



INDICE

UNIDAD I

INTRODUCCION AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1.1	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.....	9
1.2	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	9
1.3	HISTORIA DE CÓMO NACE UNA FÁBRICA.....	10
1.4	¿CUANTAS CLASES DE INGENIEROS HAY?.....	11
1.5	OBJETIVOS DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO.....	13
1.6	GRADOS POR LOS QUE ATRAVIEZA UNA INDUSTRIA Y LOS VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN OBTENIDOS.....	14
1.7	LEMAS QUE AYUDAN AL TRABAJADOR Y AL INGENIERO.....	15
1.8	INGENIERO DE PLANTA.....	16
1.9	MANTENIMIENTO Y SU REALACION CON LA PRODUCCIÓN.....	19
1.10	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL RELACIONADA CON LA CALIDAD DE PRODUCTO.....	22
1.11	COMO SE IMPLANTA UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	25

UNIDAD II

RELACIÓN DEL MANTENIMIENTO CON LA PRODUCCIÓN

2.1	CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	36
2.2	DÍAS AL AÑO PROGRAMADOS PARA EFECTUAR ÉL MANTENIMIENTO.....	41
2.3	COMO INFLUYE EL MANTENIMIENTO EN LA SEGURIDAD DEL TRABAJADOR Y DE LOS EQUIPOS.....	42
2.4	ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DIRECTA DEL GIRO DE LA EMPRESA.....	43
2.5	COMO AFECTA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA A LA PRODUCCIÓN Y AL MANTENIMIENTO.....	43
2.6	COMO AFECTA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA HIGIENE DE LAS MAQUINAS Y DE LAS PERSONAS.....	44
2.7	POLITICAS DEL MANTENIMIENTO.....	58



UNIDAD III



EL PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL MANTENIMIENTO

3.1	SE ADMINISTRA MATERIALES Y RECURSOS HUMANOS.....	60
3.2	PLANTACIÓN DEL PROCESO ADMINISTRATIVO.....	60
3.3	ORGANIZACIÓN.....	62
3.4	EJECUCION.....	64
3.5	CONTROLES Y FORMAS CON REGISTROS ASÍ COMO CAPTURACION PERTINENTE PARA TENER UNA AMPLIA INFORMACIÓN DE CADA EQUIPO.....	68
3.6	RENOVACION Y VIGILANCIA INNOVADORA DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA UN MEJOR CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	72
3.7	CLASE DE SERVICIOS.....	75

UNIDAD IV

HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS

4.1	TIPOS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	77
4.2	INSPECCIÓN, USO Y VENTAJAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	82
4.3	COMO AFECTA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ADMINISTRACIÓN DE DICHO DEPARTAMENTO.....	83
4.4	PRINCIPIO DE PARETO Y APLICACIÓN AL MANTENIMIENTO.....	90
4.5	COSTOS MÍNIMOS DE CONSERVACIÓN QUE INCLUYEN AL MANTENIMIENTO TOTAL A LOS EQUIPOS CON SU UBICACION CORRESPONDIENTE.....	93

UNIDAD V

PROBLEMAS DE REDUCTORES Y TRANSMISIONES DE MAQUINAS

5.1	REDUCTORES DE UN TREN Y DOS TRENES.....	101
5.2	REDUCTORES TRES TRENES.....	103
5.3	REDUCTORES DE 4 TRENES.....	105
5.4	PROBLEMAS.....	112
5.5	DIFERENTES MODELOS DE TRANSMISIONES.....	123
5.6	PROBLEMAS.....	126



UNIDAD VI

SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

6.1	ASIGNACION DE TAREAS Y RUTINAS AL OPERARIO.....	142
6.2	FLEXIBILIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	142
6.3	REDUCCIÓN CONTINUA DE TIEMPO DE PREPARACIÓN Y REPARACIÓN.....	144
6.4	TENDENCIA DE ELIMINACIÓN.....	146
6.5	EXISTENCIA DE MÍNIMOS.....	147
6.6	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	148

UNIDAD VII

SEGURIDAD Y ERGONOMIA EN EL MANTENIMIENTO

7.1	DEFINICION DE LÍDER Y SUPERVISOR.....	158
7.2	SUPERVISIÓN INDUSTRIAL PARA UN BUEN MANTENIMIENTO.....	160
7.3	LA PSICOLOGIA EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	165

UNIDAD VIII

LUBRICACIÓN

8.1	INTRODUCCION.....	173
8.2	TIPOS DE LUBRICACIÓN.....	174
8.3	VISCOSIDAD.....	175
8.4	LUBRICANTES.....	178
8.5	SELECCIÓN DE LUBRICANTES.....	178



UNIDAD IX

MANTENIMIENTO A UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

9.1 SUBESTACIONES.....	205
9.2 MANTENIMIENTO A UNA SUBESTACIÓN.....	207
9.3 CUCHILLAS SECCIONADORAS.....	207
9.4 CUCHILLAS PORTAFUSIBLES.....	215
9.5 BUSES.....	222
9.6 TRANSFORMADORES.....	224
9.7 INTERRUPTORES EN ACEITE.....	225
9.8 EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	229
9.9 RED DE TIERRA.....	231
9.10 APARTARAYOS.....	234

UNIDAD X

VIBRACIONES

10.05 INTRODUCCION DE VIBRACIONES MECANICAS.....	237
10.1 DEFINICION DE VIBRACION.....	237
10.2 CAUSAS DE LAS VIBRACIONES MECANICAS.....	237
10.3 CONSECUENCIAS DE LAS VIBRACIONES.....	237
10.4 ANALISIS DE LAS VIBRACIONES.....	238
10.5 ANALISIS DE LUBRICANTES.....	239
10.6 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LAS VIBRACIONES.....	241



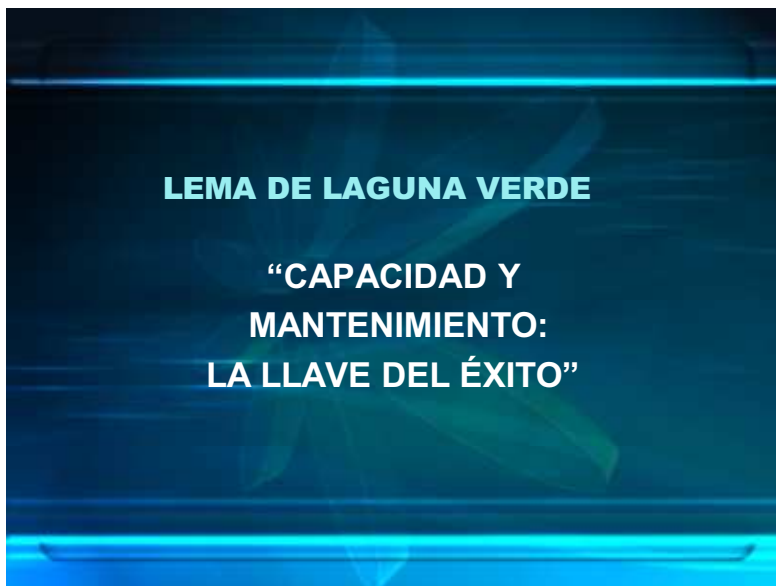
ANEXO

CUESTIONARIOS

UNIDAD 1.....	245
UNIDAD 2.....	249
UNIDAD 3.....	251
UNIDAD 4.....	254
UNIDAD 5.....	256
UNIDAD 6.....	257
UNIDAD 7.....	258

REDUCTORES

EJERCICIOS.....	262
-----------------	-----



OBJETIVOS DEL CURSO

Al término de dicho curso el alumno tendrá la capacidad de analizar, aplicar y resolver cualquier técnica o procedimiento de mantenimiento en cualquier empresa o institución que lo requiera.

Será capaz de diseñar y de aplicar los requerimientos básicos e indispensables para el funcionamiento óptimo de una máquina y por consecuencia mejorar la calidad y productividad de lo producido.



Aprenderá los diferentes valores que requiere un profesionalista de alto nivel con el fin de optimizar los sistemas de mantenimiento de una maquina y aumentar su vida útil.

