

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA LA AUTORIZACIÓN,
DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO CÉSAR IXCOLÍN BARRIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

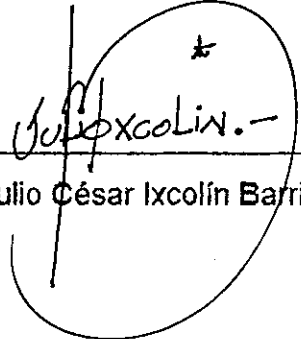
08
T(3649)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN, DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO,

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la carrera de Ingeniería Mecánica con fecha 3 de mayo de 1995.



Julio César Ixcolín Barrios

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

Item	Quantity	Unit
...

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODZUECK
VOCAL 1º	ING. MIGUEL ÁNGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL 2º	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLÓRZANO
VOCAL 3º	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MÉNDEZ
VOCAL 4º	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL 5º	BR. PEDRO INGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODZUECK
EXAMINADOR	ING. JOSÉ ARTURO ESTRADA MARTÍNEZ
EXAMINADOR	ING. JUAN LUIS OBIOLS DEL CID
EXAMINADOR	ING. LUIS GUSTAVO GUZMÁN RODAS
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

Vertical text or markings on the right edge of the page, possibly a page number or header.

DEDICATORIA

A:

Dios

Ser supremo; luz, fortaleza y guía de mi vida.

- Mis Padres

Julio César Ixcolín Pérez

María Luz Barrios de Ixcolín

porque, con su esfuerzo y trabajo, han hecho de mí un hombre digno y útil a la patria.

- La memoria de mi abuelito

Ambrosio Barrios Rodas

- Mi esposa e hija

Velveth Janina y Velveth Adriani.

- Mi hermana

Sandra Patricia Ixcolín Barrios.

- Mis sobrinos

Estuardo Rodolfo, Marisabel y Ericka Lucía

1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

AGRADECIMIENTO

A:

- la familia : **ARREAGA ESPINOZA** por su invaluable apoyo y por haber hecho posible, con su ayuda, la culminación de mis estudios.

- Magda Ileana, Lesbia Rossana, Angel Guillermo , Freddy Vinicio, Luigi Eduardo Ervin Fernando y Flory, por su apoyo y cariño.

- Rubén Rivera en **TAMPA ELECTRIC CENTROAMERICANA**, por su valiosa amistad y por facilitarme los medios para realizar este trabajo.

- mis compañeros y excompañeros de trabajo: Anllelo Delgado, Carlos Augusto Sopón, Miriam de Valle, Luis Foronda , Rodrigo Castillo y Pablo Cardona en; **COLGATE PALMOLIVE, PROCTER & GAMBLE Y ELECTRICIDAD ENRON DE GUATEMALA.**

A toda mi familia y amigos por su amor y apoyo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

GUATEMALA,
6 de octubre de 1,995.

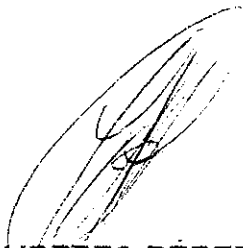
INGENIERO
Jorge Chilo Síguere R.
Coordinador Carrera de Ingeniería Mecánica,
Facultad de Ingeniería,
USAC.

Ingeniero Síguere.

Por medio de la presente le informo que he concluido la revisión del trabajo de tesis titulado **SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN, DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**, que efectuara bajo mi asesoramiento el estudiante **JULIO CÉSAR IXCOLÍN BARRIOS**, con número de carnet 88-12250.

Considero que dicho trabajo no sólo cumple con los requisitos de una tesis de grado, sino que, además, constituye un valioso aporte para el desarrollo de la industria en nuestro país. Por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,



CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 3.071

Page 1 of 1

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



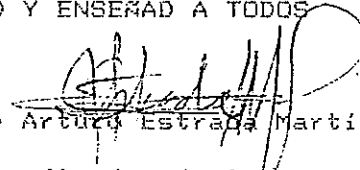
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del área de Materiales de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del asesor, y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado SISTEMAS INFORMATICOS PARA LA AUTOMATIZACION, DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, del estudiante Julio César Ixcolin Barrios, recomienda la autorización.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Arturo Estrada Martínez

Coordinador de Área

Guatemala, octubre de 1,995.

/bedei.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Area de Materiales, al trabajo de tesis titulado Sistemas Informáticos para la Automatización, de Programas de Mantenimiento Preventivo, del estudiante Julio César Ixcolín Barrios, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge C. Siguere Rockstroh

DIRECTOR DE ESCUELA

Guatemala, octubre de 1, 950

/bedei



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Jorge C. Siguere Rockstroh, al trabajo de tesis titulado SISTEMAS INFORMATICOS PARA LA AUTOMATIZACION, DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, presentado por el estudiante universitario JULIO CESAR IXCOLIN BARRIOS, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK

DECANO



Guatemala, noviembre de 1,995.

/bedei.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

ÍNDICE GENERAL

	Página
Índice de figuras.	xiii
Índice de ilustraciones de pantalla	xv
Índice de cuadros.	xvii
Abreviaturas, siglas y comandos.	xix
Glosario de términos técnicos.	xxi
Introducción.	xxiii
CAPÍTULO 1. CONCEPTOS GENERALES	
1.1 Conceptos básicos sobre la actividad de mantenimiento	1
1.1.1 Ingeniería administrativa del mantenimiento	1
1.1.1 Fuentes de falla en una máquina	2
1.1.3 Mantenimiento preventivo.	5
1.1.3.1 Programa de visitas.	5
1.1.3.2 Programa de inspecciones, pruebas y rutinas.	5
1.1.4 Inspecciones	6
1.1.4.1 Inspección preventiva.	6
1.1.5 Mantenimiento correctivo.	8
1.2 Descripción de programas informáticos para mantenimiento preventivo.	8
1.2.1 Generalidades	8
1.2.2 Lógica de operación de un programa informático.	10
1.2.3 Requerimientos básicos.	11
CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	
2.1 Definición y campos de aplicación del Mantenimiento productivo total.	13
2.1.2 Mantenimiento productivo total.	16
2.1.2.1 MPT y el futuro de mantenimiento.	16
2.2.2 Desarrollo de sistemas efectivos para la aplicación del MPT	19
2.2.2.1 Averías.	19
2.2.2.1.1 Acciones para reducir averías.	19
2.2.2.1.2 Tipos de averías.	20
2.2.2.1.3 Principios para cero defectos.	23
2.2.2.1.4 Principios para cero averías.	24
2.2.2.1.5 Implementación en cuatro fases para cero averías.	32
2.2.2.1.6 Mantenimiento periódico.	35
2.2.2.1.7 Costos de mantenimiento.	36
2.2.2.1.8 Distribución del trabajo.	36

2.2.2.2	Mejoramiento de la preparación y ajustes.	36
2.2.2.2.1	Problemas comunes con preparativos y ajustes.	36
2.2.2.2.2	Diferencia entre preparación interna y externa.	37
2.2.2.2.3	Organización y pulcritud en la preparación.	38
2.2.2.2.4	Separación de preparativos internos y externos.	38
2.2.2.3	Reducción de tiempos muertos y paros menores.	39
2.2.2.3.1	Tiempos muertos.	41
2.2.2.4	Reducción de las pérdidas de velocidad.	45
2.2.2.4.1	Acciones para aumentar la velocidad.	45
2.2.2.5	Reducción de los defectos de calidad.	46
CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA FUNCIONAL		
3.1	Estructura básica de un programa para mantenimiento por computadora.	47
3.1.1	Funciones estándar del programa.	48
3.2	Determinación de áreas para establecimiento del programa.	48
3.3	Clasificación de clientes y usuarios del departamento de mantenimiento.	49
3.4	Estructura matricial de códigos para numeración de áreas y clientes.	51
CAPÍTULO 4. SUMINISTRO DE DATOS AL PROGRAMA		
4.1	Introducción.	55
4.2	Información de la empresa.	55
4.2.1	Catálogo de equipos	56
4.2.2	Planes de mantenimiento preventivo.	59
4.2.3	Planes de mantenimiento correctivo .	62
4.2.4	Calendarios de mantenimiento.	62
4.2.5	Órdenes de trabajo.	64
4.2.6	Calendarios de condensado .	70
4.2.7	Prioridades.	70
4.2.8	Recursos	72
4.2.9	Historia .	72
4.3	Facility data.	76
4.4	Cost center (Centros de costo).	76
4.5	Attendance code (Códigos de asistencia).	76
4.6	Craft code y employee data (Clasific. de empleados)	76
4.7	Vendors-manufactures.	77
4.8	Inventory type (Tipos de inventario) .	77
4.9	Equipment type & data (Inf equipo) .	77
4.10	Task y multitasks (Tareas) .	78
4.11	Work orders (Órdenes de trabajo).	78
CAPÍTULO 5. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA		
5.1	Corridas Iniciales y programación de actividades.	79
5.2	Desarrollo de gráficas para una base de datos.	81
5.3	Seguimiento de la funcionalidad del programa .	81
CAPÍTULO 6. EJEMPLIFICACIÓN PRÁCTICA		
6.1	Ejemplificación del funcionamiento de MP2 en una planta industrial.	85
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES.		107
REFERENCIAS.		109
BIBLIOGRAFÍA.		111

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. No.	Título	Página
1	Inspección general.	07
2	Relación entre MPT Y CTQ.	14
3	Relación entre MPT Y CTQ.	15
4	Actividad de grupos pequeños.	17
5	Pérdida de funciones en los equipos.	21
6	Detección de defectos.	23
7	Control de lubricación.	26
8	Deterioro de equipo por mala condición.	29
9	Errores comunes en los equipos	31
10	Deterioro acelerado y natural.	34
11	Condiciones anormales en los equipos.	40
12	Paros menores y ociosidad.	44
13	Mantenimiento básico diario.	46

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES DE PANTALLA

Ilust. No.	Título	Página
3.1	Identificación programa MP2.	52
3.2	Menú principal programas MP Y MP2.	53
4.1	Equipos principales y críticos de una planta.	57
4.2	Ingreso de datos al listado de equipos.	58
4.3	Edición de planes.	61
4.4	Plan preventivo para turbina Stewart Stevenson.	65
4.5	Plan correctivo para empacadora Wrap Ade.	66
4.6	Calendario de actividades preventivas.	67
4.7	Calendario correctivo para automóvil Golf	69
4.8	Orden de trabajo preventiva,	71
4.9	Orden de trabajo correctiva.	73
4.10	Reporte de prioridades.	74
4.11	Reporte de recursos.	83
4.12	Ingreso de repuestos y niveles de seguridad.	46
4.13	Reporte de consumo de materiales.	
5.1	Gráfica para orden de trabajo No.1 Gen. Gases	

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150

151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

ÍNDICE DE CUADROS

Fig. No.	Título	Página
1.1	Cuadro sinóptico, actividades de mantenimiento	4
3.1	Clasificación de áreas y centros de costo.	49
4.1	Ingreso de datos en archivo equipos.	56
5.1	Cuadro para recolección de información de equipos.	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

ABREVIATURAS , SIGLAS Y COMANDOS

A:	Abreviatura para designar unidad de disco flexible.
ALT	Función de teclado en computadoras personales para indicar ejecución o mandato
BUFFERS:	Memoria intermedia de una computadora personal.
C:	Abreviatura para designar unidad de disco duro en un CP.
CD	Comando de DOS para cambiar directorio.
CP	Computadora personal
CTRL	Función de teclado en computadoras personales para indicar ejecución o mandato.
CTQ	Control total de calidad
DOS	Sistema operativo para CP
DWG	Extensión para identificar archivos de dibujo en PC
ESA	Energía, S. A.
F10/F1	Función de teclado en computadoras personales para indicar ejecución o mandato.
Kb	Kilo byte.
Mb	Mega byte.
MP	Mantenimiento preventivo
MP2	Programa para mantenimiento Maintenance Pack 2.
MPT	Mantenimiento productivo total

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

archivo - lugar específico donde se almacena información,

auto cad- programa Informático para diseño asistido por computadora.

avería - daño causado en equipos o dispositivos por acciones humanas intencionadas.

bitácora - registro histórico de actividades realizadas en mantenimiento.

centros de costo - código para fines de identificación y control de contabilidad en los equipos.

computadora - herramienta electrónica que procesa rápidamente, información mediante operaciones lógicas y matemáticas.

deterioro acelerado - deterioro en equipos por mal mantenimiento de las condiciones de operación.

deterioro natural - deterioro normal de un equipo causado por su constante utilización.

disco duro - dispositivo magnético para almacenar gran cantidad de información, en computadoras personales.

equipment - archivo del programa MP2 para almacenar información de equipos.

facility - archivo del programa MP2 para almacenar identificación de la empresa.

hardware - rama importante de la informática, ciencia que se encarga de lo referente a equipos y dispositivos.

informático, ca - ciencia del tratamiento automático y racional de la información considerada como soporte del conocimiento y las comunicaciones.

ilustración de pantalla - impresión de la información presentada en la pantalla de una computadora, referente a determinadas instrucciones.

maintenance - palabra de la lengua inglesa que en nuestro idioma se traduce cómo mantenimiento.

mantenimiento predictivo - técnica de mantenimiento que controla constantemente con distintos medios, el comportamiento de los equipos, conocido también como mantenimiento bajo parámetros.

mantenimiento preventivo - técnica de mantenimiento que realiza actividades rutinarias en los equipos para conservar óptimo el servicio.

órdenes de trabajo - herramienta importante para asignación de trabajos preventivos, correctivos, rutinarios, etc.

password - instrucción utilizada en programas informáticos, funciona como clave de utilización y acceso a determinada información.

plan de mantenimiento - plan que define todas las tareas preventivas y correctivas a realiza en los equipos.

pérdida de funciones - detención repentina y dramática del servicio que brindan los equipos.

preparación y ajustes - actividades que se deben realizar en los equipos, para variar sus condiciones de operación.

reducción de funciones - pérdida del servicio por deterioro.

sprocket - dispositivo mecánico para transferencia de movimiento.

software - ciencia informática de programación, permite realizar actividades secuenciales matemáticas, todo lo relacionado a programas utilitarios afines a cualquier área.

task - palabra en inglés que significa tarea.

tiempos muertos - tiempo en los que equipos y servicios e encuentran indisponibles por fallas mecánicas.

turbina - máquina térmica para conversión de energía.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de la industria guatemalteca es la pérdida constante del servicio brindado por las instalaciones y equipos. En muchos departamentos de mantenimiento el realizar trabajos de: reconstrucción, modificación, mantenimiento de emergencia y otros, sobre los equipos, hace que la actividad de mantenimiento preventivo sea descuidada o no se realice, con el correr del tiempo las pérdidas productivas son causadas en un 40% por problemas con los equipos.

El Mantenimiento preventivo es una de las actividades importantes que permite conservar en óptimas condiciones el servicio que prestan los equipos. Las actividades preventivas realizadas a los equipos se repiten con determinada frecuencia, la utilización de una herramienta que facilite la programación de estas actividades y, además, controle los recursos (mano de obra, materiales, repuestos, etc.) resulta de gran ayuda al desarrollo de programas preventivos.

Un programa informático para la administración del mantenimiento preventivo resulta ser una herramienta muy eficaz, la base de datos del programa es alimentada por el usuario con: información de los equipos y servicios sujetos a mantenimiento, las tareas a realizar en los equipos y los historiales de reparación realizados. Actualmente, en Guatemala, son pocas las empresas que utilizan esta herramienta, aún cuando el costo inicial de implementación de un programa informático es alto, la inversión se compensa a largo plazo con: incrementos en la vida útil de los equipos, altos índices de disponibilidad y eficiencia.

La implementación de programas preventivos requiere compromiso total de las personas involucradas en el proyecto, requiere el apoyo de las gerencias y de los trabajadores a cargo de los equipos (operación y mantenimiento).

No se pretende que el programa informático solucione todos los problemas del departamento de mantenimiento, se persigue presentar los aspectos importantes que un programa informático cubre, desarrollar en la gente involucrada en mantenimiento, interés por el uso de un programa informático para administrar el mantenimiento preventivo.

En el presente trabajo se dará una descripción de las actividades tradicionales atribuibles al departamento de mantenimiento, con la finalidad de que el lector se involucre en el tema. El capítulo 2 introduce al lector en la filosofía del Mantenimiento productivo total, herramienta importante que permite involucrar al personal operativo en tareas de mantenimiento. Los capítulos 3, 4 y 5 describen la estructura y funcionamiento de programas informáticos diseñados, específicamente, para mantenimiento preventivo. Se lleva a cabo la ejemplificación de la parte teórica en el capítulo 6, realizando una simulación de implementación en una planta generadora de energía.

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS GENERALES.

1.1- CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO.

1.1.1 Ingeniería administrativa del mantenimiento.

La Ingeniería administrativa es una actividad humana que reúne los elementos necesarios para que los recursos humanos y materiales de una empresa cumplan con los objetivos predeterminados por ésta. Es notorio que todos los elementos son mutables y la maquinaria de producción no es la excepción; por lo tanto, si se desea que ésta siga funcionando de acuerdo con la idea que originalmente la concibió, es necesario e indispensable darle cierta atención a sus necesidades, hacer en ella una serie de trabajos, tales como inspecciones, pruebas, lubricaciones, reparaciones, limpiezas, etc.

En la actualidad la industria guatemalteca cuenta con maquinaria que en su mayoría necesita atenciones constantes por parte de mantenimiento, con la finalidad de conservar óptimo el servicio para el cual fueron diseñadas; aún cuando los avances tecnológicos son crecientes y surjan artefactos para realizar el mantenimiento o parte de éste, será siempre necesario material humano que brinde seguimiento a dicha serie de trabajos.

Es importante aclarar que el objetivo primordial de la actividad de mantenimiento será la conservación del servicio que están suministrando los equipos y no la conservación, en primer lugar, de la máquina misma; para ejemplificar lo anterior se , podría pensar en el servicio prestado por un codificador mecánico, dicho codificador por la complejidad de sus elementos con el tiempo presentaría problemas frecuentes debido al desgaste , si el mismo servicio se consiguiera con mejor o igual calidad utilizando algún pequeño inyector de tinta, libre de mantenimiento, seguramente este dispositivo se utilizaría en la línea operativa. Por tal motivo, deben equilibrarse en las laboresde mantenimiento factores esenciales como:

- a. *calidad económica del servicio.*
- b. *duración adecuada del equipo*
- c. *costos mínimos de mantenimiento.*

1.1.2 Fuentes de falla en una máquina

Las fallas que se originan en un equipo o maquinaria, se ocasionan por:

- a *la maquinaria o equipo mismo,*
- b *el ambiente circundante,*
- c) *el personal que en él interviene (por mantenimiento u operación)*

La maquinaria o equipo mismo se vuelve una fuente más o menos importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ella, la bondad del diseño, y, por último, la calidad de su instalación en el lugar donde va a prestar el servicio.

El ambiente circundante se toma como una fuente de fallas cuando es agresivo a la maquinaria, por ejemplo, la humedad y temperatura fuera de especificaciones, polvo, humo, salinidad o acidez.

El personal que en él interviene se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales y de pensamiento lógico son de baja calidad; también, cuando no conoce en forma plena el equipo que va a mantener; la mano de obra de mantenimiento debe ser cuidadosamente considerada a fin de adecuarla en calidad y cantidad.

El personal operativo será una fuente de fallas si maneja mal su maquinaria, esto sucede, generalmente, por ignorancia. Podría mencionarse un tercer tipo de personal que origina fallas, aquel que tiene que intervenir en las máquinas para modificar su diseño, ampliarla o interrelacionarlas con otras.

En cualquier caso, el personal de mantenimiento será el responsable de la buena conservación de la maquinaria o equipo, ya que su labor está enfocada a que no se pierda el servicio que presta éste. Todo lo anterior podrá crear el siguiente principio esencial del mantenimiento.

" Toda maquinaria debe ser intervenida lo menos posible".

Las excepciones de intervención para el personal de mantenimiento serán entre otras:

- a) *hacer periódicamente pruebas y verificaciones de la maquinaria en conjunto, desde el punto de vista del que la opera (o recibe la prestación del servicio)*
- b) *hacer excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de la maquinaria, cuando se tenga sospecha de falla en dicha parte,*
- c) *hacer pruebas y verificaciones sobre el comportamiento de la maquinaria en conjunto o alguna de sus partes, para comprobar que ésta trabaja aún en situaciones de tolerancia.*

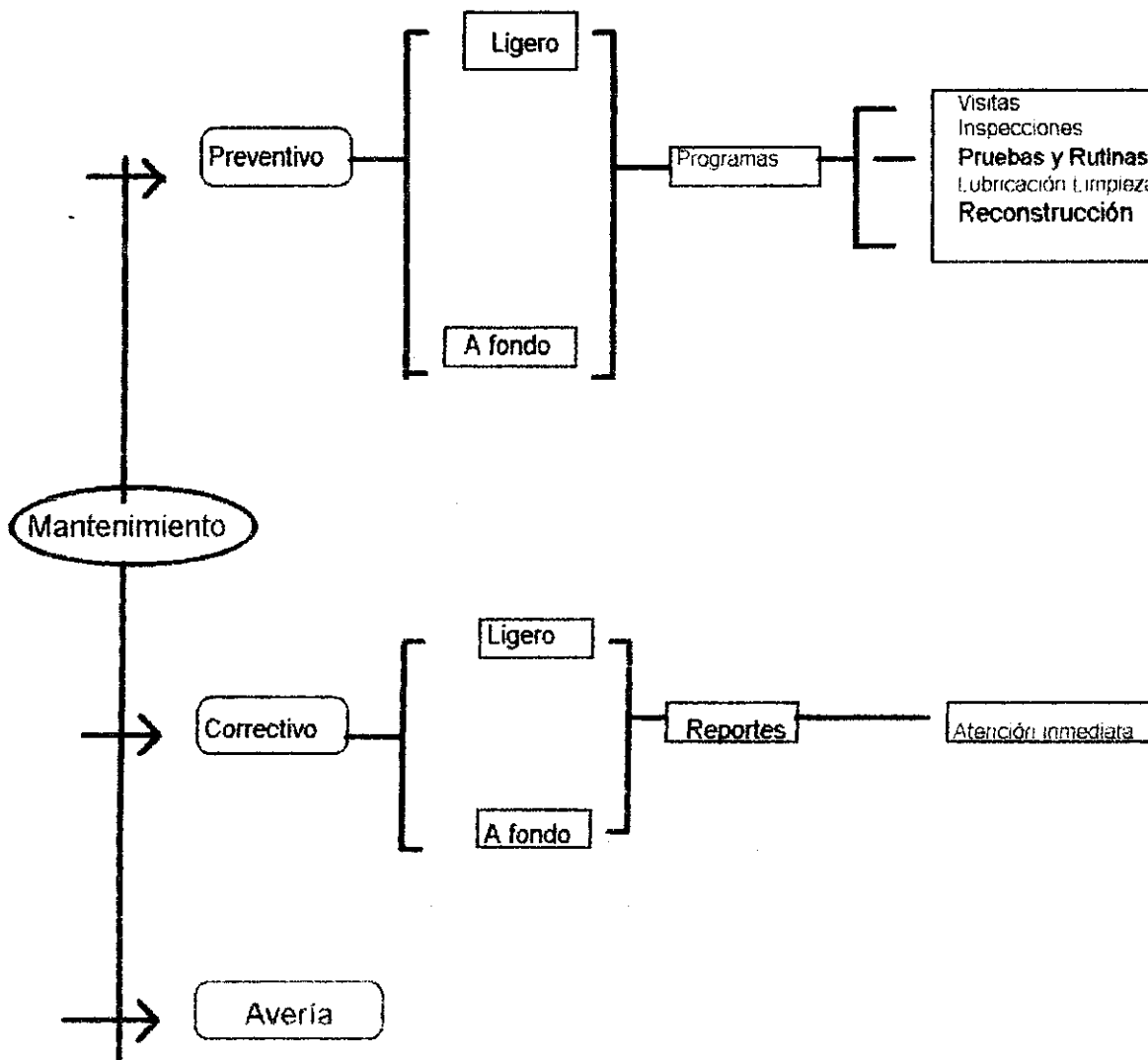
El más importante de los tres puntos es el primero, el cual da la base del mantenimiento preventivo, que consiste en establecer una serie de controles que permitan detectar que la maquinaria está dando el rendimiento requerido y que ésta no sobrepasa los límites de tolerancia, calculados previamente por el fabricante.

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad y, sobre todo, la aplicación de un criterio económico profundo; en ocasiones es preferible cambiar la parte afectada de una máquina, aunque, a primera vista, parezca costoso, que cambiar, por creerlo más económico, una pequeña pieza que no garantice un funcionamiento continuo del equipo. También existen ocasiones en que es necesario ejecutar una reparación de emergencia, pero de buena calidad, a fin de programar, posteriormente, una reparación adecuada.

Por lo tanto, para que el personal de mantenimiento consiga un criterio adecuado sustentado sobre bases firmes, es necesario establecer, en primer lugar, políticas que determinen cómo debe actuarse en los casos más comunes del mantenimiento. Después del establecimiento de estas normas, se hace necesario sistematizar el trabajo de mantenimiento, estableciendo procedimientos a fin de ejecutar éste en la forma más repetitiva posible, para así lograr un mejor rendimiento. Con los procedimientos establecidos se puede lograr la simplificación del trabajo al estudiar los métodos que los componen, permitiendo esto, entre otras cosas, la estandarización del tiempo.



El siguiente cuadro sinóptico muestra una típica división en la actividad de mantenimiento.



Cuadro No. 1.1

1.1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo consiste en la serie de trabajos que es necesario desarrollar en alguna unidad operativa o instalación para evitar que ésta pueda interrumpir el servicio que proporciona. Esta serie de trabajos, generalmente, se toma de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, experiencias propias y aportaciones que puedan hacer los técnicos de mantenimiento en cada especialidad. La clase de estos trabajos varía, pero, se pueden subdividir en dos grupos: el primero estará formado por los trabajos que no necesiten de conocimientos profundos o herramientas necesarias para ser atendidos (mantenimiento preventivo ligero) y el empleo de personal y herramientas especializados (mantenimiento preventivo a fondo).

La ejecución del mantenimiento preventivo, ya sea ligero o a fondo, debe llevarse a cabo por medio de programas, debe planearse; por eso éste es más barato que el mantenimiento correctivo, ya que tanto el material como la mano de obra y el momento de la labor están adecuados en cantidad, calidad y precio.

