

NORMA PARA VEHÍCULOS AEROESPACIALES Y DE SUPERFICIE

SAE JA1011

EMITIDA
AGO1999

Emitida 1999-08

Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Prólogo— El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) fue desarrollado inicialmente por la industria comercial de aviación para mejorar la seguridad y la confiabilidad de sus equipos. Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de U.S. en 1978. Desde entonces, MCC ha sido utilizado para ayudar a formular estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todas las áreas de trabajo humano organizado, y en casi todos los países industrializados del mundo. El proceso definido por Nowlan and Heap ha servido de base a varios documentos de aplicación en los cuales el proceso MCC ha sido desarrollado y perfeccionado a través de los años. La mayoría de estos documentos conservan los elementos claves del proceso original. Sin embargo, el uso extendido del término “MCC” ha llevado a enaltecer un número de procesos que difieren significativamente del original, pero que sus defensores los llaman también “MCC”. Muchos de estos otros procesos fallan en el logro de las metas de Nowlan and Heap, y algunos son activamente contraproducentes.

Como resultado, ha habido un crecimiento de la demanda internacional por una norma que imponga los criterios que cualquier proceso deba cumplir para ser llamado “MCC”. Este documento contempla esa necesidad. Los criterios en esta norma SAE están basados en los procesos MCC y los conceptos de tres documentos sobre MCC: (1) Libro de 1978 de Nowlan and Heap, “Reliability-Centered Maintenance,” (2) MIL-STD-2173(AS) de la Aviación Naval de U.S. (Reliability-Centered Maintenance Requirements of Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment) y su sucesor, U.S. Naval Air Systems Command Management Manual 00-25-403 (Guidelines for the Naval Aviation Reliability-Centered Maintenance Process), y (3) “Reliability-Centered Maintenance (RCM 2),” por John Moubray. Estos documentos son considerados como los documentos sobre MCC disponibles más ampliamente usados y aceptados.

Este documento describe los criterios mínimos que cualquier proceso debe cumplir para ser llamado “MCC”. No intenta definir un proceso específico de “MCC”.

Este documento está concebido para cualquier persona que desee determinar si cualquier proceso que pretenda ser MCC es de hecho MCC. Es específicamente útil para personas que deseen contratar servicios de MCC (entrenamiento, análisis, facilidades, consultoría, o cualquier combinación de estos).

TABLA DE CONTENIDO

1.	Alcance.....	2
1.1	Propósito	2
2.	Referencias	2
2.1	Publicaciones Relacionadas	2
2.1.1	Publicaciones SAE	2
2.1.2	Publicaciones del Departamento de Comercio de U.S.....	3
2.1.3	Publicaciones del Departamento de Defensa de U.S.....	3
2.1.4	Publicaciones de la Prensa Industrial	3
2.1.5	Publicaciones del Ministerio de Defensa de U.K	3
2.2	Otras Publicaciones	3
3.	Definiciones.....	4
4.	Siglas.....	6
5.	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).....	6
5.1	Funciones.....	6
5.2	Fallas Funcionales	6
5.3	Modos de Falla.....	7
5.4	Efectos de Falla.....	7
5.5	Categorías de Consecuencias de Falla.....	7
5.6	Selección de las Políticas de Manejo de Fallas.....	7
5.7	Políticas de Manejo de Fallas— Tareas Programadas.....	8
5.8	Políticas de Manejo de Fallas— Cambio de Especificaciones y Operar hasta Fallar	9
5.9	Un Programa de Vida.....	10
5.10	Formulación Estadística y Matemática.....	10
6.	Notas	10
6.1	Palabras Claves	10

1. Alcance— Esta norma SAE para Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) está concebida para ser utilizada por cualquier organización que tiene o haga uso de activos físicos o sistemas que desee manejar responsablemente.

1.1 Propósito— MCC es un proceso específico utilizado para identificar las políticas que deben ser implementadas para el manejo de los modos de falla que pueden causar una falla funcional de cualquier activo físico en un contexto operacional dado. Este documento está concebido para ser utilizado en la evaluación de cualquier proceso que pretende ser un proceso MCC, con la finalidad de determinar si es un verdadero proceso MCC. El mismo apoya tal evaluación especificando los criterios mínimos que un proceso debe tener para ser un proceso MCC.

