Safety and Reliability of Embedded Systems

(Sicherheit und Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme)

Fehlermöglichkeits-, -einfluß und –kritikalitätsanalyse

Fehlermöglichkeits-, -einfluß und –kritikalitätsanalyse (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA)

- Definition
- Durchführung
- Literatur

Fehlermöglichkeits-, -einfluß und –kritikalitätsanalyse (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA) Definition

- Vorbeugende Methode zur Erfassung von Problemen, deren Risiken und Auswirkungen
- Risikobewertung mit Hilfe der Risikoprioritätszahl:
  RPZ = Eintrittswahrscheinlichkeit * Gewicht der Folgen * Wahrscheinlichkeit des Nichtentdeckens
- Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen
- Maßnahmen beschließen
- Restrisiko analysieren (erneute Berechnung der RPZ)
- Kosten-/Nutzen-Analyse durchführen

FMECA (DIN 25448, IEC 812) Definition

- Die Fehlermöglichkeits-, -einfluss- und -kritikalitätsanalyse (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis, FMECA) ist eine vorbeugende Methode zur Identifikation von Problemen, deren Risiken und Auswirkungen. Sie verfolgt folgende Ziele:
  - Erkennung von Risiken und Problembereichen
  - Identifizieren von Risikopotentialen
  - Quantifizierung von Risiken
  - Findung von Abhilfemaßnahmen
- Eine FMECA kann als Komponenten-FMEA (z. B. für eine Baugruppe), als System-FMEA (z. B. für ein Medizingerät) oder als Prozess-FMEA (z. B. für einen System-Entwicklungsprozess) durchgeführt werden.

FMECA
Durchführung

- Eine FMECA wird in den folgenden Schritten durchgeführt:
  - Fehleranalyse: Zusammenstellung möglicher Fehler einschließlich verfügbarer Information zu Art, Ursachen und Folgen
  - Risikobewertung mit Hilfe der Risikoprioritätszahl:

    RPZ = Eintrittswahrscheinlichkeit * Gewicht der Folgen * Wahrscheinlichkeit des Nichtentdeckens
    - Die RPZ ist ein Wert zwischen 1 und 1000, falls für die drei Einflussfaktoren ein Wert zwischen 1 und 10 verwendet wird (1= kein Risiko, geringe Ausprägung; 10 = hohes Risiko, hohe Ausprägung).
    - Die Risikoprioritätszahl bildet eine Rangfolge für die Fehler-ursachen.
    - Fehlerursachen mit einer hohen Risikoprioritätszahl sind vorrangig zu beseitigen.

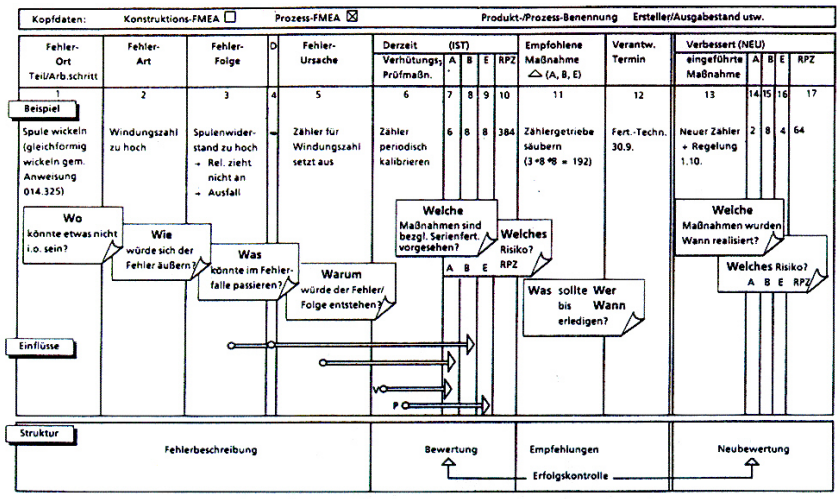
FMECA
Durchführung

- Maßnahmenvorschläge erarbeiten:
  - Lösungsvorschläge auf Fehlervermeidung ausrichten
  - Hohe Auftrittswahrscheinlichkeiten von Fehlern: Eine Verbesserung ist definitiv erforderlich (auch bei einem geringen Gewicht der Folgen und hoher Entdeckungswahrscheinlichkeit).
  - Hohes Gewicht der Folgen: Korrektur aufgrund der Auswirkungen ebenfalls erforderlich
  - Hohe Wahrscheinlichkeit des Nichtentdeckens: Wahrscheinlichkeit durch entsprechende Analyseinstrumente steigern
- Maßnahmen beschließen
- Restrisiko analysieren (erneute Berechnung der RPZ)
- Kosten-/Nutzen-Analyse
- Vergleich der RPZ vor und nach Einführung der Verbesserung
- Erzielte Verbesserung mit Aufwand in Beziehung setzen

FMECA
Durchführung

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
Durchführung



FMECA
Literatur

- 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 2000, 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