

Cuellos de botella para la vida útil del SAI y mantenimiento preventivo

Fiabilidad y vida útil del SAI

Por Leo Saro y Clemente Zanettin



Introducción



APPLI 1572 A

En cuanto se instala un nuevo SAI, comienza su proceso natural de envejecimiento y deterioro. Algunos componentes presentan un mayor nivel de degradación con el tiempo. Si no se comprueba el estado de estos, pueden provocar averías o fallos eléctricos y hacer que se corte el suministro eléctrico de la carga. La continuidad del suministro eléctrico es una función vital para todas las aplicaciones críticas. A los propietarios y a los equipos de gestión de instalaciones cada vez les preocupa más mantener sus equipos en funcionamiento, sin que se vea afectado el rendimiento para evitar fallos imprevistos. De este modo, se enfrentan a las tareas de entender cómo alargar los ciclos de la vida útil del SAI, identificar los componentes cuya vida útil es más limitada, gestionar sus necesidades de mantenimiento preventivo y reducir los períodos de inactividad no programada, todo ello a la vez que reducen los costes globales minimizando el impacto económico de averías y paradas de las aplicaciones.

Los componentes que se deterioran más rápido son los que están basados en procesos electroquímicos o con piezas internas móviles, como los condensadores de CC y los ventiladores. Actualmente, la vida útil de estos componentes es predecible estadísticamente y puede estimarse la frecuencia de sus fallos. Con un mantenimiento preventivo periódico, los componentes importantes se sustituyen antes de que provoquen problemas más graves y exijan un mantenimiento correctivo, más costoso y prolongado en el tiempo. El mantenimiento preventivo, que debe realizarse solo en los componentes pertinentes cuando sea necesario, optimiza la vida útil del SAI, reduce los periodos de inactividad no planificados y disminuye los costes de mantenimiento a largo plazo. El objetivo de esta guía es ayudar a los usuarios a comprender los principales conceptos relacionados con la fiabilidad y aumentar su confianza en la gestión del sistema SAI utilizado para proteger sus cargas críticas.

Glosario

Fiabilidad	La capacidad de un componente o de un sistema para realizar las funciones requeridas en las condiciones estipuladas durante un periodo de tiempo establecido
Fallo	La terminación de la capacidad de un componente o de un sistema para realizar las funciones requeridas
Tasa de fallo	El número de fallos de un componente o sistema por unidad de tiempo de exposición
Desgaste	Situación en la que un producto y/o componente ya no puede utilizarse porque se ha dañado tras un uso intensivo y/o prolongado en el tiempo
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento rutinario de un sistema, con la finalidad de evitar problemas de fiabilidad

Índice

Introducción	2
Glosario	2
Conceptos de fiabilidad	4
Definición de fallo.....	4
Sucesos destructivos y degradación.....	4
Modelado de la fiabilidad: análisis de Weibull	5
Fiabilidad, componentes cuellos de botella y mantenimiento preventivo	6
Mecanismos de fallo de los componentes del cuello de botella.....	7
Conclusión.....	9
Bibliografía.....	9
Sobre los autores	9

Conceptos de fiabilidad

Definición de fallo

Antes de tratar en detalle los conceptos de fiabilidad, es importante aclarar qué es un fallo.

En el mercado de los sistemas SAI, el requisito principal de los clientes es asegurar la fiabilidad del sistema, porque la continuidad del suministro eléctrico es una función vital para todas las aplicaciones críticas.

Se sabe que, para tener la máxima protección de la carga, el SAI debe funcionar en modo de doble conversión, y solo deberá cambiar al modo de *bypass* en caso de condiciones anómalas temporales o si se produce un fallo en los bloques que hacen posible el modo de doble conversión.

En el modo de doble conversión (también llamado “modo *online*” o “modo normal”), un rectificador de entrada convierte la energía de CA en energía de CC y la alimenta a un inversor de salida, que a su vez la procesa para convertirla en una forma de onda de CA perfecta antes de enviarla a la aplicación. Mediante este proceso de doble conversión, la salida se aísla completamente de la alimentación directa de la red eléctrica, asegurándose así de que las aplicaciones reciben exclusivamente electricidad limpia y fiable (Fig. 1).

En el funcionamiento normal, un SAI de doble conversión procesa dos veces la electricidad de forma continua. Si la alimentación de CA de entrada no alcanza unos límites predefinidos, el rectificador de entrada se cierra y el inversor de salida empieza a extraer energía de la batería. El interruptor de *bypass* estático solo se activa en caso de una sobrecarga importante del inversor o de un fallo externo del rectificador o del inversor, para así mantener la salida de alimentación a las aplicaciones.

