMAC: Programa de Mantenimiento de Aeronavegabilidad Continua.
PIA: Programa de Inspección Aprobado.
RAP: Regulaciones Aeronáuticas del Perú.

Alineación (“Alignment”): Es el ajuste de los componentes, partes de un objeto o sistema en correcta relación con otro.

Calibración (“Calibration”): Es la medida de la desviación de un compás instalado en una aeronave, también es cualquier compensación necesaria de ésta desviación y el registro de la desviación residual.

Compensación (“Compensation”): Es la corrección de la desviación causada por el magnetismo de la aeronave, es un procedimiento de mantenimiento que corrige a un compás por error de desviación.

Compensación del Compás (“Swinging the Compass”): Es una forma común de referirse al proceso de ir alineando una aeronave en rumbos magnéticos conocidos para el propósito de determinar el grado de error en el compás.

Compensación en el Aire (“Air Swinging”): Es un método para llevar a cabo la inspección de la calibración de un compás magnético, durante un vuelo especialmente preparado para éste propósito.

Datos Compás: Referencia establecida por un compás maestro.

Desviación (“Deviation”): Discrepancia causada por el campo electromagnético de la aeronave incluyendo los dispositivos eléctricos y electrónicos. Es la diferencia angular entre el rumbo magnético (“magnetic heading”) y el rumbo del compás (“compass heading”).

Desviación Residual (“Residual Deviation”): Es la desviación que queda después de la compensación.

Magnetos Compensadores (“Compensating magnets”): Pequeños elementos magnéticos permanentes que están incorporados en el compás magnético para corregir los errores o desviaciones del compás.

Plataforma de Calibración de Compás (“Compass Calibration Pad”): Es una plataforma con ciertas características de diseño, inspeccionada y calibrada, donde se encuentra dibujada una Rosa Náutica. Se usa para propósitos de calibración de los compases.

6. ANTECEDENTES

El objetivo de la Parte 43 es establecer, para todas las aeronaves, los estándares mínimos de mantenimiento considerados necesarios para asegurar que continuará la validez de un Certificado de Aeronavegabilidad. La norma también asegurará que toda aeronave será mantenida a un estándar que garantice una operación segura.

Esto es estipulado por mandato de:

- el estándar mínimo de mantenimiento requerido para la aeronave,
- los estándares mínimos para la ejecución del mantenimiento,
- las personas quienes pueden certificar el mantenimiento, y
- la forma en el cual el mantenimiento es certificado y registrado.

Esta Circular de Asesoramiento proporciona métodos aceptables para mostrar cumplimiento con las Normas Generales de Mantenimiento dispuestos en la Parte 43.

6.1. El compás Magnético de Aeronave

Es un instrumento de navegación con ciertos errores inherentes, resultados de la naturaleza de su construcción. Todos los tipos de compases magnéticos indican la dirección con respecto al campo magnético terrestre (esto es aplicable también para los compases giro estabilizados y/o de válvula de flujo). La navegación de la aeronave está basado en la aplicación de apropiadas correcciones angulares en orden de la lectura magnética para obtener el rumbo verdadero (true heading).

6.2. Ocasiones para la Calibración

El compás magnético de una aeronave tiene que ser calibrado en cualquiera de las siguientes ocasiones:

- a) Antes de la emisión de un Certificado de Aeronavegabilidad o Constancia de Conformidad.
- b) En cualquiera de los dos casos siguientes:
 - Cada 24 meses cuando está instalado en una aeronave a la que se le ha otorgado un Certificado de Aeronavegabilidad o

