

DFMEA - Design Failure Mode and Effect Analysis

05.10.11

ORIENTIVO: Gestione del rischio → gestire il rischio di eventuali anomalie che in fase progettuale potrebbero provocare insuccesso al prodotto. Se nella fase di design non gestiamo il rischio che qualcosa non funzioni c'è la probabilità che sul finire del progetto si ritrovino problematiche e tempo dispendioso da risolvere.

AMBITO: Tutto il ciclo di progettazione e sviluppo del nuovo prodotto / servizio

Approccio sistematico alla VALUTAZIONE DEL RISCHIO

$$R = P * D \quad [€]$$

APPLICAZIONE: prevede input di analisi della valutazione richiesti dalla tecnica che sono CROSS-FUNZIONALI

È un'analisi BOTTOM-UP: parte dalla funzione o da una parte del prodotto e arriva fino alla valutazione dei rischi che determinati FAILURE (anomalie, guasti) possono impattare sulla funzione o sulla parte.

È utilizzato dal momento della progettazione sino alla fine del ciclo di vita del prodotto subendo costanti aggiornamenti.



1) Definizione della funzione o parte OGGETTO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI

2) FAILURE MODE: potenziali guasti e anomalie

3) EFFECT ANALYSIS: uno per ogni failure mode

4) G: grado di gravità, in una scala da 1 a 10 dove 1 equivale a una bassa gravità e 10 equivale a una gravità tale da compromettere la funzione o la soluzione tecnologica.

5) FAILURE CAUSES: cause probabili delle anomalie

6) P: probabilità in una scala da 1 a 10 dove 1 equivale a una bassa probabilità, mentre 10 equivale ad una probabilità elevata

7) DETECTION MEANS: mezzi per accorgersi dell'insorgenza del problema, come si può prevenire. Metodi che si adottano in modo da prevenire le cause che possono provocare failure.

8) R: indice di rilevabilità dell'efficacia del detection means in una scala da 1 a 10 dove 1 indica che il detection means è molto efficace mentre 10 che lo è poco

9) IPR: Indice di Priorità fra i 3 indici $R * P * G$ → non c'è correlazione

G1 PT RW
10 * 10 * 10 = 1000
↳ condizione peggiore

G1 PV RT
1 * 1 * 1 = 1
↳ nessuna azione da intraprendere

10) AZIONI DA PIANIFICARE se la soglia (= 90) prevista per l'IPR viene superata, se l'IPR > 90 all'azienda è richiesto di intervenire)

11) RESPONSABILE dello sviluppo delle azioni da pianificare)

12) rendicontazione delle AZIONI SVILUPPATE effettivamente,

in base a quello che è stato fatto abbiamo ancora G, P, R e IPR, se otteniamo un IPR < 90 il rischio è stato gestito efficacemente.

ESERCIZIO DFMEA (senza assemblea)

DESCRIZIONE NAUTAZIONE	EFFETTI MODE	EFFECT ANALYSIS	G	FAULT CAUSES	DETECT MEANS	R	IPR	AZIONI DA PIANIFICARE	G	P	R	IPR
disponibilità	NO TENS di lungo periodo	N/D	10	supplyer energia pedal cinture.	qualifica	10	200	controlla speciale	10	1	10	100
di	NO TENS di lungo periodo	N/D	10	pedal cinture ventilator	//	10	100					
di	guasto HW	N/D	10	guasto ventilator guasto motore pedal	spazio	4	240	Back-up	1	6	4	24
(gruppo di	anomalia nel SW	N/D	10	aprire pleurali	Expertist	2	120					
(continuità)				attacco Waldock	Preventiv	4	80					
	MANOMIS SIGNAL	N/D	10	Interferenza manipolazione Sceglitore	strenui interferenze Prevention	2	40					
								partecipare ai qualificati (comp. SW)	10	6	1	60

ESERCITAZIONE DEMEA pallina da golf

FAILURE MODE	EFFECT ANALYSIS	FAILURE CAUSES	DETECTION MEANS	R ₁	IPR ₁	AZIONI DA PIANIFICARE	G	P	R ₂	IPR ₂
		operai scelti	Design Review	1	20					
		progettanti (golferi esp.)	Utilizzo SN	1	20					
		Design Review	Design Review	8	420		10	7	1	70
		MD Validati		8	210	prototipo	10	7	1	70
		(piccoli esp.) operatori di progettazione	Design Review Utilizzo SN	5 2	480 160		10 10	8 8	1 1	80 80

potenziato

forma
duple)

potenziato

400 OK!

Esercitazione DFMEA

State progettando una nuova pallina da golf con prestazioni migliori rispetto a quelle già in commercio.