Será capaz de identificar cualquier tipo de falla o desperfecto y efectuar el tipo de mantenimiento correspondiente, así como de mejorar cualquier procedimiento de mantenimiento.

La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos...
Einstein, Albert



**MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL**

Lo que nos dice la cita anterior es que la ciencia es la representación en un modelo de la realidad basada en lenguajes matemáticos o gráficos, de aquí que parte la importancia del análisis matemático para la predicción de resultados e incrementar la precisión para evitar en nuestro caso, daños no previstos en una maquina o sistema. El mantenimiento no solo se basa en la inspección, si no que también en procedimientos basados en modelos matemáticos de la realidad.



UNIDAD I

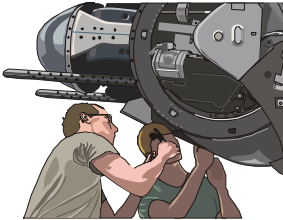
INTRODUCCION AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

- 1.1 **IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO**
- 1.2 **OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**
- 1.3 **HISTORIAS DE CÓMO NACE UNA FÁBRICA**
- 1.4 **CUANTAS CLASES DE INGENIEROS HAY**
- 1.5 **OBJETIVOS DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO**
- 1.6 **GRADOS POR LOS QUE ATRAVIESA UNA INDUSTRIA Y LOS VOLUMENES DE PRODUCCIÓN OBTENIDOS**
- 1.7 **LEMAS QUE AYUDAN AL TRABAJADOR Y AL INGENIERO**
- 1.8 **INGENIEROS DE PLANTA**
- 1.9 **MANTENIMIENTO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN**
- 1.10 **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL RELACIONADA CON CALIDAD DEL PRODUCTO**
- 1.11 **COMO SE IMPLANTA UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**



1.1 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El área del Mantenimiento Industrial es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria.



De un buen Mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de las instalaciones sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

Mantener un equipo da confiabilidad a la empresa y a los operadores, su importancia es tal, que le permite obtener grandes volúmenes de producción con alto grado de calidad con tendencia a la excelencia.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones:

1ª generación:

Mantenimiento correctivo total. Se espera a que se produzca la avería para reparar.

2ª generación:

Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.

3ª generación:

Implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o re-acondicionamiento de los elementos.

4ª generación:

Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones.

Ejemplo demostrativo que justifica la necesidad de que la producción no se vea afectada por paros a consecuencia de defectos en mantenimiento.



1.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- I. Analiza las instalaciones y equipos de la planta, apoyándose en catálogos, planos, instructivo, conferencias y pláticas con el personal que labora. Participan en esta actividad todo tipo de ingeniero que ingresa a la planta. El objetivo de esto es que nos aprendemos al máximo las funciones de los equipos que están bajo nuestra responsabilidad.

Los catálogos normalmente vienen en inglés y son los siguientes.

Según el tipo de equipo o maquinaria que se trate:

- a) De montaje
- b) De operación
- c) De producción
- d) De mantenimiento
- e) De refacciones
- f) De lubricantes
- g) De problemas, fallas y soluciones

- II. Utilizar la totalidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos de la planta. Este objetivo va dirigido a alcanzar el 100% de productividad en operación de los equipos.
- III. Mantener en buen estado los equipos de trabajo de tal forma que se puedan cumplir los programas de producción, conservando además en buen estado todos los edificios, caminos, jardines, puentes, banquetas, talleres, almacenes y equipos de herramientas con los que se efectúan los trabajos de mantenimiento y reparaciones mayores.
- IV. Efectuar programas de mantenimiento preventivo en todos los equipos y servicios generales que participan en la producción de una planta, así como todo lo relacionado al confort de los trabajadores, "calefacción y aire acondicionado".

Apoyándose en los instructivos señalados en el objetivo I. También en la experiencia de los diferentes trabajadores.

- V. Mantener las buenas relaciones humanas con jefes, compañeros y subalternos.
- VI. Mantener en constante capacitación al personal subalterno, dando el ejemplo.
- VII. Mantenerse actualizado con las innovaciones de los cambios tecnológicos.

1.3. HISTORIA DE CÓMO NACE UNA FÁBRICA

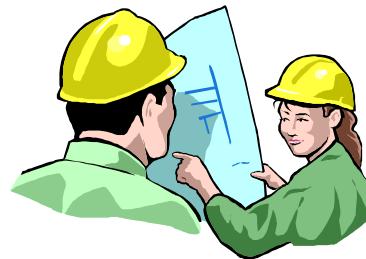
Para el desarrollo y construcción del proyecto fábrica, participan todas las disciplinas de ingeniería; así como las carreras de desarrollo de mercado y ventas, así como el apoyo jurídico que va a respaldar todos los aspectos contractuales, financieros, compras y permisos gubernamentales. A continuación se dan los pasos que los administradores de mantenimiento deben de conocer para ubicarse bien a la fábrica a la cual pertenecen y entiendan la razón de ser de la misma y todo lo que pueden aportar para vivir en la sociedad de la tecnología que necesita una fábrica para estar en competencia cumpliendo con todas las normas de calidad.



1. Estudio de mercado.
2. Estudio de localización.
3. Estudio de mano de obra (obreros y técnicos).
4. Estudio de facilidades gubernamentales.
5. Estudio de adquisición de refacciones y materiales.
6. Anteproyectos parciales de todas las disciplinas que van a participar (topógrafos, civiles, mecánicos, eléctricos, electrónicos, instrumentistas y computacionales).
7. Aprobación de los proyectos por un jefe responsable o el más capaz y competente de la compañía en el aspecto técnico.
8. Compras de equipos (extranjeros, nacionales) de tal forma que los equipos no estén ociosos con posibilidades de descomponerse.
9. Organización en los aspectos administrativos, técnicos y legales.
10. Acción de los ingenieros topógrafos (deslinde de terrenos, edificios y caminos)
11. Acción de ingenieros civiles (caminos, banquetas, puentes, edificios y cimentaciones de máquinas).
12. Acción del ingeniero mecánico (tuberías, máquinas, instrumentos).
13. Acción del ingeniero eléctrico (subestación, líneas internas, alimentaciones a equipos).
14. Acción del ingeniero electrónico.
15. Acción del ingeniero instrumentista.
16. Acción del ingeniero en computación.
17. Ingeniero de pruebas.
18. Ingeniero de correcciones.
19. Volver a probar equipos.
20. Recepción de los equipos por parte de producción.
21. Recepción de los equipos por parte de mantenimiento.

¿Cuántos trabajos pueden efectuar un ingeniero mecánico?

- ♦ Ingeniero estimador
- ♦ Ingeniero de montaje
- ♦ Ingeniero almacenista
- ♦ Ingeniero de operación
- ♦ Ingeniero de mantenimiento
- ♦ Ingeniero calculista
- ♦ Ingeniero de departamento



1.4 ¿CUANTOS CLASES DE INGENIEROS HAY?