- Constancia de Conformidad, a menos que según corresponda, el PMAC o el PIA aprobados prescriben un periodo diferente,
- Cada 24 meses o al periodo menor prescrito en el MGM o el MBM del operador cuando está instalado en una aeronave de transporte aéreo comercial.
 - c) Cuando observe un mal funcionamiento o sospecha de su precisión,
 - d) Cuando inicialmente ha sido instalado o reinstalado en una aeronave,
 - e) Después de un cambio de motor de la aeronave, a menos que el fabricante lo prescriba de otra manera,
 - f) Después de una relevante alteración de la aeronave, modificación de la cabina o reemplazo mayor que conlleve metal ferroso,
 - g) Cada vez que un elemento que determina el sentido magnético (sensor magnético) de la aeronave, ha sido cambiado o reubicado,
 - h) Después de una alteración de la instalación eléctrica o aviónica de la aeronave, a menos que el ingeniero o especialista que está certificando está convencido que la alteración no afectará al compás,
 - i) Después de un golpe de relámpago a la aeronave, a menos que dos comprobaciones de 90° de separación muestran que ningún cambio de desviación ha ocurrido,
 - o *Una comprobación de la indicación de dirección puede ser realizado durante el vuelo en el cual el golpe ha ocurrido, si éste procedimiento está documentado en el apropiado manual de la aeronave.*
 - o *Refiérase a la sección de ésta CA que trata sobre golpes de relámpagos y desmagnetización de aeronave.*
 - j) Después que la aeronave ha pasado por una severa tormenta eléctrica,
 - k) Después de cualquier mantenimiento de la aeronave que involucre la incorporación, remoción o reubicación de materiales magnéticos que probablemente influirán en la desviación del compás,
 - o *Los manuales de mantenimiento del fabricante pueden indicar los componentes que, si son cambiados, requerirá compensar el compás.*
 - l) Luego de cualquier acontecimiento operacional de la aeronave, tal como un accidente o aterrizaje muy fuerte (forzoso o turbulento), que probablemente afectará la desviación del compás,

- m) Cuando una carga transportada por la aeronave, pueda haber afectado la indicación y precisión del compás,
- n) Después que la aeronave ha sido parqueada en una dirección por más de un año o de un prolongado almacenamiento de ésta, y
- o) Cuando la operación de la aeronave es cambiada hacia una localización geográfica diferente, con un mayor cambio en desviación magnética.

6.3. Mantenimiento y Calibración en Banco

El compás magnético debería ser removido de la aeronave para su mantenimiento y calibración en banco, en un TMA con habilitación en Instrumentos por los siguientes motivos:

- a) Bajo nivel de líquido del compás,
- b) Insuficiente transparencia del líquido del compás,
- c) Falta de limpieza y daños del vidrio,
- d) Cuando es requerida la reparación del cableado y conexión del sistema de iluminación,
- e) Cuando los tornillos ajustables de los magnetos compensadores no permiten la compensación del compás,
- f) Cuando la rosa del compás (compass card), no se encuentra estabilizada estando la aeronave en posición de vuelo nivelado, o no gira libremente (el movimiento de giro no es estable), o el tiempo de estabilización es muy extenso.

6.4. Desmagnetización

La calibración del compás puede ser afectada por la magnetización de la aeronave y sus componentes. Esta magnetización puede ser el resultado del magnetismo residual de componentes instalados en la aeronave o como un resultado de un golpe de relámpago y las perturbaciones pueden ser muy altas, que ninguna desmagnetización tiene que ser intentada hasta que la aeronave esté magnéticamente estable. La estabilización puede tomar varios días.

Una comprobación de la indicación de dirección puede ser suficiente durante el vuelo en el cual ha ocurrido el golpe del relámpago, si éste procedimiento está detallado en el manual de mantenimiento del fabricante de la aeronave.

Si una comprobación simple de la indicación de dirección es insuficiente, entonces la aeronave tiene que ser desmagnetizada.

La desmagnetización tiene que ser realizada en conformidad con las recomendaciones del fabricante.

Después de la desmagnetización, la aeronave tiene que realizar dos vuelos, cada uno por lo menos durante una hora, realizando maniobras de virajes en ocho (8) en cada una de las direcciones magnéticas principales (N-S-E-O), para estabilizar el magnetismo. Las desviaciones tienen que ser calculadas durante esos vuelos para determinar la eficacia de la desmagnetización. El compás de la aeronave tiene que ser recompensado a lo dos meses después de la desmagnetización para asegurarse que la aeronave está magnéticamente estable.

7. PROCEDIMIENTO

La compensación y ajustes de los compases magnéticos, de los girocompases y otros tipos de estos sistemas, deben ser realizados por personal debidamente habilitado y calificado (reparador aeronáutico con especialización en instrumentos, mecánico o inspector de mantenimiento con habilitación en aviónica), de acuerdo a lo prescrito en las Secciones 43.3 y 43.7.

Los procedimientos de los fabricantes tienen que ser seguidos cuando están prescritos. Cuando los procedimientos de los fabricantes no están disponibles, los procedimientos establecidos en esta CA proporcionan un método general de compensación del compás.

