

Failure Modes & Effects Analysis

(FMEA)

تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی و آثار آن

استاد شفيعي

اولین بار در دهه ۶۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش بینی ، در صنعت هوا فضا برای سفینه آپولو ۱۱ در ناسا به کار گرفته شد.

در سال ۱۹۷۷ در صنعت خودروسازی ، سه شرکت بزرگ خودرو سازی کرایسلر ، فورد و جنرال موتور توانستند تا با تلفیق و یکسان سازی نظام کیفیت مربوط به هر کدام ، استاندارد واحدی تحت عنوان QS9000 (استاندارد مربوط به صنعت خودرو) را ایجاد کنند. در این استاندارد در بخش سیستم طرح ریزی کیفیت صریحا گفته شده است که “یکی از فعالیت های طرح ریزی کیفیت آماده سازی و بازنگری FMEA است”.

در ۱۹۹۲ استاندارد SAE-J-1739 به عنوان استاندارد مرجع FMEA در صنایع خودرو معرفی شد.

هم اکنون نیز در صنایع دفاع ، صنایع خودرو ، حمل و نقل و هوا فضا ، صنایع الکترونیک و ... کاربرد دارد.



تعريف FMEA: یک روش سیستماتیک برای شناسایی عیوب بالقوه طراحی و جریان

تولید قبل از وقوع ، با این هدف که خطاها را حذف و یا ریسک وقوع آنها را کاهش دهد.



FMEA: یک سری فعالیت های سیستماتیک است با قصد:

شناسایی و الویت بندی یک حالت بالقوه خرابی در یک سیستم محصول ، فرآیند و یا سرویس

شناسایی اقداماتی که می تواند احتمال وقوع خرابی های محتمل را کاهش می دهد و یا حذف

می کند.

ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات در

آینده

FMEA تکنیکی تحلیلی مبتنی بر قانون "پیشگیری واقعه قبل از وقوع" که برای شناسایی عوامل بالقوه به کار می رود.

یکی از مهمترین فاکتورهای موفقیت FMEA زمان اجرای آن است.


FMEA احتمال نیاز به تغییرات اصلاحی که هزینه بر و انرژی بر باشد را کاهش می دهد.

FMEA یک اقدام کنشی است ، نه واکنشی.

FMEA به تنهایی مشکلی را حل نمی کند بلکه باید در کنار سایر تکنیک های حل مساله به کار رود.


اگر درست و به موقع اجرا شود یک فرایند پویا و زنده است.

FMEA فواید اجرای


بهبود کیفیت، افزایش درجه اطمینان کالا و ایمنی محصولاتی که تولید خواهند شد. 


کاهش زمان معرفی محصول به بازار 

بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری 

کاهش نیاز به تغییرات ضروری در فرایند و یا محصول در زمان تولید انبوه 

کاهش ریسک تا حد امکان 

کاهش هزینه‌های کیفی مرتبط با محصولات خراب (هزینه‌های پیشگیری، بازرسی و خرابی) 

رواج فرهنگ کار تیمی در درون سازمان. 

FMEA زمان اجرا

زمان شروع : FMEA باید شروع شود وقتی که

وقتی یک سیستم، طراحی و یا خدمات جدید تولید می شود.

وقتی سیستم های طراحی فرایند سیستم و خدمات موجود بدون در نظر گرفتن دلیل آن در حال تغییر هستند.

وقتی که کاربردهای جدید برای وضعیت های سیستم، طراحی فرایند و خدمات موجود پیدا می شود.

در برنامه های بهبود مستمر

به محض آنکه یکسری از اطلاعات شناخته شد.

مدت زمان اجرا: نمی توان زمان دقیقی برای اجرا تعیین نمود. به پیچیدگی سیستم، طرح، فرآیند و خدمات بستگی دارد.

زمان پایان: در حقیقت هیچ وقت انجام این روش تکمیل نمی شود. تا زمانی که می توان بهبودی انجام داد.

در سیستم، زمانی تکمیل می شود که مشخصه های طراحی سیستم تثبیت شده و فعالیت های تشریح شده باشند.

در طراحی، زمانی تکمیل می شود که طرح محصول برای تولید ارسال شود و یا اینکه برنامه به مرحله امضای نهایی برسد.

در فرایند، زمانی تکمیل می شود که تمامی عملیات و مشخصات ویژه تعیین گردیده و طرح کنترل شده باشد.

مراحل FMEA

تهیه FMEA نیازمند **فعالیت تیمی** است تعداد و ترکیب افراد در تیم به پیچیدگی فرآیند یا محصول تحت بررسی بستگی دارد، اما توصیه می شود که تعداد افراد تیم بیشتر از ۶ نفر نباشد.

در صورت پیچیدگی محصول یا فرآیند، بهتر است کمیته های متعددی تشکیل شوند و هر تیم فرعی قسمتی از موضوع را به عهده بگیرد.

تیم تیمها از افراد خبره که بیشترین شناخت را از محصول یا فرآیند دارند تشکیل می شوند مانند (مهندسين طراحی، ساخت و مونتاژ، کیفیت، خدمات پس از فروش و ..) به همین علت فعالیت های تعریف شده هیچ گونه مقاومتی را در پی نخواهند داشت.


برای تعیین شدن، وقوع و تشخیص لازم است افراد گروه عدد موردنظر خود را بیان کنند.

تکمیل فرم FMEA

فرم FMEA

شناسایی فرمی مناسب: 

که در این زمینه فرم استاندارد وجود ندارد و هر شرکت فرم مخصوص خود دارد که بر اساس نیازهای سازمان و مشتریان است. که در صنعت خودروسازی در ۱۹۹۲، روشی توسط AIAG استاندارد شده و به چاپ رسیده.

شناسایی و یا تدوین راهنماهای رتبه بندی: 
راهنماهای رتبه بندی نیز جهانی یا استاندارد شده نیست.
(هر شرکت راهنمای مخصوص به خود دارد که نیازهای سازمان، محصول و مشتریان مربوطه را نشان می دهد.)