Los programas preventivos se dividen en:

- 1.1.3.1 *programas de visitas,*
- 1.1.3.2 *programas de inspecciones, pruebas y rutinas,*
- 1.1.2.3 *programas de reconstrucción.*

1.1.3.1 Programas de visitas: éstos son listas de los lugares o artefactos a los cuales debe dirigirse el personal de mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se haya estimado necesaria. Por lo general, se usan dos tipos de programas de visitas: *a largo y corto plazo*. Buenos programas de visitas aseguran la atención adecuada de los equipos a mantener, debiendo complementarse con buenos diagnósticos y mano de obra del personal de mantenimiento, lo que se traduce en inspecciones eficientes, pruebas útiles y rutinas bien ejecutadas. Las inspecciones, pruebas y rutinas deben programarse para ser ejecutadas sin estorbar los avances de la producción.

1.2.3.2. Programas de Inspecciones, pruebas y rutinas: los programas serán, básicamente, listas de indicación de partes, en cualquier dispositivo o maquinaria que necesiten ser inspeccionados y probados rutinariamente; por ejemplo, para una turbina de gas, diariamente deberán inspeccionarse: los niveles de lubricante, la temperatura de los gases de escape, la temperatura del aire de admisión, el nivel del tanque de combustible, el diferencial de presión en los filtros de combustible, etc.

1.1.4 INSPECCIONES

Se hace mención a la actividad de inspección, pues, su papel es de suma relevancia en la investigación de fallas. La inspección como función general, es una de las labores menos utilizadas en Guatemala, quizá por el desconocimiento de los beneficios que de ella se obtiene; si se atiende en sus necesidades a los componentes de un determinado equipo, resulta ilógico no tener puntos de control referenciales para evaluar su comportamiento.

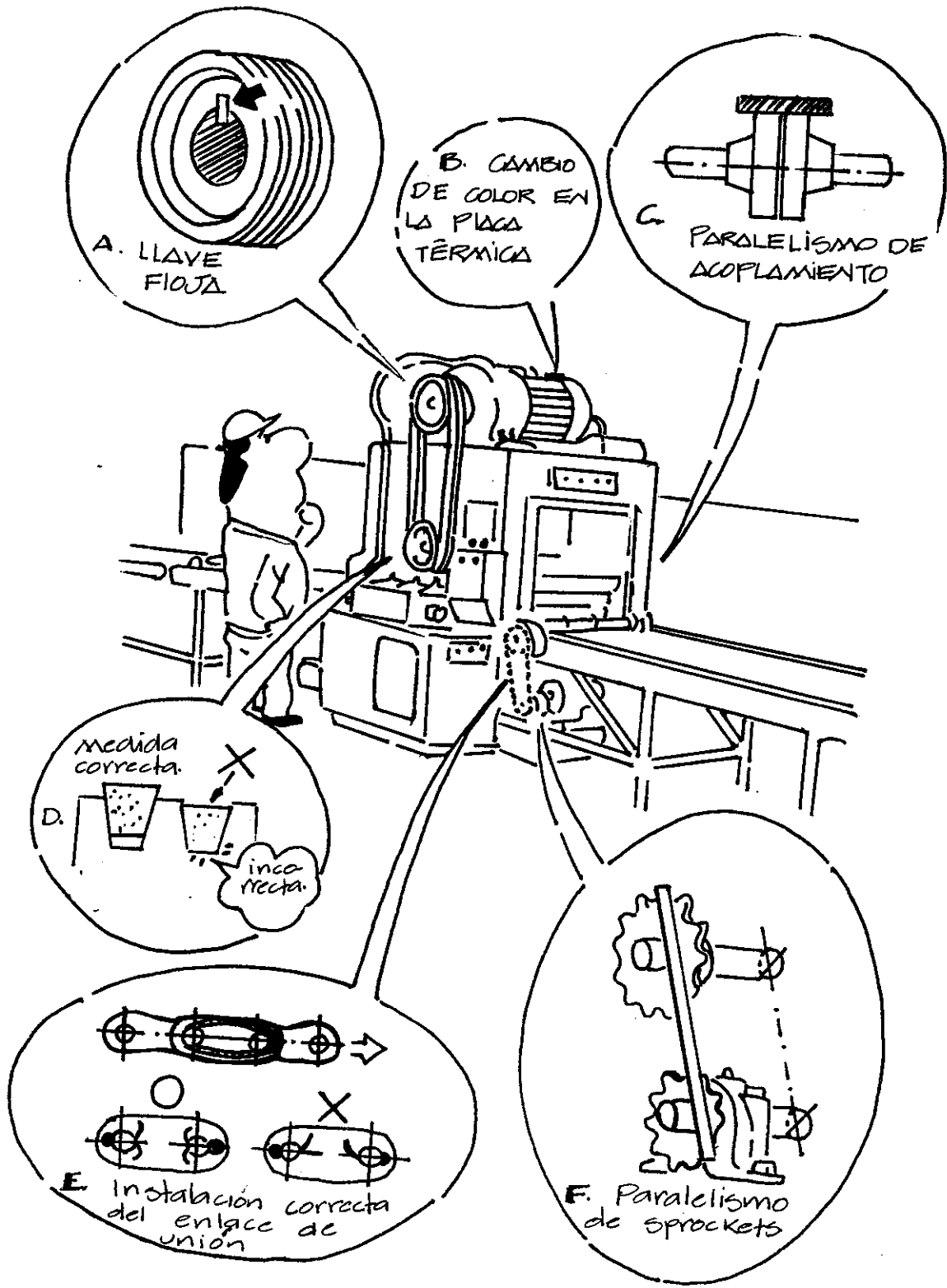
Los puntos de control se deben revisar, periódicamente, por el inspector y todos ellos deben llevar a la detección de fallas, las cuales serán siempre fallas humanas. Es importante que la persona que realiza las inspecciones tenga un conocimiento profundo de los equipos que va a inspeccionar, así como los diferentes procedimientos que allí se utilizan. Es importante, además, que incluya una excelente preparación en aspectos de relaciones interpersonales, comportamiento y conducta humana. Desafortunadamente, los buenos técnicos tienden a dedicar más tiempo al arreglo de fallas en dispositivos o equipos, que a analizar la falla humana que las originó y corregir ésta.

Las inspecciones realizadas a conciencia dejan por lo general al descubierto anomalías en los equipos; es importante que éstas sean corregidas de inmediato por el propio personal de mantenimiento; si por cualquier razón no es posible corregir fallas o desperfectos mecánicos en el momento, deberá establecerse un programa planeado para la solución a mediano y corto plazo.

Los factores que intervienen en la inspección tienen una disposición similar a los de la actividad del mantenimiento, pues, la inspección puede ser preventiva y correctiva; con programas, reportes, visitas, rehabilitaciones, atenciones inmediatas, informes de calidad de servicio y notas de inspección.

1.1.4.1 Inspección preventiva: las inspecciones preventivas son series de observaciones llevadas a cabo para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos a su cargo, antes que el servicio que prestan estos elementos presente alguna falla. Para conseguir una aplicación y uso adecuado de estas observaciones así como para facilitar su control, es conveniente dividir los programas y reportes de inspección en:

- a. programas de visitas;
- b. programas de inspecciones;
- c. Programas de rehabilitación;
- d. Notas de inspección;
- e. Informes de calidad y servicio;
- f. Lubricación y limpieza.



INSPECCIÓN GENERAL

FIGURA No. 1

Diariamente se puede obtener información sobre equipos y actividades de mantenimiento preventivo, con la indicación de recursos requeridos para realizar cada actividad. Se pueden visualizar actividades próximas a realizarse, lo que deja la opción de adelantar algunas actividades una vez que se ha parado un equipo, con el objeto de no tener que volver a ponerlo fuera de servicio al poco tiempo.

Mediante el flujo de recursos es posible obtener presupuestos de repuestos, mano de obra y servicios externos analizando variaciones de recursos entre diferentes períodos. Es posible contemplar inventarios de materiales y repuestos en los que se registran las existencias y costos de cada uno de los artículos. Consultando las existencias y el calendario de actividades se podrá calcular, automáticamente, las requisiciones de materiales y repuestos; las requisiciones pueden ser generadas a manera de orden de compra, tomando en cuenta el tiempo de abastecimiento de los repuestos o materiales.

1.2.2 Lógica de operación de un programa informático para mantenimiento preventivo

En todos los programas informáticos para la actividad de mantenimiento preventivo, el usuario del programa captura en la computadora sus equipos, asociando un plan de mantenimiento a cada equipo.

Básicamente, el plan de mantenimiento es el conjunto de actividades de mantenimiento que se debe realizar al equipo completo ó a sus partes. Este trabajo de registrar en el sistema los equipos que se tienen, como sus planes de mantenimiento, se realiza una sola vez al implantar el sistema o cuando se incorporan nuevos equipos. Periódicamente, basta con actualizar los mantenimientos que se van realizando físicamente a los equipos, para que el programa usado re programe automáticamente cuándo deben volver a realizarse las distintas actividades de mantenimiento y para que registre una historia de mantenimiento preventivo por cada mantenimiento actualizado.

Mediante la elección de parámetros, es posible obtener una vez alimentado al programa:

- *prioridades,*
- *programas de condensado,*
- *programas de actividades preventivas o correctivas,*
- *bitácoras,*
- *flujo de recursos,*
- *historias gráficas.*

1.2.3 Requerimiento básicos

Los requerimientos básicos de Hardware para instalar y operar un programa de mantenimiento preventivo son:

- una computadora personal con memoria mínima de 512 KB,
- un drive de 5 1/4 o 3 1/2 pulgadas,
- un disco Duro de 40 Mb.

Programas como MP2 (Maintenance Pack 2) Y MP operan con sistema operativo DOS. Con los avances tecnológicos actuales es posible incorporar el programa a sistemas de redes, las cuales podrán interconectar la información de mantenimiento a actividades de planeación de producción, contabilidad, costos, etc.

La instalación de programas informáticos MP2 Y MP, se debe hacer en el disco duro de la computadora el que almacenará y permitirá ejecutar el programa; el primer paso será colocar el diskette original de instalación y teclear la instrucción;

A: INSTALL_A:_C:_MP ó MP2

Los directorios de ambos programas, se crearán, automáticamente, en el disco duro, directorios como MP, MP2, PDOXRUN, etc., aparecerán al terminar de realizar la instalación.

Al terminar de instalar cualquiera de estos programas es necesario apagar y encender la máquina, luego, habrá que acceder al directorio donde se encuentre el o los archivos ejecutables del programa. Una instrucción básica sería;

C:
CD \MP\MP.EXE

Para el caso del MP2 será necesario crear una rutina de arranque, la cual deberá ser almacenada en el PATH o vía de secuencia de la PC; ésta podría ser:

PATH = C:\MP2;C:\MP;C:\PDOXRUN

El programa correrá al dar la instrucción: MP2.

Ambos programas podrán tener una clave de acceso, previamente establecida. El CONFIG.SYS de la computadora en servicio deberá definirse con:

FILES = 20 , BUFFERS = 20 , lo cual evitará errores de arranque.

Vertical text on the right edge, possibly a page number or header, appearing as a dense column of small characters.

Vertical text on the right edge, possibly a page number or header, appearing as a dense column of small characters.

INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

2.1 Definición y campos de aplicación del MPT.

En el capítulo 1 en su primera sección, se mencionaron los roles básicos de la actividad de mantenimiento; actualmente, los conceptos sobre la actividad de mantenimiento preventivo prevalecen, sin embargo, es necesario introducir nuevos conceptos y técnicas que permitan lograr en los equipos, cero defectos y cero fallas por averías. Sobre Mantenimiento productivo total podría escribirse todo un trabajo de tesis, sin embargo en este proyecto la meta es que quien se interese por conocer este tema pueda informarse y en un lapso corto de tiempo pueda poner en práctica las técnicas de MPT.

Se dará principal atención al estudio de las técnicas básicas, para eliminar las seis grandes pérdidas del servicio:

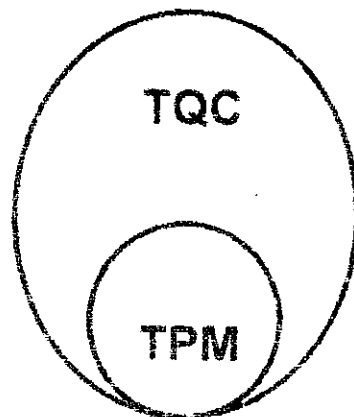
- *averías,*
- *tiempos de preparación y ajustes,*
- *tiempos muertos y paros menores,*
- *disminución de velocidad,*
- *defectos en el proceso, y pérdidas en el rendimiento.*

El fin primordial del Mantenimiento productivo total, es crear un sistema de mantenimiento autónomo, el cual con un software para computadoras personales resulta ser una actividad sencilla. Mantenimiento productivo total se incorpora por consiguiente al trabajo del Control total de la calidad (CTC).

Calidad total

TQC define los defectos

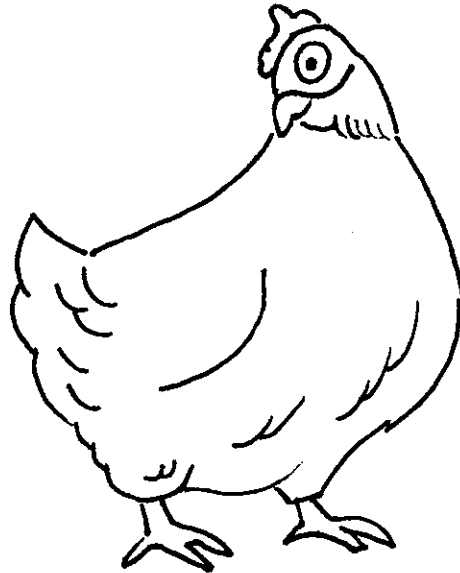
TPM elimina las causas de los defectos



RELACIÓN ENTRE TQM Y TQC
FIGURA 2

TQC

TPM



- Frescura
- Tamaño
- Color
- Dureza de la cáscara
- Comida nutritiva
- Durabilidad

- Condiciones óptimas
- Inmunización
- Fortificación de vitaminas
- Sistema de alimentación correcto
- Ambiente limpio.

La calidad del producto es determinada por la condición de la máquina.

RELACIÓN ENTRE MPT Y CTQ
FIGURA 3

2.1.2 Mantenimiento productivo total (MPT)

Las técnicas administrativas utilizadas en los Estados Unidos de Norte América para las actividades de Mantenimiento y Manufactura, fueron adoptadas por las industrias japonesas después de la segunda guerra mundial, adaptándolas a sus circunstancias y estableciendo altos índices de calidad; lograron en corto tiempo el reconocimiento mundial por la calidad superior en todos sus productos, éxito total en el mercado mundial y la atención de todos los países al estilo de las técnicas administrativas japonesas.

Para mejorar el mantenimiento del equipo, Japón importó el concepto de Mantenimiento preventivo (MP) de los Estados Unidos, luego, importó los conceptos de mantenimiento productivo (conocido también como PM), el Mantenimiento de prevención (MP) la Ingeniería de confiabilidad y otros.

Actualmente, MPT ha sido implantado en muchas industrias de Norte América adoptado de acuerdo a los principios del ambiente industrial japonés.

En muchas compañías norteamericanas y en todas las industrias de Guatemala, el departamento de mantenimiento lleva a cabo todos los trabajos de mantenimiento de la fábrica, existe aún la tradicional división de labores entre producción y mantenimiento, la estricta frase de **Yo opero - Tú arreglas** suele ser muy utilizada. En contraste con lo anterior, muchas empresas japonesas han modificado el estilo de mantenimiento utilizado en Norteamérica, por consiguiente, todos los empleados participan en dicha actividad, desde los operadores de línea hasta los gerentes de alto nivel.

La definición general del término MPT, se obtiene del concepto básico de realizar cada una de las actividades de mantenimiento, con la participación de todos los miembros de la organización, conscientes de que es la única forma de mejorar el servicio e incrementar la productividad.

El término MPT fue definido en 1,971 por el Instituto japonés de ingenieros de planta, estableciendo, además, los siguientes objetivos del Mantenimiento productivo total:

- a.- *incrementar la efectividad de los equipos (mejorando su eficiencia)*
- b.- *desarrollar sistemas de mantenimiento productivo, para prolongar la vida de los equipos,*
- c.- *involucrar a todos los departamentos (ingeniería y diseño ,producción y mantenimiento) al plan de MPT; diseñar, usar y mantener los equipos implementando MPT,*
- d.- *involucrar a todos los empleados en todas las actividades de MPT,*
- e.- *promover el MPT motivando a los empleados, permitiéndoles realizar actividades autónomas en grupos pequeños.*

EL ÉXITO EN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL LO
CONSTITUYEN LAS ACTIVIDADES DEL GRUPO PEQUEÑO
PONDE EL TRABAJADOR ES EL AGOR PRINCIPAL

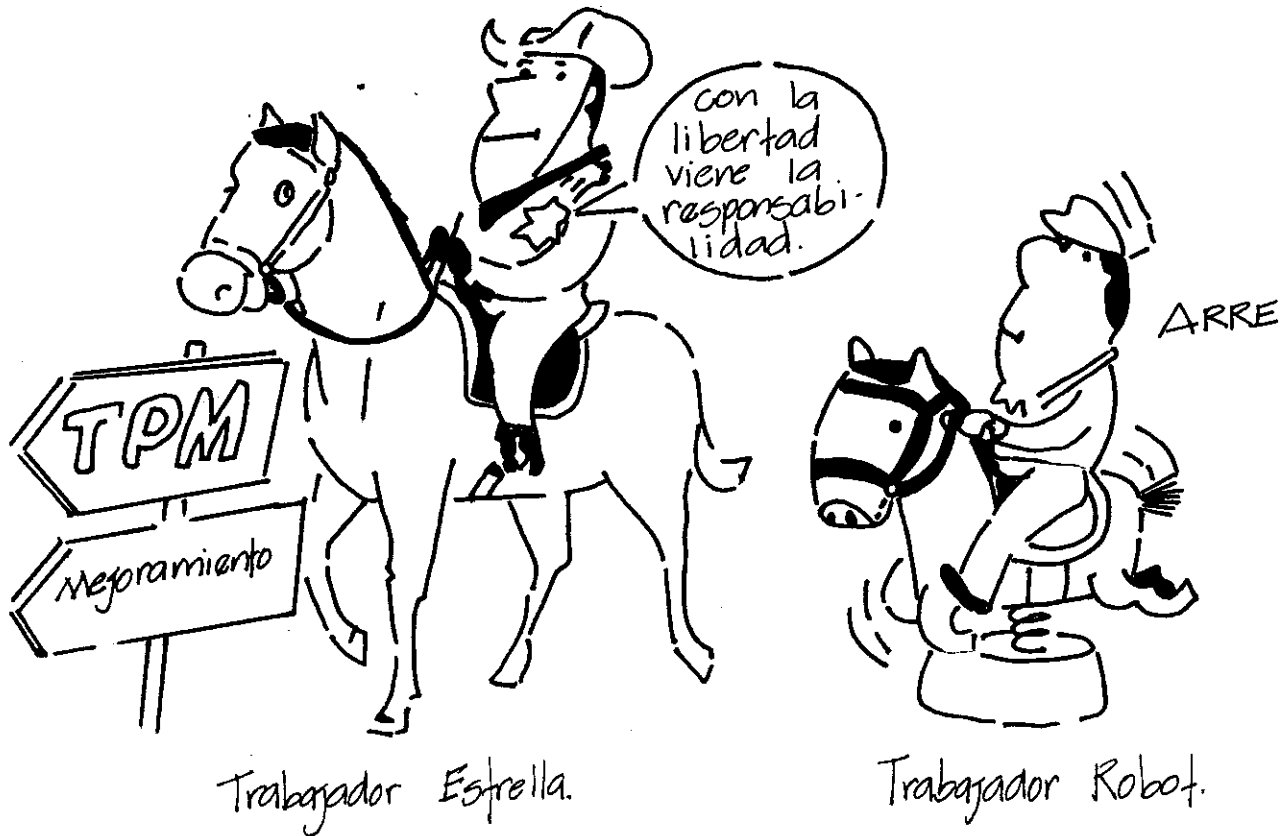


FIGURA NÚMERO 4

La palabra Total en MPT, tiene tres significados relacionados con tres importantes actividades de MPT.

- a.- *Total efectividad y eficiencia económica del servicio.*
- b.- *Total mantenimiento de prevención (PM) (diseño libre de mantenimiento) y actividades para mejorar la mantenibilidad del equipo (reparaciones o modificaciones necesarias para facilitar la tarea de mantenimiento)*
- c.- *Total participación: mantenimiento autónomo por operadores y actividades de grupos pequeños en cada departamento y en cada nivel.*

La llave innovadora en MPT es la realización de actividades básicas de mantenimiento, realizadas por los operadores en sus equipos, ellos mantienen funcionando y operando bien sus equipos, desarrollan, además, habilidades para detectar problemas potenciales antes de que generen paros por averías.

2.1.2.1 Mantenimiento productivo total y el futuro de mantenimiento

Hasta los años setenta, en Japón la actividad de mantenimiento se basó en tiempos planeados, para servicios periódicos y overhall en los equipos. En los ochenta, el mantenimiento preventivo fue rápidamente desplazado por el mantenimiento predictivo o mantenimiento bajo condiciones. El éxito de MPT depende de la habilidad para estar continuamente enterados de la condición del equipo, con la finalidad de predecir (y prevenir) fallas. El mantenimiento predictivo juega un rol importante en el Mantenimiento productivo total, porque usa modernas técnicas de monitoreo que diagnostican la condición del equipo durante la operación, para identificar señales de deterioro o inminente falla.

TPM tiene como doble objetivo: cero paros por averías y cero defectos. Al eliminar los tiempos de paradas y defectos se logran :

- 1.- *incrementos en las tasas de operación,*
- 2.- *reducción de costos,*
- 3.- *niveles de inventario mínimos,*
- 4.- *incremento en la productividad de la empresa.*

Es posible, también, con un buen programa de MPT lograr que todo el personal tenga mayor tiempo para descansar, altos niveles de seguridad e higiene y, en general, ambiente agradable de trabajo.

2.2.2 DESARROLLO DE SISTEMAS EFECTIVOS PARA LA APLICACIÓN DEL MPT A LA ACTIVIDAD ADMINISTRATIVA DEL MANTENIMIENTO

Esta sección está enfocada a la aplicación del MPT, para eliminar las seis grandes pérdidas del servicio:

1. *averías,*
2. *tiempos de preparación y ajustes,*
3. *tiempos muertos y paros menores,*
4. *baja velocidad,*
5. *defectos en el proceso,*
6. *pérdidas en el rendimiento.*

2.2.2.1 Averías

La mayoría de la gente reconoce que las descomposturas representan la mayor forma de pérdida en la manufactura, pero, por toda una serie de razones, pocas empresas hacen mucho para reducir el alcance de esa pérdida. Para tomar esta pérdida en serio y empezar a reducirla, se necesita, antes que nada una nueva forma de ver las averías.

En otras palabras, avería significa el daño causado por acciones humanas intencionadas. Esto hace pensar que las averías en el equipo, usualmente, son causadas por acciones y suposiciones humanas.

Generalmente se asume que:

1. no es responsabilidad del operario llevar a cabo inspecciones,
2. todo el equipo, eventualmente se descompone,
3. toda avería puede arreglarse,

Con las anteriores suposiciones, no es sorprendente que las averías sean difíciles de eliminar. La eliminación de las averías para cualquier equipo, es posible solamente si la gente cambia su forma de pensar acerca del equipo y su uso.

2.2.2.1.1 Acciones a tomar para reducir las averías

Es importante crear actitudes nuevas en el personal; la gente que tiene que ver con equipos debe reemplazar su suposición de que " *todo el equipo eventualmente se avería* ", por la convicción de que " *el equipo no debería nunca descomponerse* ". Entonces, todos, incluyendo a los operadores, aceptarán mejorar la idea de que el equipo puede usarse, de tal forma, que de hecho se prevengan las averías.

2.2.2.1.2 Tipos de Averías

De acuerdo con las "Normas industriales japonesas" (NIJ), una falla o avería es la "pérdida de una función específica en un objeto (sistema, máquina o parte)" Como la frase " función específica " es vaga de cualquier manera, el significado de avería sigue esquivo. Dividir las averías en dos categorías puede simplificar la comprensión de éstas. "Pérdida de funciones" y "Reducción de funciones".

a) Pérdida de funciones.

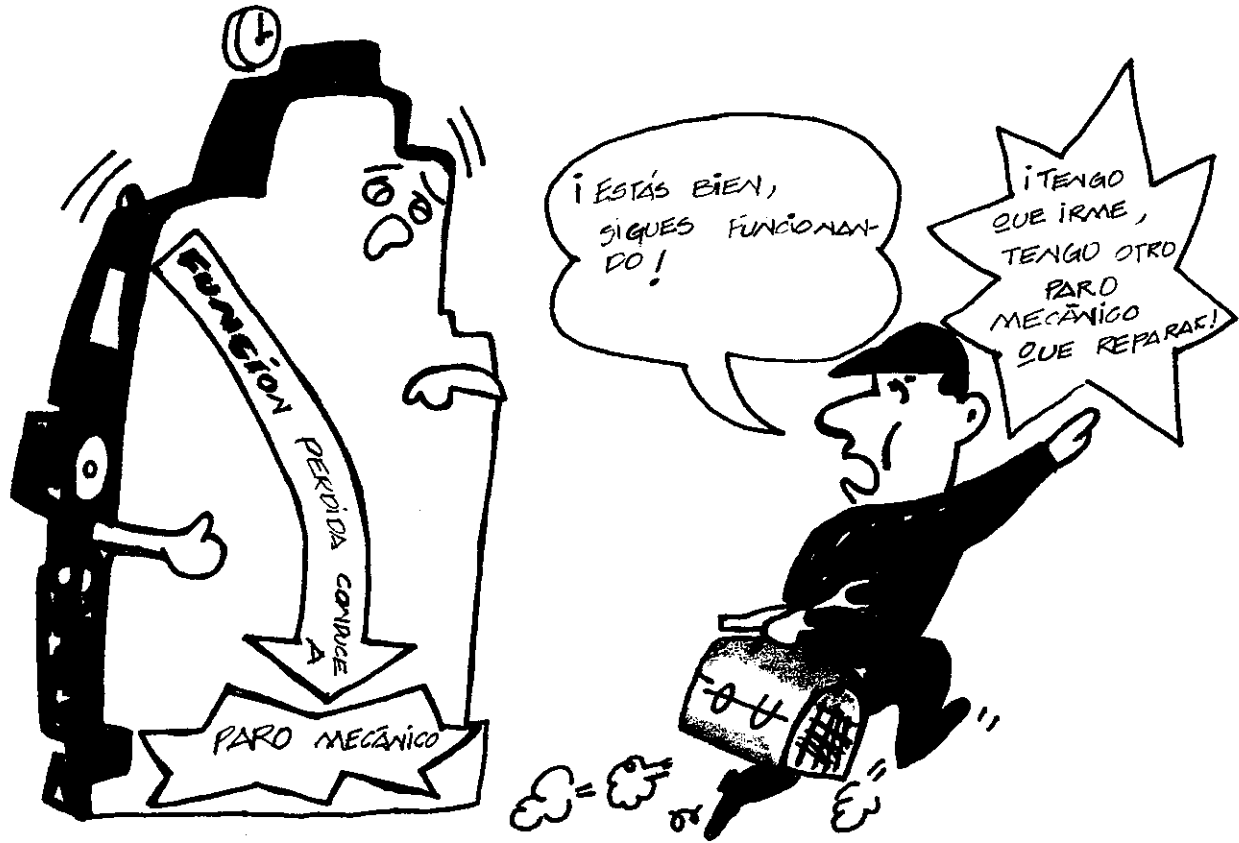
Para muchos, el término avería significa una repentina y dramática falla con la cual el equipo se detiene totalmente; esas averías inesperadas son pérdidas claras, ya que la producción se detiene, a lo anterior se le puede llamar una avería de pérdida de funciones. Aún si la causa se debe a una función específica sola, el resultado de la avería es el cese de todas las funciones del equipo. Es importante mencionar que no todas las fallas en los equipos son de este tipo.

b) Reducción de funciones.