7.1 El Lugar para la Calibración del Compás

El compás de una aeronave tiene que ser calibrado solamente en un lugar que ha sido inspeccionado determinándose que es nivelado y libre de perturbaciones magnéticas. Además, el lugar seleccionado debe:

- a) Ser accesible,
- b) No interferir con el movimiento normal de otras aeronaves,
- c) Ser lo suficientemente grande para albergar a la aeronave considerando;
 - Que la aeronave será remolcada o pueda rodar por sus propios medios en el lugar,
 - El radio de vuelta de giro de la aeronave,
 - La posición de los puntos de dirección magnética,
 - La posición de los sensores de la aeronave,

- d) Ser utilizable en diversas condiciones del clima,
- e) Estar marcado en;
 - El centro del lugar,
 - El lugar donde se ubicará el compás maestro,
 - Los puntos donde los datos compás tienen que ser ubicados,
 - Áreas de anomalía magnética,
 - Líneas circulares para los virajes, si es aplicable.

Si las direcciones magnéticas están marcadas en el lugar, como el caso de las Plataformas de Calibración de Compás, éstas tienen que ser inspeccionadas a intervalos que no excedan los cuatro (4) años para asegurar el alineamiento con los meridianos magnéticos. Este lugar tiene que ser reinspeccionado para verificar que se encuentra libre de perturbaciones magnéticas después de cualquier cambio que probablemente afecta al campo magnético del lugar, incluyendo:

- a) La construcción de edificios,
- b) La instalación de líneas de poder eléctrico sobre o debajo del suelo,
- c) Pistas o plataformas reforzadas,
- d) Líneas de tuberías,
- e) Cualquier cambio metálico significativo al área tales como:
 - o vallas
 - o drenes
 - o pedazos metálicos subterráneos.

La inspección de un lugar de compensación involucra el uso de instrumental específico, la toma de más de 300 lecturas y puede tomar muchas horas para completarlas. Si la fiabilidad magnética del lugar está en duda, el propietario tiene que plantear en reinspeccionarlo.

7.2. Preparación

Antes de la calibración, el compás magnético tiene que ser inspeccionado por serviciabilidad general (condición operativa), y en ello tiene que ser verificado que el ángulo de pendiente de corrección para el hemisferio sur ha sido realizado.

El compás tiene que ser calibrado con:

- a) El (los) motor (es) operando,
- b) Todos los equipos correctamente instalados para una operación normal,
- c) Todas las puertas cerradas,
- d) Las superficies de control totalmente guardadas, prácticamente en posición de crucero,
- e) Los sistemas de la aeronave operando para la configuración de crucero, incluyendo:
 - o sistemas eléctricos,
 - o sistemas de navegación, y
 - o comunicaciones.

Los sistemas de comunicaciones no tienen que estar realmente transmitiendo durante la calibración.

7.3. Generalidades de los Procedimientos de Virajes

Durante la calibración del compás, la aeronave tiene que estar posicionada en no más de 5 grados de los rumbos requeridos y será calibrada para determinar la desviación residual en por lo menos ocho (8) rumbos espaciados equitativamente que incluirán los rumbos cardinales. El rumbo magnético de la aeronave será establecido usando un compás maestro con mira (o instrumento similar), utilizando una plataforma de calibración de compás o por alineamiento con las marcas del lugar de compensación con direcciones conocidas.

Los controles de vuelo tienen que ser operados y los sistemas aviónicos puestos en encendido y luego apagados, ú operando hasta el rango permitido para el vuelo de crucero, para determinar que no hay efectos adversos significativos.

Cuando está calibrando de acuerdo con los procedimientos arriba mencionados la desviación residual no deberá exceder de:

- a) 2 grados, para un compás de lectura remota (compás con válvula de flujo),
- b) 3 grados, para un compás de lectura remota (compás sin válvula de flujo),
- c) 5 grados, para un compás de lectura directa usado como la referencia primaria de dirección, y

d) 8 grados, para cualquier otro compás.

7.4. Los Virajes de Corrección

La aeronave es colocada en cada uno de los rumbos cardinales en el siguiente orden:

- Este (E).
- Sur (S).
- Oeste (O).
- Norte (N).

A cada rumbo los datos compás y las lecturas del compás de la aeronave son anotados. La desviación (*dev*) a cada punto es calculado, donde :

desviación = dato dirección - dirección compás de la aeronave

Luego son calculados tres coeficientes de la siguiente manera :

$$\text{Coeficiente } A = \frac{\text{dev } E + \text{dev } S + \text{dev } O + \text{dev } N}{4}$$

$$\text{Coeficiente } B = \frac{\text{dev } E + \text{dev } O}{2}$$

$$\text{Coeficiente } C = \frac{\text{dev } N + \text{dev } S}{2}$$

Corrija el compás de la aeronave según:

- La aeronave con rumbo al norte;
 - Sumando el coeficiente A a la lectura del compás de la aeronave y ajuste el compás hasta leer el rumbo correcto.