2. Referencias

2.1 Publicaciones Relacionadas— Las siguientes publicaciones se dan sólo con propósitos informativos y no son parte requerida de este documento.

2.1.1 PUBLICACIONES SAE — Disponible en SAE, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

SAE JA1012— A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard

- 2.1.2 PUBLICACIONES DEL DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE U.S.— Disponible en NTIS, Port Royal Road, Springfield, VA 22161

Nowlan, F. Stanley, and Howard F. Heap, "Reliability-Centered Maintenance," Departamento de Defensa, Washington, D.C. 1978. Número de Reporte AD-A066579.

- 2.1.3 PUBLICACIONES DEL DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE U.S.— Disponible en DODSSP, Subscription Services Desk, Building 4/Section D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5098

MIL-STD 2173(AS)— "Reliability-Centered Maintenance Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment" (U.S. Naval Air Systems Command)

NAVAIR 00-25-403— "Guidelines for the Naval Aviation Reliability Centered Maintenance Process" (U.S. Naval Air System Command)

MIL-P-24534— "Planned Maintenance System: Development of Maintenance Requirement Cards, Maintenance Index Pages, and Associated Documentation" (U.S. Naval Sea Systems Command)

S9081-AB-GIB-010/MAINT— "Reliability-Centered Maintenance Handbook" (U.S. Naval Sea Systems Command)

- 2.1.4 PUBLICACIONES DE LA PRENSA INDUSTRIAL— Disponible en Industrial Press, Inc., 200 Madison Avenue, New York City, New York, 10016 (también disponible en Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, Great Britain OX2 8DP).

Moubray, John, "Reliability-Centered Maintenance," 1997

- 2.1.5 PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE DEFENSA DE U.K.— Disponible en Reliability-centred Maintenance Implementation Team, Ships Support Agency, Ministry of Defence (Navy), Room 22, Block K, Foxhill, Bath, BA1 5AB United Kingdom.

NES 45— Naval Engineering Standard 45, "Requirements for the Application of Reliability-Centred Maintenance Techniques to HM Ships, Royal Fleet Auxiliaries and other Naval Auxiliary Vessels"(Restricted-Commercial)

- 2.2 **Otras Publicaciones**— Las siguientes publicaciones fueron consultadas durante el desarrollo de esta SAE y no son una parte requerida de este documento.

Anderson, Ronald T. and Neri, Lewis, "Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods," Elsevier Applied Science, London and New York, 1990

Blanchard, B.S., Verma, D., and Peterson, E.L., "Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management," John Wiley and Sons, New York, 1995

"Dependability Management— Part 3-11: Application Guide— Reliability Centred Maintenance," International Electrotechnical Commission, Geneva, Document No. 56/651/FDIS.

Jones, Richard B., "Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach," Gulf Publishing Company, Houston, TX, 1995

MSG-3, "Maintenance Program Development Document," Air transport Association, Washington DC, Revision 2 1993

"Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis," Department of Defense, Washington, DC, Military Standard MIL-DTD. 1629A, Notice 2, 1984

"Reliability Centered Maintenance for Aircraft, Engines, and Equipment," United States Air Force, MIL-STD-1843 (NOTA: Cancelado sin reemplazo en Agosto de 1995)

Smith, Anthony M., "Reliability Centered Maintenance," McGraw-Hill, New York, 1993

Zwingelstein, G., "Reliability Centered Maintenance, A Practical Guide for Implementation," Hermès, Paris, 1996