En el modo de *bypass* (también llamado “modo de emergencia”), la salida se conecta directamente a la entrada, con un filtro que solo puede eliminar pequeñas perturbaciones, por lo que los defectos potenciales de la alimentación de red se transfieren a la aplicación. De este modo, el grado de protección de la aplicación se reduce drásticamente (Fig. 2). Esto puede suponer un problema muy importante, salvo que la situación sea solo temporal.

Por consiguiente, “fallo del SAI” se define como cualquier suceso que termine de forma permanente con la capacidad del SAI para alimentar a las aplicaciones en modo de doble conversión, aunque las aplicaciones sigan recibiendo alimentación en modo de *bypass* (Fig. 3).

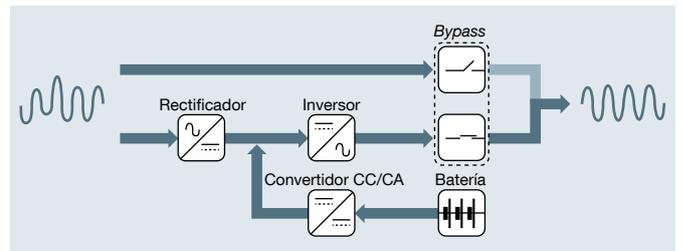


Fig. 1 - SAI en modo de doble conversión (modo normal/modo online).

WP_087_A_ES

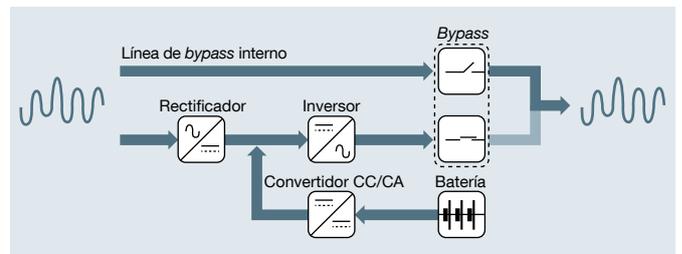


Fig. 2 - SAI en modo *bypass* (situación temporal).

WP_088_A_ES

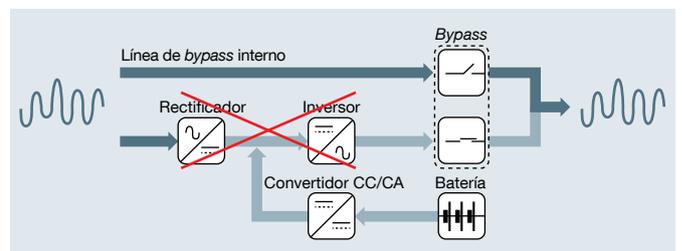


Fig. 3 - SAI en modo *bypass* (situación permanente) por un fallo en la fase de doble conversión.

WP_088_A_ES

Sucesos destructivos y degradación

Normalmente, el suceso que termina con la capacidad del SAI para alimentar la aplicación en modo de doble conversión es un suceso destructivo (por ejemplo, la parada de un ventilador) que afecta a un componente interno crítico.

Una vez que se pone en marcha, todos los productos y sus componentes pasan por un proceso natural de envejecimiento y deterioro continuo que implica la degradación de su rendimiento o de sus parámetros intrínsecos (por ejemplo, la velocidad de giro de un ventilador está relacionada con su capacidad de enfriamiento y se producirá la degradación de ambas). Con el tiempo, dejan de poder llevar a cabo su función (por ejemplo, un ventilador con una velocidad de rotación insuficiente), provocando un “fallo” del SAI, tal y como se ha definido anteriormente.

Está claro que es necesario estudiar ambos fenómenos para entender cómo es posible asegurar la fiabilidad del sistema SAI. En caso de degradación, es importante definir el nivel máximo de deterioro para cada componente crítico que puede tolerarse antes de su pérdida de funcionalidad, teniendo en cuenta que, los fenómenos de degradación en equipos electrónicos aceleran normalmente rápido a partir de un umbral determinado, una especie de fenómeno desbocado.

Por lo tanto, se puede sustituir el componente antes de que produzca un “fallo” en el sistema SAI.

Modelado de la fiabilidad: análisis de Weibull

Tras definir de forma clara y precisa el criterio de fallo de un componente, se puede pasar a analizar la tendencia de fallo que tendrá con el tiempo. En términos generales, las tasas de fallo tienden a ser como se indica en la Fig. 4.

Por su forma, este gráfico se denomina curva de bañera.