1. Ingeniero estimador
2. Ingeniero de montaje
3. Ingeniero de construcción
4. Ingeniero de proyecto parcial
5. Ingeniero de proyecto total
6. Ingeniero contratista
7. Ingeniero de mantenimiento
8. Ingeniero de producción
9. Ingeniero con maestría
10. Ingeniero con doctorado
11. Ingeniero en la docencia
12. Ingeniero en control de calidad



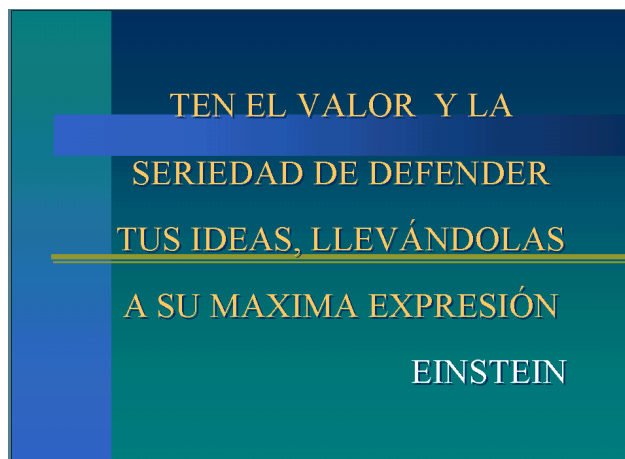


- 13. Ingeniero de ventas
- 14. Ingeniero de servicios
- 15. Ingeniero de asistencia técnica
- 16. Ingeniero investigador
- 17. Ingeniero investigador de campo**



Licenciaturas de Ingeniería

1. Ingeniero mecánico
2. Ingeniero eléctrico
3. Ingeniero industrial "producción"
4. Ingeniero electrónico
5. Ingeniero químico
6. Ingeniero en sistemas computacionales
7. Ingeniero bioquímico
8. Ingeniero civil
9. Ingeniero topógrafo
10. Ingeniero naval
11. Ingeniero pesquero
12. Ingeniero en alimentos
13. Ingeniero agrónomo
14. Ingeniero en aeronáutica
15. Ingeniero en mecatrónica
16. Ingeniero militar (ejército y armada)
17. Ingeniero en comunicaciones
18. Ingeniero instrumentista
19. Licenciatura en derecho
20. Licenciatura en relaciones industriales
21. Licenciatura en administración de empresas
22. Licenciado contador auditor
23. Doctor





1.5 OBJETIVOS DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Estos ya fueron señalados quedando de la siguiente forma:

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

I. Analiza las instalaciones y equipos de la planta, apoyándose en catálogos, planos, instructivo, conferencias y pláticas con el personal que labora. Participan en esta actividad todo tipo de ingeniero que ingresa a la planta. El objetivo de esto es que nos aprendemos al máximo las funciones de los equipos que están bajo nuestra responsabilidad.

Los catálogos normalmente vienen en inglés y son los siguientes, según el tipo de equipo o maquinaria que se trate:

- a) De montaje
- b) De operación
- c) De producción
- d) De mantenimiento
- e) De refacciones
- f) De lubricantes
- g) De problemas, fallas y soluciones

II. Utilizar la totalidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos de la planta. Este objetivo va dirigido a alcanzar el 100% de productividad en operación de los equipos.

III. Mantener en buen estado los equipos de trabajo de tal forma que se puedan cumplir los programas de producción, conservando además en buen estado todos los edificios, caminos, jardines, puentes, banquetas, talleres, almacenes y equipos de herramientas con los que se efectúan los trabajos de mantenimiento y reparaciones mayores.

IV. Efectuar programas de mantenimiento preventivo en todos los equipos y servicios generales que participan en la producción de una planta, así como todo lo relacionado al confort de los trabajadores, "calefacción y aire acondicionado". Apoyándose en los instructivos señalados en el objetivo I. También en la experiencia de los diferentes trabajadores.

V. Mantener las buenas relaciones humanas con jefes, compañeros y subalternos.

VI. Mantener en constante capacitación al personal subalterno, dando el ejemplo.

VII. Mantenerse actualizado con las innovaciones de los cambios tecnológicos.

Los anteriores objetivos tienen como meta encontrar la excelencia en el cuidado de los equipos y tenderán siempre llegar a encontrar las siguientes metas:

- ♦ Conservar los equipos como si fueran nuevos.
- ♦ Seguridad en los equipos y en los operadores trabajadores.
- ♦ Operación silenciosa.
- ♦ Cumplir con los programas de producción para estar dentro del objetivo fijado. Actualmente todo lo anterior queda involucrado dentro de los nuevos conceptos que relacionan al mantenimiento con la producción, llamándose programas de "MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL".



1.6 GRADOS POR LOS QUE ATRAVIESA UNA INDUSTRIA Y LOS VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN OBTENIDOS

1. Mecanización artesanal.
2. Instrumentación.
 - ♦ Multímetro
 - ♦ Megger.
 - ♦ Amperímetro.
 - ♦ Frecuenciómetro.
 - ♦ Voltmetro
 - ♦ Ohmmetro
 - ♦ Tacómetro
 - ♦ Reóstato
 - ♦ Termostato
 - ♦ Indicadores de flujo
 - ♦ Luxómetro
 - ♦ Wattmetro
3. Automatización
4. Computación
5. Cibernética-robótica



1.7 LEMAS QUE AYUDAN AL TRABAJADOR Y AL INGENIERO

EL ÉXITO DE LOS HOMBRES
CONSISTE EN QUE TUVIERON
UNA OPORTUNIDAD Y SUPIERON
CONSERVARLA Y SUPERARLA

RODEÁNDOSE DE GENTE
ALTAMENTE COMPETENTE



CUANDO LOS DIOSES
QUISIERON ELIMINAR A
ALGUIEN PUSIERON IRA Y
ENOJO EN SUS CORAZONES

EL QUE SE ENOJA PIERDE



1.8 INGENIEROS DE PLANTA

Todos los ingenieros que laboran en una fábrica son importantes y tienen como fin participar en la elaboración de un producto o de productos; para lograr lo anterior deben de poner en manifiesto todo lo relacionado a su disciplina de estudios motivo por el cuál fueron contratados. Para esto nos es importante recordar la historia de cómo nace una fábrica

1. Estudio de mercado.
2. Estudio de localización.
3. Estudio de mano de obra (obreros y técnicos).
4. Estudio de facilidades gubernamentales.
5. Estudio de adquisición de refacciones y materiales.
6. Anteproyectos parciales de todas las disciplinas que van a participar (tipógrafos, civiles, mecánicos, eléctricos, electrónicos, instrumentistas y computacionales).
7. Aprobación de los proyectos por un jefe responsable o el más capaz y competente de la compañía en el aspecto técnico.
8. Compras de equipos (extranjeros, nacionales) de tal forma que los equipos no estén oseosos con posibilidades de descomponerse.
9. Organización en los aspectos administrativos, técnicos y legales.
10. Acción de los ingenieros topógrafos (deslinde de terrenos, edificios y caminos)
11. Acción de ingenieros civiles (camino, banquetas, puentes, edificios y cimentaciones de máquinas).
12. Acción del ingeniero mecánico (tuberías, máquinas, instrumentos).
13. Acción del ingeniero eléctrico (subestación, líneas internas, alimentaciones a equipos).
14. Acción del ingeniero electrónico.
15. Acción del ingeniero instrumentista.
16. Acción del ingeniero en computación.
17. Ingeniero de pruebas.
18. Ingeniero de correcciones.
19. Volver a probar equipos.
20. Recepción de los equipos por parte de producción.
21. Recepción de los equipos por parte de mantenimiento.