3. *Definiciones*

- 3.1 Cambio de Especificaciones—** Cualquier acción tomada para cambiar la configuración física de un activo o sistema (rediseño o modificación), cambiar el método utilizado por un operador o mantenedor para el desarrollo de una tarea específica, cambiar el contexto operacional del sistema, o cambiar la capacidad de un operador o mantenedor (entrenamiento).
- 3.2 Capacidad Inicial—** El nivel de operación que el activo físico o sistema es capaz de lograr en el momento que entra en servicio.
- 3.3 Consecuencias Ambientales—** Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias ambientales si puede violar cualquier norma ambiental corporativa, municipal, regional, nacional o internacional, o la regulación que aplica para el activo físico o sistema en consideración.
- 3.4 Consecuencias de Falla—** Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos).
- 3.5 Consecuencias en la Seguridad—** Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias en la seguridad si puede dañar o matar a un ser humano.
- 3.6 Consecuencias No Operacionales—** Una categoría de consecuencias de falla que no afecta adversamente la seguridad, el ambiente, o las operaciones, y que sólo requiere reparación o reemplazo de cualquier componente (s) que podría ser afectado por la falla.
- 3.7 Consecuencias Operacionales—** Una categoría de consecuencias de falla que afecta adversamente la capacidad operacional de un activo físico o sistema (producción, calidad del producto, servicio al consumidor, capacidad militar, o costos operacionales en adición al costo de reparación).
- 3.8 Contexto Operacional—** Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema.
- 3.9 Desempeño deseado—** El nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario de un activo físico o sistema.
- 3.10 Desincorporación Programada—** Una tarea programada que trae consigo la desincorporación de un ítem en o antes de un límite de longevidad específico sin tener en cuenta su condición en el momento.
- 3.11 Dispositivo Protector o Sistema Protector—** Un dispositivo o sistema que pretende evitar, eliminar, o minimizar las consecuencias de falla de cualquier otro sistema.
- 3.12 Dueño—** Una persona u organización que puede sufrir o acarrear la responsabilidad por las consecuencias de un modo de falla en virtud de la propiedad del activo o sistema.
- 3.13 Efecto de Falla—** Lo que pasa cuando ocurre un modo de falla.
- 3.14 Falla Evidente—** Un modo de falla cuyos efectos se tornan evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.
- 3.15 Falla Funcional—** Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado.

- 3.16 Falla Múltiple—** Un evento que ocurre si una función protegida falla mientras su dispositivo o sistema protector se encuentra en estado de falla.
- 3.17 Falla Oculta—** Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.
- 3.18 Falla Potencial—** Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.
- 3.19 Función—** Lo que el dueño o usuario desea que realice un activo físico o sistema.
- 3.20 Función Evidente—** Una función cuya falla aislada se vuelve evidente al personal de operaciones bajo circunstancias normales.
- 3.21 Función Oculta—** Una función cuya falla aislada no se vuelve evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales.
- 3.22 Función(es) Primaria(s)—** La(s) función(es) que constituyen la(s) razón(es) principal(es) por las que el activo físico o sistema es adquirido por su dueño o usuario.
- 3.23 Funciones Secundarias—** Las funciones que un activo físico o sistema tiene que cumplir a parte de su(s) función(es) primaria(s), tales como aquellas que se necesitan para cumplir con los requerimientos regulatorios y aquellas a las cuales conciernen los problemas de protección, control, contención, confort, apariencia, eficiencia de energía e integridad estructural.
- 3.24 Intervalo P-F—** El intervalo entre el punto en que el potencial de falla se hace detectable y el punto en que este se degrada hasta una falla funcional (también conocido como “período para el desarrollo de falla” o “tiempo esperado para la falla”).
- 3.25 Longevidad—** Una medida de exposición al esfuerzo, calculada desde el momento en el cual un elemento o componente entra en servicio cuando nuevo o vuelve a entrar en servicio después de una tarea designada para restaurar su capacidad inicial, y puede ser medida en términos de tiempo calendario, tiempo de operación, distancia recorrida, ciclos de durabilidad o unidades de producción o rendimiento.
- 3.26 Modo de Falla—** Un evento único, que causa una falla funcional.
- 3.27 Operar hasta Fallar—** Una política de manejo de fallas que permite que un modo de falla específico ocurra sin ningún esfuerzo para anticiparla o prevenirla.
- 3.28 Política de Manejo de Fallas—** Un término genérico que abarca tareas basadas en condición, restauración programada, desincorporación programada, detección de falla, operar hasta fallar y cambios una vez.
- 3.29 Probabilidad Condicional de Falla—** La probabilidad de que una falla ocurra en un período específico, dado que el ítem involucrado ha sobrevivido al comienzo de ese período.
- 3.30 Programado—** Se establece como fijo, a intervalos predeterminados, incluye el “monitoreo continuo” (donde el intervalo es efectivamente cero).
- 3.31 Restauración Programada—** Una tarea programada que restaura la capacidad de un elemento en o antes de un intervalo especificado (límite de longevidad), sin tener en cuenta su condición en el momento, a un nivel que proporciona una probabilidad tolerable de supervivencia hasta el final de otro intervalo especificado.

