

CONTENIDO

Mensaje del Editor	V
El Autor	VII
Contenido página Web.....	XVII
Código Web.....	XVIII
Prólogo.....	XIX

PRIMERA PARTE

EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN..... 1

Introducción	2
--------------------	---

CAPÍTULO 1

Evolución del mantenimiento 3

1.1 Historia de hechos relevantes que inciden en el mantenimiento vigente.....	4
1.1.1 La ingeniería y las tareas de mantenimiento, OIT.....	5
1.1.2 Historia sucinta de hechos de la ingeniería mecánica asociados a mantenimiento	6
1.1.3 Historia	6
1.1.4 Diferentes culturas.....	6
1.1.5 Renacimiento	7
1.1.6 Revolución Industrial	7
1.1.7 Motores y máquinas de vapor	8
1.1.8 Motor de combustión interna.....	8
1.1.9 Aviación	9
1.1.10 Era espacial	10
1.1.11 Época actual.....	11

CAPÍTULO 2

Enfoques recientes de mantenimiento y de producción 13

2.1 Enfoque hacia las acciones de mantenimiento, etapas I y II.....	13
2.2 Enfoque hacia la organización táctica de mantenimiento, etapa III	15
2.3 Enfoque integral logístico de creación de una estrategia de mantenimiento, etapa IV.....	16
2.4 Enfoque hacia las habilidades y competencias de mantenimiento, etapa V	17
2.5 Enfoque hacia la gestión de activos, etapa VI	18
2.5.1 Activos y pasivos	18
2.5.2 De gestión de pasivos a gestión de activos.....	20

2.5.3	La terotecnología.....	22
2.6	La evolución organizacional y estructural de mantenimiento.....	26
2.7	Importancia económica y tecnológica de mantenimiento.....	30
2.8	Definiciones y significados.....	35
2.9	Gestión y mantenimiento.....	36
2.10	Función y objetivo de mantenimiento	38
	RESUMEN	39
	PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS.....	40

SEGUNDA PARTE

ENFOQUE SISTÉMICO E INTEGRAL -CMD..... 41

	Introducción	42
--	--------------------	----

CAPÍTULO 3

Sistema kantiano de mantenimiento..... 45

3.1	Unidad de producción.....	47
3.2	Unidad de mantenimiento.....	48
3.3	Sistema integral de mantenimiento.....	50
	3.3.1 Categorización del mantenimiento	52
	3.3.2 Cuerpo y función de los equipos. Efectos del espacio y del tiempo.....	54
3.3	Niveles del mantenimiento	56
3.4	Estructura, relaciones y elementos	58
	3.4.1 Relaciones.....	58
	3.4.2 Interacción - CMD.....	62
	3.4.3 Métodos de predicción CMD.....	62

CAPÍTULO 4

Disponibilidad..... 67

4.1	Modelo universal para pronosticar CMD	71
	4.1.1 Diferentes disponibilidades de mayor uso empresarial.....	77

CAPÍTULO 5

Confiability - Mantenibilidad CMD - Estimación de $F(t_f)$ y $M(t_f)$ 95

5.1	Confiability - fallas	95
5.2	Probabilidad	96
5.3	Desempeño satisfactorio	96
5.4	Período	96
5.5	Condiciones de operación.....	97
5.6	Curva de confiability	97
5.7	Ejemplo de cálculo y obtención de curva de confiability.....	98
5.8	Mantenibilidad – Reparaciones	104
5.9	Curva de la bañera o de Davies	106
5.10	Curva de mantenibilidad.....	109

5.11	Estimación de no confiabilidad - $F(t)$ y de mantenibilidad - $M(t)$	114
5.12	Métodos de estimación y cálculo de la no confiabilidad y de la mantenibilidad	120
5.13	Recomendaciones y mejores prácticas con los métodos de estimación de $F(t)$ y $M(t)$	135
	RESUMEN	137
	PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS	137

TERCERA PARTE

PARÁMETROS Y DISTRIBUCIONES - CMD 139

Introducción	140
--------------------	-----

CAPÍTULO 6

Estimación de parámetros - Weibull - LogNormal y Normal 141

6.1	Método gráfico de papel de Weibull o Allen-Plait	142
6.2	Fundamentos de la distribución de Weibull	142
6.3	Curvas características de Weibull	143
6.4	Lectura de los parámetros η y β en el papel de Weibull	148

CAPÍTULO 7

Uso del método de regresión lineal con mínimos cuadrados para alinear la función de probabilidad de fallas 157

7.1	Criterios de calidad de la alineación	159
7.1.1	Ajuste	159
7.1.2	Error típico o variación o error estándar del estimado	159
7.1.3	Coefficiente de determinación muestral r^2 y ajustado	160
7.1.4	Coefficiente de correlación	161

