

MÓDULO: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

eoii
AMFE
AUTOR: JOSÉ FRANCISCO FERNÁNDEZ MARTÍN



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- TIPOS.....	3
3.- METODOLOGÍA.....	4
4.- BIBLIOGRAFÍA.....	11

eoi



1.- INTRODUCCIÓN

El AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) es una de las tres herramientas o metodologías que, junto con el DFC (Despliegue de la Función Calidad) y el DEE (Diseño Estadístico de Experimentos), se emplea en la primera de las tres fases de la Gestión de la Calidad (Planificación, Control y Mejora). Dicha herramienta permite analizar la calidad, seguridad y fiabilidad de un producto, proceso o medio de producción, mediante la identificación de los fallos potenciales que presenta su diseño, para prevenir futuros problemas.

En esencia, consiste en detectar cada uno de los posibles fallos y, teniendo en cuenta la gravedad de los efectos y la frecuencia de aparición de las causas que los producen, establecer el orden de prioridad de las acciones a tomar para su prevención.

Las siglas AMFE son las más corrientemente utilizadas en español para referirse a la denominación inglesa FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), pudiendo encontrarse en la bibliografía francesa como AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, leurs Effets et de leur Criticites) y en la española también como AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), AMEF (Análisis del Modo y del Efecto del Fallo), y AMPEC (Análisis de los Modos de Pérdida, de sus Efectos y su Criticidad).

Como precursores del AMFE existían algunos métodos de análisis de problemas, entre los cuales puede destacarse el desarrollado por KEPNER y TREGOE, conocido como Técnica KT, en la que ya se establecía una prioridad de actuación asociada a una probabilidad de fallo y un índice de gravedad ligado al mismo.

El AMFE fue empleado por primera vez en la industria aeroespacial militar estadounidense en la década de los 60 del pasado siglo, estableciéndose una especificación para el método en la MIL-STD-16291.

En la década siguiente (1972) la organización “North American Automotive Operations” de FORD desarrolló un programa de capacitación en fiabilidad que incluyó dos módulos de AMFE: uno para productos y otro para procesos.

En la actualidad el AMFE constituye una poderosa herramienta de predicción y prevención, y su aplicación se ha extendido a la mayoría de los campos industriales, donde el diseño del producto, el proceso o los medios de producción constituyen una base fundamental para obtener una elevada calidad a bajo coste. Asimismo, en el campo de los servicios presenta igualmente grandes posibilidades de aplicación.

2.- TIPOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, se pueden establecer 3 tipos de AMFE dependiendo de aquello a lo que se aplica:

- PRODUCTO
- PROCESO
- MEDIO

Básicamente, la metodología de realización es la misma con algunas matizaciones, fundamentalmente en los elementos y objetivos del AMFE y en los diferentes apartados que en particular tiene cada uno.

Así pues, los tipos de AMFE y sus características diferenciales son:

- a) AMFE DE PRODUCTO

Está orientado hacia el diseño de un nuevo producto o servicio; hacia el rediseño de uno ya existente cuando lo exija o recomiende el cambio de condiciones de uso o la reglamentación aplicable; o para su optimización por cualquier otro motivo.

b) AMFE DE PROCESO

Se aplica a la búsqueda de fallos y causas en los procesos de producción o de prestación del servicio. Es recomendable llevarlo a cabo a continuación del AMFE de producto y su objetivo es analizar si el proceso permitirá lograr los requerimientos establecidos para el producto.

c) AMFE DE MEDIO

En la actualidad, las empresas están muy interesadas en obtener la mayor disponibilidad de sus medios de producción. Para lograrlo es esencial conseguir la mayor fiabilidad reduciendo la tasa de fallo de las máquinas, motores, utillaje, etc., usados en las distintas actividades y procesos. Por lo tanto, el AMFE de medio se aplica al análisis ordenado para resolver los problemas de fiabilidad de los diversos elementos o subsistemas que componen los medios de producción.