El deterioro causa otro tipo importante de pérdidas en los equipos, aún cuando estos puedan seguir operando. Mucho tiempo de preparación y ajustes, frecuentes, tiempos muertos o paros menores, velocidad reducida de fabricación, defectos en el proceso y durante los arranques, son todas posibles pérdidas de este tipo. Los problemas relacionados con el deterioro son considerados como averías de reducción de funciones.

Las averías de reducción de funciones son causadas por el deterioro de partes específicas del equipo y son consideradas, erróneamente, menos serias que las averías de pérdida de funciones. Generalmente, la gente tiende a no darle importancia a las averías de reducción de funciones, sin embargo, en muchos casos estas averías son las que causan la mayor cantidad de pérdidas en los equipos.

El departamento de Mantenimiento, en la mayoría de los casos, está ocupado manejando paros imprevistos.



Mucha gente de Mantenimiento pierde con facilidad su capacidad de ver la "pérdida de función" relacionada con el paro. Muchas personas creen que el equipo está bien porque está funcionando.

FIGURA No. 5.
PÉRDIDA DE FUNCIONES.

2.2.2.1.3 Principios básicos para cero defectos

a.- Exposición de los defectos ocultos.

Los defectos en el equipo son desórdenes en el propio equipo, causantes, obviamente, de averías. Los defectos ocultos permanecen invisibles por una u otra razón y, por lo tanto, no son tratados. Muchas averías son ocasionadas por estos defectos sin notoriedad en el equipo, el exponer y corregirlos puede reducir las averías a cero.

Las averías causadas por los defectos ocultos son crónicas por naturaleza, ocurriendo tan seguido que parecen normales. Por ejemplo, una baja en la velocidad es; a menudo, difícil de notar, pero, aún así, es una forma de avería o falla, una forma de pérdida crónica.

Los esfuerzos convencionales de mantenimiento se enfocan a las averías esporádicas no esperadas, también a graves y visibles defectos en el equipo. El Mantenimiento productivo total se aplica a las averías de pérdidas de funciones y reducción de funciones, causadas por defectos ocultos. Aún cuando un solo pero significativo defecto, pueda causar una descompostura, una combinación de pequeños y ocultos defectos que aparentemente no tienen ninguna relación con la avería (polvo, abrasión, vibración, tornillos sueltos, raspaduras, deformaciones, etc.) usualmente, determinan la mayor causa. Los defectos pequeños pueden convertirse en mayores; algunas veces se encubren agrandando el efecto y provocando una pérdida dramática (como una avería repentina) Así como un cigarrillo prendido puede causar un gran incendio, los defectos ocultos inducen a averías y debieran de ser eliminados mientras aún son pequeños. Este es el principio fundamental que respalda al mantenimiento preventivo.

b.- Los defectos pueden ocultarse física y psicológicamente.

El percatarse de los defectos ocultos es el primer y más difícil paso para eliminar las averías. Los defectos ocultos no deben ser necesariamente pequeños o difíciles de observar.

Físicamente por:

- *mala inspección y análisis del deterioro,*
- *mala disposición y montajes que son difíciles de inspeccionar,*
- *polvo o contaminación.*

Psicológicamente por:

- *ser consistentemente ignorados, aún cuando son visibles,*
- *el problema es subestimado, se pasa por alto, aún cuando los síntomas concretos son tangibles.*

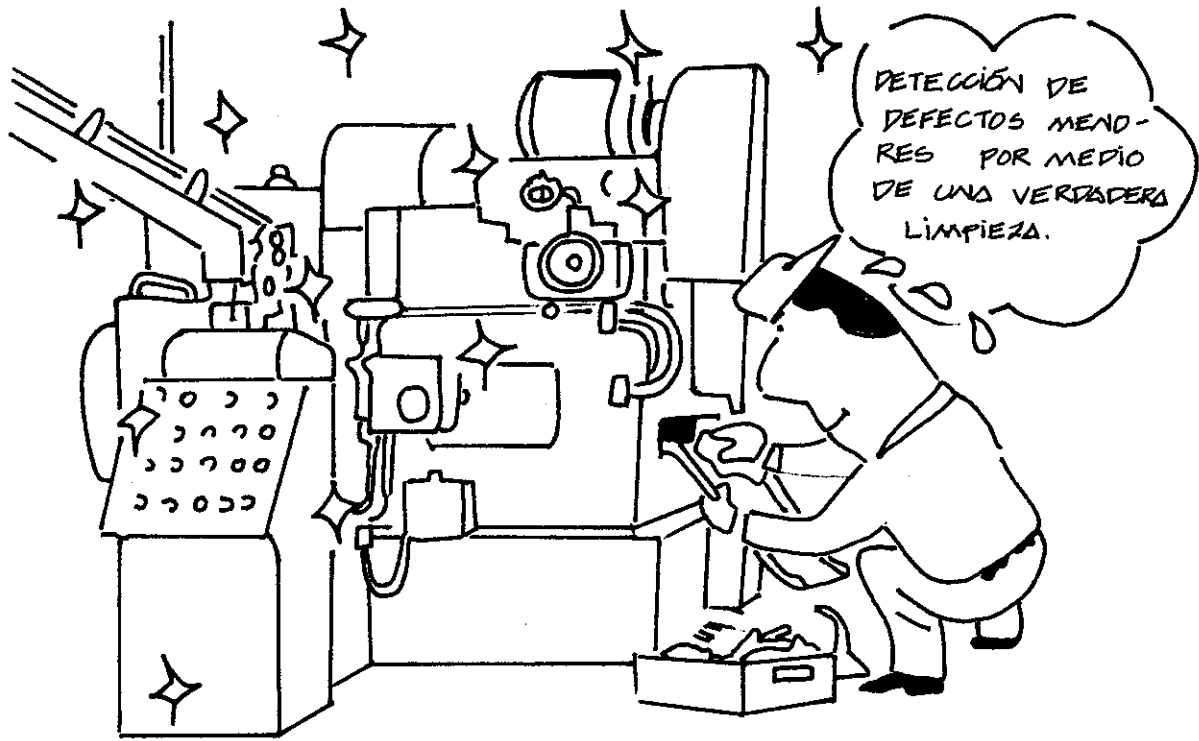


FIGURA No. 6
DETECCIÓN DE DEFECTOS

Los defectos están ocultos cuando el desempeño del equipo es pobre, pero, no se hace ningún esfuerzo para mejorarlos.

Supóngase que la valuación de la efectividad del equipo revela pérdidas en la velocidad, pero los operarios y la gente de mantenimiento dicen: ***No hay nada que podamos hacer, es la naturaleza de la máquina y del proceso.*** Este defecto permanecerá física y psicológicamente oculto, hasta que los involucrados reconozcan la posibilidad y la necesidad de la mejora.

La eliminación de las averías causadas por los defectos ocultos demandan un nuevo enfoque. Si los esfuerzos de resolución de problemas se enfocan solamente en el momento de la avería o en obvios defectos individuales, se identificarán factores erróneos, llevando la investigación aún más lejos de la solución. Como su contribución a las pérdidas es continua y compleja, no es suficiente el simplemente ***arreglar*** los defectos visibles, causados por los defectos ocultos.

Por lo tanto, el propósito del diseño del mantenimiento autónomo y del preventivo es el fomentar un ambiente para que el equipo en el cual los defectos escondidos simplemente no puedan desarrollarse.

Para eliminar los defectos (exponer y corregir los defectos escondidos) el equipo debe pararse a intervalos razonables para su inspección y mantenimiento.

Los departamentos de producción, normalmente, protestan (bajo la presión de la producción) cuando el departamento de mantenimiento pide una interrupción. La pérdida en la producción debida a la interrupción por una hora para dar inspección y servicio, es mínima si se compara con la pérdida de docenas de horas requeridas para reparar una avería. En otras palabras, la pérdida en producción debida a interrupciones planeadas, puede convertirse en utilidades.

2.2.2.1.4 Requerimientos para cero averías

Es necesario establecer cinco tipos de acción para descubrir defectos ocultos y tratarlos apropiadamente:

- a. mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, atornillado)*
- b. apearse a las condiciones de operación,*
- c. restaurar el deterioro,*
- d. corregir debilidades en el diseño,*
- e. mejorar el conocimiento y las habilidades en el mantenimiento y en la operación.*

a.- Mantener las condiciones básicas del equipo.

Tres factores están involucrados en el mantenimiento de las condiciones básicas del equipo: limpieza, lubricación apropiada y atornillaje. El mantener estas condiciones básicas previene al equipo del deterioro y ayuda a eliminar causas potenciales de averías.

a.a.- Limpieza.

La limpieza quita el polvo y la contaminación del equipo que causa fricción, obstrucciones, fuga, funcionamiento defectuoso, defectos eléctricos y precisión reducida en las partes móviles. Por lo tanto, la limpieza evita averías, problemas de calidad y deterioro acelerado que estas condiciones defectuosas pueden producir.

La limpieza completa requiere más tiempo que la limpieza superficial. Cada rincón y rendija del equipo, así como los elementos internos, deberán ser explorados. Esto no remueve simplemente el polvo y la tierra, sino que, también, descubre defectos ocultos como la abrasión, tuercas y tornillos sueltos, raspaduras, sobrecalentamiento, vibraciones y sonidos anormales. En efecto, "limpiar es inspeccionar".

a.b.- Lubricación.

El equipo no puede operar eficientemente sin el aceitado y lubricado apropiado. Aún así, en muchas fábricas el depósito de lubricación permanece vacío y está cubierto con polvo e impurezas.

A menudo, aún el tubo suplidor de aceite está goteando y obstruido. La negligencia en la lubricación causa varias pérdidas, puede ser la causa directa de averías esporádicas e inesperadas, como el prendimiento de las piezas. También apresura el deterioro del equipo, al causar abrasión y sobrecalentamiento, lo cual afecta la condición total del equipo.

a.c.- Atornillaje.

Las partes conectoras rotas o sueltas, como tornillos o tuercas, juegan gran rol en las averías del equipo. Un simple tornillo suelto (un tornillo de montaje en una unidad de producción o un tornillo en la junta de un tubo) puede directamente, causar una avería. Más aún, un tornillo suelto puede aumentar el movimiento que después soltará más tornillos. Esto crea más vibración, haciendo una reacción en cadena que puede resultar en una avería seria antes que nadie se percate de algún problema. Los tornillos sueltos son una forma común de defectos ocultos. Una compañía descubrió que los defectos de los tornillos y tuercas sumaron el 60% de todas las averías.

CONTROL DE LUBRICACIÓN

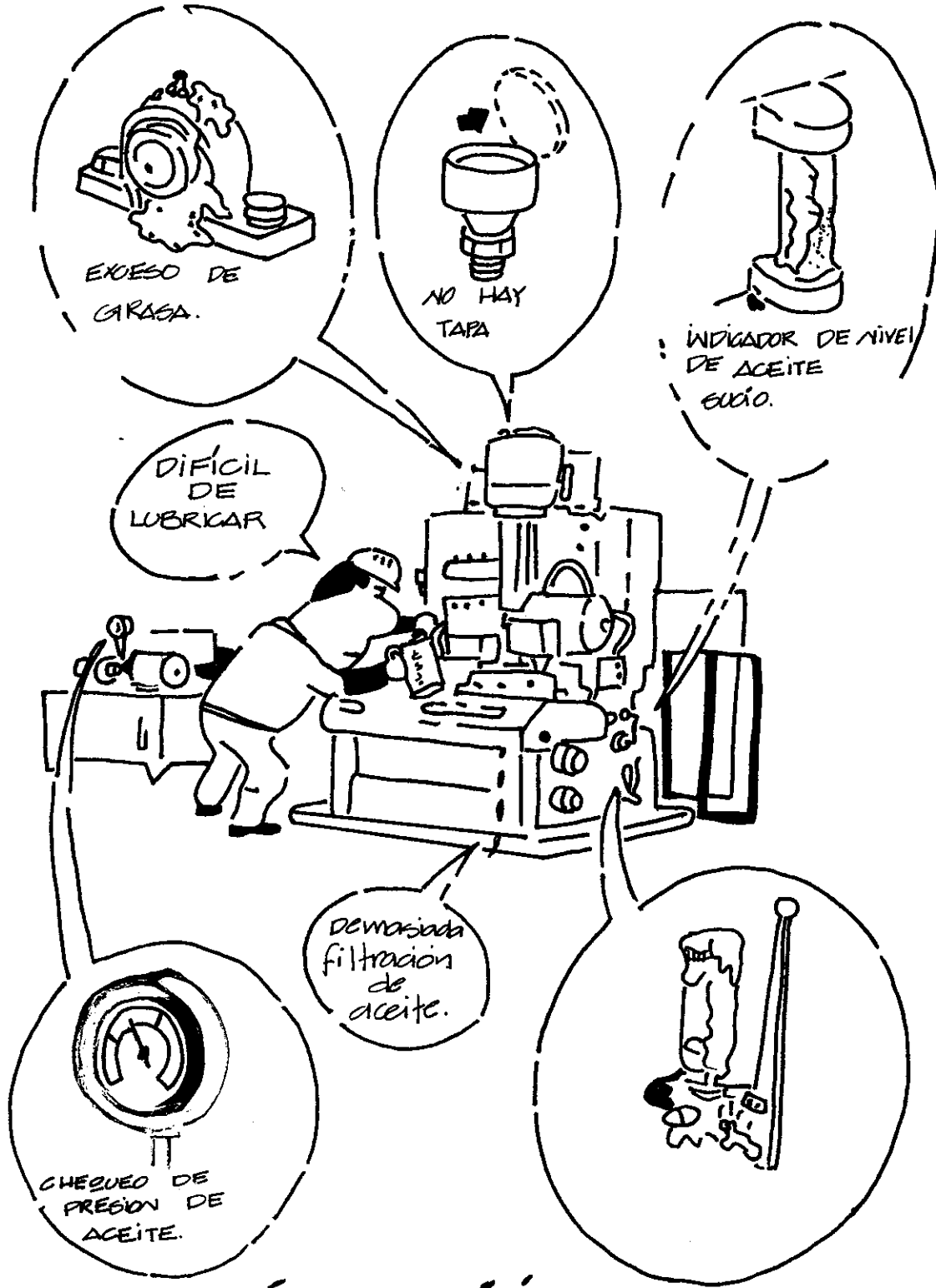
LA LUBRICACIÓN ADECUADA, RETRASO EL DESGASTE, EXTIENDE LA VIDA DE LA MÁQUINA Y ECONOMIZA LA ENERGÍA OPERATIVA.



EL PROGRAMA DE LUBRICACION DEMUESTRA:

- Qué tipo de aceite se debe usar.
- Dónde usarlo
- cuánto se debe usar, y
- cuándo usarlo

FIGURA No. 7.



INSPECCIÓN DE LUBRICACIÓN

b. - Apegarse a las condiciones de operación

Las condiciones de operación son aquellas que deben ser conocidas para operar el equipo a toda su potencia. En los sistemas hidráulicos de aceite, por ejemplo, la temperatura del aceite, la cantidad, la presión, su pureza y el nivel de oxidación deben ser controlados. En los paneles de control e instrumentos, la temperatura atmosférica, la humedad, el polvo y la vibración deben ser regulados.

Para eliminar defectos y averías, la operación estándar, la manipulación y las condiciones de abastecimiento deben establecerse y mantenerse para cada pieza del equipo y sus partes individuales. Si los problemas del equipo son tratados sin consideración a estos estándares de operación, la precisión de la operación a las condiciones de manufactura no serán estables y las averías continuarán ocurriendo.

c.- Restauración del deterioro

Generalmente, cuando el equipo se descompone, sólo las partes directamente involucradas son arregladas, el deterioro del equipo no es tratado. Así que, aún cuando una parte rota sea restablecida, las averías volverán a ocurrir porque el equilibrio de la precisión y la fuerza en el equipo y herramientas no han sido restauradas. Obviamente, un desequilibrio causado por diseño o errores de fabricación en la maquinaria, debe ser corregido como defecto de diseño.

Si, de cualquier manera, la avería es causada en parte por deterioro oculto de las partes estructurales, la restauración parcial y los cambios en el diseño no eliminarán las averías.

El equipo se deteriora lentamente con el paso del tiempo y las averías ocurren conforme se desarrolla la fatiga. Así que, aún cuando una parte rota sea restaurada y mejorada, las averías seguirán ocurriendo en otras partes cansadas.

En este punto, antes de pensar acerca de cambios en el diseño, es mejor regresar a los dibujos originales y usar la inspección y el chequeo para descubrir el deterioro. Restablecer el equilibrio de la precisión y la fuerza del equipo en el momento de la falla del equipo es una importante estrategia, pero, es sólo un atajo para la eliminación de averías.

Para restaurar el equipo, apropiadamente, es bueno estandarizar los pasos tomados para descubrir y predecir el deterioro, así como los métodos usados para restaurar dicho deterioro. Descubrir y predecir pueden lograrse mediante chequeos periódicos, aplicando estándares de inspección apropiados y técnicas de diagnóstico de máquinas. La restauración llevada a cabo se debe basar en estándares de mantenimiento, también puede realizarse mediante los conocimientos y la experiencia acumulada del personal de mantenimiento.



DETERIORO POR MALA CONDICIÓN
DEL EQUIPO.

FIGURA No. 8

d.- Corregir debilidades del diseño

Aún cuando las condiciones básicas (limpieza, lubricación, atornillado) sean estrictamente controladas, los costos del mantenimiento se vuelven enormes cuando la vida del equipo es corta y las inspecciones, chequeos y tratamientos restauradores no les pueden seguir el paso a la incidencia de los defectos. En esos casos, el problema puede ser causado por una debilidad del diseño, requiriendo cambios en el diseño del equipo, como alteración en el material, dimensiones y formas de los componentes.

e.- Mejorar las habilidades y los conocimientos en la operación y mantenimiento

Al pensar sobre soluciones para las averías, se tiende a dar énfasis a los objetos (equipo, herramientas, materiales) y a olvidar los factores humanos. De hecho, la educación y entrenamiento extensivo a operarios, trabajadores de mantenimiento, diseñadores de equipo y gerentes, apoyan cualquier esfuerzo para lograr la eliminación de averías. Muchas de las averías son causadas por falta de conocimientos. Los errores humanos, a menudo, no son detectados, lo que los hace más difíciles de eliminar. Las responsabilidades de los operarios y trabajadores de mantenimiento deben ser aclaradas y sus niveles de conocimiento elevados mediante capacitación y entrenamiento. Además, el TPM requiere nuevas maneras de pensar acerca de las averías y los defectos. Así que toda educación y entrenamiento tiene dos objetivos específicos: mejorar las habilidades y los conocimientos y mejorar el entendimiento.

Las averías no se pueden llegar a eliminar hasta que las suposiciones y creencias erróneas del personal de mantenimiento, ingenieros, operadores del equipo sean cambiadas, particularmente aquellas concernientes a la tradicional división del trabajo entre los departamentos de producción y mantenimiento. EL personal de mantenimiento y los operarios deben llegar a un mutuo entendimiento y compartir la responsabilidad por el equipo. De hecho, cualquiera que tenga que ver con el equipo debe cooperar y comprender el rol de los demás.

Cada departamento debe implementar las acciones contra las averías mencionadas anteriormente; los operarios como mantenimiento autónomo deben:

- *mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, atornillaje)*
- *mantener las condiciones de operación (operación apropiada e inspección visual)*
- *descubrir deterioro, principalmente, por inspección visual y temprana identificación de signos anormales durante la operación,*
- *aumentar conocimientos relacionados con la operación del equipo, preparación, ajuste, así como inspección visual.*

El personal de mantenimiento debe :

- proveer soporte técnico para el mantenimiento autónomo del departamento de producción,
- restaurar el deterioro, concienzudamente, usando inspecciones, monitoreo de las condiciones y revisiones.
- aclarar las operaciones estándar al rastrear debilidades de diseño y hacer las mejoras apropiadas,
- aumentar los conocimientos y habilidades para los chequeos, monitoreo de las condiciones y revisiones.

Estas actividades han sido, tradicionalmente, responsabilidad del departamento de mantenimiento.



FIGURA No. 9.

2.2.2.1.5 Implementación en cuatro fases para cero averías.

Fase 1

Estabilizar los intervalos de falla en el equipo. (Tiempo entre fallas TEF)

Restauración del deterioro no revisado: es necesario restaurar el equipo a su condición original. Generalmente, cualquier trabajador de mantenimiento al que se le pide liste las áreas que necesiten atención inmediata, puede salir con 30 ó 40 problemas. Usualmente, estos problemas han sido olvidados por el costo y la falta de personal, presión por parte del plan de producción o esfuerzos inadecuados de ingeniería. Es necesario estudiar, cuidadosamente, los problemas existentes y desarrollar un plan para tratarlos y eliminarlos, aún si esto significa gastos adicionales al presupuesto y personal ajeno a la empresa.

Prevención del deterioro acelerado: el deterioro acelerado es la razón principal de una gran variedad en intervalos de fallas del equipo. Es causado por mal mantenimiento de las condiciones de operación. En otras palabras, por la gente. El mantenimiento de las condiciones básicas del equipo y el apego a los estándares de operación, prevendrán el deterioro acelerado y reducirán la variabilidad en los intervalos de falla del equipo.

Fase 2

Alargar la vida del equipo.

Si el deterioro acelerado es chequeado, una pieza del equipo funcionará por su lapso de vida inherente, como está determinado por el deterioro natural. Mientras más cerca esté una pieza del equipo al deterioro natural, menor será la variación en intervalos de falla y mayor su vida. Si la vida del equipo llega a ser muy corta, a pesar de los esfuerzos mencionados arriba, seguramente existe una debilidad en el mismo diseño. Aún cuando la mayoría de las averías son causadas por errores de operación humana, también pueden ser ocasionadas por errores de reparación. Más, aún, posibles fallas en alguna parte del equipo, frecuentemente, afectan otras partes. Como este tipo de averías no puede ser prevenido por inspección o chequeo, los conocimientos y habilidades en la operación y el mantenimiento, deben ser mejorados para eliminar los errores humanos que los causan.

DETERIORO FORZADO (ACELERADO)



DETERIORO NATURAL

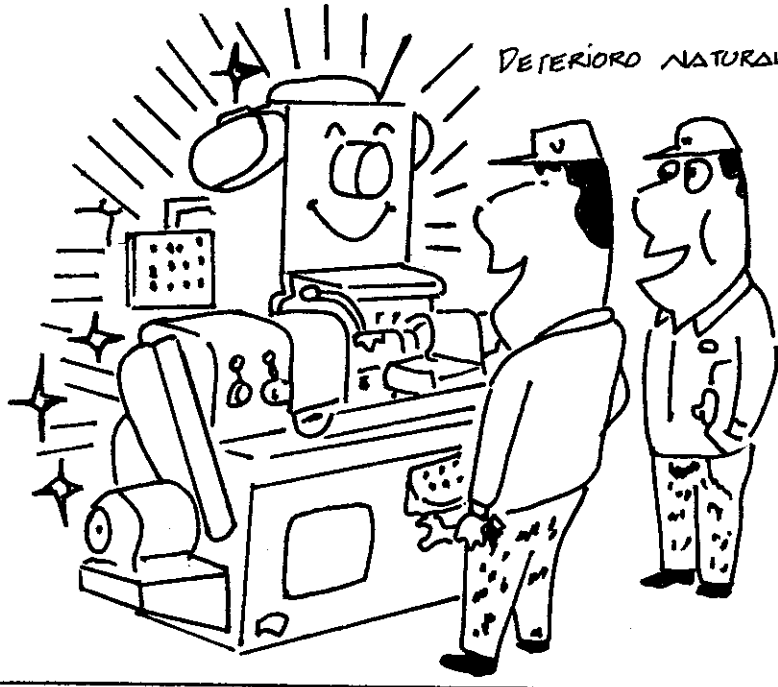


FIGURA NO. 10

Fase 3

Restauración periódica del deterioro

El deterioro debe ser, regularmente, restaurado para mantener el reducido nivel de averías logrado en la fase 2 y reducirlo aún más. Para hacer esto, la vida del equipo debe estimarse tan precisa como sea posible. Deben también establecerse y seguirse estándares para inspecciones periódicas, chequeos y reinstalación de partes. En esta etapa, todo mejoramiento en el mantenimiento es importante. Si los estándares son establecidos sin mejoramiento del mantenimiento, el tiempo, el trabajo y los costos de inspección analítica y de reinstalación de partes se elevarán, la restauración se volverá imposible.

Fase 4

Predecir la vida del equipo

a.- Técnicas de diagnóstico de máquinas: las acciones descritas arriba serán muy efectivas en la prevención de averías y otras pérdidas en casi todo el equipo. Pero, en otra clase de equipo, el lapso de vida permanece inestable; los signos de averías no pueden ser detectados por los cinco sentidos o no son de confiar o tal vez ya sea muy tarde. En esos casos, pueden utilizarse técnicas de diagnóstico de máquina para detectar signos invisibles o de incipientes averías, tales como la vibración, el sobrecalentamiento o problemas de precisión.

Muchos tipos de aparatos de diagnóstico (ya sea hardware o software) están a la mano o están siendo desarrollados. Las aplicaciones superficiales, usualmente, no son efectivas, pero una paciente investigación recompensará al usuario.

b.- Análisis de averías catastróficas : las averías catastróficas son completamente impredecibles, causando una total pérdida de todas las funciones del equipo. Cuando las averías son reducidas como resultado del programa de cuatro fases, sólo permanecen las averías catastróficas. Si el costo no fuera un egreso, podría ser predecible dicha avería catastrófica, pero en la práctica, esto no es razonable. Así que, en el caso de una avería catastrófica, un análisis técnico de las causas fundamentales es aún útil (lugar de la avería, equipo dañado, engranes sueltos, lugares resentidos) Con este conocimiento, pueden hacerse mejoras apropiadas para mantener y alargar la vida del equipo.