Para un coeficiente positivo la lectura del compás incrementará cuando corrija.

- Sumando el coeficiente C a la lectura del compás de la aeronave y ajustando los compensadores laterales hasta leer en el compás el rumbo correcto.
- La aeronave con rumbo al este;
 - Sumando el coeficiente B a la lectura del compás de la aeronave y ajustando los compensadores longitudinales hasta leer en el compás el rumbo correcto.

Los virajes tienen que ser repetidos hasta que las correcciones al compás son aplicables.

7.5. El Viraje de Calibración

Durante este viraje la aeronave tiene que ser girada a través de ocho puntos sucesivamente, separados a 45°, a saber:

- Sureste.
- Sur.
- Suroeste.
- Oeste.
- Noroeste.
- Norte.
- Noreste.
- Este.

En cada punto las lecturas del dato compás y del compás de la aeronave tienen que ser anotadas. Los coeficientes mencionados previamente tienen que ser recalculados y hacer cualquier ajuste necesario. Las desviaciones tienen que estar dentro de los valores mencionados previamente en esta circular de asesoramiento.

7.6. Compensación en el Aire

En las aeronaves equipadas con sistemas esclavizados y compensados eléctricamente o sistemas de navegación de referencia inercial, puede ser conducida una compensación en el aire para asegurar la serviciabilidad del compás magnético; también es llamado método de comparación de rumbo (comparison bearings).

Una compensación en el aire involucra vuelos de la aeronave en los ocho rumbos (norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste y noroeste) establecidos del sistema esclavizado y compensado eléctricamente o del sistema inercial e inspeccionando el rumbo del compás de la aeronave contra estos rumbos. Deberán considerarse las siguientes precauciones preliminares:

- a) Antes de la compensación, los sistemas compases o inerciales que se usarán de referencia para la comparación deberán observarse e inspeccionarse por una apropiada operación y precisión. Esto deberá ser realizado con los manuales técnicos de los compases o sistemas inerciales siguiendo las instrucciones detalladas en como realizar las inspecciones por apropiada operación,
- b) Todo el equipamiento magnético en la aeronave deberá estar asegurado y en su posición para un vuelo normal,

- c) Los especialistas y todos los observadores quienes realizarán las lecturas y anotaciones o que estén cerca a los compases durante la compensación no deberán portar ningún material magnético. Esto incluye, herramientas, cuchillas portátiles, lápices mecánicos, brazaletes, relojes metálicos, anteojos con montura metálica, gorras con adornos metálicos, insignias y audífonos.
- d) Un destornillador no magnético deberá ser usado para ajustar los compensadores magnéticos,
- e) Una lista de chequeo de prueba para el vuelo tiene que ser utilizada para permitir al piloto o al especialista anotar las desviaciones de la lectura directa. Esta lista de chequeo tiene que ser usada para crear la tarjeta de corrección del compás y ser incluido en los registros de la aeronave.

7.7. Certificación y Registros

Cuando la desviación residual ha sido determinada, la tarjeta de corrección del compás tiene que estar presentada cercana o adyacente a los compases. Si la máxima desviación residual no excede de 1° , un registro de identificación (placard) para éste efecto, puede ser presentado en reemplazo de la tarjeta de corrección. La tarjeta de corrección puede ser un formato tipo tabla (For/Steer) o tipo gráfico y mostrará la fecha de expiración y el sello/firma del personal que ejecutó el trabajo.

Después que un compás ha sido calibrado deberá ser realizada una entrada al Informe Técnico de Vuelo (logbook) de la aeronave, incluyendo todos los detalles de la calibración, de la tarjeta de corrección y la instalación de registros de identificación (placards).

La liberación al servicio tiene que ser certificada en conformidad con la Parte 43.

8. CONTACTOS PARA MAYOR INFORMACION

Para cualquier consulta técnica adicional referida a esta CA, dirigirse al:

Departamento de Ingeniería y Normatividad de la DGAC.

Telefax: (511) 332-2781.

Correo electrónico: dgacingenieria@mtc.gob.pe