La realización es similar a la de los AMFE de producto y de proceso, salvo en que la tabulación empleada corrientemente para determinar los coeficientes de detección, frecuencia y gravedad se hace en una escala de 1 a 4, en lugar de una escala de 1 a 10, como veremos más adelante.

3.- METODOLOGÍA

El primer paso para la aplicación del AMFE es formar un equipo con personas procedentes de distintos departamentos (Diseño; Producción; Calidad; Post-venta; etc.) con un buen grado de conocimiento del producto, proceso o medio al que se va a aplicar el AMFE.

Dicho equipo no debe ser tan numeroso que lo convierta en escasamente operativo, ni tan pequeño que suponga un inaceptablemente bajo nivel de creatividad. La experiencia ha demostrado que el número óptimo es de 5 ó 6 personas.

Normalmente, el equipo es seleccionado por la persona designada para liderarlo, quien además tendrá la responsabilidad de fijar y moderar las reuniones, velando por que se cumplan las acciones acordadas.

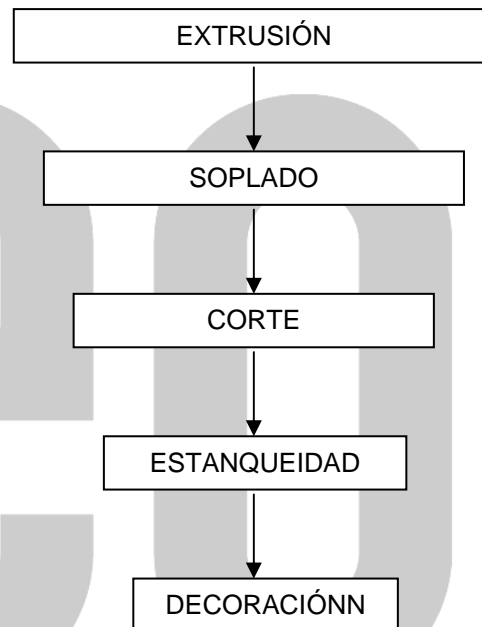
La práctica del trabajo en equipo de un grupo interdisciplinario, intercambiando impresiones y experiencias, y aportando y debatiendo ideas sobre los posibles problemas que pueden surgir, fomenta el espíritu de colaboración y un importante enriquecimiento mutuo que redundan en beneficio de la consecución de sus objetivos. Todo ello es una de las importantes aportaciones de la aplicación del AMFE.

A continuación el equipo debe centrarse en descomponer el producto, proceso o medio en elementos cuya complejidad sea baja y, por lo tanto, permitan la aplicación.

Es imposible hacerlo con un automóvil o con el proceso de fabricación de una botella de plástico, debiendo descomponer en cada caso en elementos más sencillo de la siguiente forma:



Ejemplo de descomposición del Producto: Automóvil



Ejemplo de descomposición del Proceso: Fabricación de botellas

Para que la aplicación del AMFE pueda hacerse con rigor es necesario seguir una sistemática que nos permita recopilar y visualizar conjuntamente toda la información necesaria y pertinente. Para ello es preciso apoyarse en una tabla de formato específico que denominaremos PLANTILLA, como la que se muestra a continuación.



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
AMFE nº: _____ Producto / Proceso / Medio: _____ Fecha de inicio: _____														
Equipo: _____ Fecha de revisión: _____														
Descripción	Modo	Causa	Efecto	Control actual	D	F	G	IPR	Acciones a tomar	Plazo	Seguimiento			
											D	F	G	IPR

Dicha plantilla contiene la información mínima imprescindible y tiene únicamente la pretensión de servir de modelo básico orientativo para desarrollar en cada caso la más idónea, introduciendo las variaciones que se consideren necesarias.

Esta sistemática tiene como resultado el análisis de los posibles fallos, la identificación de sus causas, el establecimiento de acciones preventivas y la fijación del orden de prioridad de actuación en función de la importancia relativa del fallo. Esta importancia viene determinada por el IPR (Índice de Prioridad de Riesgo), que más adelante veremos cómo se calcula, y que es el producto de 3 factores o coeficientes: Detección, Frecuencia y Gravedad.