El programa de las cuatro fases es efectivo, pues, las averías no pueden reducirse significativamente a menos que la vida de los componentes sean alargados y mantenidos en esa condición a bajo costo (usando mantenimiento periódico) Esto se lleva en dos pasos: primero, al eliminar el deterioro acelerado para que sólo el deterioro natural esté influyendo en el equipo; segundo, al corregir debilidades del diseño que acortan la vida del equipo.

2.2.2.1.6 Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico, efectivo y económico, empieza con lapsos de vida en el equipo que han sido estabilizados y alargados. Cuando el mantenimiento periódico empieza antes de que el lapso de vida sea estable, los costos de mantenimiento son mayores y el proceso no es efectivo. Si el mantenimiento periódico es aplicado bajo estas circunstancias, los ciclos de mantenimiento serán cortos, caros y probablemente inefectivos. Mientras más inestable sea el lapso de vida del equipo, más difícil será aplicar mantenimiento periódico efectivo.

Para eliminar las averías a través del mantenimiento preventivo (mantenimiento periódico + mantenimiento predictivo) a un costo razonable, los siguientes pasos deberán seguirse.

a.- Prolongación de la vida del equipo al eliminar el deterioro acelerado (para que el lapso de vida sea determinado solamente por el deterioro natural) después, aplicar mantenimiento periódico y predictivo.

b.- Aplicación de técnicas de diagnóstico de máquinas: el cambio de mantenimiento predictivo, usando técnicas de diagnóstico de máquinas, se deja hasta la fase cuatro por las siguientes razones:

b.a El equipo debe ser calibrado y deberá recibir servicio: las técnicas de diagnóstico de máquinas usan medidores de shock de pulso, analizadores de vibraciones, detectores ultrasónicos y otras técnicas para medir los parámetros del deterioro y realizar análisis cuantitativos.

La información medida debe ser confiable de cualquier manera, para ser usada. Esto significa que el equipo mismo debe recibir servicio y estar bien calibrado. No podrá obtenerse información confiable cuando el deterioro acelerado sea un factor en el comportamiento del equipo.

b.b El equipo debe tener una vida razonablemente larga; el mantenimiento predictivo no tiene sentido, a menos que, el deterioro sea observado a través de parámetros específicos por un largo periodo de tiempo. La vida de un equipo con lapsos cortos de vida (menos de un año) deben ser extendidas antes de que las técnicas de diagnóstico de máquinas tengan éxito.

c.- Determine el valor a medir antes de seleccionar un método de diagnóstico: los ingenieros que adoptan técnicas de diagnóstico de máquinas tienden a decir qué aparato o técnica de diagnóstico usarán, antes de decidir sobre qué usarlo. Un método de diagnóstico diseñado sin un problema en la mente, será inefectivo.

2.2.2.1.7 Costos de mantenimiento

Entre las fases 1 y 2 los costos de mantenimiento pueden aumentar un 10% antes de la introducción del TPM. Este aumento se debe a que los esfuerzos se enfocan en alargar la vida del equipo, sin embargo, en la fase 4 los costos y el personal de mantenimiento pueden reducirse a un 15%. Una inversión inicial es a veces requerida, la eliminación de las averías a través del mantenimiento preventivo no es necesariamente cara.

2.2.2.1.8 Distribución del trabajo

El involucramiento de los operarios en el mantenimiento autónomo es un factor de importancia en la implementación de las cuatro fases y en la eliminación de las averías a un costo razonable.

El mantenimiento autónomo de los operarios elimina el deterioro acelerado en la fase 1 y los errores causados por el operario en la fase 2; los operarios detectan el deterioro externo en la fase 2, aún cuando casi todo el trabajo es realizado por personal de mantenimiento.

En la fase 3, los operarios detectan signos anormales de deterioro interno, usando los cinco sentidos. El personal de mantenimiento lleva a cabo las demás actividades en las cuatro fases.

2.2.2.2 MEJORAMIENTO DE LA PREPARACIÓN Y AJUSTES

El tiempo de preparación y ajustes empieza cuando se completa la producción de un producto y se determina cuando los estándares de calidad se logran en la producción del siguiente producto. En otras palabras, puede incluir el tiempo requerido para remover los troqueles de un producto, limpiarlos y prepararlos para el siguiente, montar de nuevo el equipo, ajustarlo, realizar pruebas y realizar más ajustes, si es necesario, hasta que productos de calidad aceptable sean confiablemente producidos.

Los preparativos y los ajustes deben ser realizados con rapidez y precisión, esto requiere de planeación y de una sistemática investigación de las formas para reducir el tiempo de los preparativos y ajustes sin reducir la precisión.

2.2.2.2.1 Problemas comunes con los preparativos y ajustes.

Aún cuando los tiempos de preparación han sido reducidos, hay espacio para mejoras en muchos casos, particularmente en el área de ajustes. Por ejemplo, reducciones óptimas en el tiempo de preparación han sido logradas cuando los ajustes son simples.

Con frecuencia los siguientes puntos son problemas comunes de los preparativos y ajustes.

a.- Procedimientos Confusos. La gente a menudo se queja sobre el dilatado tiempo de los preparativos y los ajustes, pero, pocos entienden suficientemente la relación de las variables, como para hacer mejoras reales. Incertidumbre e inconsistencia crea obstáculos para mejorar en las siguientes áreas:

- *método de trabajo (procedimientos, métodos, conocimientos y habilidades del operario,*
- *herramientas (forma, mecanismo, precisión)*
- *precisión (precisión que mantener, relación entre precisión y ajustes).*
- *problemas técnicos (mejoras técnicas requeridas)*
- *supervisión (necesidad de evaluación)*

Quando las áreas no son tratadas y estandarizadas y los operarios son dejados solos, los tiempos de preparación y ajuste son inconsistentes, las causas no llegan a conocerse.

b.- Ejecución Inconsistente. Los procedimientos estandarizados pueden ser difíciles cuando el equipo está siendo operado inconsistentemente; si los métodos, procedimientos y ajustes difieren de trabajador en trabajador, los tiempos de preparación y ajuste fluctuarán y los problemas aparecerán después en la producción.

c.- Las Operaciones de ajustes no mejoradas. En términos generales, los ajustes suman el 50% del tiempo de preparación. Frecuentemente, los ajustes no son estudiados apropiadamente y sus problemas son dejados de lado.

El mejorar las operaciones de ajuste puede reducir el tiempo completo de preparación considerablemente. Primero, ajustes innecesarios son eliminados. Después, el tiempo involucrado en realizar los ajustes obligatorios se reduce por varias estrategias de mejoras.

d.- Mejoramiento de la preparación. El primer paso en mejorar la preparación es el distinguir actividades que puedan ser realizadas mientras que el equipo está funcionando de aquellas que sólo pueden hacerse estando el equipo apagado.

2.2.2.2.2. Diferencia entre preparación interna y externa.

Las actividades de preparación externa son aquellas que pueden tomar lugar mientras el equipo está funcionando. Estas actividades incluyen la preparación de dispositivos, herramientas, bancos de trabajo y áreas de almacenamiento para artículos que serán removidos.

Las actividades de preparación externa pueden realizarse de antemano para ahorrar tiempo al preparar la máquina. El pre-montaje parcial puede ser realizado, también como preparación externa.

Las actividades de preparación interna sólo pueden ejecutarse cuando el equipo está parado. El tiempo es reducido al eliminar del tiempo de preparación interna todas las actividades que puedan llevarse al cabo mientras el equipo está funcionando. Muchas actividades de preparación externa están ocultas en el tiempo de preparación, interno. Por ejemplo, cuando una herramienta o tornillo esencial se pierde durante la operación de cambio, el operario debe encontrar un sustituto; cuando los defectos son encontrados se toma tiempo para hacer reparaciones parciales. Los operarios toman estos retrasos como ocurrencias normales, pero un observador objetivo las puede ver como pérdidas. La acumulación de pequeños retrasos (1 o 2 minutos cada uno, por ejemplo) aumentan el tiempo total, significativamente.

2.2.2.2.3 Organización y pulcritud en el mejoramiento de la preparación.

Tres simples reglas deberán tenerse en mente al mejorar los preparativos y los ajustes.

- 1.- No busque partes o herramientas.
- 2.- No mueva partes, innecesariamente.
- 3.- Establezca bancos de trabajo y áreas de almacenamiento, apropiadas.

En operaciones de preparación, estos principios, de organización determinan qué preparativos son hechos mientras la máquina está funcionando, para asegurar que las herramientas y artículos necesarios estén a la mano cuándo y en dónde se necesiten y en las cantidades correctas. Los operarios aplican el principio de pulcritud al asegurarse que los estándares están siendo seguidos, por ejemplo: desarrollando listas de chequeo, diseñando controles visuales en las cajas de herramientas y de partes, mejorando la disposición de la banca o banco de trabajo.

2.2.3.2.4 Separación de preparativos internos y externos

El primer paso para desarrollar operaciones de preparación, óptimas, es el estudiar la actual distribución de funciones de preparación internas y externas. Es necesario determinar qué cosas deben realizarse durante la preparación exterior y los métodos a usar, las actividades a realizar durante la preparación interna y los procedimientos a seguir.

Muchas funciones realizadas durante los preparativos internos pueden llevarse a cabo durante el tiempo de preparación externa o pueden modificarse para reducir su duración, si en lugar de unir partes por separado durante la preparación interna se realiza un premontaje de las partes en la preparación externa y se monta todo, al final se logra reducir significativamente el tiempo. El utilizar conductores estándar y de una sola posición mejora tiempos de colocación o posicionamiento de piezas de trabajo, evitan ayudas innecesarias de los operarios.

La eliminación de ajustes durante el tiempo de preparación es de gran ayuda, esto se puede lograr estableciendo valores constantes evitando los ensayos y errores. La simplificación de mecanismos de sujeción, el adoptar operaciones paralelas, la optimización del número de trabajadores y la división del trabajo acortarán el tiempo de preparación interna.

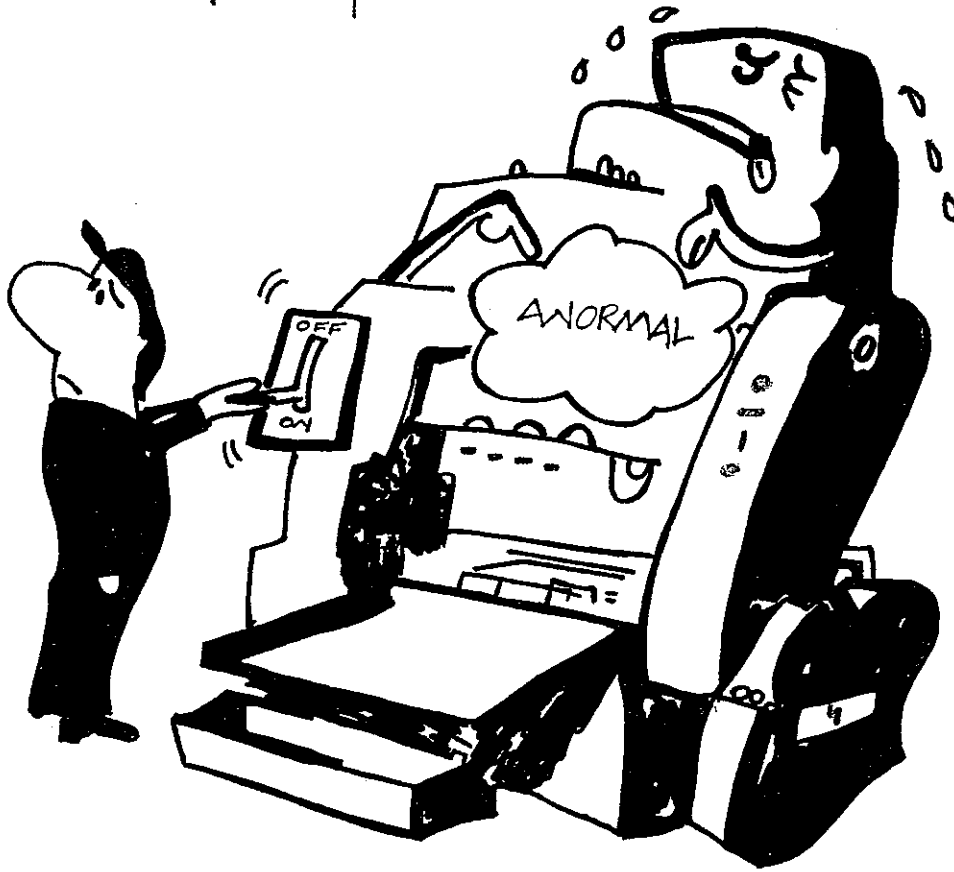
2.2.2.3 REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS Y PAROS MENORES.

El tiempo ocioso y las interrupciones menores ocurren cuando el equipo se detiene (continúa funcionando sin producir) o se detiene como resultado de un problema temporal. Por ejemplo, cuando una pieza de trabajo es atrapada en un conducto o detenida en una obstrucción, cortando el abastecimiento o cuando un sensor se activa y apaga la maquinaria. Estos problemas, usualmente, son notados rápidamente; la operación normal puede ser restaurada simplemente con tomar medidas como remover o reinsertar la pieza de trabajo atrapada o por encender el equipo de nuevo. Como las averías causan una pérdida o reducción en las funciones normales del equipo, el restaurar condiciones normales requiere trabajo de reparación, partes de repuesto y ajustes. Esto toma tiempo. Como el tiempo ocioso y los paros menores suspenden las funciones, también pueden ser considerados como averías, aún así, las dos son esencialmente diferentes.

Una interrupción menor puede manejarse rápidamente, tan pronto como es notada. Por otra parte, si el equipo tiene tiempos muertos o es detenido frecuentemente, la producción de la fábrica será menor. Esto ocurre frecuentemente en fábricas con un gran número de máquinas automáticas, si los tiempos muertos no son detectados rápidamente, un paro menor pronto se convierte en uno mayor y una mayor causa de reducción de tasas de operación.

En fábricas con muchos sistemas automáticos de producción, los tiempos muertos, los paros menores y los defectos asociados, evitan que las máquinas individuales sean usadas a su máxima capacidad. Los operarios tratan de mantener la maquinaria automática funcionando eficazmente para no perder su capacidad, pero también se mantienen ocupados sorteando los problemas. Como los esfuerzos son demasiado difusos, para producir mejoras, la maquinaria es automática solo de nombre, los operarios más que usar las máquinas son usados por ellas.

COMO LA AUTOMATIZACION SE HA VUEITO ALGO COMUN, LA GENTE CREE QUE LOS PRODUCTOS PUEDEN SER FABRICADOS AUTOMATICAMENTE POR LOS EQUIPOS. Solo hay que prender y apagar la maquina para operar los equipos.



LA GENTE PERDIÓ SU HABILIDAD DE IDENTIFICAR LAS ANORMALIDADES DE LOS EQUIPOS.

FIGURA No. 11

Los tiempos muertos y paros menores suceden con frecuencia por los siguientes factores:

a.- interrupciones debido a sobrecarga: algunos paros son causados por sobrecarga, frecuentemente encontrada en las empacadoras automáticas; estos paros ocurren cuando las piezas de trabajo chocan entre sí.

b.- interrupciones debidas a anomalías de calidad: Por lo general, éstas ocurren en procesos de ensamble, empaque, armado, en máquinas automáticas y maquinas de transferencia; los equipos son detenidos por personal de los departamentos de aseguramiento de calidad o por sensores propios de la máquina cuando no cumplen estándares fijados previamente.

2.2.2.3.1 Tiempos muertos

La ociosidad ocurre cuando el flujo de piezas de trabajo se detiene pero el equipo sigue funcionando sin procesar nada, usualmente, el personal de mantenimiento y el de producción no considera estos factores como problemas, sino simplemente los tolera.

Las condiciones de ocurrencia de los tiempos muertos varía ampliamente; los tiempos muertos y paros menores pueden ocurrir con ciertos productos o partes bajo ciertas condiciones. Pueden ocurrir sólo en ciertos días o sólo con ciertas máquinas. Estas condiciones variantes inevitablemente hacen que dichos factores sean fácilmente ignorados. La ociosidad y las interrupciones rara vez ocurren en el mismo lugar de la máquina. Frecuentemente, un brote en un área es seguido por brotes separados en diferentes áreas, haciendo difícil investigar su real naturaleza; el problema bien puede ser crónico o esporádico.

Quando el problema es crónico la ociosidad y las interrupciones menores están concentradas en una cierta porción de la máquina. Varias acciones reducen este hecho, entonces, brotan en otro lugar. Como resultado, no hay una mejora completa. La concentración de ocurrencias en un lugar particular centra la atención exclusivamente en esa área mientras el problema real, un defecto oculto, es localizado en otro lugar de la máquina. Como es invisible esa causa oculta se pasa por alto. Una estrategia básica para reducir la ociosidad y las interrupciones menores es la única idea de buscar defectos ocultos.

Normalmente, los operarios y el personal de mantenimiento tratan los tiempos muertos y los paros menores superficialmente, aplicando medidas o remedios temporales que sólo tienen que ver con parte del problema; tratan los síntomas, pero no toman las medidas fundamentales necesarias para erradicar las causas.

El ver lo que de hecho ocurre cuando suceden los paros menores y los tiempos muertos, es una clave importante para su solución. Sin embargo, estar en el lugar y tiempos correctos es muy difícil y el fenómeno puede ser muy breve como para observarlo claramente, esto contribuye a la tendencia de tratar los resultados en lugar de las causas.

Para atacar las causas básicas del ocio y las interrupciones menores, un equipo de mejoramiento deberá observarlas al momento de suceder y después analizar y clasificar los resultados. Las raíces del problema deben ser identificadas y entendidas antes de tomar acciones correctivas. Las estrategias para reducir el tiempo muerto y los paros menores entre otras serán:

1.- corregir pequeños defectos en partes y conductores: es importante corregir estos defectos en partes y conductores involucrados en la transferencia del trabajo. Estos pequeños defectos, frecuentemente, consisten en diminutas irregularidades en la apariencia y forma externa de las partes. Es importante utilizar los métodos de observación científica extensiva que aumentan el poder de los cinco sentidos. La precisión analítica es importante para detectar las pequeñas diferencias que llevan a estos problemas y que algunas veces requieren desarrollo de métodos nuevos de medición.

2.- asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas del equipo: el tiempo muerto y los paros menores son frecuentemente causados por fallas al mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, atornillado) así que asegúrese que estos estándares sean escrupulosamente observados. Si el equipo está sucio porque nadie se ha molestado en limpiarlo o si el desorden no ha sido corregido, los paros son inevitables. Es vital que los trabajadores entiendan la importancia de mantener las condiciones básicas del equipo. La frecuencia de los tiempos muertos y de los paros menores son frecuentemente afectadas por la forma en que los ajustes son llevados a cabo; el mismo operador puede producir diferentes resultados en distintos días, dependiendo de cómo preparó el equipo.

Resulta de mucha utilidad para eliminar los tiempos muertos y paros menores referirse a la confiabilidad del equipo, tomando el equipo existente, accesorios y herramientas como punto de arranque; se deben revisar las condiciones de instalación y proceso de todas las partes estudiando cómo estas condiciones pueden optimizarse. Las condiciones de instalación incluyen cada factor relacionado con la forma en la que el equipo es instalado, tales como posición de las partes, ángulos y resonancia.

Las condiciones del proceso son las propiedades físicas como: presión neumática, presión de vacío, amplitud de vibración y volumen de abastecimiento de las piezas de trabajo.

Las condiciones de instalación y del proceso, frecuentemente, se basan en experiencias pasadas. Si son o no óptimas, es cuestión diferente, no siempre recordada.

Por esta razón, una acción experimental de ensayo y error debe ser adoptada para revisar las condiciones.

Si las acciones precedentes no reducen los paros, la raíz del problema es frecuentemente una debilidad del diseño en el equipo, conductores, herramientas, o sistemas de detección. Las debilidades y los posibles problemas pueden encontrarse en el diseño de los mecanismos, partes, materiales y formas del equipo, construcción y forma de los conductores y sistemas de detección.

Frecuentemente, los tiempos muertos y paros menores son ocasionados porque las formas de las piezas de trabajo no son las adecuadas para los conductores. Otra causa común es usar el equipo existente con defectos ocultos, como si no los tuviera. Esto produce paros menores y hace los procedimientos de ajuste extremadamente difíciles, dependiendo de la frecuencia de los paros y de la habilidad con que los ajustes se realicen.

Para finalizar el estudio de la reducción de tiempo productivo por paros menores y tiempos muertos, es conveniente mencionar que se pueden adoptar dos enfoques:

1. buscar todas las causas principales y tomar medidas para evitar los paros; el reducir los paros a cero es difícil, aún cuando toda una serie de medidas correctivas se empleen,
2. usar técnicas de detección para señalar y detectar la ocurrencia de los paros, de manera que puedan tratarse inmediatamente. Es importante que cuando se esté trabajando en un programa de reducción de tiempos muertos y paros menores, se obtengan resultados rápidos al solucionar, primero, los problemas comunes y, luego, los problemas particulares de los equipos. Algunos problemas son comunes a todas las máquinas, sin importar el producto procesado. Los problemas particulares requieren mejoras al equipo, como mejores máquinas, conductores y herramientas.

Los problemas surgen en ocasiones entre las tecnologías específicas y los sistemas de operación de la planta. Los ingenieros tienden a hacer juicios desde sus limitados puntos de vista técnicos, dejando de considerar en su análisis lo que realmente pasa en la planta. Si esta tendencia no se evita, las soluciones se harán en poco tiempo demasiado complejas y se desperdiciarán valiosos esfuerzos de mejoramiento.

1. LOCALIZACIÓN DE LA PÉRDIDA



2. TRATAMIENTO DE PAROS MENORES



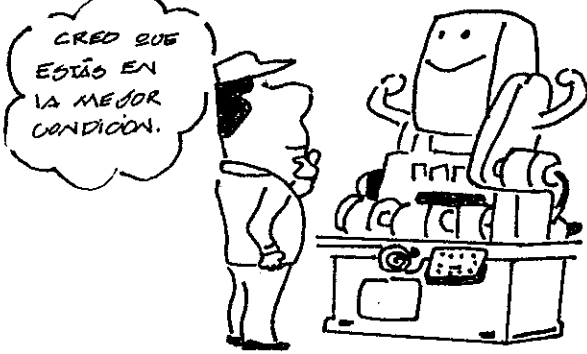
3. ANÁLISIS DEL INCIDENTE



4. INVESTIGAR LAS CAUSAS, DETECTAR LOS DEFECTOS, MANEJAR LOS PROBLEMAS.



5. USO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS ÓPTIMAS.



ELIMINANDO LOS PAROS MENORES Y OCIOSIDAD.

FIGURA NO. 12

2.2.2.4 REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE VELOCIDAD

Una pérdida de velocidad es la producción perdida causada por la diferencia entre la velocidad diseñada o estándar de una máquina y su actual velocidad de operación. Esta pérdida puede evitarse al mantener a la máquina operando a la velocidad establecida por los estándares de operación. Aunque esto sea imposible en la práctica, frecuentemente, el reducir las pérdidas por velocidad puede aumentar significativamente la eficiencia total de la planta. Frecuentemente, hay problemas asociados con el establecimiento de la velocidad en la etapa de diseño, la falta de cuidado pudo haber generado debilidades heredadas en el diseño, lo cual evita que el equipo mantenga la tasa de velocidad. Cambios en la línea de producto o el aumento en la complejidad de las formas del producto, evitan que el equipo mantenga la tasa de velocidad.

Por las anteriores razones, una velocidad estándar se establece para cada tipo de producto. La velocidad estándar es usada en lugar de la velocidad diseñada para determinar las pérdidas de velocidad. Los siguientes pasos se involucran en la reducción de pérdidas por velocidad.

1. *Lograr velocidades estándar para cada producto.*
2. *Aumentar la velocidad estándar para cada producto.*
3. *Lograr la velocidad de diseño.*
4. *Sobrepasar la velocidad de diseño.*

2.2.2.4.1 Acciones para aumentar la velocidad

Un primer y vital paso es exponer los problemas ocultos y determinar si corresponden a cualquiera de los siguientes:

1. *defectos no resueltos debido a atención insuficiente durante la etapa de ingeniería,*
2. *defectos en los mecanismos o sistemas del equipo,*
3. *mantenimiento diario inadecuado,*
4. *insuficiente precisión.*

Una vez que han sido identificadas las causas, pueden crearse medidas para corregirlas. Las soluciones a estos problemas pueden ayudar a aumentar las capacidades actuales técnicas y pueden tener un efecto benéfico en las mejoras de mantenimiento y en el diseño de mantenimiento preventivo. Generalmente, las actividades de mejora para aumentar la velocidad deben organizarse con el mismo entendimiento, usando la misma metodología recomendada para reducir las averías, los tiempos muertos, los paros menores y defectos.

2.2.2.5 REDUCCIÓN DE LOS DEFECTOS DE CALIDAD

Cuando un sistema de producción elabora regularmente productos total o parcialmente defectuosos, a pesar de varias mejoras y medidas de control, estas partes se llaman defectos crónicos de calidad.

Los productos defectuosos irreparables son, obviamente, pérdidas; menos obvias son las pérdidas generales por productos parcialmente defectuosos que requieren de una inversión adicional de horas de trabajo en las reparaciones.

Para reducir exitosamente los defectos crónicos, los equipos de mejoramiento deben aprender a reconocerlos, abordar los problemas de manera correcta y evitar dirigirse a campos técnicos específicos.

Las estrategias para reducir los problemas crónicos son: restaurar por medio del mantenimiento y control las condiciones actuales, crear metas orientadas a estándares reales, chequeo de puntos de control, responsabilidad entre operarios, supervisores, gerentes y personal de mantenimiento.



FIGURA NÚMERO 13

ESTRUCTURA FUNCIONAL

3.1 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PROGRAMA PARA MANTENIMIENTO POR COMPUTADORA.

El software para la actividad de mantenimiento, es una base de datos alimentada a la computadora por el usuario, con información detallada de todo lo relacionado con mantenimiento y servicios (maquinaria, repuestos, inventarios, costos, mano de obra, etc.) El programa se estructura con un diverso grupo de funciones y mandatos, aglutinados en comandos y sub-comandos que pueden ser ejecutados y accedidos desde un Menú Principal (Main Menú) Para programas como MP2 y MP, las funciones del Menú Principal serán: equipos, tareas, órdenes de trabajo, inventarios, compras, mano de obra, utilidades, arreglos, catálogos, actualizaciones, reportes, historiales y comandos de salida. Ilustración de pantallas Números 3.1 y 3.2.