- 3.32 Tarea Apropriada—** Una tarea que es técnicamente factible y al mismo tiempo vale la pena realizar (aplicable y efectiva).
- 3.33 Tarea Basada en Condición—** Una tarea programada usada para detectar un potencial de falla.
- 3.34 Tarea para Detectar Fallas—** Una tarea programada utilizada para determinar si ha ocurrido una falla oculta específica.
- 3.35 Usuario—** Una persona u organización que opera un activo o sistema y podría sufrir o acarrear la responsabilidad por las consecuencias de un modo de falla de ese sistema.

4. Siglas

4.1 MCC— Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

- 5. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)—** Cualquier proceso MCC debe asegurarse de responder satisfactoriamente las siguientes siete preguntas y además, ser respondidas en la secuencia que se muestra:

- a. ¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de desempeño asociados del activo en su contexto operacional presente (funciones)?
- b. ¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
- c. ¿Qué causa cada falla funcional (modos de falla)?
- d. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional (efectos de falla)?
- e. ¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de falla)?
- f. ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de tareas)?
- g. ¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible (acciones predeterminadas)?

Para responder cada una de las preguntas anteriores “satisfactoriamente”, se debe recolectar la siguiente información, y se deben tomar las siguientes decisiones. Toda la información y decisiones deben ser documentadas de manera que estén totalmente disponibles para el dueño o usuario y sean aceptables para los mismos.

5.1 Funciones

- 5.1.1 Se debe definir el contexto operacional del activo.
- 5.1.2 Se deben identificar todas las funciones del activo/sistema (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de protección).
- 5.1.3 Todos los enunciados de una función deben contener un verbo, un objeto, y un estándar de desempeño (cuantificado en cada caso que se pueda hacer).
- 5.1.4 Los estándares de desempeño incorporados en los enunciados de una función deben tener el nivel de desempeño deseado por el dueño o usuario del activo/sistema en su contexto operacional.

- 5.2 Fallas Funcionales—** Se deben definir todos los estados de falla asociados con cada función.

5.3 Modos de Falla

- 5.3.1 Se deben identificar los modos de falla “probables” que puedan causar cada falla funcional.

- 5.3.2 El método utilizado para decidir que constituye un modo de falla "probable" debe ser aceptado por el dueño o usuario del activo.
- 5.3.3 Se deben identificar los modos de falla en un nivel de causalidad que haga posible identificar una política de manejo de fallas apropiada.
- 5.3.4 Las listas de los modos de falla deben incluir los modos de falla que han ocurrido antes, los modos de falla que están siendo prevenidos actualmente por la existencia de programas de mantenimiento, y los modos de falla que no han ocurrido aún pero que se piensan probables (creíbles) en el contexto operacional.
- 5.3.5 Las listas de los modos de falla deben incluir cualquier evento o proceso que probablemente pueda causar una falla funcional, incluyendo deterioro, defectos de diseño, y errores humanos que pueden ser causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano esté siendo activamente dirigido por un proceso analítico aparte del MCC).

5.4 Efectos de Falla

- 5.4.1 Los efectos de falla deben describir lo que puede pasar si no se realiza ninguna tarea específica para anticipar, prevenir o detectar la falla.
- 5.4.2 Los efectos de falla deben incluir toda la información necesaria para soportar la evaluación de las consecuencias de la falla, tales como:
 - a. ¿Qué evidencia (si existe alguna) que la falla ha ocurrido (en el caso de funciones ocultas, que podría pasar si ocurre una falla múltiple)?
 - b. ¿Qué hace (si ocurre algo) para matar o dañar a alguien, o para tener efectos adversos en el ambiente?
 - c. ¿Qué hace (si hace algo) para tener un efecto adverso en la producción o en las operaciones?
 - d. ¿Qué daño físico (si existe alguno) causa la falla?
 - e. ¿Qué (si existe algo) debe ser hecho para restaurar la función del sistema después de la falla?