ایجاد یک گروه کاری با وجود مهارت ها و دانش کافی در عرصه های مورد نیاز

ایجاد نظام اطلاعاتی و عملیاتی مربوطه جهت اجرای
FMEA

پیش بینی / شناسایی خطاهای بالقوه

شناسایی اثرات حاصل از وقوع خطاهای بالقوه

بررسی کنترل های جاری و طرح های مراقبتی موجود

تعیین احتمال عدم شناسایی
آشکار کردن خطاها کمی نمودن
احتمال کشف

تعیین احتمال بروز خطاها با استفاده به
تحلیل آماری یا برآورد احتمال وقوع

تعیین مخاطرات مشتری ناشی از
اثرات خطاها، کمی نمودن میزان
مخاطرات

تعیین الویت و حساسیت
خطا RPN

طرح ریزی و معرفی اقدامات اصلاحی در جهت حذف یا کاهش احتمال بروز خطا

تعیین مسئولیت های انجام اقدامات اصلاحی زمانبندی انجام و اقدام

ارزیابی مجدد از خطاها بعد از انجام اقدام اصلاحی

مستند سازی فرایند انجام شده

مراحل اجرایی

انواع FMEA

تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی در طراحی سیستم ها و زیر سیستمها از ابتدایی ترین مراحل (**system-fmea**)

تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی در طراحی قطعات جدید و یا اعمال تغییرات در طرح های جاری (**design-fmea**)


تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی در طراحی و یا توسعه فرآیندهای تولید یا مونتاژ (**process-fmea**)


تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی در طراحی و یا توسعه فعالیت ها و ارائه خدمات (**service-fmea**)

تجزیه و تحلیل حالات بالقوه خرابی در طراحی ماشین آلات (**machinery-fmea**)


System FMEA

سیستم: یک مجموعه نظام یافته است که برای هدف خاصی طراحی شده است. 

System-FMEA: روشی است که برای تحلیل یک سیستم در ابتدایی ترین مراحل طراحی استفاده می شود و عموماً روی حالات بالقوه خرابی که می تواند در عملکرد سیستم رخ دهد تمرکز می کند. 

دامنه ی شمول System-FMEA در برگیرنده طرح ایده، طرح جزییات و توسعه آن، طراحی مفهومی و آزمایش و ارزیابی سیستم است. 

System-FMEA ابتدایی ترین FMEA می باشد و به بررسی آثار متقابل اجزا و زیر سیستم ها بریکدیگر و یا برسیستم دیگر می پردازد. 

نتیجه System-FMEA اطلاعات اولیه برای اجرای Design-FMEA است. علل خرابی در SFMEA حالات خرابی در DFMEA محسوب می شود. 

خروجی System FMEA

- ۱- فهرستی از حالات بالقوه خرابی براساس شاخص RPN.
- ۲- فهرستی از آزمایشهایی که می‌توانند حالات خرابی را کشف کنند.
- ۳- فهرستی از اقدامات پیشنهادی (Design action) به منظور حذف حالات خرابی ، افزایش ایمنی و یا کاهش میزان وقوع.

فواید اجرای System FMEA

- ۱- کمک به انتخاب طراحی بهینه سیستم از بین کلیه طرح‌های پیشنهادی
- ۲- کمک به تعیین سیستم‌های جبرانی
- ۳- افزایش احتمال مورد توجه گرفتن حالات بالقوه خرابی
- ۴- تعیین حالات بالقوه خرابی در سیستم و آثار متقابل آنها با زیر سیستم‌ها و یا سایر سیستم‌ها

آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی سیستم

۷. تهیه کننده FMEA

۴. تامین کنندگان

۱. نام سیستم

۸. تاریخ اجرای FMEA

۵. نام محصول /مدل

۲. مسئول سیستم

۹. تاریخ بازنگری

۶. تاریخ انتشار مشخصات سیستم

۳. نام اعضای تیم

نتایج اقدامات				نتایج اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	اقدامات پیشنهادی	RPN	تشخیص	کنترل های جاری طرح	وقوع	علل بالقوه خرابی	Class	شدت	اثر بالقوه خرابی	حالات بالقوه خرابی	اقلام سیستم (عملکرد)
RPN	تشخیص	وقوع	شدت													

نام اجزا و زیر سیستم ها / تشریح عملکرد: نام اجزای سیستم و زیر سیستم های مورد بررسی را فهرست می کنیم سپس مقصود ، هدف یا عملکرد اجزای سیستم و یا زیر سیستم ها باید نوشته شود.

این عملکرد باید برگرفته از نیازهای سیستم در دست طراحی و یا خواسته های مشتری باشد که می تواند شامل نیازهای ایمنی ، مقررات دولتی و هستند . عموماً این نیازها از طریق QFD تعیین می شود.

حالات بالقوه خرابی: هر نوع نقص ، مشکل و یا فرصت برای بهبود می تواند حالت بالقوه خرابی باشد. (معمولاً باید به از دست رفتن کارایی فکر کرد).

اثر بالقوه خرابی: نتیجه ی یک حالت خرابی در سیستم است و می توان از طرق زیر شناسایی کرد:

(۱. مدارک خدمات پس از فروش ۲. شکایات مشتری ۳. مطالعات امکان سنجی)

شدت (severity): رتبه ای که حاد بودن اثر حالت بالقوه خرابی را نشان می دهد. در واقع رابطه مستقیم بین اثر و شدت وجود دارد.

کلاس بندی: آن رشته از مشخصات مهم و با اهمیت قطعه که بر ایمنی محصول و یا عدم تطابق با استانداردهای ملی و نیز رضایتمندی مشتری اثر مستقیمی دارند، با علامت خاصی شناسایی می شوند.

آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی سیستم

۱. نام سیستم : یخچال

۴. تامین کنندگان

۷. تهیه کننده

۲. مسئول سیستم

۵. نام محصول /مدل

۸. تاریخ اجرای FMEA

۳. نام اعضای تیم

۶. تاریخ انتشار مشخصات سیستم

۹. تاریخ بازنگری

نتایج اقدامات				نتایج اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	اقدامات پیشنهادی	RPN	تشخیص	کنترل های جاری طرح	وقوع	علل بالقوه خرابی	Class	شدت	اثر بالقوه خرابی	حالات بالقوه خرابی	اقدام سیستم (عملکرد)
RPN	تشخیص	وقوع	شدت													
	-	۴	<	تست شدن بهتر و در زمان کمتر	تیم ۱۱/۱۰/۸۵-A	به صورت دوره‌های تست شود کنترل چشمی	۰ 4 1	۴	بازرسی مرتب دوره ای	۵	شل شدن اتصالات، پارگی لوله ها		۶	اختلال در حرکت قسمت های مختلف و روغن و فشار بالا و خشک شدن	نشانی روغن	مدارات هیرو لیکی بر قراردی جریانکت هیدرو لیکی لازم



راهنمای رتبه بندی شدت

اثر	رتبه	معیار
هیچ	۱	بدون اثر
خیلی کم	۲	مشتری رنجیده می شود. اثر بسیار خفیفی بر عملکرد محصول یا سیستم دارد
نسبتاً کم	۳	مشتری بسیار خفیف آزرده می شود. اثر کمی بر محصول یا سیستم وجود دارد
کم	۴	مشتری کمی رنجیده می شود. اثر نسبتاً کمی بر محصول یا سیستم دارد
متوسط	۵	مشتری کمی ناراضی است. اثر متوسطی بر عملکرد سیستم یا محصول دارد
مهم	۶	مشتری احساس ناراحتی می کند. عملکرد محصول افت می کند، اما بدرستی عمل کرده، ایمن است. خرابی جزئی اما سیستم معیوب نیست.
زیاد	۷	مشتری ناراضی است و عملکرد محصول به شدت تحت تأثیر قرار گرفته، اما قابل استفاده و ایمن است. سیستم معیوب است.
خیلی زیاد	۸	مشتری خیلی ناراضی است و محصول عمل نمی کند، اما ایمن است سیستم عمل نمی کند.
جدی	۹	اثر بالقوه شدید است و امکان توقف محصول بدون حادثه خطرناک وجود دارد امکان تداخل با مقررات دولتی وجود دارد.
پرخطر	۱۰	اثر خیلی شدید وجود دارد. خرابی ناگهانی ایمنی را به خطر می اندازد. مغایر با مقررات دولتی

❗ **علل بالقوه خرابی** : ضعف یا اشکال در طراحی سیستم که نتیجه آن وقوع حالت خرابی است.

▪ در تعیین علل بالقوه خرابی باید به دنبال علل ریشه ای گشت.

▪ روش بدست آوردن : (طوفان ذهنی ، تحلیل علت و معلول)

❗ **وقوع** : احتمال رخ دادن حالت خرابی در طول عمر ناشی از یک علت بالقوه مورد نظر است.

برای تعیین این مرتبه ساده ترین راه استفاده از (مجموع خرابی های اجزا) CNF در ۱۰۰۰ محصول در طول عمر پیش بینی شده در طراحی است.

CNF = Cumulative Number of Failure

▪ در غیر این صورت از سوابق سیستم های مشابه استفاده کرد.

▪ Sys fmea تحت فرضیه تک نقطه ای کار می کند.

• **کنترل های جاری طرح** : کنترل هایی به منظور تشخیص نقص های طراحی سیستم که می تواند بسیار ساده و یا خیلی فنی و پیشرفته باشد. (شبیه سازی یا آزمون های آزمایشگاهی)

▪ تشخیص اولیه در sfmea موجب می شود کنترل های طراحی کارآمد تر شود.

راهنمای انتخاب رتبه وقوع

معیار	CNF/1000	رتبه	وقوع
خرابی وجود ندارد. سوابق خرابی نشان نمی دهد.	<0.0058	۱	تقریباً غیر ممکن
احتمال خرابی بسیار نادر است.	0.0068	۲	به ندرت
احتمال خرابی بسیار کم است.	0.063	۳	خیلی کم
احتمال خرابی کم است.	0.46	۴	کم
گاهی اوقات خرابی دیده می شود.	2.7	۵	نسبتاً کم
تعداد خرابی کمی در حد متوسط است.	12.4	۶	متوسط
تعداد خرابی نسبتاً زیاد است.	46	۷	متوسط مایل به زیاد
تعداد خرابی زیاد است.	134	۸	زیاد
تعداد خرابی خیلی زیاد است.	316	۹	خیلی زیاد
خرابی حالت بحرانی دارد. سابقه خرابی از طراحی قبلی یا طراحی مشابه استخراج شده است.	>316	۱۰	تقریباً قطعی

راهنمای انتخاب رتبه تشخیص

اثر	رتبه	معیار
تقریباً قطعی	۱	در مرحله طراحی مفهومی، روش های تشخیص مطمئنی وجود دارد
خیلی زیاد	۲	در مرحله طراحی اولیه، تحلیل های رایانه ای مطمئنی وجود دارد
زیاد	۳	در مراحل طراحی اولیه، مدلسازی یا شبیه سازی وجود دارد
نسبتاً زیاد	۴	آزمایش هایی برای اجزای سیستم نمونه اولیه وجود دارد
متوسط	۵	آزمایش هایی برای اجزای سیستم در پیش از تولید وجود دارد
نسبتاً کم	۶	آزمایش هایی برای اجزای سیستم مشابه وجود دارد
کم	۷	آزمایش هایی برای محصول با نمونه اولیه که اجزای سیستم آن نصب شده است وجود دارد
خیلی کم	۸	فقط آزمایش های دوام مطمئنی برای محولی که اجزای سیستم آن نصب شده است وجود دارد
به ندرت	۹	فقط تکنیک های نامطمئن یا ناتوان وجود دارد
تقریباً غیر ممکن	۱۰	متد یا روش تشخیص وجود ندارد

رتبه تشخیص : احتمال اینکه کنترل‌های جاری یک سیستم بتواند یک خرابی یا علت خرابی را قبل از اینکه طراحی اجزای سیستم آغاز شود ، تشخیص دهند.

