

Índice de Contenidos

Capítulo 1 Mantenimiento y Disponibilidad		Página
1.1	Introducción	15
	Hipótesis del Contexto	16
	Paradigma de Máxima Disponibilidad	17
	Aspecto Económico	18
	La Tecnología y el Mantenimiento	18
	La Seguridad y el Mantenimiento	19
	Definición	19
1.2	Disponibilidad 21	
	Fallas e Introducción a los Modos de Falla	21
	Tipos de Fallas	24
	Tipos de Modos de Falla	25
	Tiempo Medio entre Fallas	27
	Tiempo Medio para la Falla	28
	Tiempo Medio para Reparación	29
	Tasa de Fallas	29
	Confiabilidad	30
	Confiabilidad de Sistemas	40
	Mantenibilidad	46
	Disponibilidad Operacional	51
1.3	Patrones de falla	54
1.4	Tipos de mantenimiento. Introducción	59
	Mantenimiento Correctivo	60
	Mantenimiento Restaurativo	60
	Mantenimiento Mejorativo	60
	Mantenimiento Preventivo	61
	Mantenimiento Predictivo	61
	Mantenimiento Proactivo	61
	Mantenimiento Detectivo	62
	Mantenimiento Previsivo	62
	Mantenimiento Imperativo o Legal	62
	Resumen de aplicación	64
Capítulo 2 Mantenimiento Preventivo		
2.1	Mantenimiento Preventivo (Programado)	71
	Reseña Histórica	71
	Alcance y Definición	72
2.2	Reemplazos y Conservaciones Programadas	74
	Hipótesis y condiciones de aplicación	75
	Frecuencia de las Tareas Preventivas	78
	Combinación de Tareas (para distintos modos de falla)	91
2.3	Mantenimiento de Rutina - Chequeos de Recorrida	93
	Rutinas de Inspección	93
	Frecuencia de las Rutinas de Inspección	95
	Inspecciones de Área	97
	Puesta en marcha de las Rutinas de Inspección	97
2.4	Rutas de Lubricación	99
	Frecuencia para las Rutas de Lubricación	101
2.5	Calibración	103

Definiciones útiles	104
Determinación de la incertidumbre	104
Criterio de aceptación para variables de Proceso	106
Combinación de sustitución o restauración cíclica y calibración	108
Frecuencia de Calibración	109
Condiciones de almacenaje y mantenimiento	110
Resumen de Aplicación	112
Capítulo 3 Mantenimiento Predictivo y Proactivo	
3.1 Mantenimiento Condicional (Predictivo / Proactivo)	121
Alcance y Definición	122
Hipótesis y Condiciones de aplicación	123
Ventajas del Mantenimiento Predictivo	126
Mantenimiento Proactivo	127
Frecuencia de las Tareas Condicionales	129
Rutas de Mantenimiento Condicional	140
Resumen de aplicación	142
Anexos Relacionados	
Anexo I: Estimación del intervalo $\Delta t_{SFprimario}$	672
Capítulo 4 Técnicas de Mantenimiento Condicional	
4.1 Técnicas de Mantenimiento Condicional	149
4.2 Análisis de Vibraciones en tiempo y frecuencia	150
Fundamentos	150
Diagramas de Espectro (Dominio de las frecuencias)	154
Instrumentos de Medición	157
Geometría de las Mediciones	159
Diagnóstico	160
Valores de Operación y Diagnostico (Nominal, Alerta y Alarma)	179
Consideraciones y Recomendaciones Finales	180
4.3 Termografía Infrarroja	182
Alcance y objetivos de la Termografía Infrarroja	182
Transmisión del Calor	182
Espectro Electromagnético	183
Radiación Térmica	185
Cámaras para Termografía (principio de funcionamiento)	190
Ventajas y Desventajas de la Termografía Infrarroja	192
Aplicaciones y Diagnostico	192
Recomendaciones para programar una Ruta de Termografía	201
4.4 Tribología y Análisis de Aceites	202
Alcance de los Análisis de Aceite	203
Objetivos y Fallas Sintomáticas	203
Introducción a la Lubricación	205
Formulación y clases de Lubricantes	207
Aditivos	209
Análisis Tribológico (Base + Aditivo + Maquina + Medio)	211
Parámetros Específicos de Diagnostico	223