5.5 Categorías de Consecuencias de Falla

- 5.5.1 Las consecuencias de cada modo de falla deben ser formalmente categorizadas como sigue:
 - 5.5.1.1 El proceso de categorización de consecuencias debe separar los modos de falla ocultos de los modos de falla evidentes.
 - 5.5.1.2 El proceso de categorización de consecuencias debe distinguir claramente los eventos (modos de falla y fallas múltiples) que tengan consecuencias en la seguridad y/o el ambiente de los que sólo tengan consecuencias económicas (consecuencias operacionales y no operacionales).
- 5.5.2 La valoración de las consecuencias de falla se debe llevar a cabo como si ninguna tarea específica se esté llevando a cabo actualmente para anticipar, prevenir o detectar la falla.

5.6 Selección de las Políticas de Manejo de Fallas

- 5.6.1 El proceso de selección de manejo de fallas debe tomar en cuenta el hecho de que la probabilidad condicional de algunos modos de falla se incrementará con el tiempo (o con la exposición al esfuerzo), que la probabilidad condicional de otros no cambiará con el tiempo y que la probabilidad condicional de otros tampoco decrecerá con el tiempo.

- 5.6.2 Todas las tareas programadas deben ser técnicamente factibles y que valgan la pena hacerlas (aplicables y efectivas), y los medios por los cuales este requerimiento deberá ser satisfecho están fijados en 5.7.
- 5.6.3 Si dos o más políticas de manejo de fallas propuestas son técnicamente factibles y valen la pena hacerlas (aplicables y efectivas), se debe seleccionar la política que sea mejor costo-efectiva.
- 5.6.4 La selección de las políticas de manejo de fallas debe ser llevada a cabo como si ninguna tarea específica estuviese siendo realizada actualmente para anticipar, prevenir o detectar la falla.

5.7 Políticas de Manejo de Fallas— Tareas Programadas

- 5.7.1 Todas las tareas programadas deben cumplir con los siguientes criterios:

- 5.7.1.1 En el caso de que un modo de falla evidente tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, la tarea debe reducir la probabilidad del modo de falla a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.
- 5.7.1.2 En el caso de un modo de falla oculta en el que la falla múltiple asociada tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, la tarea debe reducir la probabilidad del modo de falla oculta a una magnitud que disminuya la probabilidad de la falla múltiple asociada a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.
- 5.7.1.3 En el caso de un modo de falla evidente que no tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, los costos directos o indirectos de la tarea deben ser menores que los costos directos o indirectos del modo de falla cuando se calculan en períodos de tiempo comparables.
- 5.7.1.4 En el caso de un modo de falla oculta en el que la falla múltiple asociada no tenga consecuencias en la seguridad o en el ambiente, los costos directos o indirectos de la tarea deben ser menores que los costos directos o indirectos de una falla múltiple más el costo de reparación del modo de falla oculta cuando se calculen en períodos de tiempo comparables.
- 5.7.2 Tareas Basadas en Condición— Cualquier tarea basada en condición que se seleccione (o predictiva, o basada en condición, o tarea de monitoreo de condición) debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:
 - 5.7.2.1 Debe existir un potencial de falla claramente definido.
 - 5.7.2.2 Debe existir un intervalo P-F identificable (o período para el desarrollo de falla).
 - 5.7.2.3 El intervalo de la tarea debe ser menor que el intervalo P-F probable más corto.
 - 5.7.2.4 Debe ser físicamente posible realizar la tarea en intervalos menores que el intervalo P-F.
 - 5.7.2.5 El tiempo más corto entre la detección de un potencial de falla y la ocurrencia de una falla funcional (el intervalo P-F menos el intervalo de la tarea) debe ser suficientemente largo para predeterminar la acción a ser tomada para evitar, eliminar o minimizar las consecuencias del modo de falla.
- 5.7.3 Tareas de Desincorporación Programada— Cualquier tarea de desincorporación programada seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:
 - 5.7.3.1 Debe estar claramente definida (preferiblemente demostrable) la longevidad en la cual hay un incremento en la probabilidad condicional del modo de falla en consideración.