CAPÍTULO 8

Transformaciones en Weibull, LogNormal y Normal, para obtener parámetros por regresión 163

8.1	Distribución de Weibull	163
8.1.1	Parámetros de vida útil y de reparaciones en Weibull	164
8.2	Distribución Normal	169
8.2.1	Parámetros de vida útil y de reparaciones en Normal	170
8.3	Distribución LogNormal	175
8.4	Distribución exponencial	183
8.5	Distribución Gamma	184

CAPÍTULO 9

Método de máxima verosimilitud, MLE 195

9.1	Método de máxima verosimilitud - MLE	195
-----	--	-----

CAPÍTULO 10

Pruebas de bondad de ajuste - Goodness of Fit 201

10.1	Kolmogórov-Smirnov.....	201
10.2	Anderson-Darling	203
10.3	J^2 - Chi cuadrado	205

CAPÍTULO 11

Estimaciones de sistemas o equipos en serie y paralelo	207
11.1 Estructura en serie.....	208
11.2 Estructura en paralelo o redundante activa.....	210
11.3 Estructura en StandBy	211
11.4 Estructura mixta.....	211
RESUMEN	216
PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS.....	216

CUARTA PARTE

APLICACIONES CMD - ESTRATEGIAS Y ACCIONES 219

Introducción	220
--------------------	-----

CAPÍTULO 12

Desarrollo de ejercicio integral CMD.....	221
--	------------

CAPÍTULO 13

Comportamiento futuro - Nuevos cálculos.....	233
---	------------

CAPÍTULO 14

Estrategias y acciones derivadas del CMD - Análisis de confiabilidad - Beta 237

14.1 Análisis de la confiabilidad influenciada por reparaciones futuras estimadas de corto plazo	237
14.2 Análisis de la confiabilidad influenciada por los mantenimientos planeados futuros estimados de corto plazo	238
14.3 Análisis de la función de mantenibilidad influenciada por las reparaciones TTR estimadas en el corto plazo	241
14.4 Análisis de la mantenibilidad influenciada por las tareas proactivas planeadas estimadas en el corto plazo	242
14.5 Recomendaciones estratégicas de acciones y fática para el ejercicio integral de A_0	244

CAPÍTULO 15

Análisis histórico, presente y futuro cercano de parámetros del ejercicio integral..... 245

15.1 Estrategias y acciones futuras.....	245
15.2 Pronósticos de indicadores CMD de corto plazo.....	249
15.2.1 Pronósticos con series temporales	249
15.2.2 Clases de métodos futurísticos, según el tiempo por evaluar.....	250
15.2.3 Modelos AR.I.MA - Metodología de Box-Jenkins.....	254
15.2.4 Características de los AR.I.MA.....	255
15.2.5 Descripción de los modelos AR.I.MA (Modernos)	255

15.2.6 Metodología de Box-Jenkins	256
15.2.7 En confiabilidad	261

CAPÍTULO 16

Diferentes niveles de cálculo para el CMD. Fases	263
16.1 Distribución de Hastings de dos fases.....	264
16.2 Distribución de Hjorth de tres fases	265
RESUMEN	266
PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS.....	267

QUINTA PARTE**NIVEL INSTRUMENTAL** 269

Introducción	270
--------------------	-----

CAPÍTULO 17

Fundamentos del nivel instrumental	271
17.1 Niveles instrumentales.....	271
17.2 Tácticas	272

CAPÍTULO 18

Instrumentos básicos - Factores productivos de mantenimiento - Nivel instrumental.....	275
18.1 Sistema de información.....	276
18.2 Recursos humanos. Talento	278
18.3 Herramientas, repuestos e insumos.....	279
18.4 Capital de trabajo, espacio físico, tecnología, maquinaria, recursos naturales, poder de negociación, recursos humanos, carga laboral, planeación	280
18.5 Mantenimiento: función de producción.....	280
18.5.1 Función macroeconómica de la producción	281
18.5.2 Cantidad de servicios (o de productos), servicios promedio y productividad	281
18.6 ¿Cuál es la cantidad óptima por usar en un factor productivo?	283
18.7 Parámetros de manejo cuando se utiliza más de un factor productivo.....	284
18.8 Factores productivos modernos (para mantenimiento y producción)	287

CAPÍTULO 19

Instrumentos avanzados genéricos de mantenimiento, Nivel instrumental.....	293
19.1 Instrumentos avanzados genéricos	293
19.2 Mejoramiento continuo.....	303
19.3 Herramientas estadísticas	305
19.4 Diagnóstico, control y rediseño de procesos de mantenimiento y producción	306
19.4.1 Obtención y manejo de los datos	310
19.4.2 Análisis y diagramas de Pareto	311
19.4.3 Diagramas causa-efecto	312
19.4.4 Histograma	314

