

XVII Congreso de **Confiabilidad**

25 y 26 de noviembre de 2015. Parque Científico
y Tecnológico de Bizkaia. Zamudio (Bizkaia)





OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA FIABILIDAD (RCM) USANDO FIDES

Marta Fernández Campo

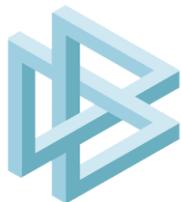
Ingeniero de RAMS





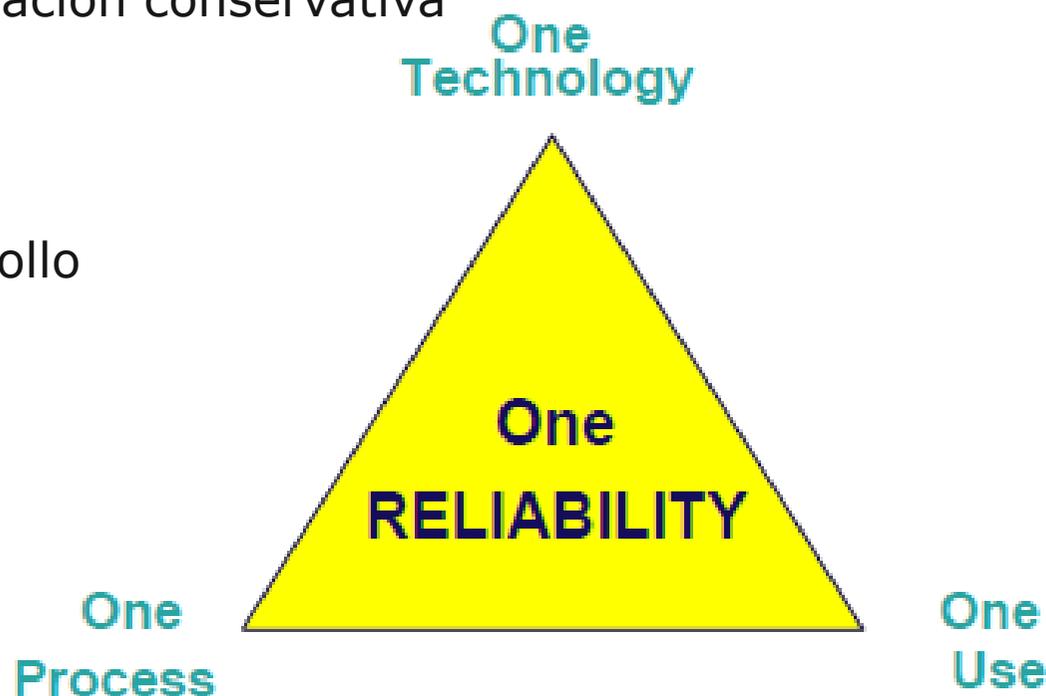
ESTIMACIÓN DE FIABILIDAD

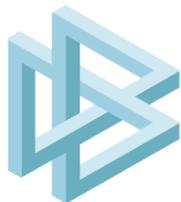
- La estimación de la fiabilidad necesaria para conocer el comportamiento de los sistemas críticos
- Existen múltiples metodologías
- Elección en base a las necesidades del proyecto
- Aspectos relevantes de una buena metodología
 - Valoración realista de los factores influyentes
 - Consideración del nivel de calidad de los procesos de desarrollo y operación
 - Uso de datos apropiados y actualizados
 - Mejora continua y control de la fiabilidad en todo el ciclo de vida



MÉTODO FIDES

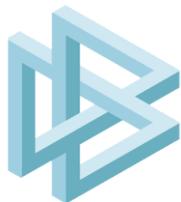
- Estimación de la fiabilidad de componentes de sistemas electrónicos
- Desarrollado en 2004 en el sector aeronáutico y espacial por Airbus, Thales y otras empresas
- Basado en la física de los fallos.
- Aproximación realista frente aproximación conservativa
- Factores principales de evaluación
 - Las condiciones del entorno de operación del producto
 - La calidad del proceso de desarrollo durante todo el ciclo de vida
 - Tecnología utilizada





Parámetros FIDES

- Condiciones entorno de operación
 - Temperatura ambiente
 - Humedad relativa
 - Variación de temperatura
 - Duración de los ciclos de variación térmica
 - Vibraciones
 - Contaminación
 - Hermeticidad
- Procesos
 - Factor de proceso: Controla la madurez de un fabricante a la hora de controlar su proceso global de control de la calidad y de la fiabilidad
 - Factor de aplicación
 - Factor de robustez: Capacidad del proceso para mitigar riesgos adicionales en el desarrollo del sistema
- Tecnología utilizada



Perfil operacional

- Mayoría de standards calculan la fiabilidad para un único régimen de operación, ignorando variaciones operativas o del entorno
- FIDES permite la caracterización precisa de todas los factores que influyen, para cada fase de operación.
- Se evalúa el MTBF en base a la contribución combinada de todas las fases.