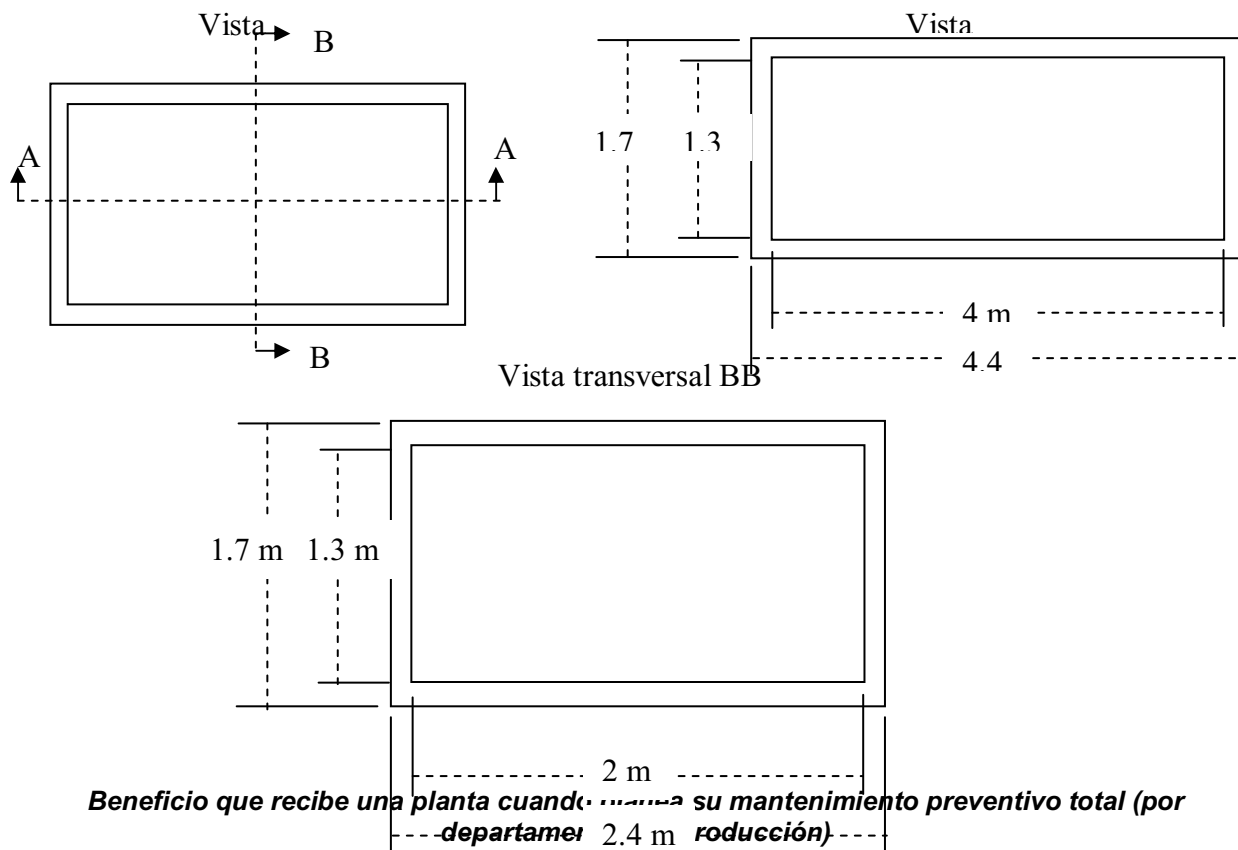
NOTA: Un ingeniero de planta es aquella persona que siempre estará pensando en realizar de la mejor forma su trabajo, es decir, que el trabajo se haga de la mejor forma, sencilla en tiempo y dinero y analizará siempre los equipos y todas las acciones que se relacionen con una mejor operación y una alta productividad sin descuidar aspectos de seguridad, recorrido de grandes distancias innecesarias y todo lo relacionado con el manejo de los materiales; preservando siempre su estado físico, en el caso de mantenimiento influye el cuidado de las refacciones importantes.

El ingeniero de planta debe de tener presente que le pagan por lo que le sirve a la compañía así mismo por lo que le ahorre a la misma sin meterse en problemas de conducta con sus superiores, con sus trabajadores. El ingeniero de planta y en especial los ingenieros mecánicos e industriales tienen que tener una amplia imaginación para poder entender los conceptos del dibujo tales como: El siguiente problema nos da una idea de los conceptos anteriores:



Ejercicio 1

Un marco de aluminio tiene la siguiente forma, longitud 4 m Interno y 4.4 externo, Ancho 1.3 m Interno y 1.7 externo. Como se muestra en la figura (vista de planta significa verlo como si fuéramos en un avión y tratáramos de ver hacia abajo en forma perpendicular al avión y al marco en cuestión).





Ejercicio 1

Una fábrica de cemento de proceso continuo produce 5000 toneladas diarias a 1500 pesos la tonelada ¿Cuánto deja de vender la fábrica en un día que esta parada?

$$\begin{aligned} (5000 \text{ ton.}) (1500 \text{ pesos/ton.}) &= 7,500,000 \text{ pesos} \\ \text{la ganancia es } &3,750,000 \\ \div 7000 & \\ \hline &535.7 \end{aligned}$$

Pago de un ingeniero
Ingenieros que pueden

Ejercicio 2

Una fábrica de proceso continuo se considera 100% eficiente si trabaja 330 días al año ¿Cuánto pierde una fábrica al año que trabaja al 85%?

$$\begin{array}{rcl} 330 \text{ días} & \text{-----} & 100 \% \\ x & \text{-----} & 85 \% \end{array}$$

$$x = 280 \text{ días}$$

$$330 - 280 = 50 \text{ días}$$

$$50 \text{ días} \times 3,750,000 = \frac{187,500,000}{30,000(12)} = 520.83$$

Ejercicio 3

La planta núcleo eléctrica tiene dos reactores de 600 000 Kwatts. Cada Kilowatts se vende en 75 centavos. ¿Cuánto pierde la núcleo eléctrica en bruto por cada día no trabajado?

$$2 \quad (600 \text{ 000 Kw}) (24 \text{ hrs}) (0.75 \text{ pesos/Kw. Hrs.}) = 21,600,000 \text{ pesos}$$

¿Si la núcleo eléctrica para tres meses cuánto dinero pierde?

$$90 \text{ días} - 35 \text{ días} = 55$$

$$(55 \text{ días}) (21,600,000) = 1,188,000,000 \text{ pesos}$$

1.9 MANTENIMIENTO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN

Una fábrica se considera 100 % productiva cuando de los 365 días se trabajan 330 días restando de los 35 días que sobran 5 por días festivos y 30 días para mantenimiento preventivo y trabajos mayores de reconstrucción total a los equipos de todos los departamentos de la fábrica.

Como puede notarse producción dispondrá de 330 días para programar su producción y a su vez ventas hará su programa en beneficio del consumidor.

El enemigo del mantenimiento preventivo y por consiguiente de la producción es el mantenimiento correctivo, ya que este desordena y hace perder toda la administración y



organización para la buena realización de los trabajos de mantenimiento. Algunas veces los equipos fallan por mala operación, por mal utilización de refacciones que no cumplen con las normas de calidad u otras restricciones que exige la calidad para el beneficio de la producción y por consiguiente del producto o productos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Parte del mantenimiento preventivo se puede realizar en pequeñas paradas o en interrupciones programadas que no afecten a todas las líneas de producción. El mayor tiempo invertido en mantenimiento preventivo se puede programar a una parada de 30 días al año o dos paradas de 15 días cada seis meses o en interrupciones esporádicas en las que a los equipos se puedan efectuar las siguientes actividades:

- a) Inspección ocular para detectar si hay piezas sueltas o rotas o ligeramente agrietadas que pongan en peligro al trabajador o causan daños mayores a los equipos.
- b) Limpieza y sopleteo utilizan aire seco a baja presión para limpiar elementos que son perjudiciales a las partes rotatorias y con probabilidades de dañar al operador
- c) Reposición de niveles de aceite en los reductores así como engrasar las graseras que son difíciles de alcanzar cuando la máquina esta en movimiento.
- d) Tensar las bandas de las poleas que forman parte de la transmisión principal o checar visualmente si las bandas no tienen grietas.
- e) Cambio total de los aceites de los reductores cuando ya tienen un número de horas en servicio, (aproximadamente 6 meses máximo).



NOTA: EL SEGURO DE OPERACIÓN DE UNA MÁQUINA ROTATIVA ES QUE SUS RODAMIENTOS CUENTEN CON UNA GRASA O LUBRICANTE ADECUADO EN CANTIDAD Y EN CALIDAD DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO (TEMPERATURA, VELOCIDAD Y MEDIO AMBIENTE). Es conocido que los puntos que requieren de lubricación son los siguientes:

- Engranajes.
- Rodamientos.
- Sprockets.
- Cadenas de rodillos.
- Pistones de motores
- Cigüeñales.
- Cojinetes.
- Levas.

f) SOPLETEAR LOS MOTORES Y CONTROLES.

g) LIMPIEZA Y AJUSTE DE PLATINOS Y CONTACTORES LIMPIEZA EN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS.

NOTA: El enemigo de la electricidad es la humedad “agua” y para los controles mecánicos, la vibración.

h) En relación a los transformadores se clasifican en tres tipos:

1. Elevadores de voltaje.
2. Reductores de voltaje.
3. De instrumentación

EL CORAZÓN DE LA RED ELÉCTRICA ES EL TRANSFORMADOR “MÁQUINA ELECTROMAGNÉTICA” QUE SIRVE PARA TRANSFERIR ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE DOS CIRCUITOS AISLADOS ELÉCTRICAMENTE Y UNIDOS MAGNÉTICAMENTE.