La siguiente es una descripción breve de cada módulo en los respectivos menús principales.

- **Catálogos:** en este archivo se podrá almacenar información referente a los equipos existentes en una planta, lista de todos los equipos, elaboración de los planes o rutinas de mantenimiento, recursos (materiales, mano de obra, y servicios externos) En Maintenance Pack 2 (MP2) las funciones serán; equipo (equipment) , tareas (task) y mano de obra (labor).
- **Actualizaciones:** bajo esta función se podrá actualizar lecturas de aquellos equipos a los que el mantenimiento preventivo se les realiza con base en lecturas de uso (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, volumen de producción, etc.), es posible registrar en esta opción mantenimientos correctivos.
- **Reportes:** en esta opción es posible relacionar información almacenada en los catálogos, tareas y actualizaciones, ambos programas generarán: calendarios de mantenimiento, órdenes de trabajo (work orders) y presupuesto de materiales.

- **Historiales:** al paso del tiempo, la información ingresada y generada por los sistemas, se va almacenando en bitácoras o historiales para ser consultada en cualquier momento. Es posible presentar alguna información histórica en forma gráfica, permitiendo visualizar en pantalla los mantenimientos correctivos y preventivos realizados; esto resulta ser de vital importancia, pues, se hace posible comparar, cuantitativamente, los costos totales y subtotales de ambos mantenimientos (consumo de materiales , mano de obra, etc.)
- **Utilidades:** el comando de utilidades (utilities) proporciona utilidades de la computadora y sistemas operativos.
- **Arreglos:** mediante este módulo es posible configurar el tipo de monitor, impresora, ploter, etc. Con este comando de arreglos (setup) se puede configurar el password (clave) de acceso al programa para los usuarios e identificar a la compañía que utiliza el programa.

3.1.1 FUNCIONES ESTÁNDAR DEL PROGRAMA.

Como todos los programas para aplicaciones varias por computadores, Mp2 y MP poseen una serie de funciones estándar, a continuación se resumen algunas de las más importantes funciones de Mp2 y MP.

- **Screen Prompts:** MP2 despliega una o dos líneas de prompts en la parte superior de cada pantalla; estos prompts dan información del status, instrucciones de cómo manipular funciones de pantalla y cómo acceder la ayuda en cada página. Por ejemplo, un Screen Prompt puede mostrar un Récord de Equipo, desplegando la función < EDITING >.
- **Teclas « ALT » :** mediante esta función y presionando simultáneamente otra tecla, es posible realizar varios tipos de actividades. Por ejemplo « ALT-F1 » despliega una ventana de ayuda, este comando contiene información e instrucciones, para cualquier hoja expuesta en la pantalla de la computadora.
- **Teclas « Ctrl » :** al igual que las funciones Alt, con la tecla Ctrl y otra tecla simultáneamente presionada, se puede realizar un determinado número de actividades, CTRL-F9 permite asignar un nuevo código a un determinado campo de trabajo.
- **Funciones « F »:** mediante las teclas F1, F2, etc. , se pueden acceder comandos de uso, F10 por ejemplo, despliega un menú de trabajo, F3 accesa a datos en varias pantallas.

3.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS PARA ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA.

En la mayoría de industrias guatemaltecas, el grupo de mantenimiento tiene como responsabilidad mantener en óptimas condiciones las unidades operativas, instalaciones, servicios auxiliares, etc. de la empresa. Cuando no se tiene un buen sistema de administración de mantenimiento, muchas actividades de mantenimiento preventivo no son realizadas y con el correr del tiempo las pérdidas productivas son causadas en su mayoría por problemas en los equipos

Con el programa para mantenimiento preventivo por computadora, se pueden definir todas las áreas que mantenimiento atiende; la determinación de áreas se hará conforme a las necesidades del usuario. La información de identificación para las áreas quedará grabada en campos de trabajo (fields) es posible en MP Y MP2 identificar dichas áreas con números o centros de costo, lo que permitirá enlazar la información con los servicios de: abastecimiento, bodega, contabilidad, etc. Pueden ser definidas también con nombres acordes a cada área, por ejemplo, para el control de mantenimiento en un hospital, el área quedaría definida de la siguiente forma:

ÁREA: Sala B / Mujeres
TIPO: Habitación Doble
UBICACIÓN: Torre " A "

Para una planta que fabrica detergentes, las áreas podrían identificarse de la siguiente forma:

ÁREA	CENTRO DE COSTO	DESCRIPCIÓN
SULFO	700	ÁREA DE FABRICACIÓN : ÁCIDO SULFONICO
SILICA	705	ÁREA: SILICATOS (COCIMIENTO Y MEZCLA)
MANU	710	ÁREA : MANUFACTURA DE PASTAS
BOMB	715	ÁREA : BOMBEO Y CRUTCHER
TORRE	720	ÁREA: TORRE DE SECADO
EMPA	725	ÁREA: EMPAQUE Y LLENADO
SERV	730	ÁREA: SERVICIOS GENERALES
EDIF	800	ÁREA: EDIFICIOS E INSTALACIONES

CUADRO 3.1

3.3 CLASIFICACIÓN DE CLIENTES Y USUARIOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.

Es importante aclarar que en la base de datos de un programa de mantenimiento deben quedar registrados todos los elementos posibles de un equipo, dispositivo, parte, etc. que necesiten trabajos de mantenimiento; todos deben ser catalogados como usuarios del servicio de mantenimiento. Se puede hacer una analogía entre las unidades operativas de una planta y un grupo familiar integrado por abuelos, padres, hijos, nietos, etc.; el árbol familiar puede extenderse hasta donde se desee y la misma extensión puede realizarse en los equipos; esto con la finalidad de detallar al más pequeño elemento de la unidad operativa. Cada usuario quedará identificado en un grupo común a su género y el grupo por consiguiente pertenecerá a un área específica explicada ya en la sección anterior.

El siguiente ejemplo muestra una forma simple para agrupación de clientes en el programa. Se ejemplifica con una planta y un proceso cualquiera.

El siguiente ejemplo muestra una forma simple para agrupación de clientes en el programa. Se ejemplifica con una planta y un proceso cualquiera.

3.3.1 Grupo de transportadores.

Conveyors (transportadores de tornillos sin fin).
Transportadores alimentadores.
Transportadores de arrastre.
Elevadores de cangilones.
Transportadores neumáticos.
Banda transportadora para material a granel.
Malacates.

3.3.2. Equipo de proceso.

Mezcladoras y acondicionadores.
Zarandas.
Molinos.
Básculas
Empacadoras.
Cosedoras.
Pallets, enfriadores, rodillos, básculas.

3.3.3 Grupo de líquidos.

Bombas
Tanques de almacenamiento para agua cruda y tratada.
Unidades de reverse ósmosis.
Sistema contra incendios.
Sistema de distribución.

3.3.4. Vapor.

Unidades generadoras de vapor (pirotubulares, acuotubulares).
Sistema de distribución.

3.3.5. Válvulas y compuertas.

Válvula de 2 vías.
Compuerta de corredera.
Compuerta de piñón y cremallera.
Válvulas especiales.
Distribuidores.

3.3.6. Manejo del Aire.

Ventiladores.
Ciclones.
Sistema de aire comprimido

3.3.7. Eléctricos y electrónicos.

Tableros y consolas.

Transformadores.

Generadores.

Circuitos.

UPS, PC'S, reguladores.

Dispositivos electrónicos (Estados sólidos, tarjetas, procesadores)

Estabilizadores.

3.3.8. Calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Unidades de Ventana para A/C.

Unidades de refrigeración. (Cuartos fríos).

Unidades de acondicionamiento y sistemas de distribución.

3.3.9. Items especiales.

Equipos de instrumentación.

Vehículos.

Montacargas.

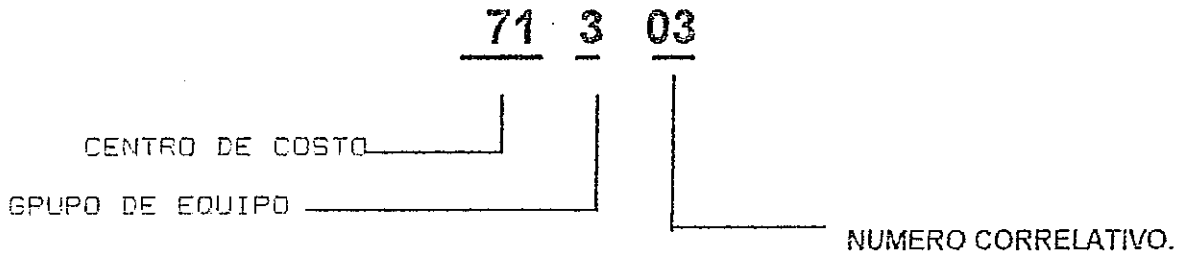
El agrupar los equipos de la forma anterior facilitará la codificación que utilizará el programa para operar.

3.4 ESTRUCTURA MATRICIAL DE CÓDIGOS PARA NUMERACIÓN DE ÁREAS Y CLIENTES.

Se ha explicado en las secciones anteriores la forma de clasificar por áreas y clientes los ítems que mantenimiento debe atender; es importante ahora establecer una numeración o codificación que permita ubicar rápidamente cualquier parte de un equipo. La computadora podrá ubicar sin problemas el elemento más lejano o interno de un equipo, siempre y cuando tenga una numeración correcta. Esta numeración queda a criterio del usuario, lo importante es seguir una estructura matricial, en la que se podrá usar letras, números y guiones, con el único cuidado de no utilizar palabras similares a los comandos del sistema operativo en uso, por ejemplo; com, doc, bak entre otros.

La numeración de equipos y partes es de vital importancia; se podrá observar en la siguiente página, la forma práctica y sencilla de numeración de equipos.

Para una planta de procesamiento y preservación de frutas y vegetales, las áreas fueron identificadas con un centro de costo numérico, al área de preparación y proceso se le asignó el centro de costo 71, empaque quedó identificada con el centro de costo 72. Los equipos de refrigeración quedaron ubicados en el grupo de clientes número 3. La identificación para una unidad de refrigeración R132 Marca Frigoscandia será; 71303, los dos primeros dígitos corresponden al centro de costo 71, el tercer dígito es del grupo de clientes 3 y los dos restantes lo identifican como el tercer equipo para Gas 132 de Frigoscandia de un total de 6 unidades. Si se quiere puede utilizarse en lugar de números, palabras como PRC para identificar al centro de costo "Proceso", todo queda al criterio de la persona que elabore el programa. A continuación del código general podrán colocarse números de identificación para sub elementos o partes de la unidad, separados por un guión.



El ejemplo corresponde al número de identificación de determinado equipo para refrigeración, se empleó un número de dos dígitos para definir el centro de costo al que dicho equipo pertenece. Es posible colocar en lugar del centro de costo la línea de producción a la que el equipo pertenece.

ILUSTRACIÓN DE PANTALA 3.1
IDENTIFICACIÓN DE MP2

Name: J.C.I.B.
Enter your user name. or press [Esc] to exit.

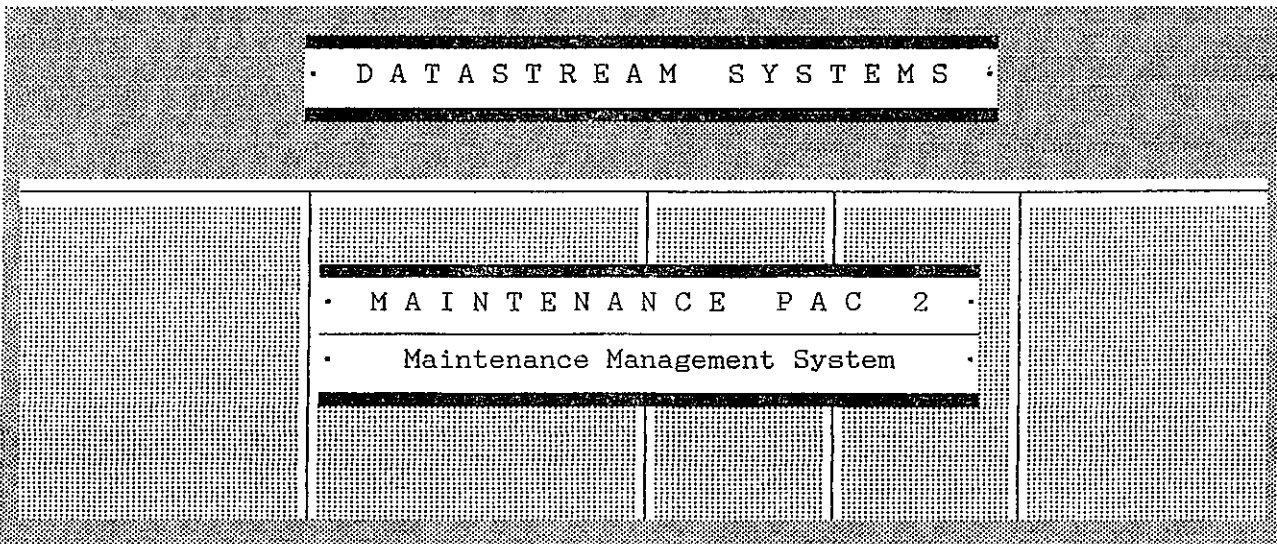


ILUSTRACIÓN DE PANTALLAS 3.2

MP Mantenimiento Preventivo

	MENÚ PRINCIPAL				
CATÁLOGOS	ACTUALIZACIONES	REPORTES	HISTORIALES	UTILERIAS	SALIR

- A- PRIORIDADES
- B- CALENDARIO DE CONDENSADO
- C- CALENDARIO PREVENTIVOS (OT)
- D- CALENDARIO CORRECTIVOS (OT)
- E- FLUJO DE RECURSOS
- F- ABASTECIMIENTO

EQUIPO ACTIVO _____	25/07/1995
SEPARADOR CENTRIFUGO ALFA LAVAL	
Esc _____	

Menú Principal MP

Equipment Tasks WorkOrders Inventory Purchasing Labor Utilities Setup
 Define, edit , view , print equipment, nameplate , spare parts lists, meters, etc.

Road Map
 Main Menu

Some items are off-screen , and can be viewed by using the cursor control keys.

Menú Principal MP2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

CAPÍTULO 4

SUMINISTRO DE DATOS AL PROGRAMA.

4.1 ADVERTENCIA

El presente capítulo tiene como finalidad, mostrar al lector la forma en que los datos son ingresados al programa, el orden de ingreso, la forma de presentación de la información (ilustración de pantallas) y los comandos más importantes para dicha actividad. Se tratará de relacionar algunas funciones comunes de ambos programas, con la finalidad de que el lector pueda utilizar este material como guía y pueda fácilmente instalar y poner en marcha cualquier otro programa de mantenimiento por computadora; si el lector lo desea puede adoptar la estructura para crear algún tipo de base de datos y programas propios, reduciendo, así, el costo de instalación y automatización de las actividades de mantenimiento.

Con el fin de explicar claramente el ingreso de datos, se detallará en forma individual cada programa; la ejemplificación práctica de instalación del programa corresponde al capítulo número 6, para lo que será utilizado MAINTENANCE PACK 2, capítulo en el que se dedicará un inciso específico para cada rubro de dicho programa. MP quedará ubicado en el inciso 4.2.

4.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

La información de la empresa que utiliza el programa puede ser almacenada en archivos especiales; es importante identificar la razón social de la compañía, dirección, número de teléfono, fax, etc. Esta información saldrá impresa en todos los reportes que se realicen. Desde el menú principal, accediendo la función SETUP, posicionando el cursor en FACILITY (Instalaciones) y presionando la tecla Enter, podrá definirse la información de la empresa y llaves de seguridad para acceso (password) En la misma línea de comandos y posicionando el cursor en USERS (Usuarios) podrá definirse el tipo de usuarios del programa, permitiendo proteger información no accesible a todo el personal de mantenimiento.

4.2.1 Catálogo de equipos

Se ingresará bajo este rubro, la información referente a equipos, máquinas, aparatos, instalaciones, inmuebles, etc. que haya definido el usuario para quedar incluidos en el sistema y para el control de su mantenimiento. MP2 utiliza la función Equipment (Equipos) con sus respectivos submenú item. Seleccionando la opción EQUIPOS y el comando Edit, se observarán en pantalla los equipos registrados ordenados, alfabéticamente, por descripción, ilustraciones de pantalla 4.1 y 4.2

Si se quiere agregar un nuevo equipo bastará con presionar la tecla INSERT, el programa presentará una tabla para que se ingresen los datos relevantes del equipo. No todos los equipos que operan en una planta son clasificados como críticos; esta clasificación la hará el usuario dependiendo de la relevancia o dependencia que tenga el proceso de determinada máquina, por ejemplo, en una planta térmica para generación de energía eléctrica con turbinas de vapor, la indisponibilidad de las calderas paralizará totalmente el ciclo de transformación y generación de energía. Las calderas son, por consiguiente, equipos críticos. El número de equipo es asignado en el MP automáticamente por la computadora, en MP2 puede asignarlo el usuario. Al ingresar un nuevo equipo se visualizará en la pantalla un cuadro específico para conceptos de identificación del equipo; el siguiente podrá ser un cuadro para ingresar información:

Producto _____	Identificador _____
Marca _____	Línea de Producción _____
Modelo _____	« C » crítico _____ « N » No Crítico _____ Plan _____

Cuadro 4.1

- **Producto:** es el nombre genérico del equipo en estudio, como ejemplo se pondrán, automóviles, bombas, edificios, motores, generadores, etc.
- **Marca:** se podrá utilizar este parámetro en el programa, para distinguir equipos con nombre genérico igual.
- **Identificador:** será tomado como un identificador particular para distinguir entre productos, marcas y modelos iguales. (Ej. una flotilla de fresadoras similares.)
- **Línea de producción:** identificación que asocia al equipo con una línea de producción, centro de costo, área, departamento, etc. donde se encuentra el equipo.
- **Crítico - no crítico:** es la jerarquía del equipo para distinguir los equipos de mayor importancia.
- **Plan:** bajo este rubro se puede asignar un número de plan a cada equipo; aquí será posible asignar los planes de mantenimiento preventivo o tareas TASK en ambos programas.

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.1
MENÚ PRINCIPAL

EQUIPO PRINCIPAL			
Equipo	Descripción	Línea Producción	Plan
12	ACUMULADORES PARA DC EQUIPO ELECTRONICO	[MANTENI]	[52]
3	AUTOMOVIL FORD ESCORT 500-XI	[ADMINISTR]	[1]
1	AUTOMOVIL PICK-UP NISSAN F1000	[MANTENI]	[1]
42	BASCULA TOLEDO ELECTRONICA M8760	[MANUFAC]	[26]
52 *	BOMBA CENTRIFUGA ARKENTIN NPSD 15 Mts.	[SERVICIOS]	[12]
61	BOMBA DESPLAZ POS. WAUKESHA DO 19362	[SERPENTNS]	[13]
72 *	CALDERA YORK SHIPLEY 600 BHP	[SERVICIOS]	[19]
73 *	CALDERA PIROTUB. CLEAVER BROOKS 800 BHP	[SERVICIOS]	[1]
82 *	CALANDRIA PARA FILTRADO DE SOLIDOS	[MANUFAC]	[39]
25 *	COMPRESOR DE AIRE INGERSOL RAND MOD TOR-67	[SERVICIOS]	[11]
6 *	LLENADORA DE POLVOS ENFLEX 90	[LINEA VITA]	[21]
62	MONTACARGAS YALE MOD 87	[SERVICIOS]	[31]
105	PRENSA HIDRAULICA	[SERVICIOS]	[51]
88 *	SUBESTACION ELECTRICA 13.8 440 KVA	[SERVICIOS]	[65]
165	Nuevo Equipo		[1]
	* Equipo Crítico		
F10 Menú		PgUp	PgDn
[E]dita	[B]aja	[L]ocaliza	Par[m]etros
[I]mprime	[D]atos específicos	[S]alir	

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.2

EQUIPO PRINCIPAL

EQUIPO PRINCIPAL			
Equipo	Descripción	Línea Producción	Plan
12	ACUMULADORES PARA DC EQUIPO ELECTRONICO	[MANTENI]	[52]
3	AUTOMOVIL FORD ESCORT 500-XI	[ADMINISTR]	[1]
1	AUTOMOVIL PICK-UP NISSAN F1000	[MANTENI]	[1]

6.- LLENADORA DE POLVOS ENFLEX 90

Producto:	LLENADORA	Identificador	Is-67-2
Marca:	ENFLEX	Línea Producc	VITA-PYRENA
Modelo:	90-LS-87	[C]rítico- [N]o Crítico	
		Plan	21

Datos Específicos:

Motor 55 HP	Lubricación Automática
Dosificación por tornillo sin fin	Numero de Serie 255689-8
Velocidad Máxima para llenado: 400 b/m	Constructor: ENFLEX ESPAÑA

* Equipo Crítico

F10 Menú	PgUp	PgDn	
[E]dita [B]aja [L]ocaliza	Par[m]etros	[I]mprime [D]atos específicos	[S]alir

4.2.2 Planes de mantenimiento preventivo

Es un buen procedimiento crear planes maestros de mantenimiento, antes de ingresar la información a un programa de mantenimiento por computadora. El plan de mantenimiento lo conformarán conjuntos de partes y actividades de mantenimiento, establecidas mediante experiencias propias de la persona que los realiza, sugerencias del personal con mayor experiencia en las planta y recomendaciones técnicas de los fabricantes de equipos. Los conceptos más importantes que deben manejarse al crear un plan son:

- partes de los equipos a los cuales se les da mantenimiento,
- actividades de mantenimiento que se le hacen a cada una de las partes,
- frecuencia con que se realizan cada una de las actividades.

Todo plan maestro de mantenimiento debe tener nombre, número, y régimen de control. El nombre podrá ser una descripción breve del plan para distinguirlo de varios planes (Plan turbina, Plan motor eléctrico, Plan compresor, etc.). El régimen de control fijará los intervalos entre un mantenimiento y el siguiente. Puede tomarse un control por fechas, lecturas de uso de los equipos o por volúmenes de producción, es necesario ingresar la unidad de lectura en la computadora (Kilómetros recorridos, horas de servicio, toneladas producidas) Si se quiere, puede ingresarse un promedio anual de unidades de lectura que el equipo opera (por ejemplo, una Blister para empacar aspirinas produce 30,000,000 unidades/año, un auto recorre 30,000 Km./año ,etc.).

Cuando un plan es establecido en el programa debe realizarse posteriormente la definición de partes, es posible desglosar las partes del equipo por niveles, recordando la analogía entre los padres, hijos, nietos. En la pantalla podrá observarse al teclear el número de plan la instrucción lEquipo Completo!, esto permite solicitarle a la máquina con el comando +ZOOM un despliegue de partes del equipo principal que tienen asignadas actividades. Para asignar cualquier actividad a los equipos podrá utilizarse en el modo Edit y con el comando, actividades, definir, frecuencias y la actividad deseada. Los planes de mantenimiento pueden ser copiados a otro equipo que tenga características similares, con la opción « E»dit, MP podrá ingresar al sistema nuevos planes o bien, modificar los datos de los planes existentes.

El comando para ejecutar un plan de mantenimiento, podrá encontrarse en el sub-menú del libro catálogos inmerso en el main menú de MP. Cada plan generado al ser ingresado a la computadora recibe automáticamente, un número asignado por ésta. Ilustraciones de pantalla 4.3 y 4.4

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.3**LISTADO DE PLANES**

PLANES			
Plan	Nombre	Control	Promedio Anual
1	PLAN AUTOMÓVIL	[KMS]	18,000.00]
15	PLAN CALDERA	[días]	265]
10	PLAN CAMIÓN	[KMS]	50,000.00]
12	PLAN CAMIONETA	[KMS]	24,000.00]
16	COPIADORA XEROX MOD 3100	[HRS]	3000.00]
3	FRESADORA UNIVERSAL	[HRS]	1000.00]
5	PLAN MONTACARGAS	[KMS]	4,000.00]
17	PLAN MOTOR ELECTRIC 100 HP	[HRS]	23000.00]
10	PLAN MOTOR ELECTRIC 500 HP	[HRS]	23000.00]
63	PLAN MOTOR HIDRÁULICO	[HRS]	28000.00]
75	PLAN TORNO	[días]	4,000.00]
13	PLAN TURBINA DE GAS STEWART	[HRS]	8,660.00]
	PLAN NUEVO		

F10 Menú PgUp PgDown
[E]dita [B]aja [L]ocaliza [Despliega [I]mprime [C]opia [+] Zoom

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.4

PLAN No. 13

13 PLAN TURBINA DE GAS LM 6000 STEWART & STEVENSON		
Pieza	Actividad	Frecuencia
		[Horas]
UNIDAD COMPLETA	BOROSCOPIA INTER. Y REVISION	[1440]
	BOROSCOPIA MAYOR	[8760]
	REVISION ALINEACION, SOPORTES	[8760]
	ANALISIS LOCAL DE VIBRACION	[2880]
COMBUSTOR	REVISION	[2880]
FUEL NOZZLES	REVISION	[1440]
C. ANULAR	LAVADO CON QUIMICO Y LIMPIEZA	[528]
COMPRESOR DE BAJA PRES.	REVISAR NIVEL DE ACEITE	[30]
ETAPAS R& E	REVISION Y LIMPIEZA	[1440]
COMPRESOR ALTA PRES.	REVISION Y LIMPIEZA	[1440]
ESTATOR Y A, MOV	LAVADO CON AGUA DESMINERALIZADA	[12]
AIR PLENUM	LIMPIEZA Y REVISION	[1440]
FILTROS PRIMARIOS	CAMBIAR LOS 470 FILTROS	[4380]
PREFILTROS	CAMBIAR LOS 272 PREFILTROS	[1080]
TURBINA ALTA PRESION	REVISION	[1440]
[Esc] salir		
	[R]recursos	[I]mprimir
		PgDown

4.2.3 Planes de Mantenimiento Correctivo

Como se explicó en el capítulo número uno, las actividades correctivas son tareas cotidianas de muchos departamentos de mantenimiento mal organizados; en su mayoría las reparaciones correctivas se realizan sin planeación alguna por el apareamiento imprevisto de las fallas.