Se puede realizar una aproximación analítica de la curva de bañera asignando una distribución Weibull a la tasa de fallos:

$$\lambda(t) = \beta \lambda_c (\lambda_c t)^{\beta-1}$$

La distribución Weibull se define mediante dos parámetros: β , λ_c . En concreto, el parámetro Weibull β (pendiente) representa el cambio de tendencia de la tasa de fallos en el tiempo: cuando $\beta < 1$, la tasa de fallo λ disminuye con el tiempo; cuando $\beta = 1$, la tasa de fallo λ es constante (distribución exponencial); y cuando $\beta > 1$, la tasa de fallo aumenta con el tiempo. A partir de la curva de bañera se identifican, según el momento en el que se producen, tres clases de fallo:

- fallos iniciales
- fallos aleatorios
- fallos por desgaste.

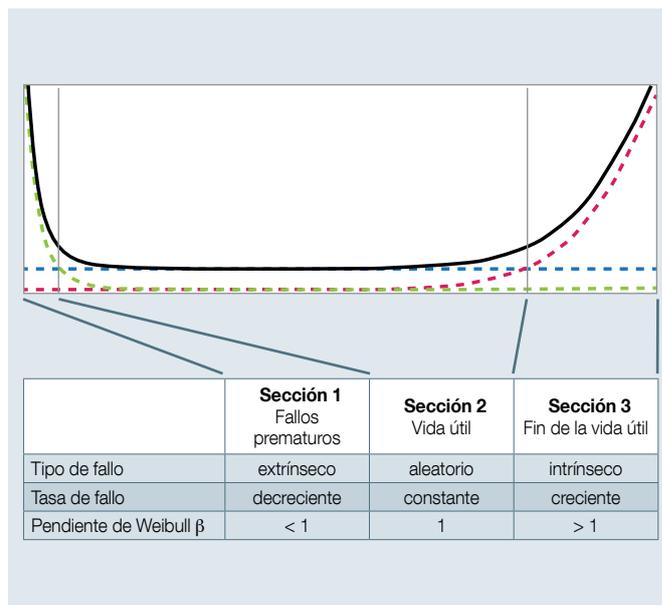


Fig. 4 - Combinación resultante de curvas de Weibull y curva de la bañera.

Fallos iniciales o prematuros

Estos fallos se producen relativamente poco después de empezar a usar el componente y se caracterizan por una disminución de la tasa de fallo con el tiempo ($\beta < 1$).

También se denominan fallos extrínsecos [del latín *extrinsecus* = procedente del exterior], porque pueden atribuirse directamente a defectos o alteraciones accidentales durante la fase de fabricación (defectos de fabricación del material).

Los fallos al inicio de la vida útil pueden minimizarse utilizando herramientas de diseño y de fabricación como Six Sigma y técnicas de mejora de calidad, pero no pueden eliminarse por completo porque es imposible controlar los procesos a nivel molecular.

Para reducir el riesgo de lanzar al mercado productos con fallos prematuros, se pueden realizar pruebas intensivas de ciclo térmico y de rodaje en todos los ámbitos de la producción. Esto se hace con el fin de asegurar que las unidades inician su vida operativa más cerca de la parte plana de la curva de bañera.

Fallos aleatorios o de “vida útil”

Conforme al uso del producto, los componentes más débiles sufren desgaste y la tasa de fallo pasa a ser prácticamente constante ($\beta \approx 1$).

Los componentes se encuentran en lo que se considera su periodo de vida útil normal, caracterizado por una tasa de fallos relativamente constante, hasta que empiezan los fallos por desgaste. La duración de este periodo se denomina vida útil de un componente.

Fallos por desgaste o “fin de la vida útil”

En la última fase, los fallos se deben al desgaste y fatiga de las unidades como consecuencia de los límites físicos de sus materiales. También se denominan fallos intrínsecos [del latín *intrinsecus* = interior], porque pueden atribuirse directamente al deterioro natural de sus materiales. La tasa de fallos ($\beta > 1$) aumenta conforme empiezan a fatigarse o desgastarse los componentes sometidos a tensiones eléctricas y térmicas.

Resumen

En resumen, la “curva de bañera” es la superposición matemática de tres funciones distintas.

La primera función representa los fallos “prematuros”, la segunda representa los fallos “constantes” y la tercera representa los fallos por “desgaste”.

Esta documentación se centra en los fallos del fin de la vida útil, siempre que los fallos prematuros y los de vida útil hayan sido minimizados por el fabricante, a través del diseño de productos y de procesos, y por el usuario, mediante una instalación y uso adecuados en las condiciones especificadas.