	Ensayos sensoriales de campo	237
	Precauciones durante el muestreo	239
	Grasas Lubricantes	240
	Manejo y almacenamiento de Lubricantes	244
4.5	Otras Técnicas Condicionales	245
	Los Sentidos Humanos	245
	Estetoscopia Industrial	246
	Emisión Acústica	246
	Prueba Hidráulica y Neumática	250
	Ultrasonido (por excitación Natural)	250
	Ultrasonido (por excitación de Eco Ondas)	252
	Tintas Penetrantes	253
	Partículas Magnéticas	254
	Radiografía Industrial	254
	Extensometría (Strain Gauges)	256
	Boroscopia Industrial	256
	Análisis de Motores Eléctricos	257
	Ensayo de Impedancia en Baterías	260
	Análisis de Gases de Combustión	261
	Alteración en los parámetros de Calidad del Producto	263
	Resumen de Aplicación	264
	Anexos Relacionados	
	Anexo II: Valor Eficaz o RMS	673
	Anexo III: Estándares y Especificaciones útiles para Vibraciones Mecánicas	674
	Anexo IV: Ensayos ASTM D y otras pruebas para Análisis de Aceites y Grasas	677
	Anexo V: Clasificación AGMA para lubricantes de transmisión	680
Capítulo 5 Mantenimiento Detectivo y Riesgo Industrial		
5.1	Mantenimiento Detectivo	283
	Dispositivos Redundantes y Dispositivos de Protección	283
	Definición de Mantenimiento Detectivo	287
	Fallos Ocultos	287
	Fallas Simultáneas	288
	Aplicación del Mantenimiento Detectivo	290
	Reducción de la probabilidad de Falla Simultánea por diseño	290
	Cómo identificar Fallos Ocultos	291
5.2	Manejo del Riesgo Industrial	292
	Riesgo y nivel de aceptación	292
	Riesgo Laboral	294
	Evaluaciones Probabilísticas de Riesgo – EPR	295
	Herramientas de Gestión para el Análisis de Riesgo	297
5.3	Frecuencia para las Rutinas Detectivas	313
	Disponibilidad Intrínseca	314
	Estimación del intervalo entre Inspecciones	315
	Cuando el Fallo Simultaneo únicamente tiene impacto Económico	327
	Optimización de la frecuencia de inspección	333
	Resumen de Aplicación	334

Capítulo 6 Acciones Reactivas de Mantenimiento

6.1	Introducción	343
	Evolución histórica	343
	Conveniencia técnico-económica	344
6.2	Mantenimiento Correctivo (Acción Reactiva No Programada)	345
	Gestión del Mantenimiento Correctivo	345
	Planificación del Mantenimiento Correctivo	346
	Criterios de Prioridad	348
	Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Correctivo	350
6.3	Mantenimiento Restaurativo (Acción Reactiva Programada)	351
6.4	Mantenimiento Mejorativo (Acción Reactiva Programada)	352
	Objetivos	352
	Una particularidad, el Mantenimiento Curativo	353
	Resumen de Aplicación	354

Capítulo 7 Procesos y Metodologías para mejorar el Mantenimiento

7.1	Introducción	361
	Nuevos Criterios	361
	Documentación Técnica	362
	Prueba y Error	362
	Aplicar correctamente la tecnología correcta	363
7.2	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	364
	Reseña Histórica	364
	Beneficios y Alcance de un Análisis RCM	365
	Metodología de Trabajo	366
	Pasos de un Análisis RCM	369
	Reuniones de Trabajo	386
	Ventajas y Desventajas del RCM	387
7.3	Técnicas de ayuda para el Análisis de Fallas	389
	Principio de Pareto	389
	Tormenta de Ideas (Brainstorming)	392
	Técnica del Por que – Por que	392
	Diagrama Causa – Efecto (Diagrama de Ishikawa)	394
	Técnica de las 5W + 1H y el Análisis de Fallas (ADF's)	395
	Análisis P-M (Physical Mechanism)	398
	Análisis Causa – Raíz de Falla (RCA)	401
	Árbol de Fallos	405
	Árbol de Eventos	405
7.4	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	406
	Objetivos del TPM	406
	Beneficios esperados de su aplicación	408
	Proceso de Implementación	408
	Pilares TPM	409
	Relación entre Pilares	439
	Consolidación del TPM	439
	Pérdidas y Productividad Total de Equipo	439
	Ventajas y Desventajas del TPM	444
	Aplicación simultánea e integrada de TPM y RCM	446

7.5	Herramientas de Mejora	448
	Metodología Six Sigma	448
	EI Benchmarking	450
	Resumen de aplicación	454
	Anexos Relacionados	
	Anexo VI: Guía Práctica para estimar Criticidades	681
	Anexo VII: Planilla tipo para Análisis de Fallas (ADF's)	684
	Anexo VIII: Ejemplo de OPL (One Point Lesson)	685
	Anexo IX: Análisis del Costo de Ciclo de Vida (LCC – Life Cycle Costo)	686
	Anexo X: Análisis de Tiempos Productivos	687
	Anexo XI: Estrategia de las 5S (Housekeeping)	692