RPN (نمره ریسک پذیری) = شدت * وقوع * تشخیص

اقدامات پیشنهادی

- اجرای fmea بدون اقدامات پیشنهادی بی معناست.
- که شامل اقدامات اجرایی، مطالعاتی و تحقیقاتی بیشتری باشد و به منظور کاهش شدت ، وقوع ، تشخیص و یا همه آنها به کار می رود.

مسئولیت و زمان اجرا: مسئول اجرای اقدام پیشنهادی و پیش بینی زمان اقدامات

اقدامات انجام شده : در این قسمت پیگیری این امر است که آیا اقدامات پیشنهادی در تاریخ مقرر انجام شده است یا خیر ؟

نتایج اقدامات : پس از اجرای اقدامات پیشنهادی ، تیم FMEA باید دوباره رتبه‌های شدت ، وقوع و تشخیص را ارزیابی و RPN جدید را محاسبه کند . این فرایند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که تیم مطمئن شود کلیه خواسته‌های مربوطه تأمین شده است.






Design-FMIEA

- ❖ **Design-FMIEA**: روشی سیستماتیک برای شناسایی و اولویت بندی نقص‌های طراحی محصول یا قطعه-که منجر به بروز خرابی‌های بالقوه در محصول می‌شود و در نهایت اقدام برای حذف آنها.
- ❖ ایجاد کیفیت در زمان طراحی بسیار راحت‌تر و کم‌هزینه‌تر از آن است که بخواهیم پس از بروز مشکلات با اقدام اصلاحی به کیفیت مطلوب برسیم.
- ❖ بنابراین باید در زمان طراحی محصول، بفکر خواسته‌های مشتری بود و باید کیفیت در زمان طراحی تضمین شود.
- ❖ طراحی DFMEAs به ما کمک می‌کند تا با نقد طراحی، از برآورده شدن کلیه نیازها و خواسته‌های کیفی اطمینان لازم را بدست آوریم.

کاربردهای DFMEA


- به عنوان یکی از اجزای برنامه ریزی کیفیت برای:
الف) تمامی محصولات جدید
ب) محصولات تغییر یافته
- یکی از تکنیک‌های مؤثر در روش‌های حل مسئله.
- در فعالیتهای بهبود مستمر ، به عنوان مستندی زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد

فواید استفاده از DFMEA


- کاهش نرخ شکست محصول 
- کاهش زمان معرفی محصولات جدید 
- جلوگیری صرف هزینه‌های اضافی 
- شناسایی مشخصه‌هایی که به کنترل ویژه نیاز دارند. 
- مبتنی بر کار گروهی 

شروع کار DFMEA

کلیه اعضای تیم در ابتدا باید به کمک منابع و اطلاعات زیر با محصول آشنا شوند :

مطالعه نقشه‌های اولیه 

مطالعه Block Diagram محصول 

مطالعه نیازمندیهای مشتری (که بر اساس مطالعات بازاریابی QFD، نیازمندیهای فرایند ساخت و مونتاژ و نیازمندیهای محصول بدست می‌آید). 

DFMEA محصولات مشابه 

همچنین اعضای تیم باید در خصوص موارد زیر توافق کامل داشته باشند:

تعریف واژه های کلیدی 

انتخاب رتبه‌های شدت ، وقوع و تشخیص 

تهیه فرم DFMEA

اقدام / عملکرد : نام قطعه تشکیل دهنده محصول (از جمله شماره قطعه، شماره نقشه و ..)

حالات بالقوه خرابی : عموماً تغییر فیزیکی در قطعه است که می تواند عملکرد را مختل کند.

آثار بالقوه خرابی : نتیجه و پیامد حالت بالقوه خرابی بر عملکرد است. اثر خرابی می تواند بر خود محصول یا به سیستم و مشتری و ... وارد شود که تمامی آنها را باید لیست کرد. نحوه پیدا کردن این آثار می تواند با استفاده از FMEA های گذشته، گزارش های تعمیر و نگهداری و شکایات مشتری و مخاطب باشد.

شدت (Severity): عبارت است از میزان جدی بودن اثر حالت خرابی بر خود محصول، سیستم، مشتری، عدم تطابق با استانداردهای دولتی. برای تهیه رتبه شدت باید ابتدا یک معیار برای رتبه بندی توسط مهندسین مربوطه طراحی شود (توافق اعضای تیم).

کلاس بندی : آن رشته از مشخصات مهم و با اهمیت قطعه که بر ایمنی محصول و یا عدم تطابق با استانداردهای ملی و نیز رضایتمندی مشتری اثر مستقیمی دارند، با علامت خاصی شناسایی می شوند مثلاً C=critical

علل بالقوه خرابی : کمبودهایی که در عملکرد قطعه ، خرابی ایجاد می کند.

وقوع : احتمال رخ دادن حالت خرابی ناشی از علت شناسایی شده.

اقدامات پیشنهادی : (اقدامات اصلاحی)

با شروع از ۱۰ درصدی که بیشترین RPN را دارند اقدامات پیشنهادی آغاز می شود.

این اقدامات باید بصورت دقیق به حالات خرابی اشاره کند.

هدف کاهش رتبه شدت، وقوع یا در نهایت رتبه تشخیص است.

برای کاهش رتبه شدت باید (۱. اثر حات خرابی را حذف کنیم و یا کاهش دهیم ۲ . در طراحی قطعه /محصول بازنگری کنیم).

برای کاهش رتبه وقوع باید (۱. علت های خرابی شناسایی شده را برطرف

کرده، یا تحت کنترل در آوریم ۲.در طراحی قطعه /محصول بازنگری کنیم).

برای کاهش رتبه تشخیص باید کنترل های جاری طرح را افزایش یا بهبود دهیم.