NOTA: El aceite de los transformadores es dieléctrico y por lo tanto su enemigo es la humedad. En las pequeñas paradas se debe purgar en la parte baja (fondo) del transformador, para extraerle el agua acumulada por las condensaciones de cambios de temperatura.

Todo lo que no se pueda en las pequeñas paradas aumenta la posibilidad de daños mayores a los equipos con posibles daños mayores a los operadores o al personal ajeno al departamento.

Puede haber un equipo que requiera de diferentes actividades (ingeniería mecánica, eléctrica, civil, electrónica y mecatronica) para ser efectuadas en diferentes frecuencias, mismas que son sacadas de los catálogos proporcionados por el fabricante y corregidos por el personal de mantenimiento según su experiencia en lograr los mejores resultados. Una manera de darle una orden de trabajo a un trabajador especializado es por medio de una orden escrita en la cual se especifica lo siguiente

- a) Razón social de la empresa
- b) Departamento que realiza el trabajo.
- c) Departamento a donde se va a realizar el trabajo.
- d) Persona que lo va a realizar.
- e) Persona que lo va a supervisar.
- f) Descripción de la actividad a realizar.
- g) Materiales importantes “refacciones” a utilizar.



- h) La fecha en que se va a realizar el trabajo.
- i) El nombre del equipo al que se va a realizar.
- j) El número de inventario contable del equipo.
- k) Persona que va a recibir el trabajo.
- l) Tiempo estimado en su r realización.
- m) Tipo de trabajo “mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o nuevas modificaciones”.
- n) Número consecutivo de orden de trabajo
- o) Firma de autorización para la salida de materiales.

Las órdenes de trabajo se utilizan para cubrir las siguientes actividades, a efectuarse en los equipos de acuerdo a los catálogos y experiencia de fábrica; pudiendo cubrir actividades de mantenimiento preventivo en todas las disciplina específicas que abarca el departamento de mantenimiento.

Actividad diaria = D

Actividad semanal = S

Actividad quincenal = Q

Actividad mensual = M

Actividad bimestral = 2M

Actividad trimestral = 3M

Actividad semestral = 6M

Actividad anual = A

Las flechas que están en contacto directo con los rodamientos (baleros) que van perdiendo sus características porque sus puntos de apoyo se desgastan y van generando vibraciones que producen desgaste en los equipos, ruidos y mala calidad a los productos en el proceso de fabricación.



Las máquinas utilizan motores eléctricos para sus movimientos.

- Motores de C.A.
- Motores de C.C.
- Motores de gasolina.
- Motores diesel.

Los motores de corriente alterna (C.A.) se rigen por la fórmula

$$RPM = \frac{120f}{p} - 50$$

Donde:

f = 60 ciclos / seg

P = número de polos.

50 = constante por pérdida eléctrica y mecánicas.

1.10 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL RELACIONADO CON LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Existe una relación muy estrecha de los siguientes conceptos:

- ♦ Servicios.
- ♦ Calidad de servicios.
- ♦ Mantenimiento.

La calidad de servicios es como el grado de satisfacción que se logra a dar una necesidad en la que la prestación de un servicio, con su propia esencia implica la presencia de dos personas o entidades diferentes (el que recibe el servicio y el que lo proporciona) por lo tanto siempre esta en relación directa con las expectativas del concepto del mismo.

Servicios

Cuando una empresa compra un equipo toma en consideración lo siguiente:

- ♦ Imagen de la empresa.
- ♦ Calidad del producto.
- ♦ Refacciones suministradas.
- ♦ Capacitación.
- ♦ Servicios proveedor-cliente.

Estas cualidades van acompañadas de aspectos económicos e industriales.

- ♦ Tiempo de entrega.
- ♦ Condiciones de compra-venta.
- ♦ Donde se deja la mercancía.
- ♦ LAB (libre a bordo)



El mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad de servicio que prestan las máquinas, instalaciones, edificios, manejando conceptos de seguridad, eficiencia y economía.

Por ejemplo; existe gente dispuesta a tener unidades de transporte particular:

- ♦ Estándar.
- ♦ Automático.
- ♦ Digital.
- ♦ De lujo

Todo ingeniero de mantenimiento debe recordar que no es lo mismo barato a lo económico; es más, casi siempre son opuestos. Lo económico es lo que los costos sean mínimos.

La ingeniería industrial nos señala que la vida económica de un producto puede ser totalmente independiente del estado de sus partes. El término de vida económica es cuando cuesta más operar equipo que reemplazarlo o reconstruirlo.

Cada vez es menos costoso reconstruir un equipo pero existen condiciones especiales y temporales en que no tenemos otro remedio que adaptarnos a la crisis.

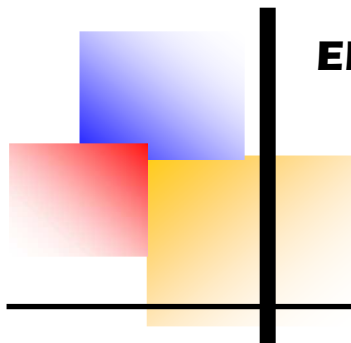
Costos y beneficios de mantenimiento.

La industria del cemento gasta el 25% de sus costos totales en destinarlos al mantenimiento que incluye:

- ♦ Mano de obra.
- ♦ Materiales.
- ♦ Refacciones.
- ♦ Aceites.

Tecnología: Ciencia al servicio de la humanidad.

Tecnológico: Es aplicar los conocimientos al servicio, bienestar y confort de la región, estado y por ende México.



EL LEMA DE LA NASA:

**TODO LO QUE AQUÍ SE HACE ES PARA
BENEFICIO DE LA HUMANIDAD**



1.11 COMO SE IMPLANTA UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- I. Inventario de todos los equipos por departamento o por línea de proceso. Lo anterior nos indica que debemos de analizar si un equipo importante contiene a otro. En la mayoría en que se analice estaremos en condición de cumplir con el objetivo del mantenimiento productivo total.
- II. Los datos técnicos que se capturan en el inventario son cuando menos los siguientes:
 - ◆ Modelo.
 - ◆ Número de serie.
 - ◆ Fabricante.
 - ◆ Fecha de pedido.
 - ◆ Fecha de puesta en marcha.
 - ◆ Fecha de garantía.
 - ◆ Catálogos proporcionados.
 - ◆ Especificaciones técnicas (pueden ser los siguientes):
 - Presión del diseño.
 - Temperatura de operación.
 - Tipo de servicio.
 - Motor a prueba de goteo o explosión.
 - Voltaje.
 - Frecuencia.
 - Velocidades de operación normal de acuerdo a la producción de la máquina.
- III. Planos de construcción aprobados por la firma constructora. Debe de haber una manera controlada por el departamento que administra el mantenimiento (civil, mecánico, eléctrico, electrónico y de sistemas computacionales).
- IV. Frecuencia para cada equipo de inspección de:
 1. Inspecciones (diarias, semanales, mensuales, trimensuales, semestrales y anuales).
 2. Normalmente los procesos continuos (24 hrs., 330 días al año) deben parar para mantenimiento mayor cada 6 meses o cada año de acuerdo a la política o al equipo más importante de la fábrica.
- V. Selección del personal de acuerdo a la capacidad que tenga o que se disponga en la empresa.
- VI. Diseño de papelería o control.
 - ✓ Solicitud de trabajo.
 - ✓ Orden de trabajo.
 - ✓ Bitácora de cosas importantes en cada equipo o por departamentos.
 - ✓ Solicitud de materiales en común acuerdo con almacén y compras.
 - ✓ Vales de salida de material de común acuerdo con almacén.
- VII. Una vez estructurado y acomodados los recursos de la empresa el siguiente paso es conseguir que cada uno de los ocupantes de los diferentes puestos diseñados sientan deseos para poner en obra lo deseado. Cuando una organización está funcionando es necesario controlar o comprobar sus logros periódicamente. De haber diferencias o desviaciones con respecto al objetivo deberán corregirse sin echarle la culpa a nadie y poner las cosas en línea recta.