La scheda tecnica

Esistono 3 semplici specifiche di conformità cui i produttori di palline da golf devono attenersi riguardo al design:

1. Peso: non oltre i 45,92 grammi
2. Dimensione: diametro non inferiore a 4,26 centimetri
3. Simmetria sferica: deve volare allo stesso modo con diversi orientamenti

Scelte di progetto

La pallina da golf sarà costruita in 2 pezzi.

Le palle in 2 pezzi hanno un'anima in resina e un guscio in una seconda resina più dura. Sono studiate per ottenere la massima distanza grazie all'alta velocità e al basso spin (effetto rotatorio) su tutti i colpi.

Anche il materiale e lo spessore del rivestimento incidono sulle prestazioni della palla: come regola generale, se lo strato morbido è spesso la palla avrà un tocco morbido, sarà più lenta e avrà maggiore spin. Se lo strato duro è più spesso la palla avrà un tocco più duro, sarà più veloce e avrà meno spin.

Lo studio fatto con il QFD ha dimostrato che la VoC (Voice of Customer) si traduce in:

- Peso
- Diametro
- • Portanza
- Elasticità
- Affidabilità
- Estetica.

Il numero delle fossette (*dimple*), la loro forma, profondità e dimensioni e persino il modo in cui sono raggruppate hanno una grande influenza sul modo in cui la pallina vola e si comporta in aria. In termini aerodinamici, sono i bordi delle fossette a fare il lavoro. Aiutano a ridurre drasticamente quella scia di attrito *ruba-distanza*.

Lancio del Progetto

Durante i primi incontri del team di progetto, sono emersi i seguenti potenziali problemi:

- Scelte progettuali sbagliate
- Specifiche delle resine utilizzate non coerenti con le caratteristiche effettive dei prodotti utilizzati
- Errori di progettazione

Si è scelto di procedere con i seguenti tipi di controllo: (DETECTION MEANS)

- Design review
- Utilizzo materie prime validate
- Utilizzo degli strumenti SW tipo CAD e simulatori

Costruite la DFMEA per il caso di studio.

Calcolate l'indice IPR (Indice di Priorità del Rischio). L'azienda si è data la regola di IPR accettabile < 90 . Nel caso si trovino indici superiori, indicate azioni correttive (ulteriori controlli nella fase progettuale) con il fine di riportarli a livelli accettabili.

Esercitazione FTA (Fault Tree Analysis)

State progettando una nuova pallina da golf con prestazioni migliori rispetto a quelle già in commercio.

La scheda tecnica

Esistono 3 semplici specifiche di conformità cui i produttori di palline da golf devono attenersi riguardo al design:

1. Peso: non oltre i 45,92 grammi
2. Dimensione: diametro non inferiore a 4,26 centimetri
3. Simmetria sferica: deve volare allo stesso modo con diversi orientamenti

Scelte di progetto

La pallina da golf sarà costruita in 2 pezzi.

Le palle in 2 pezzi hanno un'anima in resina e un guscio in una seconda resina più dura. Sono studiate per ottenere la massima distanza grazie all'alta velocità e al basso spin (effetto rotatorio) su tutti i colpi.

Anche il materiale e lo spessore del rivestimento incidono sulle prestazioni della palla: come regola generale, se lo strato morbido è spesso la palla avrà un tocco morbido, sarà più lenta e avrà maggiore spin. Se lo strato duro è più spesso la palla avrà un tocco più duro, sarà più veloce e avrà meno spin.

Lo studio fatto con il QFD ha dimostrato che la VoC (Voice of Customer) si traduce in peso, diametro, portanza, elasticità, affidabilità, estetica.

Il numero delle fossette (*dimple*), la loro forma, profondità e dimensioni e persino il modo in cui sono raggruppate hanno una grande influenza sul modo in cui la pallina vola e si comporta in aria. In termini aerodinamici, sono i bordi delle fossette a fare il lavoro. Aiutano a ridurre drasticamente quella scia di attrito *ruba-distanza*.

Lancio del Progetto

Il team di progetto ha eseguito una DFMEA dalla quale sono emersi i seguenti possibili *fault* (*failure*):

- 1° liv
i fault
- Scelte progettuali sbagliate α
 - Specifiche delle resine utilizzate non coerenti con le caratteristiche effettive dei prodotti utilizzati β
 - Errori nei calcoli di progettazione γ
 - Dimensionamenti errati ϵ

Sempre attraverso la DFMEA sono emerse le seguenti possibili cause (errori nell'attuazione delle misure di controllo in grado di intercettare i *fault*):

- 2° liv
- Errori del progettista A 20%
 - Errori nel *design review* B 10%
 - Errori legati all'utilizzo del CAD C 1%
 - Errori sui test del prototipo D 5%
 - Errori nell'utilizzo materie prime validate E 2%

Costruite la FTA per il caso di studio analizzando la "risposta anomala" della pallina da golf, come *Top Event*.