نتایج اقدامات		RPN
نتایج اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	RPN
قلب مجدد طراحی و ساخته شد	دپارتمان طراحی قالب و ابزار	۳۶
	طراحی مجدد قالب برای کاهش تنش های پسماند	۳۳
		۲
	آنالیز تنش به کمک نرم افزار	۶
	وجود تنش پسماند در پوسته بعد از فرم دهی	۰
		۴
	خراب شدن بلبرینگ - عملکرد سیستم متوقف می شود	
	شکستن پوسته	
عملکرد	پوسته خارجی بلبرینگ	عملکرد
عملکرد	پوشش موقعت ساچمه ها	-
عملکرد	کمی در حرکت یکنواخت غانسی بلبرینگ	-
عملکرد	پخش یکنواخت تنش	-

ارتباط بين SFMEA و DFMEA

SYSTEM FMEA

حالت خرابي	تاثير	علت
مشكل	عواقب مشكل	علت مشكل

DESIGN FMEA

حالت خرابي	تاثير	علت
دلايل خرابي از SYS FMEA	عواقب مشكل از FMEA SYS (احتمالا با بيان بهتر)	سر منشا جديد علت براي حالت خرابي طراحي

Process-FMEA







تعریف PFMEA : روشی سیستماتیک که به منظور شناسایی و اولویت بندی و نهایتاً اقدام برای حذف کاستی‌های فرایند-که منجر به بروز حالت‌های خرابی می‌شود- به کار می‌رود .

■ در PFMEA کلیه جوانب یک فرایند از جمله (جریان فرایند، آموزش اپراتور، محیط تولید، مواد اولیه) را دربر می‌گیرد و هدف آن پیشگیری از تولید محصول نامنطبق است.

کاربردهای PFMEA :

- به عنوان یکی از عناصر برنامه‌ریزی پیشرفته برای (فرایندهای تولید جدید-تغییر در فرایندهای جاری و انتقال فناوری) استفاده می‌شود.
- یکی از روش‌های حل مسئله است.
- در برنامه‌های بهبود مستمر به کار می‌رود.

فواید اجرای PFMEA

- خروجی فرایند، ثبات بیشتری خواهد داشت. 
- نرخ ضایعات و دوباره کاری کاهش می یابد. 
- بهره وری تولید افزایش می یابد. 
- فرایند تولید روان تر می شود. 
- اقدامات لازم برای بهبود فرایند اولویت بندی می شوند. 
- فرصت های استفاده از خلاقیت و ابتکار برای بهبود مستمر فرایند افزایش می یابد. 

تیم PFMEA :

- تشکیل تیم بر عهده مسئول یا مهندس تولید است.
- در این تیم واحدهای مختلف سازمان از جمله (واحد تولید و مونتاژ-واحد کیفیت-تعمیر و نگهداری-نمایندگان مشتری-تأمین کنندگان مواد و قطعات) حضور دارند.
- تعداد اعضا بستگی به فرایند تحت بررسی دارد ولی در ابتدای کار توصیه می شود برای جمع آوری اطلاعات همه اعضا حضور داشته باشند و در ادامه تنها افرادی که از فرایند بیشتر شناخت دارند حضور داشته باشند.

نقطه شروع کار :

- اعضای تیم باید ابتدا با قطعه و فرایند آن آشنا شوند که برای این منظور باید منابع زیر را بررسی کنند :
- (نقشه های اولیه ، نمودارهای جریان فرایند ، نمونه قطعه ، PFMEA های گذشته ، گزارش های تعمیر و نگهداری PFMEA ، های گذشته برای قطعه قبلی یا قطعه مشابه ، نمودارهای پارتو برای قطعه قبلی یا قطعه مشابه)

تعریف حالت بالقوه خرابی در فرایند

- حالت خرابی در فرایند حالتی است که قطعه در یک عملیات مشخص مردود-یا خراب-شود، یا بر اساس خصوصیات تعریف شده مورد پذیرش قرار نگیرد.
- این حالتها حاصل نقص در فرایند هستند. مثل: (تنظیم نامناسب دستگاه، روغنکاری ناکافی، خراب شدن ابزار، بالا بودن دمای کوره و...)

اثر حالت خرابی در PFMEA از سه منظر مورد بررسی قرار می گیرد

- اثر حالت خرابی بر محصول
- اثر خرابی بر فرایند بعدی (مشتری داخلی) و احتمال به مخاطره افتادن ایمنی اپراتورها
- اثر خرابی بر مشتری نهایی و نیز تطابق نداشتن با استانداردهای ملی

نتایج اقدامات		RPN
		تشخیص
		وقوع
		شدت
نتایج اقدامات پیشنهادی		
مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	تیم ۱۵/۱۲/۷۹-B	
اقدامات پیشنهادی	تعویض قالب بدنه - آموزش اپراتورها	
RPN	۲۲	
تشخیص	۴	
کنترل های جاری	کنترل چشمی و موقعیت هر موتور نسبت به بدنه	
وقوع	۴	
علل بالقوه خرابی	پلیسه دار بودن بدنه و قرار نگرفتن در جای خود	
Class		
شدت	۴	
اثر بالقوه خرابی	جفت نشدن در بدنه- فشار بیش از حد بر موتور	
حالات بالقوه خرابی	جا نرفتن مجموعه موتور در بدنه پلاستیکی	
عملیات	قرار دادن مجموعه موتور در بدنه	

PFMEA معمولاً به واسطه یکسری از مراحل که نیروی انسانی ماشین روش تولید مواد و غیره را در بر می گیرد تحقق پیدا می کند. و چون هر یک از این قسمت ها خوشان به تنهایی پیچیده هستند و اجزای خاصی را به خود اختصاص می دهند. که بررسی آنها مشکل است برای همین **PFMEA** از **SFMEA** و **DFMEA** خیلی پیچیده تر است

خروجی **PFMEA** به عنوان یک ورودی برای تولید مونتاژ و **SERVICE FMEA** است.

تکمیل فرم **PFMEA** بدون اطلاعات **DFMEA** تقریباً غیر ممکن است.

یکی از اهداف **PFMEA** افزایش راه حل های فنی در رابطه با مسایل کنترل کیفی، اطمینان کالا و امکان سنجی تولید بر اساس اصول تدوین **DFMEA** است.