PLANEACIÓN.

Para cumplir de una manera productiva total debemos de relacionarla con lo siguiente:

- ✓ Objetivos.
- ✓ Políticas.
- ✓ Procedimientos.
- ✓ Programas.
- ✓ Presupuestos.

Conociendo el puesto estamos en posibilidad de escoger a la persona más adecuada, pues sabemos que atributos necesitamos de ella, por lo que la selección estará basada en el análisis del puesto.

RESPONSABILIDAD

Es la obligación que tiene una persona de responder a sus superiores por su actuación durante el desempeño de sus labores. La responsabilidad no puede delegarse como la autoridad, solo se comparte

Todo ingeniero, independientemente de la actividad que desempeñe necesita estar familiarizado con los dos sistemas de unidades, para poder cuantificar y estimar sus materiales, por lo tanto, los siguientes problemas nos presentan un panorama de algo que podemos encontrar cuando se trabaja en una empresa industrial “Fábrica”.

Ejercicio

El objetivo de este problema es cuantificar lo que se pierde en una fábrica de cemento cuando se pierde un día productivo. Se quiso escoger este problema por que las fábricas de cemento pertenecen a un cierto orden de importancia que queda definido en la siguiente forma:

- ✓ La banca.
- ✓ La industria del petróleo.
- ✓ Comisión Federal de Electricidad.
- ✓ Industria del Acero y Automotriz.
- ✓ Industria del cemento
- ✓ Industria del papel.

¿Cuánto gasta una fábrica de cemento en mantenimiento al año trabajando al 100%? Si la tonelada la venden a \$1500 y le cuesta \$750

$$\left(5000 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \right) \left(750 \frac{\text{pesos}}{\text{Ton}} \right) (330 \text{ días}) (0.25 \text{ mantenimiento})$$

$$= 309,375,000$$



$$= \frac{309,375,000}{330} = 937500$$

Ejercicio

Convertir 800 Kg/m² a Kg/cm²

$$800 \frac{Kg}{m^2} \left(\frac{1m^2}{(100)^2 cm^2} \right) = 0.08 \frac{Kg}{cm^2}$$

El ingeniero debe de saber dominar los factores de conversión puesto que en el mantenimiento siempre va a requerir de ellos.

Ejemplo demostrativo

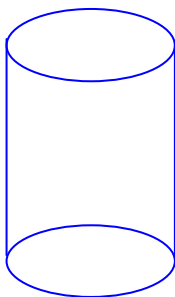
Convertir 76 000 lb/plg² a Kg/cm²

$$76000 \frac{lb}{plg^2} \left(\frac{1Kg}{2.2lb} \right) \left(\frac{1plg^2}{(2.54.)^2 cm^2} \right) = 5354.5 \frac{Kg}{cm^2}$$

la densidad del mercurio es de 13, 600 Kg/m³

Ejercicio

Cuánto pesa una columna de 1 plg. De diámetro × 1 metro de altura



Volumen del mercurio

V = área de la base × altura

$$\text{Area de la base} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0.0254)^2}{4} (1) = 5.06 \times 10^{-3} m^3$$

$$\begin{array}{rcl} 13,600 \text{ Kg} & \text{-----} & 1 m^3 \\ X & \text{-----} & 5.06 \times 10^{-3} m^3 \end{array}$$

$$X = 6.89 \text{ Kg}$$

Ejercicio



En la siguiente fórmula H_p = Potencia

$$520 \frac{ft - plg}{seg} = 1 H_p \quad H_p = \frac{WQH}{520}$$

$$W = \frac{lb}{ft^3}$$

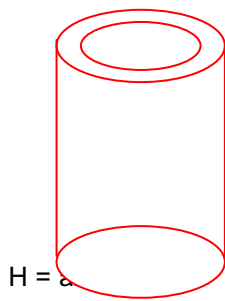
$$Q = Gasto = \frac{ft^3}{seg}$$

Un tubo de 2 pulgadas de diámetro interior y 1/8 de espesor tiene un largo de 7 m.

¿Cuánto pesa el tubo?

¿Cuántos tubos puede llevar un camión de 30 toneladas?

Acero 7700 Kg /m³



H = 7 m

$$a) \quad A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (2)^2}{4} = 3.1415$$

$$A_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (2.25)^2}{4} = 3.976$$

$$A_{total} = 0.8345 \text{ plg} \frac{(0.0254)^2}{(1 \text{ plg})^2} = 5.383 \times 10^{-4} m^2$$

$$V = 5.383 \times 10^{-4} (7) = 3.768 \times 10^{-3}$$

$$p = \frac{m}{V} \therefore m = pV = 7700 \frac{Kg}{m^3} (3.768 \times 10^{-3})$$

$$m = 29.01 \text{ Kg}$$

Ejercicio

Encontrar los H_p para subir agua
40 metros

Formula:

$$\frac{30000 Kg}{29.01 Kg} = 1033.8 \text{ tubos}$$



$$Q = 100 \frac{lt}{seg} = 0.1 \frac{m^3}{seg} \left(\frac{(3.28)^3 ft^3}{1m^3} \right) = 3.52 \frac{ft^3}{seg}$$

$$H = 40m \left(\frac{3.28 ft}{1m} \right) = 131.2 ft$$

$$W = 1000 \frac{Kg}{m^3} \left(\frac{2.2lb}{1Kg} \right) \left(\frac{1m^3}{(3.28)^3 ft^3} \right) = 62.34 \frac{lb}{ft^3}$$

$$Hp = \frac{WQH}{520 ft-lb/seg}$$

$$Hp = \frac{(62.34)(3.52)(131.2)}{520} = \frac{62.34 lb/ft^3 (3.52 ft^3/seg) (131.2 ft)}{520 lb-ft/seg}$$

$$Hp = 55.3$$

Ejercicio

¿Cuántas veces gira la flecha de un motor de 4 polos en una fábrica que trabaja al 100% de su capacidad?; tomando 330 días como valor optimo.

Rotor del motor

$$RPM = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750$$

$$330 \text{ días} \left(24 \frac{hrs}{dias} \right) = 7920 hrs$$

$$7920 \text{ horas} \left(\frac{60 \text{ min}}{1hr} \right) = 475200 \text{ min}$$

$$\text{Veces que gira} = 1750 \frac{rev}{min} (475200 \text{ min}) = 831600000 rev$$

Ejercicio

Encontrar los HP para subir un fluido que tiene una densidad de 1500 Kg/m³ manejando un gasto de 50 lts/seg y elevando a una altura de 9m.

$$HP = \frac{WQH}{520} \frac{ft * lb}{seg} = 1HP$$



$$W = 1500 \frac{Kg}{mts^3} \left(\frac{2.2lb}{Kg} \right) \left(\frac{(0.0254)^3 mts^3}{1plg^3} \right) \left(\frac{1plg^3}{(12)^3 ft^3} \right)$$

$$W = 93.5173 \frac{lb}{ft^3} \quad H = 9m \left(\frac{3.28ft}{1m} \right) = 29.52ft$$

$$Q = 50 \frac{lt}{seg} \left(\frac{1mt^3}{1000lt} \right) \left(\frac{(3.28)^3 ft^3}{1mt^3} \right) = 1.7643 \frac{ft^3}{seg}$$

$$HP = \frac{93.51(1.7643)(29.52)}{520} = 11.04HP$$



ANEXO I

MANTENIMIENTO

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Características del Personal de Mantenimiento

El personal que labora en el departamento de mantenimiento, se ha formado una imagen, como una persona tosca, uniforme sucio, lleno de grasa, mal hablado, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y este departamento y un malconcepto de la imagen generando poca confianza.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía de la tero tecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

Objetivos del Mantenimiento

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos
- Maximización de la vida de la máquina.
- Criterios de la Gestión del Mantenimiento

Mantenimiento



Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

Objetivos del Mantenimiento

Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.

Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.

Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.

Evitar accidentes.

Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

Balancear el costo de mantenimiento con uno correspondiente al de un nuevo equipo.

Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.



CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento del aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento para Usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas.

Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.



Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla. Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.

Mantenimiento Predicativo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Mantenimiento productivo total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema Japonés de mantenimiento industrial la letra M representa acciones de MANAGEMENT y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".



UNIDAD III

RELACIÓN DEL MANTENIMIENTO CON LA PRODUCCIÓN

2.1 CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

2.2 DÍAS AL AÑO PROGRAMADOS PARA EFECTUAR EL MANTENIMIENTO.

2.3 COMO INFLUYE EL MANTENIMIENTO EN LA SEGURIDAD DEL TRABAJADOR Y DE LOS EQUIPOS.

2.4 ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DIRECTA DEL GIRO DE LA EMPRESA.

2.5 COMO AFECTA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA A LA PRODUCCIÓN Y AL MANTENIMIENTO.

2.6 COMO AFECTA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA HIGIENE DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS PERSONAS.

2.7 POLÍTICAS DEL MANTENIMIENTO.



2.1 CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Los servicios generales de una empresa que están vinculados con la producción son:

1.- Energía eléctrica

- ♦ Redes de alta tensión (mínimo 4100 V).
- ♦ Redes de baja tensión (440 V, 220 V y 110 V).
- ♦ Subestaciones intemperie (le pega el sol, el aire y la lluvia).
- ♦ Subestaciones bajo techo (cubiertas de la intemperie).
- ♦ Alumbrado a talleres (normalmente 220 V).
- ♦ Naves de producción (según el proceso que se tenga).
- ♦ Alumbrado a pasillos y carreteras.
- ♦ Alumbrado a oficinas.

2.- Agua cruda (no tiene ningún tratamiento):

Este es un elemento para la producción y el enfriamiento de los equipos. Son equipos especiales para enfriar máquinas, no se obtienen los altos volúmenes de producción. Las tuberías de agua cruda se pintan de verde y las tuberías de agua tratada de color azul, el agua cruda alimenta a las plantas de tratamiento de agua, a la producción y a los servicios generales de la oficina.

3.- Tuberías de línea de vapor

- tuberías de líneas de vapor saturado
- tuberías de líneas de vapor recalentado
- tuberías de líneas de vapor sobrecalentado
- tuberías de líneas de vapor condensado (se convierte en gotas de agua)

4.-Tubería de petróleo crudo

5.- Tubería de diesel

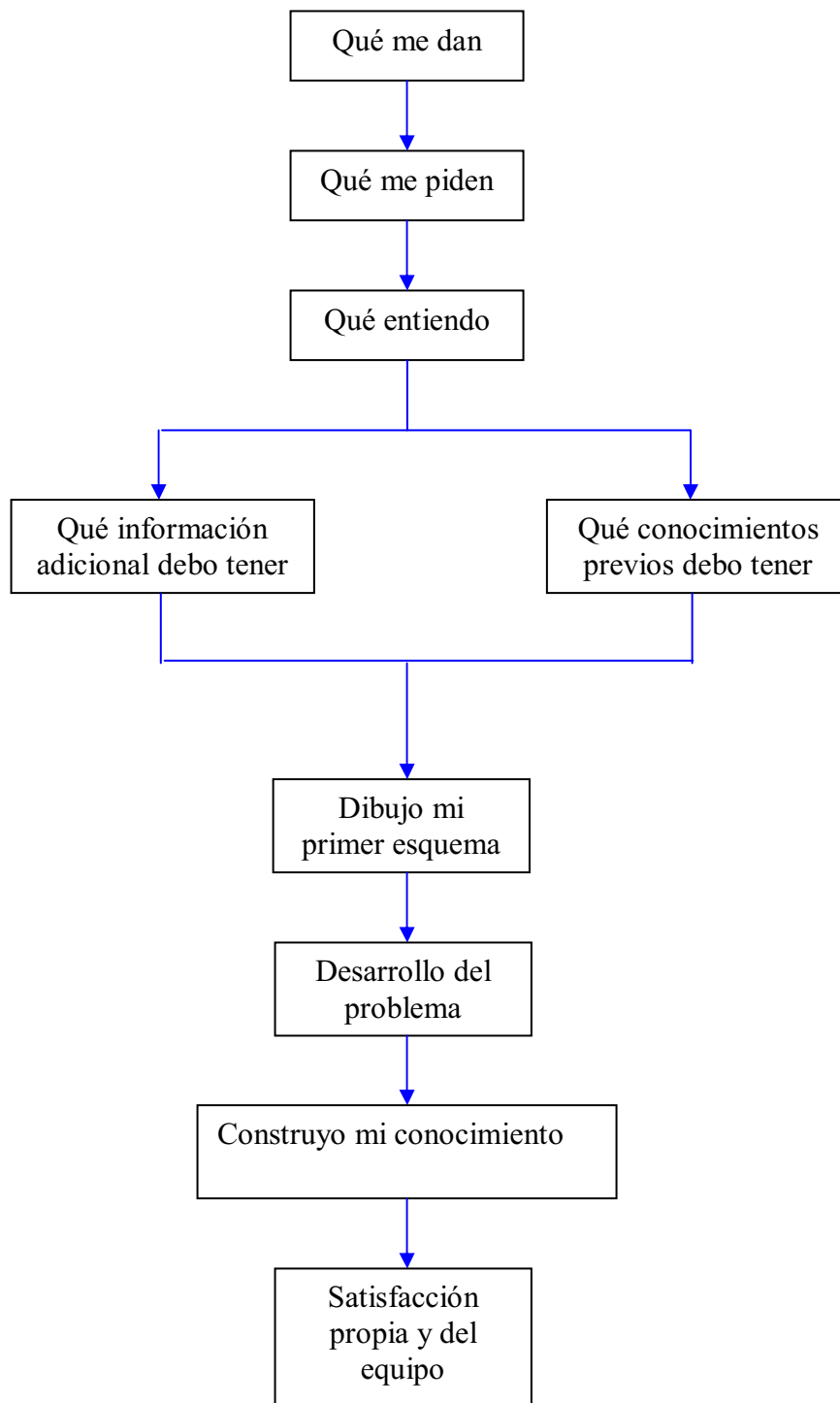
6.- Tubería de aceite

7.- Tubería de gas

8.- Tubería de aire



Cuadro conceptuales.

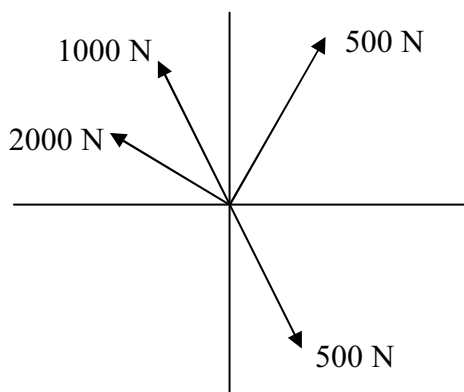




Ejercicio

Una máquina está sujeta en un punto de coincidencia a 4 fuerzas. Encontrar la fuerza que pone en equilibrio a las fuerzas en acción.