19.4.5	Distribuciones	315
19.5	Diagramas de dispersión, correlación y regresión lineal.....	317
19.5.1	Gráficas de control	319
19.5.2	Tamaños muestrales de la población para medias. Números aleatorios	321
19.5.3	Otras herramientas estadísticas	325

CAPÍTULO 20

Instrumentos avanzados específicos de mantenimiento, Nivel instrumental		327
20.1	Análisis de fallas - FMECA, RCFA y RPN.....	327
20.2	Metodología de análisis de fallas	330
20.2.1	RCFA	338
20.3	Procedimiento FMECA-RPN	343
20.4	Valoración cualitativa del riesgo	359
20.5	Gestión y manejo de inventarios, repuestos e insumos de mantenimiento.....	361
20.6	Clasificación ABC.....	362
20.7	Costos	363
20.7.1	Costos de pedir al proveedor o fabricar	364
20.7.2	Costos de sostener.....	364
20.7.3	Costos de agotar	364
20.7.4	Nivel de servicio.....	364
20.8	Denominación Push o Pull ⁶	371
20.8.1	Push.....	371
20.8.2	Pull.....	379
20.9	Subcontratación	390
20.10	Métodos de diagnóstico rápido y confiable en mantenimiento	394
20.10.1	Flash Audit	395
20.11	Método de diagnóstico jerárquico analítico de componentes principales - Eigen Vector	397
20.11.1	Desarrollo.....	398

CAPÍTULO 21

Instrumentos avanzados específicos técnicos, en mantenimiento.....		405
21.1	Instrumentos avanzados técnicos específicos	405
21.1.1	Inspección visual, acústica y al tacto de componentes	405
21.1.2	Vigilancia de temperaturas.....	406
21.1.3	Control de la corrosión.....	406
21.1.4	Resistencia eléctrica.....	406
21.1.5	Lubricación, engrase y aceites.....	406
21.1.6	Monitoreo de causas y efectos eléctricos	407
21.1.7	Termografía infrarroja	407
21.1.8	Análisis de vibraciones	408
21.1.9	Ferografía. Análisis de lubricantes. Análisis espectrométrico. Cromatografía.....	409
21.1.10	Líquidos penetrantes	409
21.1.11	Ensayo de pulverizado de partículas magnéticas.....	410
21.1.12	Ultrasonido	410
21.1.13	Ensayos y controles no destructivos	410
21.1.14	Control de ruido	411

21.1.15 Filtros magnéticos	412
21.1.16 Corrientes inducidas.....	412
21.2 Técnicas de control y monitoreo de condición de estado.....	413
RESUMEN	415
PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS.....	415

SEXTA PARTE

NIVELES ESTRATÉGICOS, TÁCTICO Y OPERACIONAL..... 423

Introducción	424
--------------------	-----

CAPÍTULO 22

Nivel operativo **425**

22.1 Acciones correctivas.....	426
22.2 Acciones modificativas	427
22.3 Acciones preventivas	428
22.4 Acciones predictivas	433

CAPÍTULO 23

Nivel táctico..... **437**

23.1 Nivel táctico.....	437
23.2 Implicaciones de las diferentes clases de tácticas de mantenimiento.....	438
23.2.1 TPM, mantenimiento productivo total.....	439
23.2.2 Pilares del TPM	441
23.2.3 Mantenimiento combinado TPM y RCM.....	450
23.2.4 Mantenimiento proactivo	451
23.4 Decisiones conjuntas o múltiples sobre tácticas.....	458
23.4.1 Mantenimiento reactivo.....	459
23.4.2 Mantenimiento orientado a resultados.....	459
23.4.3 Mantenimiento de clase mundial (<i>World Class Maintenance, WCM</i>).....	460
23.4.4 Mantenimiento centrado en habilidades y competencias (<i>Core Competences Maintenance</i>)	463
23.5 Otras tácticas	464
23.5.1 Propia.....	464

CAPÍTULO 24

Nivel estratégico, costos e índices..... **465**

24.1 Índices internacionales.....	465
24.2 Costos	466
24.2.1 Costos fijos.....	467
24.2.2 Costos variables.....	467
24.2.3 Costos financieros	468
24.2.4 Costos de la no disponibilidad por fallas	468
24.3 Indicadores.....	469

24.3.1 Indicadores para la alta dirección. Estratégicos	469
24.3.2 Indicadores operativos.....	470
24.4 Terotecnología, LCC	471
24.4.1 Costo de ciclo de vida (LCC).....	471
24.5 Gestión de activos.....	474
RESUMEN	474
PREGUNTAS, DESARROLLOS, FOROS Y EJERCICIOS.....	475
BIBLIOGRAFÍA.....	477
ÍNDICE.....	493