Muchas personas que coordinan las actividades de mantenimiento restan importancia a las bitácoras de mantenimientos correctivos; con MP es posible registrar en forma sencilla las fallas imprevistas, información que puede ser registrada en dos formas:

- a- *ingresando todas las fallas que se hallan presentado y reparado, en el mismo momento, esta información crea, automáticamente, el historial del equipo;*
- b- *ingresando información de equipos que presentan desperfectos o defectos ocultos y que no son reparados por cualquier causa en el momento en que ocurre la falla, automáticamente, se programan fechas posteriores de reparación y éstas son recordadas continuamente al usuario.*

Al seleccionar la opción "C.- Mantenimientos Correctivos" del capítulo ACTUALIZACIONES desde el Main Menú, la pantalla presenta los mantenimientos correctivos registrados, ordenados alfabéticamente por descripción. Cada mantenimiento presenta la parte del equipo afectada, la falla ocurrida, la acción que se va a tomar para reparar la falla o la acción tomada una vez corregida la falla, la fecha y/o lectura del equipo cuando se presentó y la fecha para cuando se va a realizar el mantenimiento. Una vez realizado el mantenimiento, se puede indicar las horas de paro que ocasionó dicha falla, en la pantalla de actualización de mantenimientos correctivos puede observarse el registro de control de planes correctivos. Ilustración de pantalla 4.5

4.2.4 Calendarios de mantenimiento

Los calendarios de mantenimiento muestran en forma semigráfica la distribución en un lapso de tiempo. Para esto, el MP elabora automáticamente un calendario en el que se muestra cuándo deben realizarse las diferentes actividades de mantenimiento. La pantalla muestra una lista con las fallas que se fueron presentando a las diferentes partes del equipo y que están pendientes de corregir. Las instrucciones correctivos y preventivos permiten pasar del calendario de mantenimientos preventivos al calendario de mantenimientos correctivos del mismo equipo y viceversa, en el momento que se desee. Los calendarios son presentados en columnas, representando éstas un número de tiempo determinado, el cual es mostrado por la escala en la parte inferior del calendario

En la parte superior derecha de la pantalla se indican las fechas de inicio y fin del calendario. Por ejemplo: si la escala es seleccionada en días, se muestra, como inicio, la fecha del día actual; si el calendario es presentado en semanas, se muestra la fecha correspondiente al inicio de la semana, tomando como inicio el día domingo; si la escala representa quincenas, la fecha de inicio equivale al día 1° o al día 16 del mes; si la escala representa meses, se toma el día primero del mes, etc. Para cada actividad de mantenimiento presentada, aparece un cuadro en la columna o columnas en que se debe efectuar dicha actividad. La columna marcada con doble línea indica el período actual, es decir: si el calendario es presentado en días, indica el día actual; si el calendario es presentado en semanas, indica la semana actual, etc. Para los equipos controlados por lecturas, el MP utiliza el promedio anual del plan maestro para establecer la relación con el tiempo. Por ejemplo, si se tiene un automóvil que recorre aproximadamente 18,000 Km. por año, entonces MP calculará 1,500 KM./mes, 346 Km./semana y 49.32 Km./diarios. Si la escala es seleccionada en días, se toma la lectura actual que tenga el equipo (ej. 51,000 Km.). Si el día actual corresponde al día de inicio de la semana, es decir, al domingo, el valor de inicio de la semana corresponderá a la lectura actual que tenga el equipo (51,000 Km.) Si el día actual corresponde a un día intermedio entre la semana, por decir, martes, el valor de inicio de la semana corresponderá a la lectura que supuestamente tenía el equipo el día domingo. La lectura de inicio se calcula restándole a la lectura actual del equipo el promedio diario de recorrido por cada día que haya transcurrido del comienzo de la semana al día actual (ej. 51,000 Km. al día martes - 49.32 por 2 días transcurridos del domingo al martes la lectura sería igual a 50,901 Km.).

Los calendarios de mantenimiento pueden ser presentados en múltiples maneras. La forma en que el usuario desea visualizar un calendario de mantenimiento se logra a través de la instrucción *Pará [m] etros*. Con el parámetro cantidad de períodos se pueden presentar los calendarios con el número de períodos seleccionado, hasta un máximo de 7 períodos. Si se quiere visualizar las actividades de mantenimiento que se deben realizar en un solo período, se deberá escoger una sola columna.

En los equipos controlados por fechas, se comparan las fechas en que deben realizarse las actividades de mantenimiento, contra la fecha de la computadora. En los equipos controlados por lecturas, se comparan las lecturas en que deben realizarse las actividades de mantenimiento, contra las últimas lecturas de uso de los equipos. Para todos los equipos controlados por lecturas, se debe efectuar una retroalimentación sistemática de sus lecturas de uso, esta maniobra deberá ser cíclica en intervalos que fije el usuario, se recomienda sea de una semana.

Para una máquina cuyo mantenimiento deba realizarse cada vez que se llegue a cierto volumen de fabricación, es necesario indicar periódicamente al sistema el volumen que ha fabricado esa máquina, para que así el MP pueda reportar oportunamente cuando la máquina ha llegado a un volumen de fabricación tal que requiera realizársele alguna actividad de mantenimiento.

Si se decide realizar el control de la misma maquinaria por fechas en el que se establece cuántos días deben transcurrir entre un mantenimiento y otro, no es necesario actualizar lecturas para esa máquina, ya que en este caso MP utiliza la fecha actual como punto de referencia para determinar si ya es necesario realizar alguna actividad de mantenimiento.

La actualización de mantenimientos efectuados debe hacerse sistemáticamente conforme se va sabiendo que se efectuaron físicamente a los equipos las diferentes actividades de mantenimiento. Al seleccionar la opción "B.- mantenimientos preventivos" del capítulo ACTUALIZACIONES desde el menú principal, la pantalla despliega el plan de mantenimiento correspondiente al equipo presentado en la parte superior de la pantalla y una columna frente a cada actividad indicando la fecha o la lectura que se tiene registrada como última vez que se realizó el mantenimiento. Las ilustraciones de pantalla 4.6 y 4.7 muestran los respectivos calendarios para actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en un determinado equipo.

4.2.5 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son los documentos físicos que se entregan al personal de mantenimiento con la indicación de los trabajos a realizar, es posible anotar en ellas: la fecha o lectura de cuando fue realizada la actividad de mantenimiento, si una pieza o mecanismo requiere ajuste o reemplazo, si la actividad no se realizó por falta de material o tiempo del personal, etc. Si el personal de mantenimiento detecta que ya es tiempo de ajustar o cambiar la pieza, podrá anotarse para dicha actividad de mantenimiento preventivo algunas de las claves de observaciones que aparecen en el pie de la página de la orden (ej. "Requiere ajuste" o "Reemplazar") registrando posteriormente en el MP el mantenimiento correctivo correspondiente. Pueden irse midiendo, el diferencial de presión en un filtro de combustible de una turbina de gas, los ruidos, vibraciones, temperaturas en un rodamiento y hasta el momento en que se detecte que empieza a haber alguna anomalía o variación, será el momento de programar el reemplazo de ambos elementos. La actividad de mantenimiento preventivo indicará la tarea de medir periódicamente los ruidos y las vibraciones en el rodamiento, como el valor del diferencial de presión los filtros, en su debido momento, se registra un mantenimiento correctivo para su cambio.

Este concepto simple de mantenimiento predictivo, permite anticipar fallas con base en las mediciones hechas y ahorra dinero, pues, las piezas no se cambian por frecuencia, sino hasta que sufren saturaciones o desgastes y requieren en realidad un cambio.

Las ilustraciones 4.8 y 4.9 representan dos tipos de órdenes preventivas y correctivas, respectivamente.

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.5

PLAN CORRECTIVO

ACTUALIZAR MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS			
EMPACADORA WRAP-ADE VTDS			
Por: § Par[t]e [X] Hrs.			
Parte:	CUCHILLA	Clave: 1	
Falla:	NO REALIZA CORTE EN EL LAMINADO	CRITICO	
Acción:	REVISAR	PENDIENTE	
Registrado:	25/07/1995	Lectura [Hrs]	85,596,56
Programado:	26/07/1995	Horas de paro:	8,52 Ref: O.T. 56440
Parte:	GUIAS	Clave: 2	
Falla:	TORCIDAS/ TRABAN PASTILLAS		
Acción:	REVISAR Y ENDEREZAR	PENDIENTE	
Registrado:	30/07/1995	Lectura [Hrs]	85,996,56
Programado:	02/08/1995	Horas de paro:	0,00 Ref: O.T. 56482
FALLA NUEVA			Clave: 3
[P]reventivos	[C]orrectivos	Cons[um]os	Pgdown
F10 Menú	[E]dita [B]aja [L]ocaliza	[I]mprime	PgUp

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.6

CALENDARIO DE PREVENTIVOS

FRESADORA UNIVERSAL MILLER 01/01/95 ▼ 01/07/95 ▼

Piezas	Actividades	
	REVISAR ALINEAMIENTO Y ALINEAR LIMPIAR PERFECTAMENTE	
GUIA LONGITUDINAL _____	LUBRICAR	
GUIA TRANSVERSAL _____	LUBRICAR	
GUIAS CONSOLA _____	LUBRICAR	
APDOYO BRAZD SOPORTE _____	LIMPIAR	
SINFIN AVANCES _____	LUBRICAR Y LIMPIAR	
SISTEMA ELECTRICO		
INTERRUPTORES _____	REVISAR	
CONTACTOS _____	REVISAR Y CAMBIAR SI NECESARIO	
RELEVADORES _____	REVISAR	
FUSIBLES _____	REVISAR	
MOTOR DE AVANCES _____	REVISAR	

1 mes

FECHA 8/8/96

[C]orrectivos [P]reventivos

F10 Menú E[q]uipo Par[m]etros [I]mpimir PgDown PgUP

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.7

CALENDARIO DE CORRECTIVOS

AUTOMOVIL VOLKSWAGEN GOLF 16/8/95 04/10/95

Parte: PUERTA DERECHA
 Falla: GOLPEADA
 Acción: ENDEREZAR Y PINTAR

Parte: ALTERNADOR CRITICO
 Falla: SE PRENDE EL FOCO EN EL TABLERO
 Acción: REVISAR

Parte: MOTOR
 Falla: BOTA ACEITE EN LA PARTE SUPERIOR
 Acción: REVISAR JUNTAS

345 KMS 1 semanas

Lectura actual: 50000 KMS 18/08/95

[C]orrectivos [P]reventivos

F10 Menú E[q]uipo Par[m]jetros [I]mprimir PgDown PgUP

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.8

ORDEN PREVENTIVA

Pag.1

SUPER SERVICIO "Auto Carro", S.A.

9/9/95 11:25

ORDEN DE TRABAJO

13.- AUTOMOVIL VOLSWAGWEN GOLF GTI
 Lectura Actual: 52,000 KMS
 Escala: meses (1500,00 KMS)

PREVENTIVOS:	50852	51542	52232	obs	LECTURA Kms
SERVICIO LAVADO	+	XXX	+	[]	_____
REVISION DE NIVELES		XXX		[]	_____
MOTOR CAMBIO DE ACEITE		XXX		[]	_____
RADIADOR LIMPIEZA Y CAMBIO DE LIQUIDO	←			[A]	<u>52000</u>
FRENOS LIMPIEZA Y AJUSTE	←			[A]	<u>52000</u>
CARROCERIA LUSTRAR			XXX	[]	_____
LLANTAS				[]	_____
COJINETES ENGRASAR	~			[D]	<u>52000</u>
SISTEMA ELECT				[]	_____
ACUMULADOR ... REEMPLAZAR	←			[E]	<u>52000</u>
TRANSMISION CAMBIO DE ACEITE	XXX			[]	_____
REVISION GENERAL	XXX			[C]	<u>52000</u>
CARTER REVISAR ACEITE	~			[A]	<u>52000</u>
.. CAMBIAR	~			[A]	<u>52000</u>
	+	+			
	61197	61187			

[Obs] [A] Realizado [B] Reparado [C] Requiere ajuste [D] Reemplazar [E] Falta de repuestos [F] Falta de personal [G] Falta de liberación	Urgente [] No. de Folio : Asignado a: <i>Carlos Martinesilva.</i> Comentarios: <i>REVISAR FUGA DE ACEITE EN EL MOTOR.</i>
---	--

MECANICO ELECTRICISTA PLOMERO TORNERO LUBRICADOR PINTOR AYUDANTE

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.9
ORDEN CORRECTIVA

Pag.1

SUPER SERVICIO "Auto Carros", S.A.

9/9/95

11:25

ORDEN DE TRABAJO

13 - AUTOMOVIL VOLSWAGWEN GOLF GTI
Lectura Actual: 52,000 KMS
Escala: meses (1500,00 KMS)

CORRECTIVOS

14 Parte: PUERTA DERECHA
Falla: GOLPEADA
Acción:

Se hospitalizó y se pintó

22 Parte: MOTOR
Falla: TIRA ACEITE
Acción:

Se Cambiarón Empaques
y rebenedor Cigüeñal

	19/07/95	02/08/95	16/08/95	LECTURA
	+	+	+	obs Kms
				<u>52000</u>
				[A]
		XX		[]
	+	+	+	
	26/07/95	09/08/95		

- [Obs]
- [A] Realizado
- [B] Reparado
- [C] Requiere ajuste
- [D] Reemplazar
- [E] Falta de repuestos
- [F] Falta de personal
- [G] Falta de liberación

Urgente []

No. de Folio :

Asignado a:

Carlos Augusto Lopez

Comentarios:

MECANICO ELECTRICISTA PLOMERO TORNERO LUBRICADOR PINTOR AYUDANTE

4.2.6 Calendarios de condensado

El calendario condensado presenta un panorama general de todos los equipos, mostrando para cada uno de ellos cuándo hay que realizarles, alguna actividad de mantenimiento preventivo y / o correctivo, pero, sin precisar cuales son esas actividades. El calendario condensado es útil para conocer la disponibilidad de los equipos, es decir, en qué períodos se van a encontrar los equipos en mantenimiento y en qué otros períodos se van a encontrar libres de mantenimiento.

Al seleccionar la opción "B.- Calendario condensado" del capítulo REPORTE desde el Menú principal, se presenta en pantalla una lista con los equipos a los cuales hay que hacerles alguna actividad de mantenimiento preventivo y/o correctivo. El calendario tiene las mismas características que los calendarios de mantenimiento preventivos y correctivos y solamente se presentan los equipos que hay que atender dentro del calendario.

4.2.7 Prioridades

El reporte de prioridades proporciona un panorama resumido de los equipos que tienen alguna o algunas actividades de mantenimiento retrasadas, indicando la importancia del equipo y de las actividades pendientes, así como el grado de atraso con el que se encuentran dichas actividades. Para acceder esta opción debe ingresarse al capítulo REPORTE desde el Menú Principal. La gráfica está dividida en dos columnas que indican el estado que guarda cada uno de los equipos. Tanto para los mantenimientos preventivos como para los mantenimientos correctivos, si el MP presenta un cuadro en alguna de las columnas, significa que el equipo tiene, al menos, una actividad de mantenimiento retrasada. Si el cuadro que se presenta es marcado como crítico, significa que la actividad o por lo menos, alguna de las actividades retrasadas es crítica. En un programa de mantenimiento por computadora pueden establecerse una serie de filtros que permiten visualizar la gráfica sólo con aquellos equipos que cumplan con una serie de condiciones establecidas. Estos filtros son: [E] equipo crítico, [A] actividad crítica, [A] atraso, y Línea de producción. Por ejemplo si se activa el filtro de Actividad crítica, en pantalla se listarán solamente los equipos que tengan actividades críticas pendientes. Con la opción Tolerancia el usuario puede definir o programar la cantidad de días que considere sean atrasos críticos. Una vez establecida una serie de filtros, los equipos mostrados en pantalla pueden ser marcados directamente con la instrucción [M]marca para posteriormente imprimir sus órdenes de trabajo. Para que el programa actualice toda información y la muestre al seleccionar el reporte de prioridades, es necesario utilizar la instrucción [C]calcula. Al seleccionar la instrucción, el programa actualizará la información al día y hora en que se efectúe el cálculo; es importante que el usuario mantenga el sistema actualizado con las lecturas de los equipos que se controlan por lecturas, así como todos los mantenimientos que se van efectuando a los equipos, para que los datos presentados en los reportes sean reales. Ilustración 4.10

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.10
REPORTE DE PRIORIDADES

LISTA DE EQUIPOS CON ALGUNA ACTIVIDAD PENDIENTE DE REALIZAR

Calculo al: 14/07/95 13:45

EQUIPO	DESCRIPCION	LINEA DE PRODUCCION	ACTIVIDADES PREVENTIVAS	ACTIVIDADES CORRECTIVAS
8	AUTOMOVIL FORD F124	[ADMINIST]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	BOMBA CENTRIFUGA WAKO	[MANUFACT]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 *	CALDERA KEWANNE	[MANUFACT]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	LLENADORA HASTAMAT B7	[PAST.HALLS]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	MOTO REDUCTOR MARATHON	[MANUFACT]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24 *	SEPARADOR ALFA LAVAL	[SERVICIOS]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12 *	SERPENTIN NUMERO 1	[PREPARACION]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EQUIPO CRITICO
 ATRASO > 10 DIAS
 ACT CRITICA
 ACT NO CRITICA

Filtro Por:

[E]quipo Critico
 [A]ctividad critica
 A[t]raso > 10 dias
 Línea [P]roduccion
 F10 Menú
 E[q]uipo Par[m]etros
 [I]mprimir
 PgDown
 PgUP

4.2.8 Recursos

El MP contempla un catálogo de recursos, consistente en recursos del tipo:

- 4.2.8.1 *material,*
- 4.2.8.2 *mano de obra,*
- 4.2.8.3 *servicios externos.*

Con este tipo de programa el usuario puede tener un catálogo de recursos que se pueden asignar a las diferentes actividades de mantenimiento, permitiendo elaborar presupuestos de repuestos, mano de obra y de servicios, así como calcular el abastecimiento de material para cumplir con el programa de mantenimiento. Cuando los trabajos son terminados, es necesario registrar los consumos de material, mano de obra y servicios que se hayan tenido, guardando en el MP un registro de ello para posteriormente poder calcular los costos de mantenimiento.

Al seleccionar la opción , materiales, mano de obra o servicios, del capítulo CATÁLOGOS desde el menú principal, se presentaran en la pantalla los recursos registrados ordenados alfabéticamente por descripción. Para registrar en el programa los recursos que se quieran manejar, la opción [E]ditar permite realizar el trabajo; en la pantalla correspondiente deben ingresarse los ítems siguientes: Número de parte que se le asigna al recurso para su identificación en el almacén, descripción o nombre genérico del recurso, unidad de medición del recurso, especificación detallada del recurso para fines de identificación al realizar pedidos o establecer relación con otros documentos, localización del recurso dentro de la bodega de almacenamiento, costo unitario del producto, existencias del recurso en bodega, el nivel mínimo o cantidad mínima que se desea tener del recurso en la bodega, nivel máximo, cantidad en pedido y tiempo de procuramiento en días (tiempo que tarda en llegar el material a la bodega de repuestos) Para los recursos materiales el programa maneja un inventario donde se pueden controlar las existencias de los repuestos, los precios y elabora un costo completo del inventario. Ilustraciones 4.11 y 4.12

4.2.9. Historia

Al paso del tiempo, cada vez que se registra un mantenimiento correctivo o, bien, se actualizan las fechas o las lecturas de los mantenimientos, tanto preventivos como correctivos, éstos van quedando registrados en la computadora formando un historial para cada equipo; son registrados también los consumos de material, mano de obra y servicios. A través de la información histórica, el programa genera un reporte semigráfico, el cual combina la información de los mantenimientos preventivos y de los mantenimientos correctivos permitiendo tener un panorama muy amplio y sencillo de entender para tomar importantes decisiones en lo que al control y la administración de la empresa se refiere. Al seleccionar la opción 'Bitácora Preventivos' del capítulo HISTORIALES desde el menú principal, se presentan los mantenimientos preventivos realizados a determinados equipos. La ilustración 4.13 muestra un historial de consumo para repuestos de un automóvil.

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.11
REPORTE DE RECURSOS

MATERIALES				
Cve [D]escripción	No. [P]arte	Locali[z]ación	Costo último	Fecha
32 ACEITE 20 W 40	GF-876	E-501	4,500.00	16/05/95
44 ACEITE 30W	GF-877	B-500	3,275.65	12/05/95
95 ACEITE 40W	GF-873	B-502	3,275.65	25/03/95
99 ACEITE ONDINA	GF-973	E-503	652.02	4/02/95
29 BATERIAS DURACEL	LM-500	K-605	76.00	25/07/95
4 BUJIAS MY 40 W	LM-34	K-606	525.12	7/07/95
2 BALASTROS 40 W	LM-35	K-607	245.25	2/05/95
15 BARNIZ DIELECTRICO	S/N	K-512	500.52	10/06/95
30 CARBONES ALT-W	OP-5653	K-900	25.02	9/04/95
31 COJINETES 8034	JU-234	M-200	253.25	9/04/95
64 CEMENTO	CE-56	B-34	1520.65	9/04/95
5 CONDENSADOR	LO-87	O-98	25.36	9/04/95
18 ESTOPA	S/N	B-34	256.36	9/04/95
25 Ferrulas	S/N	B-34	752.36	8/08/95

F10 [Esc] salir

[E]dita [L]ocaliza [A]ctualiza [I]mprime [M]ajoriza

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.12

REPORTE DE RECURSOS

MATERIALES										
Cve [D]escripción	No. [P]e	Locali[z]acion	Costo último	Fecha						
92 ACEITE 20 W /	GF-876	B-501	4 500.00	16/08/95						
			3 275.65	12/05/95						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">No. de Parte</td> <td>GF-876</td> </tr> <tr> <td>Descripción</td> <td>ACEITE 20 W 40</td> </tr> </table>			No. de Parte	GF-876	Descripción	ACEITE 20 W 40	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Unidad.</td> <td>GLS</td> </tr> </table>		Unidad.	GLS
No. de Parte	GF-876									
Descripción	ACEITE 20 W 40									
Unidad.	GLS									
Especificación										
Aceite multigrado marca: ESSO Y CASTROL										
Localización		Costo Unitario								
B-501		Q. 62.57								
Existencia	Nivel Mínimo	Nivel Máximo	Cantidad en Pedido							
6	2	12	0							
Tiempo de procuramiento en días			256.36	9/04/95						
			752.36	6/08/95						
<p>F10 [Esc] salir</p> <p>[E]dita [L]ocaliza [A]ctualiza [I]mprime [V]aloriza</p>										

ILUSTRACIÓN DE PANTALLA 4.13

HISTORIAL DE CONSUMO

HISTORIA DE CONSUMO				
MATERIALES				
Cve [D]escripción	No. [P]arte	Locali[z]acion	Costo último	Fecha
92 ACEITE 30 W 40	GF-876	B-501	4.500,00	16/08/95
44 ACEITE 30W	GF-877	B-500	3.275,65	12/05/95
95 ACEITE 40W	GF-873	B-502	3.275,65	25/03/95
99 ACEITE ONDINA				/95
29 BATERIAS DURACEL				/95
4 BUJIAS MY 40 W				/95
2 BALASTROS 40 W				/95
15 BARNIZ DIELECTRICO				/95
30 CARBONES ALT-W				/95
31 COJINETES 6034				/95
64 CEMENTO				/95
5 CONDENSADOR				/95
18 ESTOPA	S/N	B-34	256,36	9/14/95
25 Ferrules	S/N	B-34	752,36	8/08/95

CONSUMO				
Descripcion	CAMBIO DE CLUTCH			
Tipo	E	[M]ateriales	Mano [O]bra	[E]steros
Equipo	1			
AUTOMOVIL VOLSWAGEN GOLF				
CANTIDAD	1,0			UNIDAD
PRECIO UNI	560,25			
FECHA	6/11/95			LECTURA: 52000 KM
ORIGEN	C			[P]reventivos [C]orrectivos

F10 [Esc] salir
 [E]dita [L]ocaliza [A]ctualiza [I]mprime [M]ajoriza

En la sección anterior inciso 4.2 se describió la forma correcta de organizar la información para un programa como MP, se describe a continuación la forma adecuada de suministrar información a MP2.

4.3 FACILITY DATA [INFORMACIÓN DE LA EMPRESA]

Este es un registro que debe ser ingresado antes de cualquier otra información, ya que sirve como base para otras funciones tales como: órdenes de compra, órdenes de trabajo, etc.

4.4 COST CENTER [CENTROS DE COSTO]

Son definiciones de las cuentas o Centros de Costo que se estarán utilizando para cargar gastos por mantenimiento preventivo y correctivo.

4.5 ATTENDANCE CODE [CÓDIGOS DE ASISTENCIA]

Estos deben ser definidos para disponer de una categorización que agrupe las causas más comunes por las que se tiene ausentismo de empleados.

4.6 CRAFT CODES & EMPLOYEE DATA [CLASIFICACIÓN DE EMPLEADOS]

Es aquí donde se hace una definición de los empleados por categorías, con el fin de tener un registro ordenado para cada trabajador de acuerdo a la actividad que realizan o el puesto que ocupan en la planta.

Estos códigos serán utilizados en la generación de órdenes de trabajo para la asignación de tareas. No es necesario completar la información con todos los empleados de la planta, pero, por lo menos sí de quienes están a cargo del mantenimiento. Luego de definir los Craft Codes es posible ingresar la información relativa a cada empleado. Esta tabla contiene los siguientes campos:

- código de empleado,
- nombre,
- dirección,
- teléfono,
- categoría (Craft),
- clase,
- turno (si es aplicable)
- sueldo,
- fecha de ingreso y egreso a la compañía.
- horas acumuladas de ausentismo y vacaciones (si es aplicable)

4.7 VENDORS/MANUFACTURERS [VENDEDORES / FABRICANTES]

Son los registros que contienen la información relativa a los vendedores y / o fabricantes de equipo, repuestos, insumos, lubricantes, etc. Consta de los siguientes campos:

- número,
- nombre,
- dirección,
- teléfono,
- representante,
- extensión,
- notas / comentarios

4.8 INVENTORY TYPE [TIPOS DE INVENTARIO]

Son los códigos de acuerdo al criterio de agrupar los repuestos con fines contables.

4.9 EQUIPMENT TYPE & DATA [TIPO E INFORMACIÓN DEL EQUIPO]

Es todo lo relativo a la maquinaria, el equipo e instalación, sujetas a mantenimiento. Esta es la información más importante, ya que de ella se parte para generar todas las funciones del programa.