Fiabilidad, componentes cuellos de botella y mantenimiento preventivo

Los mecanismos de desgaste de los diferentes componentes electrónicos se han estudiado y caracterizado hasta desarrollar fórmulas con las que se puede predecir el tiempo de desgaste durante su fase de diseño. Algunos componentes presentan, naturalmente, un mayor nivel de degradación con el tiempo.

La tasa de fallo total es la combinación de las tasas de fallo de todos los componentes:

$$\lambda = \sum(\lambda) = \lambda + \lambda + \dots + \lambda_{CAPS} + \lambda_{FANS}$$

Por tanto, el componente más débil es el que define la vida útil del sistema completo.

En la Fig. 5 se explica este concepto.

Claramente, este caso concreto no es recomendable, dado que un número reducido de componentes afecta a la fiabilidad total del equipo, mientras que la mayoría de ellos pueden durar mucho más tiempo antes de sufrir desgaste.

Una posible solución es retrasar el desgaste de estos componentes modificando su diseño, para evitar el fenómeno de cuello de botella. (Fig. 6). Por desgracia, esto exige un sobredimensionamiento considerable y costes inasumibles, en especial si se quiere que los productos duren mucho tiempo (más de 15 años). Además, en el caso de algunos componentes (como los ventiladores), el fenómeno de desgaste está ligado intrínsecamente a la tecnología de cojinetes, por lo que es imposible contrarrestarlo con sobredimensionamiento.

Por tanto, la mejor solución para evitar que se vea reducida la vida útil del equipo es sustituir los componentes débiles antes de que sufran desgaste (mantenimiento preventivo), consulte la Fig. 7. Esta solución se utiliza mucho porque es la más rentable, ya que optimiza los costes totales durante la vida útil del producto a la vez que reduce la probabilidad de fallo y los períodos de inactividad consiguientes.

Para un uso diario como, por ejemplo, en los coches, también se aplica una estrategia similar. Los componentes que sufren más degradación, como escobillas limpiaparabrisas, filtros de aire, neumáticos, pastillas de freno etc. se sustituyen regularmente como parte del programa de mantenimiento del vehículo.

Según las condiciones de funcionamiento reales del equipo y la variedad de características de los componentes por naturaleza, el tiempo de desgaste puede variar.

Podemos asumir que sigue una distribución estadística, que se puede aproximar mediante una curva gaussiana con un valor promedio y una "desviación estándar" σ , lo que da forma a la distribución.

Este concepto se describe visualmente en la Fig. 8, donde se muestran dos distribuciones gaussianas con diferentes valores de σ .

Para reducir el riesgo de fallo, el programa de mantenimiento debe confeccionarse teniendo en cuenta el peor de los casos en cuanto al desgaste.

Tanto el tiempo de desgaste medio como la desviación estándar de la distribución gaussiana dependen de las características del componente, combinadas con el entorno y las condiciones de funcionamiento específicas, información que no es necesariamente conocida ni predecible.

En la práctica, para el mantenimiento preventivo se utiliza un margen de seguridad que se calcula a partir del tiempo de desgaste medio estimado (Fig. 9).

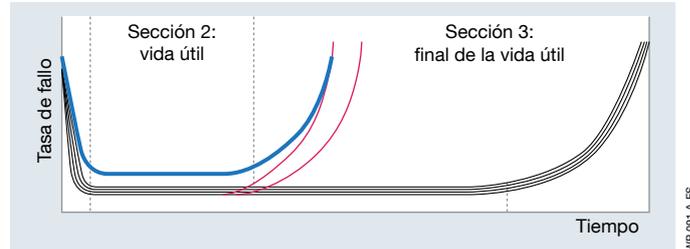


Fig. 5 - Tasa de fallo de componentes (línea negra), tasa de fallo de componente que genera el cuello de botella (línea roja) y tasa de fallo general (línea azul).

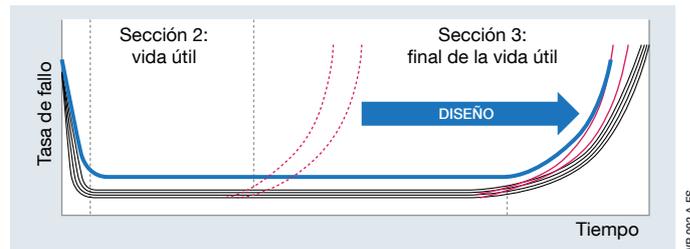


Fig. 6 - Retraso del desgaste de los componentes que generan el cuello de botella mediante la modificación del diseño.