Capítulo 8 Administración y Programación del Mantenimiento

8.1	Introducción	471
8.2	Registros de Mantenimiento	472
	Maestro de Equipos	472
	Codificación del Maestro de Equipos	474
	Tipos de Registros	475
	Gestión de la Información y Manejo del Cambio	476
8.3	Sistemas Informáticos de Mantenimiento (SIM)	477
	Módulos	477
	Tablas para Modos de Falla	478
	Programación	479
	Avisos de Trabajo	479
	Ordenes de Trabajo	479
	Historial	483
	Reportes de Mantenimiento	484
	Proceso de un SIM	484
	Relación del SIM con otras soluciones informáticas	485
	Selección e Implementación del SIM	485
	Ventajas y Desventajas de los SIM	487
8.4	Programación Integral y Preparación del Mantenimiento	489
	Procedimientos de Mantenimiento (Documentos)	491
	Mantenimiento Preventivo – Programación y Planificación	494
	Mantenimiento Condicional – Programación y Planificación	495
	Mantenimiento Detectivo – Programación y Planificación	499
	Programa Maestro de Mantenimiento	501
	Optimización de un Programa Maestro de Mantenimiento	504
	Conclusiones	506
8.5	Grandes Reparaciones	508
	Características que distinguen una Parada de Planta	509
	Fases de una Parada de Planta	509
	Seguridad en una Parada de Planta	515
	Calidad en una Parada de Planta	515
	Infraestructura y Mantenimiento Edificio	516
8.6	Seguridad y Mantenimiento	518

Principio de Heinrich	518
Situaciones Inherentemente Riesgosas	519
Gestión de la Seguridad	520
Procedimientos de Seguridad en Mantenimiento	522
Resumen de Aplicación	524
Anexos Relacionados	
Anexo VI: Guía Práctica para estimar Criticidades	681
Anexo XII: Códigos de Equipos	693
Capítulo 9 Gestión de Repuestos	
9.1 Introducción	539
Objetivos del Almacén de Repuestos	539
Clasificación del Inventario	539
9.2 Sistemas de Gestión de Stocks (SGS)	543
Módulos de un SGS	543
Parámetros de Control de Stock	544
9.3 Nivel Optimo de Existencias	545
Modelo Determinista o del Punto de Pedido	545
Modelo Probabilístico	553
Modelo de Aprovisionamiento JIT (Just in Time)	559
9.4 Gestión del Almacén de Repuestos	561
Relación del Almacén con otras áreas	561
Criterios de almacenamiento	562
Auditorias de Inventario	563
Estandarización y Obsolescencia	564
Indicadores de Gestión de Inventario	565
Resumen de Aplicación	566
Capítulo 10 Organización del Mantenimiento	
10.1 Introducción	575
10.2 Factores Estructurales	576
Dotación	577
Competencias	578
Motivación	579
Desempeño	579
Estructura Orgánica	579
10.3 Funciones y Responsabilidades	585
Posiciones de Mantenimiento	585
Comentarios sobre el Liderazgo	588
Comentarios sobre el Span of Control	589
10.4 Crecimiento de Talentos	591
Capacitación	591
Desarrollo	592
Evaluación	592
10.5 Tercerización del Mantenimiento	593
Razones de la Tercerización	593
Contratos para Servicios de Mantenimiento	594
Criterios de éxito para la Tercerización de Servicios	596

	Causas de incumplimiento de contratos	597
	Resumen de Aplicación	598
Capítulo 11 Costos de Mantenimiento		
11.1	Introducción	607
11.2	Tipos de Gastos (Visión Tradicional)	609
	Gastos de Mano de Obra	609
	Gastos de Materiales	609
	Gastos de Terceros	610
	Gastos Financieros	610
	Gastos por Fallos	610
	Gastos Fijos	611
	Gastos Variables	611
11.3	Gasto Integral de Mantenimiento	612
	Visión de la Contabilidad del Valor	613
11.4	Ciclo de Vida de los Activos	615
	Renovación de activos y estrategias de Mantenimiento	616
11.5	Presupuesto de Mantenimiento	618
	Criterios de Presupuestación	619
	Control Presupuestario	620
11.6	Indicadores de Gestión de Costos de Mantenimiento	621
	Resumen de Aplicación	622
	Anexos Relacionados	
	Anexo IX: Análisis del Costo de Ciclo de Vida (LCC – Life Cycle Cost)	686
Capítulo 12 Medición y Control del Mantenimiento		
12.1	Introducción	629
	Implementación de Indicadores	630
	Propiedades que deben satisfacer los Indicadores	631
12.2	Agrupación y Clasificación	632
12.3	Desarrollo de Indicadores	634
	Gestión Operativa	634
	Gestión de Órdenes de Trabajo	634
	Mantenimiento	636
	Gestión de Repuestos (Inventario)	640
	Gestión de Mejoras	640
	Personal	640
	Seguridad y Medio Ambiente	644
	Gestión de Gastos / Costos	644
12.4	Tableros de Control de Mantenimiento	649
	Reporte Gerencial	654
	Reporte Corporativo (o de Divulgación)	654
	Reporte de Ingeniería de Mantenimiento	654
	Reporte Operativo	654
12.5	Mejorar a partir de la medición diaria	655

12.6	Diagnósticos de Mantenimiento	656
	Resumen de aplicación	662