- 5.7.3.2 Debe existir una proporción suficientemente grande de las ocurrencias de este modo de falla después de esta longevidad para reducir la probabilidad de una falla prematura a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.
- 5.7.4 Tareas de Restauración Programada— Cualquier tarea de restauración programada seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales:
 - 5.7.4.1 Debe estar claramente definida (preferiblemente demostrable) la longevidad a la cual hay un incremento en la probabilidad condicional del modo de falla en consideración.
 - 5.7.4.2 Debe existir una proporción suficientemente grande de las ocurrencias de este modo de falla después de esta longevidad para reducir la probabilidad de una falla prematura a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.
 - 5.7.4.3 La tarea debe restaurar la resistencia a fallar (condición) del componente a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.
- 5.7.5 Tareas de Detección de Fallas— Cualquier tarea de detección de fallas seleccionada debe satisfacer los siguientes criterios adicionales (detección de fallas no aplica para modos de falla evidentes):
 - 5.7.5.1 La base sobre la cual se selecciona el intervalo de tarea debe tomar en cuenta la necesidad de reducir la probabilidad de una falla múltiple del sistema protector asociado a un nivel que sea tolerable para el dueño o usuario del activo.
 - 5.7.5.2 La tarea debe confirmar que todos los componentes cubiertos por la descripción del modo de falla estén funcionales.
 - 5.7.5.3 La tarea de detección de falla y el proceso de selección del intervalo asociado deben tomar en cuenta cualquier probabilidad de que la tarea por si misma pueda dejar la función oculta en un estado de falla.
 - 5.7.5.4 Debe ser físicamente probable hacer la tarea en los intervalos especificados.

5.8 Políticas de Manejo de Fallas— Cambios Una Vez y Operar hasta Fallar

- 5.8.1 Cambios una vez
 - 5.8.1.1 El proceso MCC se esfuerza por obtener el desempeño deseado del sistema considerando como está configurado y operado actualmente, a través de la aplicación de tareas programadas apropiadas.
 - 5.8.1.2 En los casos donde tales tareas no estén disponibles, pueden ser necesarios cambios una vez del activo o sistema, sujeto a los siguientes criterios:
 - 5.8.1.2.1 En los casos donde la falla es oculta, y la falla múltiple asociada tiene consecuencias en la seguridad y en el ambiente, es mandatorio cambios una vez que reduzcan la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.
 - 5.8.1.2.2 En los casos donde el modo de falla es evidente y tiene consecuencias en la seguridad y en el ambiente, es mandatorio cambios una vez que reduzcan la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable para el dueño o usuario del activo.
 - 5.8.1.2.3 En casos donde el modo de falla es oculto y la falla múltiple asociada no tiene consecuencias en la seguridad ni en el ambiente, cualquier cambio una vez debe ser costo-efectivo en opinión del dueño o usuario del activo.

5.8.1.2.4 En casos donde el modo de falla es evidente y no tiene consecuencias en la seguridad ni en el ambiente, cualquier cambio una vez debe ser costo-efectivo en opinión del dueño o usuario del activo.

5.8.2 Operar hasta Fallar— Cualquier política de operar hasta fallar seleccionada debe satisfacer los criterios apropiados como sigue:

5.8.2.1 En casos donde la falla es oculta y no hay ninguna tarea programada apropiada, la falla múltiple asociada no debe tener consecuencias en la seguridad ni el ambiente.

5.8.2.2 En casos donde la falla es evidente y no hay ninguna tarea programada apropiada, el modo de falla asociado no debe tener consecuencias en la seguridad ni en el ambiente.

5.9 Un Programa de Vida

5.9.1 Este documento reconoce que (a) Muchos de los datos usados en el análisis inicial son inherentemente imprecisos, y que los datos más precisos estarán disponibles en el tiempo, (b) La manera en la cual el activo es utilizado, junto a las expectativas de desempeño asociadas, también cambiarán con el tiempo, y (c) La tecnología de mantenimiento continúa evolucionando. De modo que, una revisión periódica es necesaria si el programa de manejo de activos del MCC derivado es asegurar que los activos continúen cumpliendo las expectativas funcionales actuales de sus dueños y usuarios.

