
Safety and Reliability of Embedded Systems

(Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme)

FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)

Content

- ☐ Definition
- ☐ Accomplishment
- ☐ Literature

FMECA

Definition

- **Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA)** is a preventive method for the identification of problems, their risks and effects (DIN 25448, IEC 812)
- FMECA has the following goals:
 - Detection of hazards and problems
 - Identification of potential risks
 - Quantification of risks
 - Determination of corrective measures
- FMECA can be performed as **component FMECA** (e.g. for a hardware module), as **system FMECA** (e.g. for a medical device) or as **process FMECA** (e.g. for a system development process)

FMECA

Accomplishment

- FMECA is done in the following steps
 - **Fault analysis:** Collection of possible faults including available information about the type, causes and consequences
 - **Risk evaluation** with the aid of the risk priority number (RPZ)

$RPZ = \text{occurrence probability} * \text{severity of consequences} * \text{probability of non-detection}$

- If for the three influencing factors a value between 1 and 10 is used (1= no risk, minor occurrence; 10 = high risk, high occurrence), the RPZ is a value between 1 and 1000
- The risk priority number generates a ranking for the causes of faults
- Causes of faults with a high risk priority number are to be handled with priority

FMECA

Accomplishment

- **Formulate proposed actions**
 - Gear proposed solutions towards fault prevention
 - High occurrence probabilities of faults: An improvement is definitely necessary (also in the case of low severity and high detection probability)
 - High severity: In this case corrective measures are also required because of the consequences
 - High non-detection probability: Improvement of detection probability by suitable analytical instruments
- **Decide for actions**
- **Analyze residual risk (recalculate RPZ)**
- **Conduct cost-benefit analysis**
- **Comparison of RPZ before and after the improvement**
- **Relate obtained improvement to invested effort**

FMECA Accomplishment

Bewertung	Bedeutung (B)	Auftretenswahrscheinlichkeit (A)	Entdeckungswahrscheinlichkeit (E)	p(E)
	Beschreibung	Beschreibung	Beschreibung	
10	Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze	Fehler nahezu sicher; zahlreiche Konstruktionen bekannt gleichen oder ähnlichen Konstruktionen bekannt	Keine Entdeckungsmaßnahmen bekannt oder geplant	<90%
9	Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze möglich	Sehr große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Entdeckung möglich aber unsicher	90%
8	Totaler Funktionsausfall, Kunde sehr verärgert	Große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Sehr geringe Wahrscheinlichkeit	
7	Funktionen stark eingeschränkt, Kunde verärgert	Mäßig große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Geringe Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung	98%
6	Ausfall einzelner Hauptfunktionen, Kunde ziemlich verärgert	Mittlere Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Nahezu mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	
5	Mäßige Einschränkung des Gebrauchsnutzens, Kunde etwas verärgert	Gelegentliche Fehler wahrscheinlich	Mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	
4	Gebrauchsnutzen wenig eingeschränkt, Kunde verdrossen	Wenige Fehler wahrscheinlich	Mäßig hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	99,7%
3	Gebrauchsnutzen geringfügig eingeschränkt, Kunde leicht verdrossen	Sehr wenige Fehler wahrscheinlich	Hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	
2	Auswirkung sehr gering, Kunde kaum berührt	Fehler selten	Sehr hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	99,9%
1	Kunde bemerkt Auswirkungen nicht	Fehler unwahrscheinlich, ähnliche Konstruktionen bisher ohne Fehler.	Nahezu sichere Entdeckung	99,99%

FMECA Accomplishment

Kopfdaten:		Konstruktions-FMEA ☐	Prozess-FMEA ☒	Produkt-/Prozess-Benennung					Ersteller/Ausgabestand usw.		
Fehler-Ort Teil/Arbeitschritt	Fehler-Art	Fehler-Folge	D	Fehler-Ursache	Derzeit Verhütung, A Prüfmaßn.	(IST) A B E RPZ	Empfohlene Maßnahme △ (A, B, E)	Verantw. Termin	Verbessert (NEU) eingeführte Maßnahme A B E RPZ		
1 Beispiel Spule wickeln (gleichförmig wickeln gem. Anweisung 014.325)	2 Windungszahl zu hoch	3 Spulenwider- stand zu hoch → Rel. zieht nicht an → Ausfall	4	5 Zähler für Windungszahl setzt aus	6 Zähler periodisch kalibrieren	7 8 9 10	11 Zählergetriebe säubern (3 * 8 * 8 = 192)	12 Fert.-Techn. 30.9.	13 Neuer Zähler + Regelung 1.10.	14 15 16 17	
Wo könnte etwas nicht i.o. sein?		Wie würde sich der Fehler äußern?		Was könnte im Fehler- fall passieren?		Wie würde der Fehler/ Folge entstehen?		Welche Maßnahmen sind bezgl. Serienfert. vorgesehen?		Welches Risiko?	
Einflüsse		Wie würde sich der Fehler äußern?		Was könnte im Fehler- fall passieren?		Wie würde der Fehler/ Folge entstehen?		Welche Maßnahmen sind bezgl. Serienfert. vorgesehen?		Welches Risiko?	
Struktur		Fehlerbeschreibung		Bewertung		Empfehlungen		Neubewertung		Erfolgskontrolle	

FMECA

Literature

- DIN 25448, Ausfalleffektanalyse (Fehler-Möglichkeiten- und -Einfluß-Analyse), Berlin: Beuth Verlag, Mai 1990
- IEC 812, Analysis Techniques for System Reliability - Procedure for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), International Electrotechnical Commission, 1985
- Liggesmeyer, Qualitätssicherung softwareintensiver technischer Systeme, Heidelberg: Spektrum-Verlag, 2000
- Mäckel O., Software-FMEA: Chancen und Nutzen der FMEA im Entwicklungsprozess, QZ Qualität und Zuverlässigkeit, Januar 2001, pp. 65 – 68