Entre los datos que incluye este registro están:

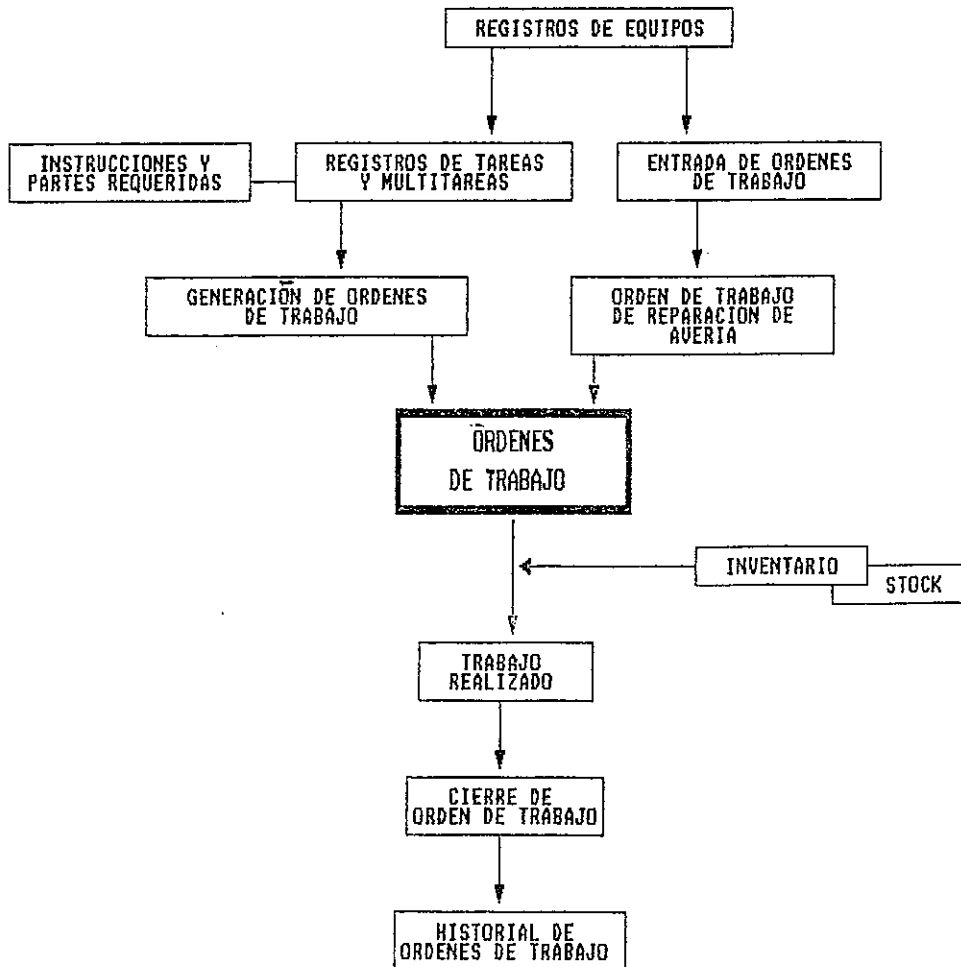
- número del equipo,
- descripción,
- en servicio,
- localización,
- edificio,
- departamento,
- piso / cuarto,
- número de serie,
- modelo,
- tipo de equipo,
- estilo,
- código de fabricante,
- código de vendedor,
- código de repuestos,
- fecha de adquisición / inicio
- fecha de expiración de la garantía del fabricante

4.10. TASKS & MULTITASKS [TAREAS Y MULTI - TAREAS]

Son las tareas que deben definirse para generar órdenes de trabajo; en ellas se define la actividad a realizar durante el mantenimiento, almacenando información sobre trabajos rutinarios a ejecutar en el equipo, tales como mantenimiento preventivo. Cada tarea debe tener una lista de las partes del equipo e instrucciones detalladas sobre la actividad. Una multitarea es una tarea que puede generalizarse para dos o más equipos similares, simplificándose en una sola orden de trabajo.

4.11. WORK ORDERS [ÓRDENES DE TRABAJO]

Una orden emitida por MP2 ; será el documento usado para autorizar mantenimiento y reparación sobre algún equipo. Un buen sistema de administración del mantenimiento provee información vital, como instrucciones de reparación, historia del equipo, tasa de fallas, calendarización y justificación para adquirir nuevo equipo. La secuencia de generación las órdenes de trabajo se describe en forma gráfica en el siguiente cuadro.



CAPÍTULO 5

EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

5.1 CORRIDAS INICIALES Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Como corridas iniciales se entenderán aquellas actividades que el usuario deba hacer para poner en marcha el programa de mantenimiento por computadora; aquí quedarán incluidos los trabajos de planeación, estructuración, análisis, diseño etc. realizados como proyecto por el usuario antes de empezar a alimentar el programa, para facilitar la tarea se presenta un formato de recolección de información (Data collection forms) como ejemplo para facilitar el trabajo de campo. Cuadro 5.1

La programación de actividades constituye si se quiere ver así una segunda fase de implementación del programa, es una etapa del programa en la que se empieza a utilizar en mejor forma las bases de datos del equipo, tareas, repuestos, etc. que ya han sido introducidas al programa.

En la etapa de programación de actividades se elaboran los calendarios maestros a través de la definición de tareas y frecuencias. El método más fácil consiste en definir cuándo habrá de ejecutarse el trabajo anual con una distribución consistente de dicha carga de trabajo a lo largo del año, para, luego, asignar las tareas de cada año y cuartos de año. Esto permitirá planificar las tareas mensuales y semanales en mejor forma.

El siguiente paso consiste en hacer una proyección (ya sea de 52 , de 26, o de 13 semanas) para analizar los datos y determinar si la carga de trabajo es consistente. Por ejemplo, encontrar cuellos de botella para tareas de mantenimiento cercanas una de la otra o fechas de vacaciones.

Data Collection Form MP2

Equipment Data Collection Form	
Equipment No.	A15:
In Service [y / n]	A1:
Description:	A40:
Location:	A30:
Building:	A15:
Specifications	
Serial No	A30:
Type	A8:
Manufacturer	A6:
Vendor	A9:
Financial Data	A7:
Asset	A5
Cost Center	A10:
Original Cost	A10:

5.2 DESARROLLO DE GRÁFICAS PARA UNA BASE DE DATOS.

Es posible crear una base de datos gráfica con algún tipo de software para Computadoras Personales y enlazar dichas gráficas con las órdenes de trabajo de MP2, las ventajas de esta opción son: brindar una mejor claridad del trabajo que se quiera realizar, evitar errores al señalar correctamente la ubicación de ciertos elementos que necesitan control constante, mantener en sistemas de almacenamiento de datos la mayoría de diagramas de determinado equipo para ser accedidos en cualquier momento.

La tarea de crear gráficas, dibujos, planos, etc. se deja para una tercera fase de implementación del programa. Es importante que la extensión de los archivos gráficos tengan extensiones PCX ó DWG de Auto Cad.

Se presenta en esta sección una gráfica con extensión PCX, para mostrar en forma clara los puntos de control y los rodamientos a evaluar en una inspección preventiva realizada a un motor del BOEING 747 de KLM (Sección de turbina de alta presión). La orden de trabajo fue girada a los departamentos de servicios, eléctricos y de instrumentación. Ilustraciones 5.1- 5.2

5.4 SEGUIMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD DEL PROGRAMA.

Para tener un buen control pueden llevarse gráficos de tiempo, marcando fechas límite para la implementación de cada etapa del programa, éstas gráficas deberán estar colocadas en lugares visibles a todo el personal de mantenimiento, con el objeto de que todos se enteren y participen en dicha implementación.

Cuando el programa halla sido totalmente instalado deberá asignarse una persona responsable que coordine todas las actividades del programa, el desarrollo y funcionamiento de un buen programa para mantenimiento preventivo: es responsabilidad de todo el equipo de mantenimiento

La orden de trabajo que aparece a continuación solicita la inspección preventiva mediante boroscopia; de un motor generador de gases (jet 747 de KLM), el objetivo es asegurar que la turbina de alta presión no presenta fisuras, el estado de los cojinetes en dicha sección deben ser analizados mediante un análisis de vibración. En la siguiente hoja se observa como complemento a la orden de trabajo, una ilustración de la turbina de potencia con la señalización adecuada de los puntos de referencia 1 y C (para análisis de vibración) y 2 para la colocación correcta del boroscopio.

Page 1 WORK ORDER # 1 (PREVMAINT) Task # 23 10/18/95 9:36 pm

7

Equipment #... TB-GENGAS-001 TURBINA DE GAS STEWART & STEVENSON LM5
 Serial #..... 500 Department. GENERACION
 Asset #..... Building... ALA GEN A GAS
 Gen Ledger #.. TGAS Floor/Room.
 Cost Center... TB Location... AREA DE TURBINAS
 Expense Class. PREVENTI

Requested By... Priority..... 1.00
 Phone..... Ext Requested..... 10/18/95 at
 Assigned to... ELEC2 Sched Start Date. 01/10/95
 Meter 1... 25758 Sched Finish Date 01/10/95
 Meter 2:

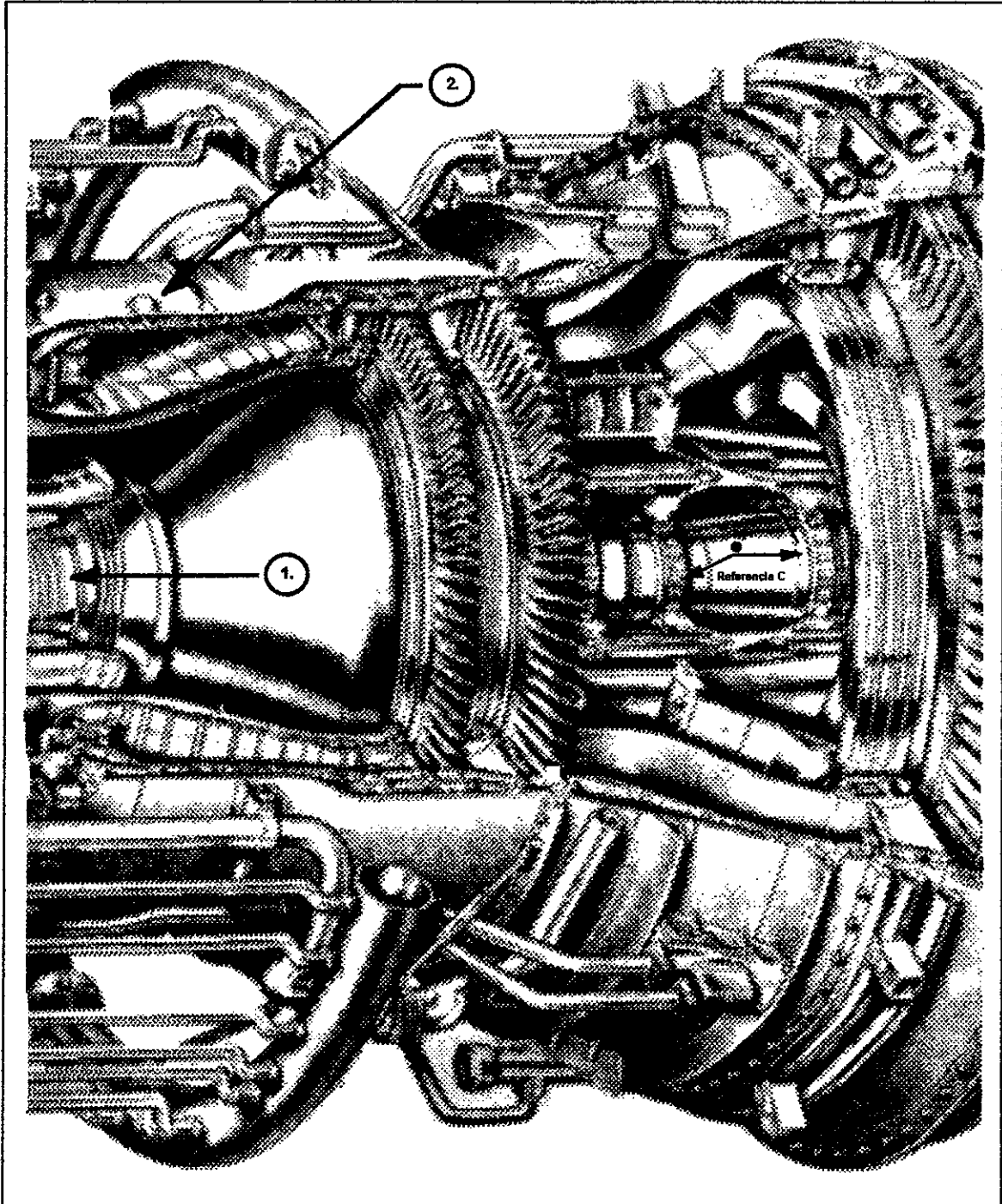
Craft	#People	Employee #	Lastname	Firstname	Reghrs	OThrs
ELEC	25	MEC1	BARRIOS BARRIOS	MARIO ROMULO	12: WKS	12: 00 WKS
		TECH1	MC CLAUGHERTY	DANN	12: WKS	✓
Down Time.....	12:00	✓	<i>Mc Claugherly</i>			
Complete Date.	10/19/95					
Complete Time.	18:35					
Date Approved.	10/18/95					

List extra parts used and comments here Reason For Outage Code: PM

Boroscopia realizada, condicion normal de operacion, fueron calibrados los sensores de control. la prueba de vibracion en los rangos de 0.1 - 0.4 inch/s

Reqd	Qty	Units	Item #	Description
20-21	3	3	Qty used	Sensores
				SENSORS FWD Turbina alta.
	1.0		845-001-131	BOROSCOPIO Y ACCESORIOS

Special Instructions & Notes:
 REVISION MEDIANTE BOROSCOPIA Y PRUEBAS DE VIBRACION ESTADO DE COJINETES
 COJINETES DE LADO DE ALTA TURBINA DE POTENCIA
 GRAFICA CAD GRAF.PCX (GENERADOR DE GASES TURBINA ALTA POTENCIA S&S)



REF.	FECHA:	NOMBRE:	CAD GRAF.PCX	Area: Turbo Jet.	ILUSTR.
DB:	25/01/05	JULIO OCOLIN		Orden Preventiva 725	
REV:			GENERADOR DE GASES.	Asignada a: Elec,Mec, Electr, Servicios.	5.1

Orden de Trabajo 1

Grafica Generador de Gases. PCX

CAPÍTULO 6

EJEMPLIFICACIÓN PRÁCTICA

6.1 **INSTALACIÓN Y EJEMPLIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE MP2 EN UNA PLANTA INDUSTRIAL**

MP2™ es un programa informático diseñado por Datastream System Inc. para la actividad de mantenimiento. La aplicación del programa se hará en una planta ficticia generadora de energía eléctrica "**ESA GENERATION POWER**" sin embargo, la mayoría de información ingresada al programa pertenece a muchos equipos de aplicación real en industrias generadoras y plantas industriales.

Los ejemplos se presentan siguiendo el orden para ingreso de datos descritos en capítulo 4, la codificación de los equipos incluye el centro de costos definido para cada departamento. La planta utiliza combustibles, diesel y bunker C para generar energía con turbinas de gas, turbinas de vapor y motores de combustión interna. La capacidad instalada de la planta es de 160 MW.

En el menú principal de MP2 dirigiendo el cursor hacia la función SETUP y presionando la tecla "Enter" accedemos al archivo FACILITY, en este archivo se almacena la información referente a la empresa, quedando registrado en todos los reportes de mantenimiento generados durante el transcurso del programa. La información se ingresa desde el teclado de la computadora y se registran los nombres de las personas con quien pueden establecer contacto los proveedores de repuestos, insumos, materias primas etc. Esta función del programa es muy importante, pues, permite particularizar el uso del programa a los distintos departamentos de una corporación.

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

FACILITY DATA

10/20/95

ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Facility Report

Page 1

Facility name: ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Phone #: (502) 060-1526
Modem connected to: COM1

Shipping address: Kilometro 260.2 Carretera
Americana. EL Naranjo San Pablo
SAN MARCOS, 120103
GUATEMALA

Purchase order headings: ESA GENERATION POWER 160 MW
ORDEN Y REQUISICIONES DE COMPRAS
REQUISICIONES DE MANTENIMIENTO
REQUISICIONES DE OPERACION
REQUISICIONES INTERNAS

Single source to: JEFE DE COMPRAS
Single source from: JEFE DE MANTENIMIENTO
Single source signature: JULIO CESAR IXCOLIN B.
Your purchasing contact: LIC. JORGE MARIO ROSAS

La opción Centros de Costo (Cost Center) del Menú Equipment debe ser accesada para ingresar los códigos de identificación de las áreas o departamentos en donde el departamento de mantenimiento tiene responsabilidad sobre el servicio eficiente de los equipos. Estos centros de costo servirán para establecer un control de gastos y costos de los diversos servicios, para ESA GENERATION POWER la codificación de los equipos toma en cuenta el centro de costo al cual pertenecen dichos equipos. La lista que se presenta a continuación muestra distintos códigos para los centros de costo en dicha empresa, el código puede ser un número o la abreviación de los distintos departamentos.

CENTROS DE COSTO
COST CENTER

10/20/95

ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Cost Center Report

Page

Cost center	Description
100	ADMINISTRACION-OFICINAS
200	DEPARTAMENTO DE CALDERAS
300	AREA MOTORES DE COMBUSTION INT
400	AREA DE CALDERAS
500	DEPARTAMENTO DE TURBINAS
600	DEPARTAMENTO DE GENERACION
ADMIN	Administracion - Oficinas
BOI	Departamento de Calderas.
CON	Contratista Externo.
MOT	Motores Combustion Interna
SEC	Seguridad Industrial.
SERV	Departamento de Servicios Aux
TB	Departamento de Turbinas
TRA	Departamento de Transformacion
WH	Bodega general.
WT	Planta par Tratamiento Agua.

Los empleados de la planta quedan identificados de acuerdo a la categoría de trabajos que realizan, es posible asignarles un código particular a cada trabajador de acuerdo a esta categoría. El registro de fecha de ingreso, horas de ausentismo por enfermedad, salario devengado por hora, y horas tomadas para vacaciones, permite a la persona encargada del mantenimiento, tener una clara información de cada empleado para la adecuada planeación de actividades.

El reporte que se muestra a continuación es una parte del total de empleados en ESA Generation Power.

DATOS DE EMPLEADOS
EMPLOYEE DATA

ESA GENERATION POWER, 160 MW.				
Employee Master File				
10/26/95				
Page 1				
Exp Code	Employee Name and Address	Personal Data		Accumulated leave time
ELEC1	CARLOS AUGUSTO LOPEZ 34 C VISTA HERMOSA San Marcos., 120123	Phone: 0602344 Craft: ELEC Class: 1 Shift: T	Wage: 20.83 SS #: 523-69-8785 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 1/01/95	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 200.0
Notes: Electricista de primera clase, cuenta con capacitaciones en electronica industrial. Jefe de electricistas en planta termica del INDE, Escuintla.				
ELEC2	HAURO EDUARDO DE PAZ SALAZAR 4A CALLE 1-45 ZONA 2 SAN FRANCISCO, SN MARCOS GUATEMALA., N/A	Phone: N/A Craft: ELEC Class: 1 Shift: R	Wage: 16.66 SS #: 566-77-8877 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 1/01/94	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 0.0
Notes: Electricista de primera, turnos de operacion rotativos				
INSTRI	RODRIGO RIVERA GRATA COLONIA J.R.B. SAN MARCOS GUATEMALA, 120111	Phone: 0601234 Craft: INST Class: 1 Shift: N	Wage: 20.83 SS #: 121-22-1212 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 1/01/95	Accum sick hrs: 15.0 Accum vac hrs: 300.0
Notes: Instrucentista general, turnos rotativos. Clave de radio Alfa 1				
MEC1	MARIO ROMULO BARRIOS BARRIOS COLONIA J.R.B. SAN MARCOS GUATEMALA, 12001	Phone: 0601234 Craft: MECH Class: 1 Shift: R	Wage: 16.66 SS #: 780-45-6788 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 4/02/95	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 840.0

DATOS DE EMPLEADOS EMPLOYEE DATA

SUP1	JUAN VÁSQUEZ HOTEL DE LA PLANTA.	Phone: 0829873 Craft:	Wage: 50.00 SS #: 457-79-9989	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 250.0
	SAN PABLO, SAN MARCOS GUATEMALA, 125654	Class: 1 Shift: R	Hire Date: 2/03/91 Raise Date: 5/05/94	

Notes: Supervisor de Operacion y Mantenimiento, Ingeniero Electricista.

SUP2	ANTONIO PINILLOS 9A AV 75-4 ZONA 1 SAN MARCOS GUATEMALA, 12012	Phone: 0365487 Craft: SUP Class: 1 Shift: R	Wage: 50.00 SS #: 908-87-7876 Hire Date: 2/01/93 Raise Date: 2/05/94	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 150.0
------	---	--	---	---

Notes: Ingeniero Electricista, supervisor de mantenimiento.

TECH1	DANN MC CLAUGHERTY PLANTA SAN PABLO SAN MARCOS GUATEMALA, 12012	Phone: 50256788 Craft: TECH Class: 1 Shift: N	Wage: 150.00 SS #: 980-12-3455 Hire Date: 2/08/91 Raise Date: 2/06/95	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 300.0
-------	--	--	--	---

Notes: Ingeniero y tecnico especialista en sistemas de control para turbinas, programador de PLC's, Tecnico certificado de WOODWARD COMPANY, & GENERAL ELECTRIC.

OPER1	LUIS ANTONIO TALIO SALDIVAR CALLE B SUR PONIENTE RETALHULEU GUATEMALA, 170255	Phone: 125487 Craft: OPER Class: 1 Shift: R	Wage: 13.33 SS #: 142-55-4584 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 10/02/95	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 800.0
-------	--	--	--	---

Notes: Operador de Sala de Mando. Disponibilidad para operar en el departamento de Turbinas de vapor y gas.

OPER2	MYNOR VELIZ SECTOR B MANZANA 2 LOTIFICACION LANDIVAR QUETZALETENAGO, 150255	Phone: 0611548 Craft: OPER Class: 1 Shift: R	Wage: 13.00 SS #: 890-98-8880 Hire Date: 1/01/90 Raise Date: 1/02/95	Accum sick hrs: 0.0 Accum vac hrs: 250.0
-------	--	---	---	---

Notes: Operador de Planta de Caldera y Planta de Tratamiento de agua.

La información referente a proveedores de equipo, repuestos, lubricantes, etc., queda registrada en el archivo VENDORS del menú INVENTORY, con esta información se simplifica la tarea de adquisición de insumos, los vendedores son rápidamente contactados al requerir repuestos de emergencia, pues, la información siempre está a la mano. A continuación se presentan algunos vendedores y fabricantes importantes registrados en la base de datos de ESA Generation.

VENDEDORES Y FABRICANTES
VENDOR - MANUFACTURER

10/20/95		ESA GENERATION POWER, 150 MW.			Page 1
		Vendor/Manufacturer List			
Vendor Number	Name	Address	Phone/ Telex fax	Representative	Extension
1	MARNILCO	14 AV ZONA 5 GUATEMALA GUATEMALA	720-9873 7209874	K. MULLER	
DISTRIBUIDORES DE EQUIPOS PARA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE MARCA YORK.					
10	SANITECH	GUATEMALA GUATEMAL	482-5656 459	ING. RONI CATELO	45-5
DISTRIBUIDORES DE LINEA SANITARIA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA					
12	ELECTRISA	GUATEMALA GUATEMALA	458-7825 4587826	MYNOR CADERES	25
DISTRIBUCION DE EQUIPOS ELECTRICOS EN GENERAL					
200	SIMENS	LA CASTELLANA GUATEMALA	890-9023 899-9024	ING. CASASOLA	58
ARTICULOS ELECTRONICOS. SISTEMAS DE CONTROL Y DE INSTRUMENTACION					
201	SWITZHERDAL	COLONIA ST 45 ALEMANIA ALEMANIA ALEMANIA	980-9890 980-9898	KARL KORL	4589

VENEDORES Y FABRICANTES
VENDOR - MANUFACTURER

203 CONAIRE GUATEMALA 34-78 ZONA 12 458-9878 45
4587697
GUATEMALA
DISTRIBUIDORES DE LINEA FLETO

24 WARTSILLA DIESEL SATRES FINLANDIA 457-8369 MR. KELES IRTHSEDON 125
850558654
FINLANDIA FL FL
FINLANDIA
CASA MATRIZ DISTRIBUIDORA DE REPUESTOS EN GENERAL MOTORES DIESEL

10/20/95 ESA GENERATION POWER, 160 MW.
Vendor/Manufacturer List Page 2

Vendor Number	Name	Address	Phone/ Telex fax	Representative	Extension
28	STEWART & STEVENSON	SIRACUSE	800-2582 800-25823-522	MR JAY MACCLAUG	5852

HOUSTON
USA

Terms: Freight terms: CARGO DM Ship via: DHL FOB:

PROVEEDOR DE DISPOSITIVOS PARA EQUIPO S & S. Total soporte Tecnico.

845-01 BIELLONI CASTELLO VIA DE LA MISERICORDIA 46 IMDCOM
BIASSONO (MI) MI
ITALIA

845-02 PROSAIN GUATEMALA

845-03 LUBRITEC (MOBIL GUATE) GUATEMALA 789-8989 Ing. Toscana
787-0090

Para el adecuado control de repuestos, MP2 en el menú principal, permite seleccionar la instrucción INVENTORY; aquí se registra toda la información referente a insumos y repuestos necesarios para la adecuada operación de la planta generadora. Son definidos bajo un código propio de la empresa, los diversos repuestos ubicados en la bodega de mantenimiento, el código de repuestos indica el centro de costo al que pertenece el artículo, el tipo de artículo y su número correlativo en el grupo genérico respectivo. Los niveles mínimos de existencia se definen al ingresar el equipo, al estar algún artículo en el rango mínimo el programa automáticamente genera órdenes de compra para que se restablezca el nivel de seguridad. En Inventory Type definimos los grupos genéricos de repuestos, el reporte de algunos repuestos importantes de ESA Generation se muestra a continuación.

TIPOS DE INVENTARIOS INVENTORY TYPE

10/20/95

ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Inventory Type Report

Page

Type	Description
COJINE	COJINETE
DIELEC	Dispositivos electronicos.
FILTA	Filtros de Aire
GE	Repuestos electricos electro.
GG	Grupo general de repuestos.
GM	Grupo de repuestos mecanicos.
GT	Grupo de tuberias.
LUBRI	Grupo de Lubricantes
MOTOR	Motores Combustion

La siguiente lista muestra un pequeño inventario físico de algunos repuestos existentes en la bodega de mantenimiento.