5.9.2 Por consiguiente cualquier proceso MCC debe proveer una revisión periódica de las decisiones y al mismo tiempo de la información usada para soportar dichas decisiones. El proceso suele conducir de tal manera, que una revisión deba asegurar que todas las siete preguntas de la sección 5 continúen siendo respondidas satisfactoriamente y en una manera consistente con el criterio que parte desde 5.1 hasta 5.8.

5.10 Formulación Estadística y Matemática

5.10.1 Cualquier formulación estadística y matemática que se pueda utilizar en la aplicación del proceso (especialmente aquellos usados para computar los intervalos de algunas tareas) debe ser lógicamente robusta, y debe estar disponible y ser aprobada por el dueño o usuario del activo.

6. Notas

6.1 **Palabras Claves—** Mantenimiento basado en condición, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento proactivo, MCC, mantenimiento centrado en confiabilidad, mantenimiento programado.

PREPARADO POR EL SUBCOMITÉ MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD SAE G-11 DEL
COMITÉ DE SOPORTABILIDAD SAE G-11

SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)

Razón— No aplicable.

Relación de la Norma SAE a la Norma ISO— No aplicable.

Aplicación— Esta Norma SAE para Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) está concebida para ser utilizada por cualquier organización que tenga o haga uso de activos físicos o sistemas los cuales desee manejar responsablemente.

Sección de Referencias

SAE JA1012— A Guide to Reliability-Centered Maintenance (RCM)

Nowlan, F. Stanley, and Howard F. Heap, "Reliability-Centered Maintenance," Department of Defense, Washington, D.C. 1978. Report Number AD-A066579.

MIL-STD 2173(AS)— "Reliability-Centered Maintenance Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment" (U.S. Naval Air Systems Command)

NAVAIR 00-25-403— "Guidelines for the Naval Aviation Reliability Centered Maintenance Process" (U.S. Naval Air Systems Command)

MIL-P-24534— "Planned Maintenance System: Development of Maintenance Requirement Cards, Maintenance Index Pages, and Associated Documentation" (U.S. Naval Sea Systems Command)

S9081-AB-GIB-010/MAINT— "Reliability-Centered Maintenance Handbook" (U.S. Naval Sea Systems Command)

Moubray, John, "Reliability-Centered Maintenance," 1997

NES 45— Naval Engineering Standard 45, "Requirements for the Application of Reliability-Centred Maintenance Techniques to HM Ships, Royal Fleet Auxiliaries and other Naval Auxiliary Vessels" (Restricted-Commercial)

Anderson, Ronald T. and Neri, Lewis, "Reliability-Centered Maintenance: Management and Engineering Methods," Elsevier Applied Science, London and New York, 1990

Blanchard, B.S., Verma, D., and Peterson, E.L., "Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management," John Wiley and Sons, New York, 1995

"Dependability Management— Part 3-11: Application Guide— Reliability Centred Maintenance," International Electrotechnical Commission, Geneva, Document No. 56/651/FDIS.

Jones, Richard B., "Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach," Gulf Publishing Company, Houston, TX, 1995

MSG-3, "Maintenance Program Development Document," Air transport Association, Washington DC, Revision 2 1993

"Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis," Department of Defense, Washington, DC, Military Standard MIL-DTD. 1629A, Notice 2, 1984

"Reliability Centered Maintenance for Aircraft, Engines, and Equipment, United States Air Force," MIL-STD-1843 (NOTE: Cancelled without Replacement, August 1995)

Smith, Anthony M., "Reliability Centered Maintenance," McGraw-Hill, New York, 1993

SAE JA1011 Issued AUG1999 (Traducción)

Zwingelstein, G., "Reliability Centered Maintenance, A Practical Guide for Implementation,"
Hermès, Paris, 1996

Desarrollado por el Subcomité Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) SAE G11

Patrocinado por el Comité de Soportabilidad SAE G11