ارتباط بين PFMEA و

DFMEA

DESIGN FMEA

حالت خرابي	تاثير	علت
دلایل خرابي از SYS FMEA	عواقب مشکل از FMEA SYS (احتمالا با بيان بهتر)	سر منشا جديد علت براي حالت خرابي طراحي

PROCESS FMEA

حالت خرابي	تاثير	علت
دلایل مشکل از DFMEA	عواقب مشکل از DFMEA	دلایل ریشه اي ویژه حالت خرابي فرایند

Machinery-FMMEA

MFMEA: روشی استاندارد برای ارزیابی دستگاه و ابزار در طی فاز طراحی، به منظور بهبود ایمنی کاربر، افزایش کارایی و توانایی ماشین است.


MFMEA همانند DFMEA است و در فاز طراحی به کار می‌رود، ولی به دلیل شرایط خاص طراحی یک ماشین، از قوانین خود تبعیت می‌کند.

عموماً در دو مورد از **MFMEA** استفاده می‌شود :

- زمانی که حجم طراحی کم است (تعداد ماشین حاصل از طراحی بسیار پایین است) و نمونه‌سازی منطقی نیست.
- وقتی زمان استفاده از محصول حاصل از طراحی، خیلی طولانی است.


فواید اجرای MFMEA

- بهبود ایمنی، قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات و دستگاه ها
- اجرای تغییرات طراحی در مراحل آغازین طرح به منظور کاهش هزینه‌های طراحی و تأخیر در تحویل بموقع.
- کاهش میزان مخاطره در برنامه‌های تولید محصول(توسط ماشین‌آلات).
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری.

 **حالات خرابی در ماشین: حالاتی که باعث می‌شوند ماشین نتواند اهداف طراحی را به انجام برساند.**

حالات خرابی ماشین ممکن است به سه طریق باشد :

- خرابی در مؤلفه های ماشین؛ مانند خرابی بلبرینگ.
- خرابی در سیستم یا زیرسیستم های ماشین ؛ مانند افزایش لرزش ماشین.
- استفاده خلاف قاعده از ماشین ؛ مثلاً باربرداری زیاد با سرعت زیاد.

 **اثر خرابی در ماشین به هفت دسته می‌توان تقسیم کرد که به “هفت ضرر بزرگ” معروفند.**

- توقف دستگاه
- تنظیم پی در پی دستگاه
- اوقات به هدر رفته
- کاهش زمان تولید
- توقف در شروع کار
- خرابی قطعات تولید شده توسط دستگاه
- خرابی ابزار

شدت خرابي : میزان بحراني بودن اثر خرابي که معمولاً در سه مقوله زیر مورد بررسی قرار می گیرد.

- مقوله ایمنی کاربر
- توقف دستگاه
- خرابی قطعه تولید شده

اقدامات اصلاحی پیشنهادی در شرایط زیر تعریف می شود

- خرابی دارای شدت ۹ و یا ۱۰ باشد
- حالت خرابی دارای عدد شدت وقوع بالا باشد.
- حالت خرابی دارای RPN بالا باشد.

نتایج اقدامات				نتایج اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	اقدامات پیشنهادی	RPN	تشخیص	کنترل های جاری طرح	وقوع	علل بالقوه خرابی	Class	شدت	اثر بالقوه خرابی	حالات بالقوه خرابی	نام زیر سیستم ها
RPN	تشخیص	وقوع	شدت													
							۱۴۷	۳	بازرسی و تنظیم تسمه هر ۲۰۰ دور	7	سایش خرابی یا پاره شدن تسمه مشخصات: بر اساس استاندارد ANSI RAM-IP-20		۷	سوراخ خارج از اندازه		اسپیندل های پورینگ عملکرد: سوراخ کاری روی آلومینیوم E40D نیازمندیهای اجرائی: نگهداری در دور ۱۲۰۰ برای ۲۳ ثانیه در زمان سوراخ کاری قابلیت استفاده: MTBF=26 ماه
							۱۲۶	۲	بازرسی و تنظیم پنلک هر ۵۰۰ ساعت	6	شل بودن پولی یا خار نگهدارنده		۷	عدم صافی سطح	کاهش سرعت سوراخکاری	
							۸۴	۲	روغنکاری هر ۳۰۰ ساعت کنترل سرعت اسپیندل آنالیز لرزش هر ۶۰۰ ساعت	6	سایش یا خط افتادن یا تاقان های اسپیندل		۷	سوراخ کامل نمی شو د		

Service FMEA

SERVICE FMEA: روشی است تحلیلی و نظام یافته به منظور شناسایی حالت بالقوه خرابی و الویت بندی آن ها و سرانجام با اقدامات پیش گیرانه برای حذف آن قبل از ارائه اولین خدمت به مشتری

به منظور بررسی تقابل های موجود بین اجزای یک خدمت ، شامل نیروی انسانی ، ماشین ، روش ، مواد اولیه و محیط پیرامون انجام می شود.

می تواند در هر موقعیتی و برای هر سازمانی که خدماتی را ارائه می کند مورد استفاده قرار گیرد.

برای اجرای Service FMEA باید ابتدا (مشخصات خدماتی) را شناخت.

موارد کاربرد :

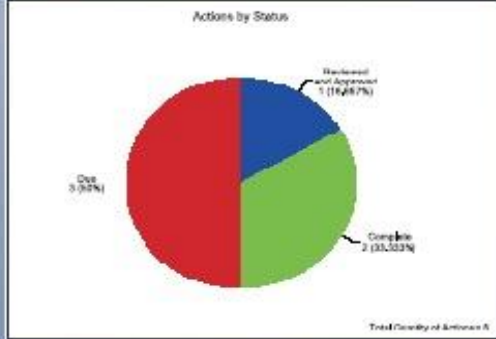
- پیمانکاران تعمیرات و نگهداری
- موسساتی که با ایمنی سروکار دارند
- صنایع مهمان پذیری
- بیمارستان ها و درمانگاهها

- مشتری نقش بسیار مهمی در ایجاد هر گونه تغییر در سرویس خواهد داشت زیرا ممکن است به علت نارضایتی خدمت متوقف شود.