ASIMISMO, EN LA PLANTILLA LA SISTEMÁTICA NOS PRESENTA LAS ACCIONES ESTABLECIDAS, SU PLAZO PREVISTO DE IMPLANTACIÓN Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS, MEDIANTE EL SEGUIMIENTO REALIZADO POR EL EQUIPO, MOSTRANDO CUAL ES LA NUEVA SITUACIÓN Y LA MEJORA CONSEGUIDA.

La información que el equipo debe recopilar, para introducirla en la plantilla es:

ENCABEZADO.- Identificación del producto, proceso o medio; Nombres del Líder y de los Componentes del equipo; Referencia o nº del AMFE; Fecha de inicio; Fecha de revisión; Paginación y cualquier otro dato que se estime pertinente.

DESCRIPCIÓN.- Exposición breve de cada uno de los componentes del producto, fases del proceso, o subsistemas del medio.

MODO.- Cada uno de los posibles fallos asociados al componente, fase o subsistema.

CAUSA.- Relación de todos los motivos posibles a los que se puede atribuir el fallo.

EFFECTO.- Relación detallada, en términos de lo que el usuario puede observar o experimentar, si se produce el fallo.

CONTROL ACTUAL.- Métodos implantados para la detección del modo de fallo, si los hay.

DETECCIÓN.- Coeficiente que mide la probabilidad de que el fallo, si se produce, llegue al cliente.

FRECUENCIA.- Coeficiente que mide la probabilidad de que ocurra un modo de fallo.

GRAVEDAD.- Coeficiente que mide el perjuicio ocasionado al cliente por el efecto del modo de fallo.

Estos 3 últimos datos se fijan mediante tablas como las que figuran a continuación:

D	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN por los controles actuales	% de Probabilidad de que el fallo llegue al cliente
1	EXTREMADAMENTE ALTA	0 a 2
2	MUY ALTA	3 a 12
3	ALTA	13 a 22
4	ALTA	23 a 32
5	MODERADA	33 a 42
6	MODERADA	43 a 52
7	BAJA	53 a 62
8	BAJA	63 a 72
9	MUY BAJA	73 a 82
10	NULA	83 a 100

Coeficiente de *Coeficiente de DETECCIÓN para AMFE de producto y proceso*

F	Ocurrencia ≤ 1 en	Probabilidad de que ocurra el fallo
1	1.000.000	MUY BAJA
2	200.000	BAJA
3	4.000	MODERADA
4	1.000	MODERADA
5	400	ALTA
6	80	ALTA
7	40	MUY ALTA
8	20	MUY ALTA
9	8	INADMISIBLE
10	2	INEVITABLE

Coefficiente de FRECUENCIA para AMFE de producto y proceso



G	Nivel	Percepción del cliente
1	MUY BAJO	Sin consecuencias. Probablemente no advertirá el fallo.
2	BAJO	Sin consecuencias. Advertirá el fallo pero no le dará importancia.
3	BAJO	Ligera molestia. Percibirá un pequeño deterioro de las prestaciones.
4	MODERADO	Predisposición negativa. Percibirá deterioro de las prestaciones.
5	MODERADO	Ligera insatisfacción. Percibirá deterioro de las prestaciones.
6	ALTO	Insatisfacción. Percibirá alto deterioro de las prestaciones.
7	ALTO	Insatisfacción. Percibirá inoperatividad ocasional.
8	MUY ALTO	Alta insatisfacción. Percibirá inoperatividad frecuente.
9	MUY ALTO	Insatisfacción total. Percibirá inoperatividad.
10	INADMISIBLE	Fallo que afecta a la seguridad del cliente o al cumplimiento de Normativas aplicables.