REPORTE DE INVENTARIO
INVENTORY TYPE

10/29/95 ESA GENERATION POWER, 160 MW. Page 1
Inventory Report

Item #	Description	Type	Order Point	Default Ord Qty	Units	Stok Item	Eng Src Code	Account	Manuf #
100-GE-125	Lamparas Fluorescentes para oficinas.	GE	6	12	UNIDADES	y	n	GE	12
200-GE-85	TARJETA DE CONTROL I23-6578 PLC CALDERA ENTEC	DIELEC	2	3	UNIDADES	y	y	GE	200
300-GM-895	Anillos de compresion 456-9084-98-AB HOT.WARTSILA	GM	15	20	UNIDADES	y	y	GM	24
500-FILT-63	FILTROS SECUNDARIOS DE AIRE (TURBINA DE GAS)	FILTA	725	1450	UNIDADES	y	n		
845-001-123	COJINETES 6201 2Z	COJINE	0	2	UNIDAD	y	y	491	845-02
845-001-130	COJINETE 6309 2Z SKF	COJINE	0	1	UNIDAD	y	y	491	845-02
845-001-131	COJINETE SKF N° 312	COJINE	0	1	UNIDAD	y	y	491	845-02
845-001-212	COJINETE 6202 2Z	COJINE	0	2	UNIDAD	y	y	491	845-02
850-01-651	Funda de silicona p/rodillo de Tratamiento Corona		0	0	Units	n	y		845-01
GE-ARRANC-6	ARRANCADOR MAGNETICO SQUARE D NEMA 2	GE	3	12	UNIDADES	y	n		
GG-PAST-0035	PASTA PARA SELLADO RESISTENTE ALTAS TEMPERATURAS	GG	2	2	LIBRAS	y	y		845-02
GG-SOLV-0041	CATALIZADOR PARA ACELERAMIENTO DE SECADO	GG	1	1	LB	y	n		
GM-ELEC-1	ELECTRODOS E6013 3/32"	GM	15	30	LIBRAS	y	n	GM	
GM-ELECT-2	ELECTRODO E7011 1/8 "	GM	10	20	LIBRAS	y	n		
GM-TORNILLOS-76	TORNILLOS HEXAGONALES 6 X 12	GM	12	48	DOCENAS	y	n		
T6-GM-COJ-0002	COJINETE CONICO 6525Z BOMBA ALTA PRESION CALDERA	GM	6	4	Each	y	n		
T6-GM-TQB-0012	TQBERAS COMBUSTOR ANULAR	GM	6	1	Each	y	n		26
WT-GT-15	TUBERIA ACERO INOXIDABLE 2 " DIAMETRO	GT	6	6	METROS	y	n		
qq-tgas-eges-0025	Equipo especial para calibracion					y			

Quando se necesita requerir interna o externamente determinado repuesto MP2 genera, automáticamente, la orden de compra respectiva, el formato que se muestra a continuación solicita la compra de filtros secundarios para la casa de aire unidad de gas STEWART & STEVENSON. Se presenta el proveedor del repuesto y la fecha de solicitud entre otras cosas.

**SISTEMA DE COMPRAS
PURCHASING SYSTEM**

10/20/95

Page 1

ESA GENERATION POWER 160 MW
ORDEN Y REQUISICIONES DE COMPRAS
REQUISICIONES DE MANTENIMIENTO
REQUISICIONES DE OPERACION
REQUISICIONES INTERNAS

Basic Supplier: SWITZHERDAL
Address (Mail): COLONIA ST 45 ALEMANIA

ALEMANIA, AL
ALEMANIA

Vendor #: 201
Representative: KARL KORL
Phone #: 980-9890

Deliver to: Kilometro 260.2 Carretera
Americana. EL Naranjo San Pablo
SAN MARCOS, 120103
GUATEMALA

Charge to: ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Attention of: LIC. JORGE MARIO ROSAS

Requisition #: 525
P.O. #:
Account #: 6M
Date Order Placed _____
Order Placed With _____

Delivery _____
Terms: CASH Taxable: y
FOB: DHL
Ship via: COMPRAS Freight terms:
Cost center _____
Contract #: _____

Facility Item #	Vendor's Item #	Order Qty Units	Unit Cost	Total Cost	Account Code	---- Page	Contract Item #
500-FILT-63	5895-FTR-458	1450.00	UNIDADES	0.00			
	FILTROS SECUNDARIOS DE AIRE (TURBINA DE GAS)						

Requisition Subtotal: \$0.00
Tax : \$0.00
Requisition Total : \$0.00

Requisitioner: _____
Approved by: _____

En el sub menú equipment del menú principal se registrarán todos los equipos de la planta, esta actividad es de vital importancia para el desarrollo del programa, bajo la opción equipment type registraremos los tipos de equipos de ESA Generation, información general como; número de serie, fecha de compra, localización del equipo, modelo etc., queda registrada en el reporte de datos del equipo.

TIPOS DE EQUIPO Y DATOS DE INFORMACIÓN EQUIPMENT TYPE & DATA

10/21/95 ESA GENERATION POWER. 160 MW. Page 1
Equipment Type List

Type	Description
AIRCON	Equipo de Aire Acondicionado.
BOILER	Generadores de Vapor
BUILDING	Planta y Jardinería.
CARS	Vehículos.
CENTRIFU	Separadores Centrifugos.
CHILLER	Chillers.
COMPRESS	Compresores de Aire.
CONTROLS	Systemas de Control.
DIESEL	Motores Diesel
DIVERT	Compuertas Diversoras.
ECONOMI	Economizadores.
ENFRIA	Enfriadores de Aceite.
ENGINES	Motores Diesel
EVAP	Evaporadores.
FAN	Ventiladores.
FILTERS	Filtros.
GEARBOX	Mecanismo de Engranajes.
GENERA	Generador A. C.
GENGAS	Generador de gases.
INSTRUM	Instrumentación.
MCM	Control Central de Motores.
MOTOR	Motores.
PUMP	Bombas.
R-O-S	Sistema de Osmosis Inversa.
STARTER	Arrancador Hidráulico.
SUPHEAT	Sobrecalentadores.
TANKS	Tanques de Almacenamiento.
TRAFO	Transformador Electrico.

La lista que a continuación se presente es un resumen de algunos equipos ingresados a la base de datos de ESA.

LISTADO DE EQUIPOS
EQUIPMENT SIMPLE LIST

Eq #	Type	Description	In Svc Location	Building	Dept	Floor/ Room
			y			
--Top Level--		Overall Facility	y			
100-OFCINAS-02	BUILDING	OFICINA GERENTE OPERACIONES	y	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	OFICINAS	ADMINSITR 1 & 2
ARRANCADOR	STARTER	ARRANCADOR HIDRAULICO KAESSER	y	TURBINA DE GAS	TURBINA DE GAS	
BOI-CAL-0001	BOILER	CALDERA DE RECUPERACION ENTEC	y	ALA DE RECUPERACION DE CALOR		CALDERAS
BOI-BVP-02	BOILER	CALDERA PIROTUBULAR BRYAN	y	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	ALA MOTORES CI	GENERACION
BOMBA-001	PUMP	BOMBA ALTA PRESION ZULZER BHEIMAN	y	CALDERA DE RECUPERACION ENTE	CALDERAS	BOI
BOMBA-002	PUMP	BOMBA ALTA PRESION ZULZER BHEIMAN	y	CALDERA DE RECUPERACION ENTE	CALDERAS	BOI
BOMSA-003	PUMP	BOMBA ALTA PRESION ZULZER BHEIMAN	y	CALDERA DE RECUPERACION ENTE	CALDERAS	BOI
CARS-0001		FORD EXPLORADOR	y	ADMINISTRACION	ADMIN	GERENCIA 1
CASA DE AIRE		FLENUM DE ADMISION DE AIRE	y	TURBINA DE GAS S&S ALA SUPERI	TURBINAS	TURBINAS
CLUTHC	GEARBOX	CLUTCH DE SOBRE MARCHA Y DESACOPLE	y	TURBINA DE GAS SOBRE MARCHA	TURBINA DE GAS	TURBAS
COMBUSTOR	GENGAS	COMBUSTOR ANULAR 36 TOBERAS	y	PARTE CENTRAL TURBINA DE GAS	TURBINAS	TURBINAS
COMPRESOR 4 ET	COMPRESS	COMPRESOR BAJA PRESION 4 ETAPAS	y	PARTE ANTERIOR TURBINA S&S	TURBINAS	TURBINAS
COMPRESOR 4P	COMPRESS	COMPRESOR ALTA PRESION 14 ETAPAS	y	TURBINA DE GAS S & S	TURBINAS	TURBINAS
DIVERTER-001	DIVERT	VALVULA DIVERSORA DE GASES	y	CALDERA ENTEC	CALDERAS	BOI
EMBOLO-001	INSTRUM	PISTON NEUMATICO ACCIONAMIENTO VALVULA	y	VALVULA DIVERSORA DE GASES	CALDERA	BOI
GEARBOX	GEARBOX	MECANISMO DE ARRANQUE MECANICO	y	TURBINA S & S	TURBINA	TURBINA
GENERADOR ELECT	GENERA	GENERADOR ELECTRICICO ASEA BROWN BOVERI	y	AREA DE MOTORES DE COMBUSTION	ALA MOTORES CI	GENERACION
MOT-DIESEL-001	MOTOR	MOTOR DE CI WARSILLA DIESEL V5456	y	AREA DE GENERACION MOTORES CI	ALA-MOTORES	GENERACION
MOTOR-001	MOTOR	MOTOR TRIFASICO 440 V	y	VENTILADOR VALVULA DIVERSORA	CALDERA	BOI
FLC-001		SISTEMA LOGICO DE CONTROL SIMATIC	y	CALDERA DE RECUPERACION ENTEC		BOI
SER-PLC-10	CONTROLS	PROGRAMABLE CONTROL LOGIC (PLC)	y	CUARTO DE CONTROL	ALA MOTORES CI	INSTRUMEN
SERV-AIRCON-08	AIRCON	EQUIPO TIPO VENTANA PARA ACOND. OFIC	y	ADMINISTRACION	ADMIN	ADMIN 2
SISTEMA CONTROL		SISTEMA DE CONTROL WOODWARD TURBINA	y	TURBINA DE GAS STEWART		TGAS
SOBRECALTADOR	SUPHEAT	SOBRECALTADOR DE VAPOR	y	CALDERA ENTEC	CALDERAS	BOI
TS-CHI-0003	CHILLER	UNIDAD CHILLER SPARTKER/ REF SUVA 135	y	AIR FLENUM TURBINAS DE GAS	TURBINAS	TURBINAS
TE-BENGAS-001	GENGAS	TURBINA DE GAS STEWART & STEVENSON LM5	y	AREA DE TURBINAS	ALA GEN A GAS	GENERACION
TOSERAS-025		TOSERAS DE COMBUSTIBLE F2285-89	y	COMBUSTOR ANULAR TURBINA S&S		
TRA-TRAF0-002	TRAF0	TRAF0 PROLEC 12.4 - 69 KV	y	BARRA 69 KV	SUBESTACION	TRANSFORM.
TRA-TRAF0-01	TRAF0	TRANSFORMADOR ASEA BROWN BOVERI	y	BARRA 13.8KV	SUB ESTACION	TRANSFDR.
TURBINA ALTA		TURBINA DE ALTA PRESION	y	PARTE DELANTERA TURBINA S & S	TURBINAS	TURBINAS
TURBINA BAJA		TURBINA DE BAJA PRESION 2 ETAPAS	y	PARTE DELANTERA TURBINA S&S	TURBINAS	TURBINAS
TURBINA POTEN		TURBINA DE POTENCIA 1 ETAPA	y	PARTE DELANTERA TURBINA S & S	TURBINA	TURBINA
VENTILADOR-001	FAN	VENTILADOR CENTRIFUGO	y	VALVULA DIVERSORA	CALDERAS	BOI

DATOS DE EQUIPO
EQUIPMENT DATA

ESA GENERATION POWER, 160 MW.
Equipment Data Report

10/21/95

Page 1

Eq #:.....100-OFICINAS-02 Type: BUILDING Specification #:N/A Cost center:....ADMIN
 Desc:.....OFICINA GERENTE OPERACIONES Style:.....N/A Asset #:.....
 In service:..y Manufacturer #:.. Gen Ledger #:....
 Location:....OFICINAS ADMINISTRATIVAS Vendor #:..... Startup date:.... 2/02/91
 Building:....OFICINAS Spares Code:.... Life:.....
 Dept:.....ADMINISTR Floor/Room: 1 & 2 Purchase Date:... Original Cost:... 300,000.00
 Serial #:....N/A Warranty Date:... Replacement Cost:

Eq #:.....ARRANCADOR Type: STARTER Specification #:STAR Cost center:....TB
 Desc:.....ARRANCADOR HIDRAULICO KAESER Style:..... Asset #:.....
 In service:..y Manufacturer #:..VENGEN Gen Ledger #:....
 Location:....TURBINA DE GAS Vendor #:.....VENGEN Startup date:....
 Building:....TURBINA DE GAS Spares Code:....ARRAI Life:.....
 Dept:..... Floor/Room: Purchase Date:... Original Cost:...
 Serial #:....3265-369 Warranty Date:... Replacement Cost:

Eq #:.....BOI-CAL-0001 Type: BOILER Specification #: Cost center:....BOI
 Desc:.....CALDERA DE RECUPERACION ENTEC Style:.....B Asset #:.....
 In service:..y Manufacturer #:.. Gen Ledger #:....
 Location:....ALA DE RECUPERACION DE CALOR Vendor #:..... Startup date:.... 2/09/91
 Building:.... Spares Code:....CAL-1 Life:..... 240
 Dept:.....CALDERAS Floor/Room: Purchase Date:... 3/06/91 Original Cost:... 1,500,000.00
 Serial #:....0043-89 Warranty Date:... 2/09/94 Replacement Cost: 1,500,000.00
 Model #:.....RECUP-89

Eq #:.....BOI-SVP-02 Type: BOILER Specification #:VERTICAL Cost center:....
 Desc:.....CALDERA PIROTUBULAR BRYAN Style:..... Asset #:.....
 In service:..y Manufacturer #:.. Gen Ledger #:....
 Location:....MOTORES DE COMBUSTION INTERNA Vendor #:..... Startup date:....
 Building:....ALA MOTORES CI Spares Code:.... Life:.....
 Dept:.....GENERACION Floor/Room: Purchase Date:... Original Cost:...
 Serial #:....1245-58 Warranty Date:... Replacement Cost:

Los repuestos de cada equipo son almacenados en el comando Spares del sub menú Equipment, esto permite tener información referente a los repuestos y partes al generar órdenes de trabajo. Se muestra una parte de la base de datos referente a repuestos de ESA.

LISTA DE REPUESTOS SPARE PARTS LISTS

10/21/95		ESA GENERATION POWER. 160 MW. Equipment Spare Parts Lists		Page 1
Spares code	Item #	Description		Qty

A14				
ARRA1	GM-ESTOPA-002	ESTOPA GRAFITADA		2
	GM-IMP-001	IMPELLER BOMBA CENTRIFUGA		2
	GM-SELLO-001	SELLO MECANICO ST6789-45		12
CAL-1	GE-DISP-0002	ARRANCADOR MAGNETICO NEMA 4		1
	GE-DISP-0003	ARRANCADOR MAGNETICO SCUAR 0 NEMA 2		1
	GE-SWIT-0001	MICRO SWITCH DE PATA		1
	GE-COJI-0009	COJINETE DE BOLAS 6306		3
	GE-COJI-0010	COJINETE DE RODILLOS CONICOS 224		2
	GE-RETE-0025	RETENEDOR FEDERAL MOGUL 66 MM DIAMETRO INTERNO		6
	GT-TUBE-0002	TUBERIA CEDULA 80		18
CAL1	GE-CAL-016	TRANSMISOR DE PRESION SCHEMATIC 0-4mA		6
	GE-CAL-017	TRANSMISOR DE FLUJO SCHEMATIC A2		6
	GE-CAL-025	EMPAQUES DE ASBESTOS DE 1/4 x 2		5
	GT-CAL-010	TUBERIA CEDULA 80 2 "		6
	GT-CAL-011	TUBERIA CEDULA 40 2 "		2
	GT-CAL-031	ESTOPA JOHN CRANE GRAFITADA 1/4		6
	GT-CAL-032	ESTOPA JOHN CRANE 1/4		6
	GT-CAL-042	TRAMPA DE VAPOR 4V		2
	GT-CAL-043	VALVULA DE COMPUERTA ELLEC 8"		2
	GT-CAL-044	VALVULA DE GLOBOS 1/4		6
	GT-CAL-045	VALVULA DE COMPUERTA AST 56		1
DIV1	GE-DIV-ASPA	ASPAS DE VENTILADOR DE VALVULA DIVERTER		
	GM-DIV-EMB1	EMBUDO NEUMATICO VALVULA DIVERSORA		
	GM-DIV-ROD1	COJINETE DE RODILLOS Z4566 MOTOR VENTILADOR		
EXCMO	845-001-310	COJINETES 6303 22		1
	845-001-311	COJINETES 6306 22		1
EXDAE	845-001-210	MOTOR ASINCRONO 0.75HP 220V 60Hz 3400RPM		1
	845-001-211	TURBINA MAP 250 500M ³ /H 3400 RPM 150 HST		
EXDMO	845-001-221	COJINETES 6008 22		2
EXDV1	845-001-212	COJINETE 6202 22		2

La programación de tareas es la actividad más importante de cualquier programa de mantenimiento, allí serán definidas las actividades a realizar en los equipos, los tiempos de periodicidad y frecuencia, los recursos a utilizar y las instrucciones necesarias que aseguren la efectividad de los trabajos. MP2 en el sub menú Task permite realizar esta actividad, el reporte que a continuación se muestra resume algunas tareas ingresadas a la base de datos del programa de mantenimiento montado en la planta de generación ESA.

TAREAS DE MANTENIMIENTO

TASK REPORT

Eq : CARS-0001
 Task : 15
 Desc: CAMBIO DE ACEITE, FILTRO DE ACEITE

FRECUENCIA PARA APLICACIÓN DE TAREA.

----- Schedule by date ----- ----- Schedule by meter -----
 Perform every 90 days Mtr Meter reading last time Perform
 Next perform date: 1/21/95 # this task was performed every
 Next date calc'd from [C/N]: C 1: 30000 5000 units
 (work order Close date/ 2: units
 Next perform date) *LECTURA EN KILOMETROS ACTUAL.* *RECORRIDO PARA PROXIMO CAMBIO*

Craft	# men reqd	Estimated manhours	Task priority:	1
MECH	1	1.00	Work order type:	SCHEDULED
			In-service task [y/n]:	y
			Task instructions code:	OIL
			Required parts code:	GG-A
			Expense class:	

Eq : JB-GENGAS-001
 Task : 1
 Desc: LIMPIEZA DIARIA DEL COMBUSTOR Y COMPRESORES DE ALTA Y BAJA PRESION.

----- Schedule by date ----- ----- Schedule by meter -----
 Perform every 1 days Mtr Meter reading last time Perform
 Next perform date: # this task was performed every
 Next date calc'd from [C/N]: C 1: 14500 24 units
 (work order Close date/ 2: units
 Next perform date)

Craft	# men reqd	Estimated manhours	Task priority:	1
OPER	1	.20	Work order type:	PREVMANT
			In-service task [y/n]:	y
			Task instructions code:	1
			Required parts code:	
			Expense class:	

La hoja anterior muestra la forma en que, diariamente, MP2 imprime las tareas a realizar en la planta, esta programación se basa en los tiempos que el usuario define para cada tarea, para el cambio de aceite del vehículo Ford Explorador, la tarea será impresa cada 90 días, en el caso de la limpieza del combustor y compresor de alta de la turbina S & S la tarea se imprime diariamente. La lista de instrucciones y repuestos necesarios se agregan a la tarea en una hoja adicional, el comando Instruction permite realizar ésta actividad.

INSTRUCCIONES PARA TAREAS
TASK INSTRUCTIONS

10/21/95

ESA GENERATION POWER. 160 MW.
Task Instructions Report

Page 1

Instr
Code Task Instructions

1 Diariamente se debera limpiar el combustor y los compresores de la Turb.
La limpieza se hara a las 9:00 horas
Debera alimentarse agua desmineralizada al tanque de presion auxiliar
El tanque debera ser llenado durante 15 minutos
Luego de ser llenado el tanque se debe abrir la llave de paso de aire.
El agua debera entrar a la turbina a presion abriendo la valvula 54
El tiempo de lavado sera de 17 minutos.
Luego de lavar la unidad se purgara el tanque.
Como el lavado se hace con la unidad en linea debera tenerse cuidado.
Al terminar el lavado debe llenarse el registro respectivo.

GIL Arranque el Motor de 3 a 5 minutos. Apague luego el motor
Remueva la tuerca M14 del deposito de aceite y drene el aceite sucio.
Remueva el filtro de aceite
Espere un tiempo de 5 minutos para que escurra el aceite.
Coloque filtro y tuerca en el deposito
Agregue el aceite nuevo y arranque el motor.
Revise el nivel correcto del aceite.

Las órdenes de trabajo constituyen la última herramienta que se ejemplifica en éste capítulo, MP2 imprime diariamente las órdenes de trabajo que se le programen, para la planta en estudio se imprime como ejemplo la siguiente orden de trabajo.

ÓRDENES DE TRABAJO
WORK ORDERS

Page 1 WORK ORDER # 777 (SCHEDULED) Task # 15 10/21/95 5:53 pm

CAMBIO DE ACEITE, FILTRO DE ACEITE

Equipment #... CARS-0001 FORD EXPLORADOR
 Serial #..... B99-890-6778898-91
 Asset #..... A881
 Gen Ledger #..
 Cost Center... ADMIN
 Expense Class.
 Department. GERENCIA
 Building... ADMININ
 Floor/Room. 1
 Location... ADMINISTRACION

 Requested By...ING. ANGEL AREVALO
 Phone..... Ext
 Assigned to... MEC1
 Meter 1.....
 Priority..... 1.00
 Requested..... at
 Sched Start Date. 01/21/95 ← PROXIMA FECHA GENERACION
 Sched Finish Date
 Meter 2:

Craft	#People	Employee #	Lastname	Firstname	Reghrs	OThrs
MECH	1	MEC1	BARRIOS BARRIOS	MARIO ROMULO		

Down Time..... 0
 Complete Date. 10/22/95
 Complete Time. 1:35 Hrs.
 Date Approved.

List extra parts used and comments here Reason For Outage Code: PM
 Se cambio manguera de 1/4 sistema de carburacion
 fue usado aceite castrol 15W40

Reqd	Qty	Units	Item #	Description
			Qty used	
Y	4.7	LITROS	ACEITE-ESSO-15W40	ACEITE LUBRICANTE PARA MOTOR DE AUTOS
Y	1.0	UNIDAD	FILTRO-25-54	FILTRO FRAM 45-89PH

Task Instructions:
 Arranque el Motor de 3 a 5 minutos. Apague luego el motor
 Remueva la tuerca M14 del deposito de aceite y drene el aceite sucio.
 Remueva el filtro de aceite
 Espere un tiempo de 5 minutos para que escurra el aceite.
 Coloque filtro y tuerca en el deposito
 Agregue el aceite nuevo y arranque el motor.
 Revisado
 Mario Barrios

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

CONCLUSIONES

1. Los programas de mantenimiento preventivo constituyen una herramienta importante para mejorar la eficiencia del servicio de mantenimiento.
2. Los sistemas informáticos diseñados para la actividad preventiva de mantenimiento, constiuyen un apoyo para descargar a la computadora, la programación de actividades repetitivas.
3. Los departamentos de mantenimiento deben aprovechar las herramientas modernas existentes para mejorar su servicio; tomando en cuenta que la industria guatemalteca se encuentra en proceso de desarrollo, se debe apoyar en programas que faciliten las tareas repetitivas y rutinarias del mantenimiento preventivo, facilitando el camino para el desarrollo de programas de mantenimiento productivo total y mantenimiento predictivo.
4. La filosofía del mantenimiento productivo total, permite involucrar al personal operativo en tareas básicas de mantenimiento.
5. Los programas de mantenimiento asistidos por computadora sólo son una herramienta para la realización de la tarea preventiva; el máximo aprovechamiento lo obtendrá el equipo de trabajo que ponga en práctica adecuadamente los conceptos, métodos y herramientas que proporcionan dichos programas y evalúe, constantemente, los cambios y mejoras alcanzados.

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250

RECOMENDACIONES

1. Para la aplicación de programas informáticos de mantenimiento, se recomienda iniciar con una fase de diagnóstico del estado actual de los equipos; la mayoría de los equipos son de construcción antigua por lo que deben implementarse planes de restauración del deterioro antes de poner en marcha programas de PM.
2. Aplicar el programa de mantenimiento preventivo por computadora a equipos o líneas piloto, de preferencia equipos recientes o totalmente restaurados. Esto permitirá establecer la diferencia entre equipos controlados por programas informáticos y equipos que no tienen asistencia por computadora.
3. Antes de poner en marcha cualquier programa informático será necesario asignar una persona responsable del proyecto, dedicada tiempo completo a dicha actividad, pues, las fases de recolección de información, alimentación de datos y programación de tareas requiere tiempo y esfuerzo.
4. Se recomienda que toda empresa emprenda programas de trabajo dirigidos a la capacitación del personal de mantenimiento y operación para conformar un solo grupo y facilitar la aplicación de programas informáticos y mantenimiento productivo total.
5. Se recomienda al catedrático del Curso de mantenimiento y montaje de equipo de la facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizar la presente tesis como guía para implementar en el curso, programas informáticos aplicables a mantenimiento. El programa MP2 fue donado por el autor de esta tesis a la Escuela de Ingeniería Mecánica, para que cualquier persona con interés en el tema pueda utilizarlo.

Vertical text or markings along the right edge of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

Faint, illegible markings or text at the bottom left corner of the page.

REFERENCIAS

Dounce, Enrique. La Administración en el Mantenimiento: México: Editorial CECSA, 1973. p. 152 a p.173.

Morrow, L.C. Enciclopedia de Mantenimiento Industrial: México, Ediciones MONITOR S.A. Tomo 1, décima edición, 1986. 65 p.

Nakajima, Selichi. Implementando TPM: . Publicación del Instituto Japonés para mantenimiento de planta. Estados Unidos de Norteamérica Editorial PPI Cambridge, MA .1988. p 200 a 250p.

Datastream Systems Inc. Manual del Usuario MP2 TM. USA. Edición DATASTREAM 1990. 291 p.

Diccionario Enciclopédico Larousse Usual. Guatemala, Ediciones ARTEMIS 1994. 750 p.

BIBLIOGRAFÍA

Hartman, Edward. Cómo Instalar con éxito el TPM en su empresa. U.S.A.: International TPM Institute. 1993. 120 p.

Ishikawa, Karou Guía de Control de Calidad. U. S.A. Editorial UNIPWB, 1985
740 p.

Manuales de Operación y Funcionamiento Programas Informáticos específicos a la actividad de Mantenimiento Preventivo MACO. MP. AS400 - BPS IBM - GBM. MPA. Guatemala.

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150

Item	Description	Quantity	Unit	Price	Total
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180