- زمان اولین خدمت بسیار مهم است زیرا تا آن زمان هر گونه تغییر یا اصلاح در ارائه خدمت واقعه‌ی مهمی تلقی نمی‌شود.

شناختن مشخصات خدماتی از راه‌های زیر امکان پذیر است:

- **Benchmarking:** ممکن است محک زدن رقبا و شرکت‌های مشابه در شناسایی و ارائه خدمت بهتر به مشتریان مؤثر باشد.
- **QFD:** از این روش می‌توان برای شناسایی نیازمندیهای مشتریان و خواسته‌های خاص آنان به کار گرفت.
- **مطالعه بازار:** با استفاده از این روش با مدل‌هایی ریاضی می‌توانیم نیازهای بازار را مطالعه و بررسی کنیم.



Project Explorer

ID	Name	Based on Profile	Description
1.1	Design FMEA	11700 DFMEA	This sample project was prepared based on the Design FMEA (DFMEA) on page 37 of the SAE J1709 guidelines.
1.2	Process FMEA	ADAG PFMEA	This sample project was prepared based on the Process FMEA (PFMEA) on page 70 of the ADAG FMEA-2 guidelines.
1.3	Machinery FMEA	11700 MFMEA	This sample project was prepared based on the Machinery FMEA (MFMEA) on page 63 of the SAE J1709 guidelines.

نرم افزار XFMEA

FMEA Hierarchy - Front Door L.H.

Potential Cause(s) (Mechanism(s) of Failure)	Q	O	SMA	Current Design Controls	Control Type	Recommended Action(s)	Responsibility	Target Completion Date
Upper edge of protective was application specified for inner door panels to stop on.	5	7	245	Vehicle general durability test veh. T-112 + 100 T-301	Detection	Add laboratory accelerated corrosion testing	A. Tire Body Inrg	2/25/2005
Insufficient war thickness specified.	4	7	196	Vehicle general durability testing - in above.	Detection	Add laboratory accelerated corrosion testing	A. Tire Body Inrg	3/20/2005
Intercooler war formulation specified.	2	2	28	Physical and Chem. Lab test - Report No. 1265.	Detection	Conduct Design of Experiments (DOE) on war thickness.	A. Tire Body Inrg	3/29/2005
Entrapped air prevents war from entering corner/plug access.	5	8	200	Design and investigation with nonfunctioning spray head.	Detection	Add beam evaluation using production spray equipment and specified temp.	Body	
War application plug door drain holes.	3	1	21	Laboratory test using "worst case" war application and hole size.	Detection			

FMEA Hierarchy - Front Door L.H.

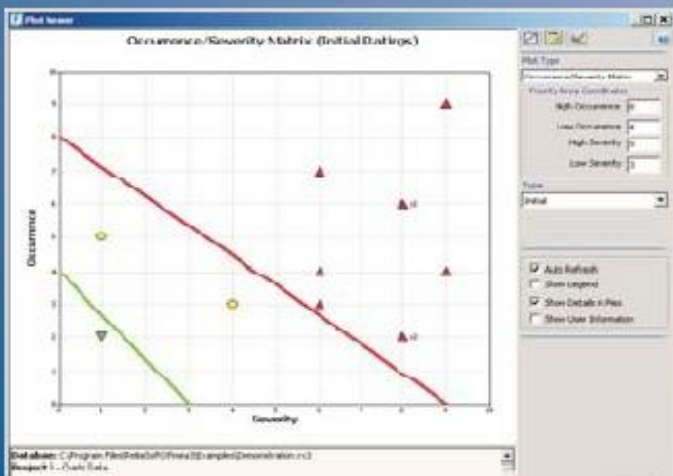
Description:

- Ingress to and egress from vehicle.
- Occupant protection from weather, noise, and side impact.
- Support anchorage for door hardware including mirror, hinges, latch and window regulator.
- Provide proper surface for appearance (e.g. paint) and soft top.
- Controlled interior lower door panels.
- Detached life of door leading to:
 - Unstable appearance due to ruff through light over time.
 - Impaired function of interior door hardware.
 - Upper edge of protective war application specified for inner door panels is too low.
 - Insufficient war thickness specified.
 - Spray gun/water formulation specified.
 - Entrapped air prevents war from entering corner/plug access.
 - War application plug door drain holes.
 - Insufficient war thickness prevents for upper head access.

POTENTIAL FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (DFMEA)

Project: Automobile
 FMEA Number: 1118
 Design Responsibility: Body Structural
 Prepared by: J. Tab - 10412 - Body Strg
 Date: 1997-08-14
 FMEA Date (Orig): 1997-02-19
 Rev: 10 552

Item No.	Item Description	Severity	Occurrence	Detection	RPN	Recommended Action	Responsible	Target Date	Actual Date	SA	OP	PL	TR
1	Upper edge of protective war application specified for inner door panels is too low.	5	7	245	245	Add laboratory accelerated corrosion testing	A. Tire Body Inrg	2/25/2005					
2	Insufficient war thickness specified.	4	7	196	196	Add laboratory accelerated corrosion testing	A. Tire Body Inrg	3/20/2005					
3	Entrapped air prevents war from entering corner/plug access.	5	8	200	200	Add beam evaluation using production spray equipment and specified temp.	Body						
4	War application plug door drain holes.	3	1	21	21	Laboratory test using "worst case" war application and hole size.							