Coficiente de GRAVEDAD para AMFE de producto y proceso

D	Probabilidad de DETECCIÓN por los controles actuales
1	MUY ALTA
2	ALTA
3	BAJA
4	MUY BAJA

Coficiente de DETECCIÓN para AMFE de medio

F	Ocurrencia	Probabilidad
1	1 fallo / año	MUY BAJA
2	1 fallo / trimestre	POSIBLE
3	1 fallo / semana	MEDIA
4	1 fallo / día	ALTA

Coefficiente de FRECUENCIA para AMFE de medio

G	NIVEL	PARADA DE PRODUCCIÓN
1	MUY BAJO	< 1 minuto
2	MEDIO	1 a 20 minutos
3	ALTO	21 a 60 minutos
4	CRÍTICO	> 60 minutos

Coefficiente de GRAVEDAD para AMFE de medio

ÍNDICE DE PRIORIDAD DE RIESGO.- ES EL RESULTADO DEL PRODUCTO DE LOS 3 COEFICIENTES ANTERIORES. $IPR = D \times F \times G$. (EN ALGUNA BIBLIOGRAFÍA SE LLAMA NPR: NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO). POR LO TANTO, EL IPR ESTARÁ ESCALADO DE 1 A 1000 PARA PRODUCTO Y PROCESO Y DE 1 A 64 PARA MEDIO. DEBEN CONSIDERARSE AL MARGEN DEL IPR LOS FALLOS CRÍTICOS, QUE SON TODOS AQUELLOS CUYA GRAVEDAD ES > 8 Y TANTO LA FRECUENCIA COMO LA DETECCIÓN SON > 1 .

ACCIONES A TOMAR.- Breve descripción de las acciones acordadas destinadas a, por orden de importancia: eliminar la causa del fallo; reducir la Frecuencia; reducir la Gravedad; aumentar la probabilidad de Detección.

Deben buscarse acciones que acentúen la prevención antes que la detección, teniendo en cuenta que: únicamente una revisión del diseño puede aportar una reducción del nivel de Gravedad; la reducción del valor de la Frecuencia sólo puede conseguirse eliminando o controlando una o más de las causas del tipo de fallo; todo incremento de las medidas de verificación del diseño (AMFE de producto) o de los controles actuales (AMFE de proceso) dará lugar solamente a una reducción del valor de Detección.

Así pues, para disminuir la Gravedad debemos actuar sobre el diseño; para disminuir la Frecuencia hay que actuar sobre las causas (materia prima, mano de obra, maquinaria, medio ambiente, método, mantenimiento); para aumentar la Detección es preciso actuar sobre los controles (recepción, en proceso, terminado, SPC).

PLAZO.- Periodo de tiempo que el Equipo, de acuerdo con los responsables de implantar las acciones a tomar, estima suficiente para que puedan haberse implantado completa y eficazmente.



SEGUIMIENTO.- Nuevos valores de los 3 coeficientes y del IPR que permiten valorar las mejoras alcanzadas, planteando un nuevo escenario con, muy probablemente, prioridades distintas para seguir actuando en un sistema de mejora continua.

Como resumen de las características y ventajas de aplicar el AMFE se pueden indicar las siguientes:

I.- Identificación de todos los modos de fallo potenciales, definiendo para cada uno de ellos sus efectos sobre el producto, proceso o medio.

II.- Evaluación de los modos de fallo, estableciendo una prioridad basada en la gravedad de las consecuencias de éstos.

III.- Determinación de métodos de detección para los distintos modos de fallo.

IV.- Identificación y seguimiento de las acciones a tomar para eliminar o minimizar el modo de fallo y su riesgo asociado.

Con la aplicación del AMFE se da cumplimiento, además, a diversas exigencias de las requeridas por la Norma ISO 9001 para los Sistemas de Gestión de la Calidad, tales como: documentación; registros de la calidad; y especialmente acciones correctivas y preventivas.

4.- BIBLIOGRAFÍA

PAUL JAMES
GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL
PRENTICE HALL, 1996

PATRICK LYONNET
LOS MÉTODOS DE LA CALIDAD TOTAL
EDICIONES DIAZ DE SANTOS, 1989

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
MÉTODOS CUALITATIVOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS. GUÍA TÉCNICA.
MADRID, 1994

LUIS CUATRECASAS
GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD
EDICIONES GESTIÓN 2000

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD
HERRAMIENTAS PARA LA CALIDAD
MADRID 2002

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN 679
MADRID 2006