In base alla FTA, calcolate la probabilità che errori commessi durante la progettazione portino alla realizzazione di una pallina da golf con una risposta al colpo non conforme alle specifiche.

PROBABILITÀ top event ?



fault nella risposta della pallina
al colpo

FTA - Fault Tree Analysis

Analisi dell'albero dei guasti, serve a valutare la probabilità di accadimento del top event

A differenza della DFMEA non ha un approccio BOTTOM-UP bensì TOP-DOWN (cioè si parte dal rischio per risalire alle possibili cause)

TOP EVENT: rischio negativo, ovvero al prodotto o all'azienda, se ne analizzano le cause dal punto di vista probabilistico

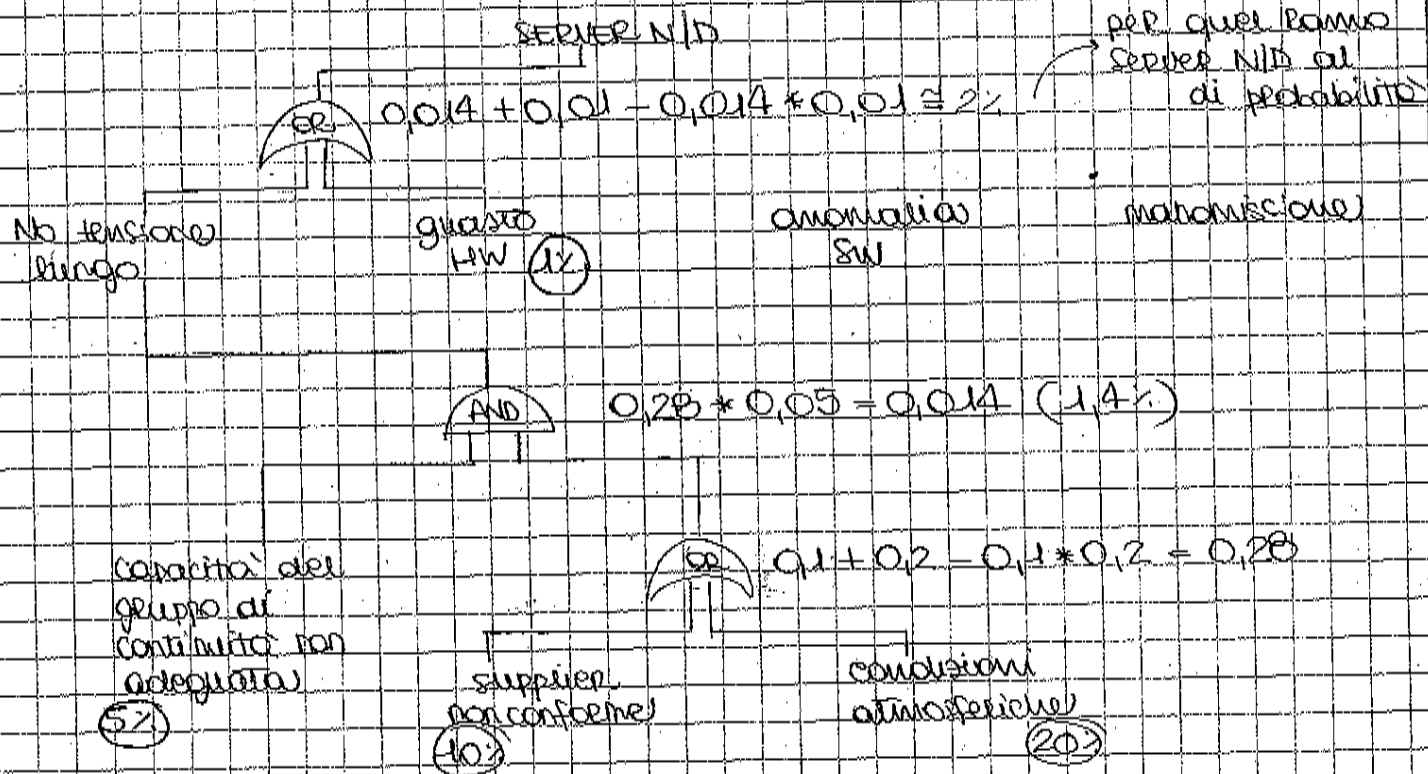
Il 1° livello deriva dalle Failure Mode della DFMEA

Per valutare la probabilità di accadimento se due eventi sono collegati con:

OR $P(OR) = P_A + P_B - P_A * P_B$

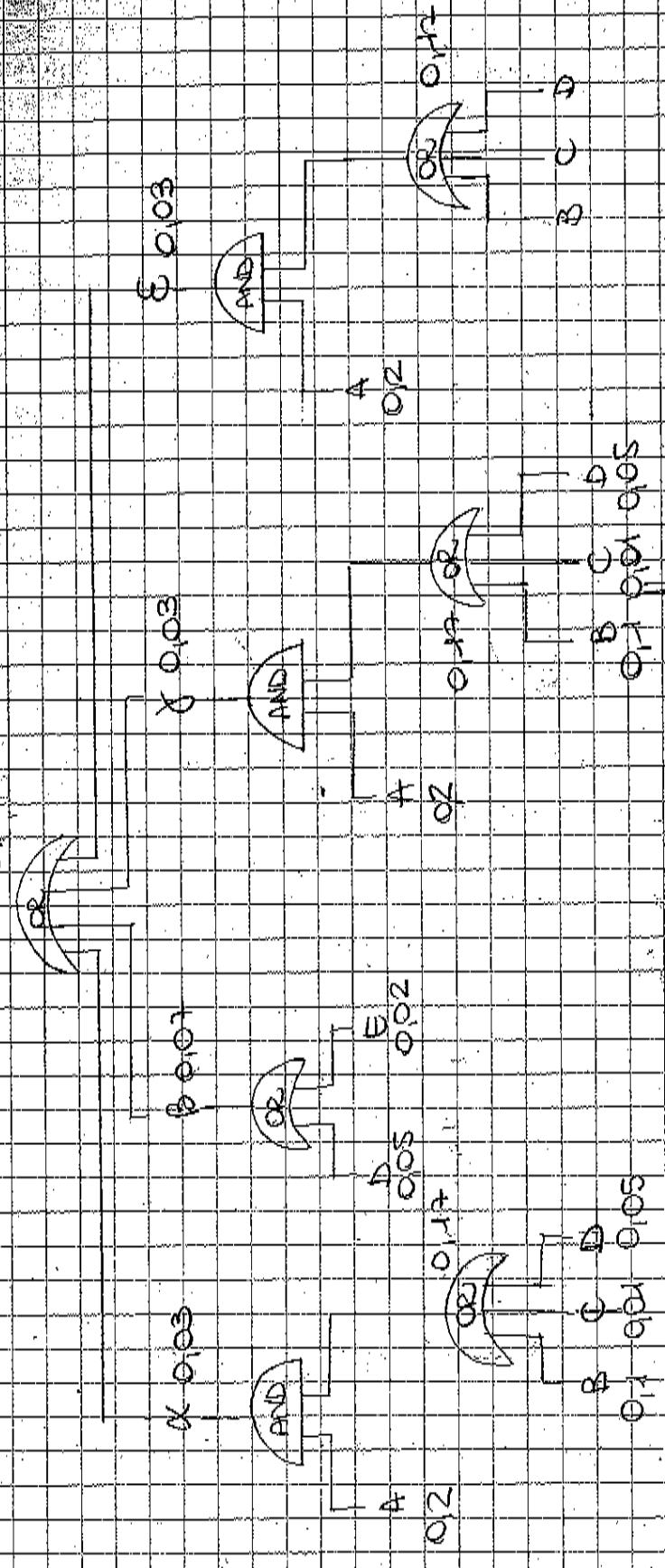
AND $P(AND) = P_A * P_B$

ESERCIZIO FTA - server aziendale



DISPOSTA ANOMIA → Pálina ou colpe
 Pálina, veuza, lípo líbu deuo

$0,16 \approx 16\%$



$B+C+D = BC+CD+BD = 0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1 = 0,1665$

$P = 0,05 + 0,02 + 0,05 * 0,02 = 0,071$

DISPOSTA ANOMIA = $0,03 + 0,07 + 0,03 + 0,03 + 0,03 * 0,07 + 0,03 * 0,03 + 0,03 * 0,03 + 0,07 * 0,03 + 0,07 * 0,07$
 $+ 0,03 * 0,03 = 0,166$

$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \alpha\beta + \alpha\gamma + \alpha\delta + \beta\gamma + \beta\delta + \gamma\delta + \alpha\beta\gamma + \alpha\beta\delta + \alpha\gamma\delta + \beta\gamma\delta + \alpha\beta\gamma\delta$

Progetto e Misura della Qualità

TOP	FAULT nella risposta della pallina al colpo	$P_{TOP} = \varnothing$
1	Scelta progettuale sbagliata	$P_1 = \varnothing$
2	Specifiche del fornitore MP non verifiere	$P_2 = \varnothing$
3	Calcoli di progettazione errati	$P_3 = \varnothing$
4	Dimensionamenti errato	$P_4 = \varnothing$
5	Errore del progettista	$P_5 = 0,2$
6	FAULT - Design review	$P_6 = 0,1$
7	FAULT - CAD	$P_7 = 0,01$
8	FAULT - Test prototipo	$P_8 = 0,05$
9	FAULT - Utilizzo MP validate	$P_9 = 0,02$

Progetto e Misura della Qualità