Ejemplo: Sistema industrial de control distribuido

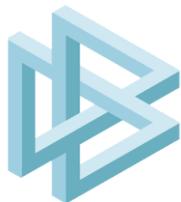
		Monitorización	Distribución	Latencia
Entorno	Temperatura ambiente (°C)	30	55	15
	Humedad relativa (%)	30	30	80
	dT (°C)	15	25	10
	Número de ciclos	350	1400	365
	Duración del ciclo	7	2,5	7,7
	Temperatura máxima (°C)	30	55	20
	Vibraciones aleatorias (grms)	0,1	0,1	-
	Contaminación salina	Baja	Baja	Baja
	Contaminación ambiental	Alta	Alta	Alta
Contaminación del producto	Moderada	Moderada	Moderada	
Proceso	Nivel de protección	No hermético		
	Factor de proceso	3,9988		
	Factor de aplicación	2,6459		
	Factor de robustez	1,5947		



Influencia del entorno y de los procesos en el MTBF

- Debido a la incertidumbre propia de las fases iniciales de diseño, la incertidumbre obliga a asumir hipótesis sobre las condiciones futuras desconocidas
- Diferentes hipótesis conllevan diferencias significativas en el MTBF
- Hipótesis conservativas penalizan el MTBF, y en consecuencia los costes

Como ejemplo, se presenta la simulación del comportamiento del sistema en un entorno más agresivo y otro más benévolo muestran una gran dispersión de los resultados a partir pequeñas variaciones de las condiciones de entrada



Ejemplo práctico

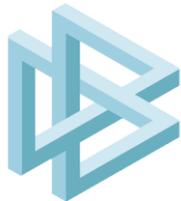
Set1: entorno favorable

- Temperatura en fase monitorización y distribución 5°C más baja
- Impacto: 28% más de MTBF

Set2: entorno desfavorable

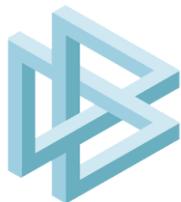
- Temperatura en todas las fases 5°C más alta
- Humedad relativa un 20% mayor
- Impacto: 25% menos de MTBF

Factores		Set 0			Set 1			Set 2		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Entorno	Temperatura ambiente (°C)	30	55	15	25	50	15	35	60	20
	Humedad relativa (%)	30	30	80	30	30	80	50	50	80
	dT (°C)	15	25	10	15	25	10	15	25	10
	Número de ciclos	350	1400	365	350	1400	365	350	1400	365
	Duración del ciclo	7,0	2,5	7,7	7,0	2,5	7,7	7,0	2,5	7,7
	Temperatura Máxima (°C)	30	55	20	30	55	20	30	55	20
	Vibraciones aleatorias (gmrs)	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0
	Contaminación salina	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
	Contaminación ambiental	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Contaminación del producto	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Proceso	Nivel de protección	No hermético			No hermético			No hermético		
	Factor de proceso	3,9988			3,9988			3,9988		
	Factor de aplicación	2,6459			2,6459			2,6459		
	Factor de robustez	1,5947			1,5947			1,5947		
MTBF (h)		373809			481870			282377		
MTBF/MTBF0		-			128%			75,5%		



Revisión periódica de la fiabilidad

- Es crucial incluir condiciones operacionales realistas en el análisis.
- Estimaciones sucesivas del MTBF durante la etapa de servicio.
- Esta estrategia permite:
 - Implementar condiciones reales de operación
 - Minimizar desviaciones cometidas en las hipótesis en la fase de diseño
 - Incluir anomalías temporales en las condiciones de operación
 - Conseguir un análisis de fiabilidad ajustado a la realidad

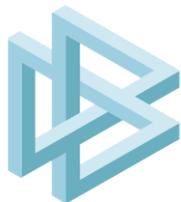


Optimización conjunta de las condiciones operacionales y del plan de mantenimiento

- Actuaciones sobre el entorno operacional o los procesos del sistema mejoran el MTBF
- FIDES permite evaluar el impacto de las actuaciones
- FIDES como herramienta para decidir qué mejoras operacionales y de proceso conviene implementar para mejorar el MTBF

Ejemplo: Set3

- Disminución de 3°C en las fases de monitorización y distribución
- Mejora de los factores de proceso, aplicación y robustez
- Mejora del MTBF en un 87%



Mantenimiento basado en fiabilidad

- Las estrategias basadas en FIDES se pueden encajar con RCM.
- RCM combina mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la confiabilidad y la seguridad del sistema, optimizando los costes de mantenimiento y mejorando la calidad del producto.
- Basado en las siguientes etapas:
 - 1. Definición del concepto operacional.
 - 2. Enumeración de las funciones.
 - 3. Evaluación de la criticidad
 - 4. Elaboración de un plan de mantenimiento seleccionando el tipo de mantenimiento adecuado para cada componente
 - 5. Implementación del plan
 - 6. Seguimiento y evolución de la estrategia de mantenimiento.
- Dado que FIDES hace un análisis ajustado a la realidad, y a su capacidad de adaptación del análisis, se puede optimizar la planificación de acciones de mantenimiento preventivo



Conclusiones

- La predicción de la fiabilidad de un sistema es un factor crucial en el desarrollo de sistemas críticos
- La dispersión en los resultados depende de la precisión de las hipótesis
- FIDES permite tener en cuenta factores de desarrollo y operacionales, junto con la caracterización física del sistema, para cada fase.
- El análisis periódico con FIDES minimiza la dispersión de los resultados y permite adaptar de forma dinámica la estrategia de mantenimiento.
- FIDES es una herramienta para planificar cambios en los procesos y en el entorno teniendo en cuenta el impacto en la fiabilidad
- Mediante el uso combinado de FIDES y RCM es posible optimizar la estrategia de mantenimiento durante todo el ciclo de vida, mejorando la gestión y los costes del proyecto, garantizando la fiabilidad.



iGracias!

Marta Fernández
RAMS Team

gmv[®]
INNOVATING SOLUTIONS