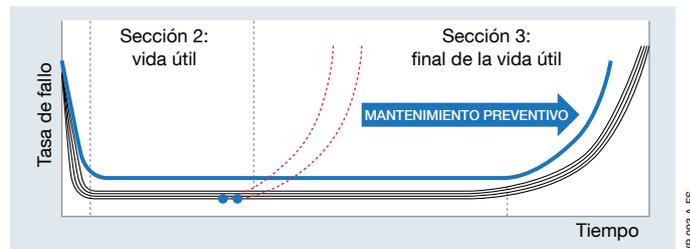


Fig. 7 - Mantenimiento preventivo para sustituir los componentes que generan el cuello de botella.

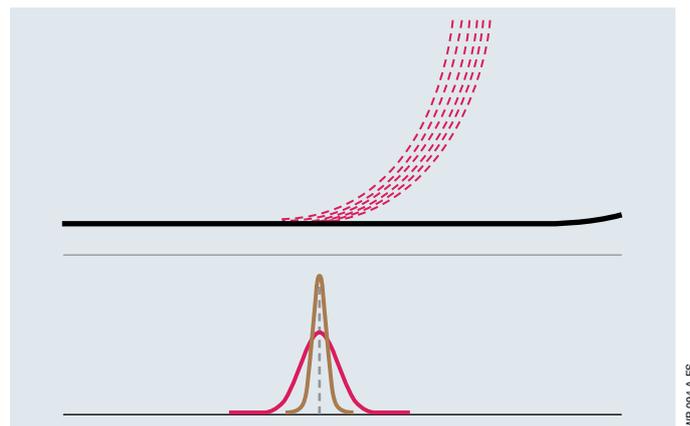


Fig. 8 - El tiempo de desgaste es una distribución estadística.



Fig. 9 - El mantenimiento preventivo anticipa el peor de los casos en términos de desgaste.

Mecanismos de fallo de los componentes del cuello de botella

Estos componentes normalmente utilizan procesos electroquímicos o tienen piezas internas móviles: condensadores de CC, condensadores de CA y ventiladores.

Condensadores electrolíticos (Cond-AI)

Los condensadores electrolíticos de aluminio constan de dos capas de aluminio separadas por una capa dieléctrica. Un electrodo (el ánodo) está formado por una lámina de aluminio con un área de superficie ampliada (mediante grabado), lo que permite tener condensadores de tamaño muy compacto.

La capa de óxido (Al_2O_3) que se forma sobre ella se utiliza como elemento dieléctrico.

A diferencia de otros tipos de condensadores, el electrodo (cátodo) contrario de un condensador electrolítico de aluminio está hecho de líquido conductor: el electrolito operativo. Una segunda lámina de aluminio, llamada la lámina de cátodo, tiene una gran superficie y sirve de área de contacto por la que pasa la corriente al electrolito operativo. Las dos láminas de aluminio están separadas con espaciadores de papel. Como se trata de dispositivos con polaridad, los condensadores electrolíticos de aluminio se utilizan con una desviación de tensión de CC con la polarización correcta, además de algo de tensión de CA superpuesta. Dado su tamaño tan compacto, estos condensadores se utilizan en los SAI en serie/combinaciones paralelas para formar el banco de condensadores de CC.

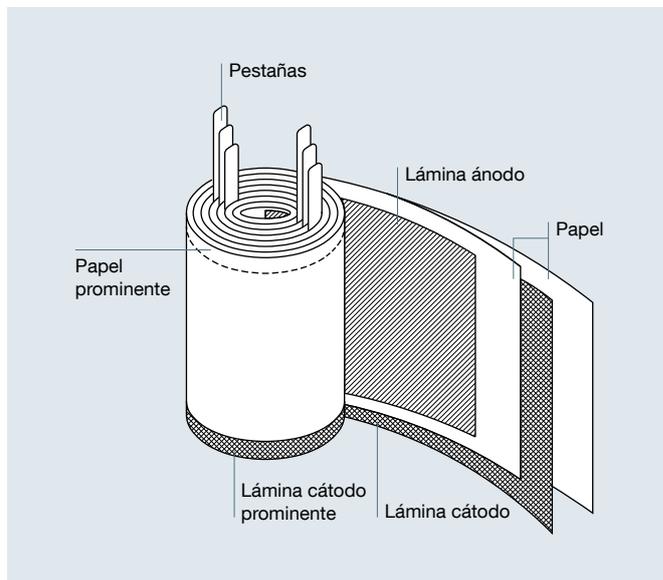


Fig. 10 - Estructura de los condensadores electrolíticos (imagen cortesía de TDK-EPC).