ReliaSoft's Xlmea - C:\1\Demonstration.rtf

File Edit Window Help

New Database Open Database View Project Explorer Exit

Project Explorer

Project

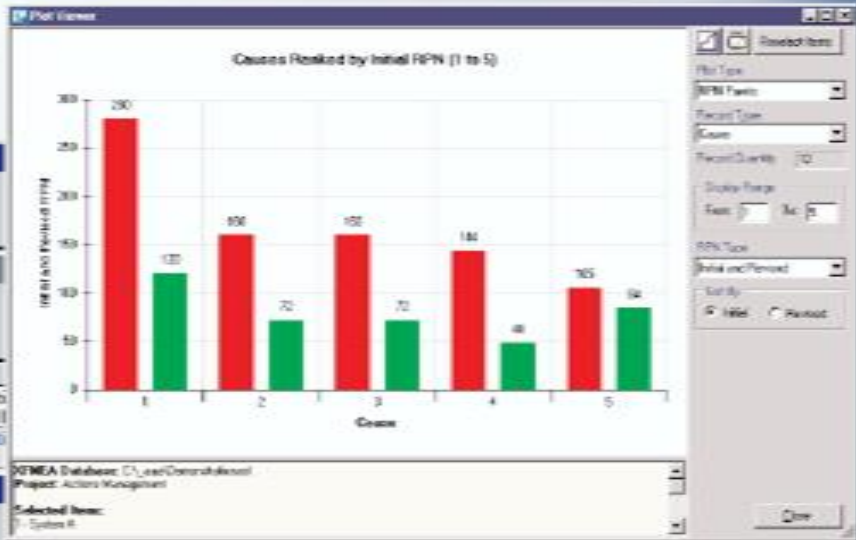
Name	Based on Profile	Description
Automotive DFMEA	J1739 DFMEA	This sample project is based on the sample standard (DFMEA) published in the SAE J1739 and AIAG FMI
Automotive MFMEA	J1739 MFMEA	This sample project is based on the sample standard (MFMEA) published in the SAE J1739 guidelines.

Automotive DFMEA

Project Edit View System Hierarchy Function Failure Effect Cause

System Hierarchy

Name	RPNi	RPNf
1 Automobile	918	112
2 Body Closure	918	112
3 Front Door LH	918	112



FMEA Report Generation

Selection(s) to include in the report

Name
1 Automobile
2 Body Closure
3 Front Door LH

Select From:

- FMEA Report Summary
- Finding Criteria and Descriptions
- Front and Backstop Properties
- Item
- FMEA Spreadsheets
 - Select Style: J1739
- Failure Effects
 - Sort By: Severity (Initial)
- Failure Causes
 - Sort By: Cause RPN (Initial)
- Actions (Summary)
 - Sort By: Action Number
- Action Details
 - Recommended Action(s)
 - Target Completion Date
 - Responsibility
- Content Details
 - Action Taken
 - Item and Cause Number

Select All Items | Deselect All Items

Select Output Type

- Microsoft Word Document
- Microsoft Excel Spreadsheet

Generate Report | Close | Help

FMEA Hierarchy

Description	RPNi	RPNf
1 Ingress to and egress from vehicle.		
2 Occupant protection from weather, noise and side impact		
3 Support anchorage for door hardware including minor hinges, latch and window regulators.		
4 Provide proper surface for appearance items - paint and soft trim.		
5 Corroded interior lower door panels.		
6 Deteriorated life of door leading to: 1) Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time. 2) Impaired function of interior door hardware.		
7 Upper edge of protective wax application specific inner door panels is too low.		
8 Insufficient wax thickness specified.		
9 Inappropriate wax formulation specified.		
10 Entrapped air prevents wax from entering corner's access.		
11 Insufficient room between panels for spray head access.		

Context Menu:

- Add Function... F5
- Invert Function
- Edit Function Shift+F5
- Add Function Group
- Invert Function Group
- Add Failure F5
- Copy Ctrl+C
- Paste Ctrl+V
- Delete Delete
- Expand
- Collaps

DFMEA Project: Design DFMEA Example

Project Edit View System Hierarchy Function Failure Check Case

Hierarchical View

System Hierarchy			DFMEA Hierarchy		
Δ #	Name		Δ #	Description	FPN#
1000	System		1	Ingress to and egress from vehicle	
1100	Body Structures		2	Occupant protection from weather, noise and side impact	
1110	Front Door LH		3	Support anchorage for door hardware including mirror, finger, latch and window regulator	
			4	Provide proper surface for appearance items	
			5	Paint and coat trim	1284
			1	Controlled interior lower door panels	1284
			1	Deteriorated life of door leading to 1) Unsubstantiated appearance due to rust through panel over time and 2) Impaired function of interior door hardware	1284
			1	Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low	294
			2	Insufficient wax thickness specified	196
			3	Inappropriate wax formulation specified	28
			4	Entrapped air prevents wax from creating corner/edge access	230

Automotive DFMEA

Project Edit View System Hierarchy Function Failure Check Case

Worksheet View

DFMEA Worksheet

Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Q	Current Design Controls	Control Type	Q	FPN#	Recommended Action(s)	Responsibility	Target Completion Date
Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low	6	Vehicle general durability test veh. 1-198, 1-109, 1-301	Detection	7	294	Add laboratory accelerated corrosion testing	A Tale Body Engg	12/5/2002
Insufficient wax thickness specified	4	Vehicle general durability test veh. 1-198, 1-109, 1-301	Detection	10	196	Add laboratory accelerated corrosion testing. Correlate with test for wax upper edge replication.	A Tale Body Engg	12/5/2002
						Conduct Design of Experiments (DOE) on wax thickness.	A Tale Body Engg	12/5/2002
Inappropriate wax formulation specified	2	Physical and Chem. Lab test - Report No. 1295	Detection	2	28	None	A Tale Body Engg	12/5/2002
Entrapped air prevents wax from creating corner/edge access	6	Design aid investigation with non-functional spray load.	Detection	8	230	Add team evaluation using production spray equipment and specified wax	Body Engg & Assy Ops	12/5/2002
Insufficient space between panels for spray head access	4	Design evaluation of spray head access.	Detection	4	112	Add team evaluation using design aid buck and spray head.	Body Engg & Assy Ops	12/5/2002

Detail Case

Case Name: 3- Front Door LH, H99-08004

Function: 1- Function Group

Failure: 1- Controlled interior lower door panels

Effect: 1- Deteriorated life of door leading to 1) Unsubstantiated appearance due to rust through panel over time, 2) Impaired function of interior door hardware

8- Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure

1- Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low

Decision Method:

Controlling Process:

Test Setup:

Dir:	Success	Detection:	100%
1-1	1-1	1-1	1-1

Review Plan:

Dir:	Success	Detection:	100%
1-1	1-1	1-1	1-1

Dir: 3- Review a 100% 12/5/02