
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 = occurrence probability * severity of consequences * 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)	
	Beschreibung	Beschreibung	Beschreibung	p(E)
10	Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze	Fehler nahezu sicher; zahlreiche Fehler mit 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/Arb.schritt	Fehler- Art	Fehler- Folge	D	Fehler- Ursache	Derzeit Verhütungs- Prüfmaßn.	(IST)			Empfohlene Maßnahme △ (A, B, E)	Verantw. Termin	Verbessert (NEU) eingeführte Maßnahme					
						A	B	E				RPZ	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 Zähler für Windungszahl setzt aus	6 Zähler periodisch kalibrieren	7 6	8 8	9 8	10 384	11 Zählergetriebe säubern (3-8 MB = 192)	12 Fert.-Techn. 30.9.	13 Neuer Zähler + Regelung 1.10.	14 2	15 8	16 4	17 64
Wo könnte etwas nicht i.o. sein?		Wie würde sich der Fehler äußern?		Was könnte im Fehler-falle passieren?		Warum würde der Fehler/Folge entstehen?		Welche Maßnahmen sind bezgl. Serienfert. vorgesehen?		Welches Risiko?		Welche Maßnahmen wurden Wann realisiert?		Welches Risiko?		
Einflüsse								A B E RPZ		Was sollte Wer bis Wann erledigen?				A B E RPZ		
Struktur					Fehlerbeschreibung					Bewertung		Empfehlungen		Neubewertung		
										Erfolgskontrolle						

FMECA Literature

- ☐ DIN 25448, Ausfalleffektanalyse (Fehler-Möglichkeits- 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