WP 006 A ES

La vida útil de un condensador electrolítico está limitada por su degradación electroquímica, que se ve acelerada por el estrés térmico y eléctrico. En concreto, el aumento de la temperatura interna provoca la evaporación del electrolito, generando un aumento de la resistencia interna (ESR) y una pérdida de capacitancia. Además, el aumento de la temperatura asociado con una tensión aplicada provoca reacciones electroquímicas en la capa de óxido de la lámina que actúa como ánodo, generando una caída de capacitancia, distorsión de corriente (IL) y aumento de la resistencia interna (ESR).

Criterios de fallo	El tiempo de desgaste depende de:
<ul style="list-style-type: none"> • Caída de capacitancia: $\Delta C/C > 10\%$ • Aumento de resistencia de la serie equivalente: $\Delta ESR/ESR > 30\%$ • Aumento de la distorsión de corriente: $IL > \text{límite especificado}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión aplicada al condensador: V_c • Temperatura del condensador: T_c

Condensadores de película de polipropileno metalizada (Cond-MPPF)

En los condensadores de película de polipropileno metalizado, los electrodos metálicos están formados por un vacío depositado directamente en la superficie de la película dieléctrica. Las diferentes formas, distintos espesores y aleaciones de la capa metálica influyen en sus características. Una ventaja importante de la tecnología de condensador de película metalizada es su capacidad de autoreparación: en caso de rotura dieléctrica limitada, la película metalizada se evapora, así se elimina la rotura y el condensador recupera toda su capacidad, excepto por una pequeña reducción de capacitancia.

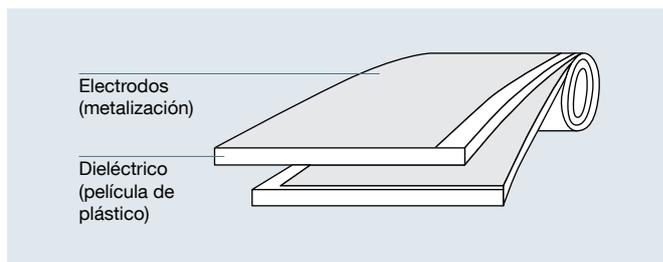


Fig. 11 - Disposición típica de película y lámina en los condensadores MPPF (imagen cortesía de TDK-EPC).

WP 007 A ES

Aunque los condensadores MPPF pueden fabricarse con unas dimensiones muy pequeñas utilizando una capa muy fina de metal y una película dieléctrica de reducido espesor, su densidad energética está muy lejos de la de los condensadores electrolíticos, principalmente por el grabado de la lámina de ánodo de los Cond-Al. Por otro lado, los condensadores MPPF no son dispositivos con polaridad y pueden utilizarse en aplicaciones de CA. En los equipos SAI, los condensadores MPPF se utilizan en las fases de entrada y salida del filtrado de CA.

La degradación de los condensadores MPPF puede estar determinada por las roturas dieléctricas, si el condensador está sometido a sobretensiones repetitivas. Aunque las consecuencias de estas roturas se vean mitigadas por las propiedades de autoreparación del condensador, provocan una pérdida de capacitancia hasta que se alcanza la condición de circuito abierto. Además, pueden producirse descargas eléctricas en los espacios de aire entre los electrodos, causando su degradación y una pérdida de capacitancia. Este mecanismo de fallo se denomina efecto corona y se debe a la combinación de la tensión de CA y factores medioambientales como la temperatura y la humedad relativa (RH%).

La principal consecuencia de la tensión de CA, combinada con la humedad y acelerada por la temperatura, es la corrosión electroquímica de las láminas metálicas. De este modo, se provoca una caída de capacitancia y un aumento de la resistencia de la serie equivalente (ESR).

Criterios de fallo	El tiempo de desgaste depende de:
<ul style="list-style-type: none"> • Caída de capacitancia: $\Delta C/C > 10\%$ • Aumento de resistencia de la serie equivalente: $\Delta ESR/ESR > 100\%$ • Aumento de la distorsión de corriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión aplicada al condensador: V_c • Temperatura del condensador: T_c • Humedad relativa: RH

Ventiladores de refrigeración

Una parte de la energía consumida por los dispositivos eléctricos y electrónicos se convierte en calor. El calor que se genera se disipa de forma natural en el entorno a través de la convección del aire y la radiación naturales. Cuando estos efectos de refrigeración no son suficientes para mantener controlada la temperatura de los componentes electrónicos y permitir que los productos tengan un menor tamaño, se utilizan ventiladores de refrigeración para forzar la convección de aire. Estos ventiladores, que normalmente son ventiladores axiales planos, suelen estar equipados con un alojamiento externo y un motor eléctrico integrado en el eje del ventilador. Cuando se mueve el ventilador, se genera un flujo de aire en la dirección axial, principalmente con corrientes laminares en la entrada y corrientes turbulentas en el escape del aire. La presencia de obstáculos al flujo de aire lo impide y genera una caída de presión entre el caudal de entrada del aire y el de salida. La caída de presión provoca un aumento del consumo del ventilador y el ruido acústico que produce.

Los mecanismos de fallo del fin de la vida útil suelen deberse al desgaste de la tecnología de cojinetes, las aspas o el alojamiento del ventilador. Las consecuencias suelen ser una reducción de la velocidad de giro del ventilador y un aumento del ruido acústico generado.

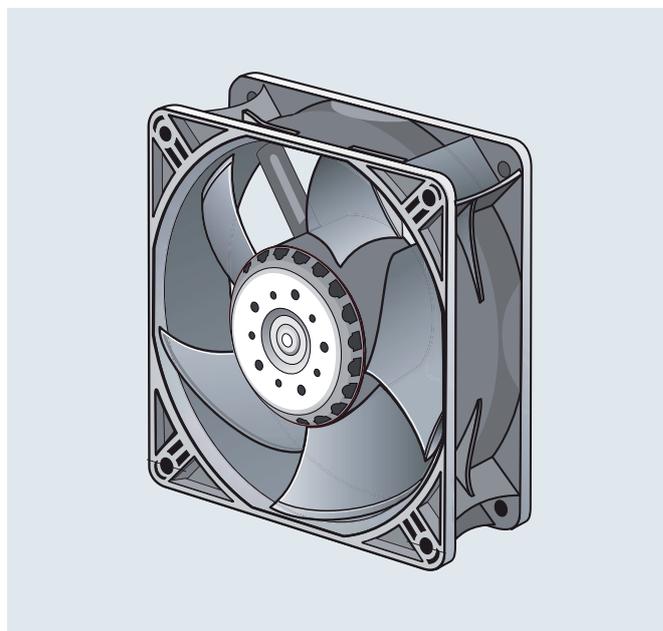


Fig. 12 - Ventilador plano axial (imagen cortesía de EBM Papst).

WP 008 A

Criterios de fallo	El tiempo de desgaste depende de:
<ul style="list-style-type: none"> • Descenso de la velocidad de giro: $\Delta N/N > 10\%$ • Aumento del ruido acústico: + 3 dBA 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del ventilador: T_f

Conclusión

Igual que las escobillas limpiaparabrisas, filtros de aire o pastillas de freno de los coches, todos lo SAI contienen componentes con una vida útil limitada que tienen un proceso de envejecimiento naturalmente más rápido, que es necesario sustituir siguiendo las especificaciones del fabricante.

Los ventiladores, condensadores electrolíticos y, en menor grado, los condensadores de película, son los componentes del SAI con mayor velocidad que se degradan más rápido con el tiempo. Se trata de los cuellos de botella en la fiabilidad total del sistema SAI y limitan su vida útil, porque el fallo de cualquiera de estos componentes afecta al rendimiento general del sistema SAI y puede llegar a provocar su avería.

Su sustitución periódica sigue siendo una estrategia eficaz de mantenimiento preventivo que mejora la vida útil del SAI y reduce drásticamente el riesgo de fallos y los periodos de inactividad consiguientes.

El mantenimiento regular de los condensadores y los ventiladores también es una de las medidas más rentables para reducir el CTP (coste total de propiedad) del sistema SAI.

Dado que es muy recomendable disponer de una estrategia de mantenimiento preventivo, el SAI debe haberse diseñado para permitir un procedimiento de sustitución de dichos componentes fácil, sin riesgos y económico.

Bibliografía

Statistical distribution function of wide applicability, W.Weibull, ASME Journal of Applied Mechanics, vol. 18, no. 3, Sep. 1951

Reliability Engineering: Theory and Practice - A. Birolini - Springer - Verlag Berlin Heidelberg - 2014

How to measure lifetime for Robustness Validation -step by step
ZVEI - German Electrical and Electronic Manufacturers 'Association e.V.

Deriving Life Multipliers for Electrolytic Capacitors, Sam G. Parler, Jr., www.cde.com

TDK-EPC Aluminum Electrolytic Capacitors General technical information, <https://en.tdk.eu>

Reliability of Capacitors for DC-Link Applications – An Overview, Huai Wang, ECCE 2013

RFI X2 Capacitors for High Humidity Environment
Michelazzi M., Boni E., Montanari D., Barbieri L., Chow T., Matero E., Sartini S., Bergamaschi F., CARTS International 2014

TDK-EPC Film Capacitors General technical information, <https://en.tdk.eu>

How to evaluate fan life, Sung Kim, <http://www.electronics-cooling.com>

Harmsen, S., Equipment Fans for Electronic Cooling – Function and Behavior in Practical Application,
PAPST-MOTOREN GmbH & Co KG

Sobre los autores

Clemente Zanettin

Clemente Zanettin es licenciado en ingeniería eléctrica MSc por la Universidad de Padua, Italia, desde 1997.

Su tesis versó sobre la cuestión del filtrado de armónicos y la corrección del factor de potencia en redes eléctricas. Trabajó para Siemens en 1998 y trabaja para Sicon s.r.l. (Grupo Socomec) desde 1999, donde actualmente ocupa el cargo de Power Electronic Professional Leader.

Entre sus actividades se encuentran el diseño de convertidores para aplicaciones de SAI, fotovoltaicas y de almacenamiento. Le interesa principalmente investigar lo relacionado con semiconductores de potencia, componentes magnéticos y fiabilidad y disponibilidad de sistemas. Es miembro del IEEE.

Leo Saro

Leo Saro es licenciado en ingeniería electrónica MSc por la Universidad de Padua, Italia, desde 1987.

Tras 7 años de experiencia en FIAR (Finmeccanica) diseñando radares para aviónica, trabaja para Sicon s.r.l. (Grupo Socomec) desde 1994, donde actualmente ocupa el cargo de Market and Product Manager for Modular UPS and Industrial UPS (después de haber pasado 10 años en el departamento de I+D diseñando rectificadores para telecomunicaciones y SAI modulares).

También participa en el desarrollo de nuevos productos. Le interesa principalmente investigar lo relacionado con el desarrollo de soluciones innovadoras para aplicaciones de alimentación crítica y la estrategia y comunicación de *marketing* de productos.

Socomec cerca de usted

ESPAÑA

BARCELONA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
Polígono Industrial Guixeres
Avinguda del Guix, 31
08915 Badalona (Barcelona)
Tel. +34 93 540 75 75
Fax. +34 93 540 75 76
info.es@socomec.com

MADRID

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
Centro Empresarial Best Point
Avda. Castilla 1 Oficina 19 C
28830 San Fernando de Henares (Madrid)
Tel. +34 91 526 80 70
Fax +34 91 526 80 71
info.es@socomec.com

EN EUROPA

ALEMANIA

Critical Power
info.ups.de@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.de@socomec.com

BÉLGICA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.be@socomec.com

ESLOVENIA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.si@socomec.com

FRANCIA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
dcm.ups.fr@socomec.com

ITALIA

Critical Power
info.ups.it@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.it@socomec.com

PAÍSES BAJOS

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.nl@socomec.com

POLONIA

Critical Power
info.ups.pl@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.pl@socomec.com

PORTUGAL

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.ups.pt@socomec.com

REINO UNIDO

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.uk@socomec.com

RUMANIA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.ro@socomec.com

SERBIA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.rs@socomec.com

SUIZA

Critical Power
info@socomec.ch

TURQUÍA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.tr@socomec.com

EN ASIA - PACÍFICO

AUSTRALIA

Critical Power / Power Control & Safety
info.ups.au@socomec.com

CHINA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.cn@socomec.com

INDIA

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.in@socomec.com

INDONESIA

Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.pcsee.id@socomec.com
Critical Power
info.pco.id@socomec.com

SINGAPUR

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.sg@socomec.com

TAILANDIA

Critical Power
info.ups.th@socomec.com

EN ORIENTE MEDIO

EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Critical Power / Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.ae@socomec.com

EN AMÉRICA

EEUU, CANADÁ Y MÉXICO

Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.us@socomec.com

OTROS PAÍSES

ÁFRICA DEL NORTE

Argelia / Marruecos / Túnez
info.naf@socomec.com

ÁFRICA

Otros países
info.africa@socomec.com

EUROPA DEL SUR

Chipre / Grecia / Israel / Malta
info.se@socomec.com

SUDAMÉRICA

info.es@socomec.com

MÁS DETALLES

www.socomec.es/worldwide

SEDE CENTRAL

GRUPO SOCOMECC

SAS SOCOMECC con un capital social de 10 686 000 €
R.C.S. Strasbourg B 548 500 149
B.P. 60010 - 1, rue de Westhouse
F-67235 Benfeld Cedex - FRANCE
Tel. +33 3 88 57 41 41
Fax +33 3 88 74 08 00
info.scp.isd@socomecc.com

SU DISTRIBUIDOR

www.socomec.es

your energy
our expertise