- $F_1 = 500 \text{ N}$, primer cuadrante 30° con respecto al eje Y
 $F_2 = 1000 \text{ N}$, segundo cuadrante 30° con respecto al eje Y
 $F_3 = 2000 \text{ N}$, segundo cuadrante 30° con respecto al eje X
 $F_4 = 500 \text{ N}$, cuarto cuadrante 30° con respecto al eje Y

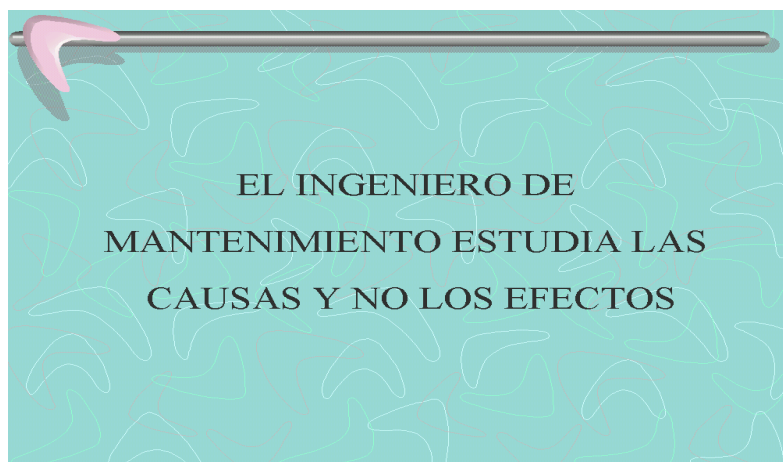


$$\Sigma F_x = 500 \sin 30 - 1000 \sin 30 - 2000 \cos 30 + 500 \sin 30 = -1732 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 500 \cos 30 + 1000 \cos 30 + 2000 \sin 30 - 500 \cos 30 = 1866 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{((-1732)^2 + (1866)^2)}$$

$$R = 2545.9 \text{ N}$$





¿CÓMO SE IMPLANTA UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA PODER HABLAR DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL?

a) Inventario de equipos por departamento.

Siguiendo la línea del proceso con los datos técnicos sobresalientes que identifican al equipo.

b) Catálogo por equipos siguiendo la línea de proceso. Los catálogos importantes son los siguientes:

- Catálogos de montaje en todas sus especialidades.
- Catálogos de operación.
- Catálogos de mantenimiento.
- Catálogos de lubricación.
- Catálogos de refacciones importantes.
- Refacciones sugeridas por el proveedor para tener existencia como seguro de operación.
- Catálogo de preguntas y respuestas de las principales anomalías contestadas con las posibles causas.

c) Planos finales de montaje de todas las disciplinas firmados por el ingeniero superintendente de construcción y montaje así como la compañía de construcción que participó en la creación de la fábrica.

NOTA: Cuando se compra un equipo (nacional o extranjero). El departamento jurídico que apoya al departamento de compras, mismo que tiene información proporcionada por el departamento de ingeniería, hace exigencia de que la compra de cada equipo se proporcionen cuando menos ***cinco juegos de catálogos originales***.

d) Inventario del personal seleccionado por equipo y tecnología existente.

e) Planos de diagramas de flujo del proceso global según la magnitud de la fábrica o por departamentos indicando de una manera sencilla los equipos por medio de un rectángulo o círculo.

h) Carta de lubricación siguiendo la línea de flujo del proceso por departamentos o global.

Carta de lubricación (para todos los departamentos de producción y mantenimiento)

Son estudios de lubricación por equipo y departamento que realizan los fabricantes para tener la aceptación y la preferencia de los consumidores. Normalmente la carta de lubricación, incluye 3 proveedores.

En donde sus aceites y grasas recomendadas por equipos son equivalentes y se obtienen de los 3 casos los beneficios de lubricar un equipo.

Ejercicio

Los costos de lubricación representan el 7% de los costos de mantenimiento ¿Cuánto gasta la fábrica de los problemas anteriores al año?

$$5000 \frac{\text{ton}}{\text{día}} (330 \text{ días}) (750) (.25) = \text{Costo de mantenimiento } \$309,375,000$$



$$309,375,000 \text{ -----} 100\%$$

$$x \text{ -----} 7\%x = 21,656,250 \text{ lubric.}$$

$$\frac{21,655,250}{3 \text{ proveedores}} = 7,218,750 / \text{proveedor}$$

g) Guardas o conexiones metálicas a los equipos:

- ♦ Poleas
- ♦ sprockets o catarinas.
- ♦ Coples.

h) Papelería básica para funcionar:

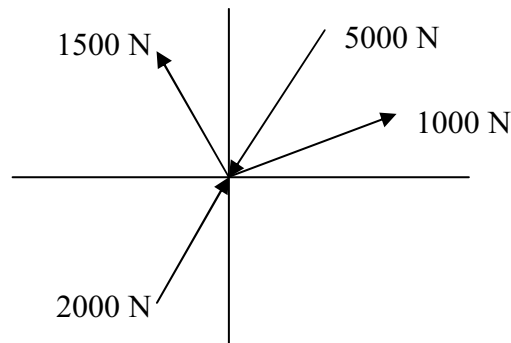
Solicitud de trabajo.
Orden de trabajo.
Solicitud de compras.

Ejercicio

Una máquina tiene un punto en donde coinciden cuatro fuerzas, las dos primeras salen del punto y las que siguen llegan al punto.

- $F_1 = 1000 \text{ N}$, 30° con respecto al eje X, primer cuadrante
 $F_2 = 1500 \text{ N}$, 20° con respecto al eje Y, segundo cuadrante
 $F_3 = 2000 \text{ N}$, 15° con respecto al eje Y, tercer cuadrante
 $F_4 = 5000 \text{ N}$, 45° con respecto al eje X, primer cuadrante

Encontrar la resultante y la fuerza que pone en equilibrio con su ángulo correspondiente.



$$\Sigma F_x = 1000 \cos 30 - 20 + 2000 \sin 15 = -$$

$$\Sigma F_y = 1000 \sin 30 + 5000 \sin 45 + 1500 \cos 20 - 2000 \cos 15 = 305.85$$

$$5000 \cos 45 - 1500 \sin 20 = 2664.9$$

$$R = 2682.3$$

$$\theta = \tan^{-1} 305.87 / 2664.9 = 6.5^\circ$$



2.2 DÍAS AL AÑO PROGRAMADOS PARA EFECTUAR EL MANTENIMIENTO

Como bien sabemos, se dice que una fábrica trabaja al 100 % si cumple con 330 días de trabajo al año. Los 35 días restantes se reparten de la siguiente forma:

30 días para ofrecer mantenimiento a todas las máquinas.

5 días inhábiles (días festivos).

En el programa de mantenimiento debe de colaborar todo el personal, tanto equipo técnico como encargados y jefes de mantenimiento para supervisar que ésta labor se lleve a cabo de manera correcta y en base a las especificaciones que se marcan en los manuales de la maquinaria.

El proceso de mantenimiento de una empresa se realiza con el fin de evitar el mantenimiento correctivo, puesto que si se realiza en la fecha indicada se prevé que la maquinaria tienda a fallar y con esto se asegura la producción y la buena calidad del producto o servicio y se reducen los costos que pudieran surgir por no hacer el mantenimiento y como consecuencia el paro de una maquinaria, ya que esto afecta en gran forma a la empresa, pues se ven en la necesidad de realizar lo antes mencionado y debido a esto surge la baja producción y la pérdida de dinero.

2.3 COMO INFLUYE EL MANTENIMIENTO EN LA SEGURIDAD DEL TRABAJADOR Y DE LOS EQUIPOS

Cuando existen programas adecuados de mantenimiento preventivo estos prevén daños a los equipos y al personal, además estos programas tienden a reducir y a eliminar el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo es el enemigo número uno de todo departamento. Porque quiere decir que no se están ejecutando en tiempo y forma así, como el uso de la correcta mano de obra y materiales utilizados en el mantenimiento, se suma también la probabilidad de que las frecuencias que se realizan en las actividades están distantes.

Existen ocasiones en que el mantenimiento correctivo se incrementa por la mala operación del operador o por la calidad de los materiales utilizados en los mantenimientos. Se ha observado que una de las causas principales del mantenimiento correctivo es la lubricación (no tener la cantidad y la calidad) y en algunas ocasiones por tener fugas en los sellos de aceite, al no haber lubricante se dañan las partes en rodamiento que trabajan con fricción.

Un factor de riesgo para el trabajador es el no utilizar equipo adecuado de acuerdo a los trabajos que va a realizar (zapatos, casco, guantes, gafas, mascarilla y tapones para los oídos). Así también contar con la herramienta propia de acuerdo a las actividades que va a realizar. Un buen programa de mantenimiento incluye los medios adecuados para levantar las piezas (motores, reductores, transformadores, etc.).

Los medios adecuados son las vigas de maniobra.

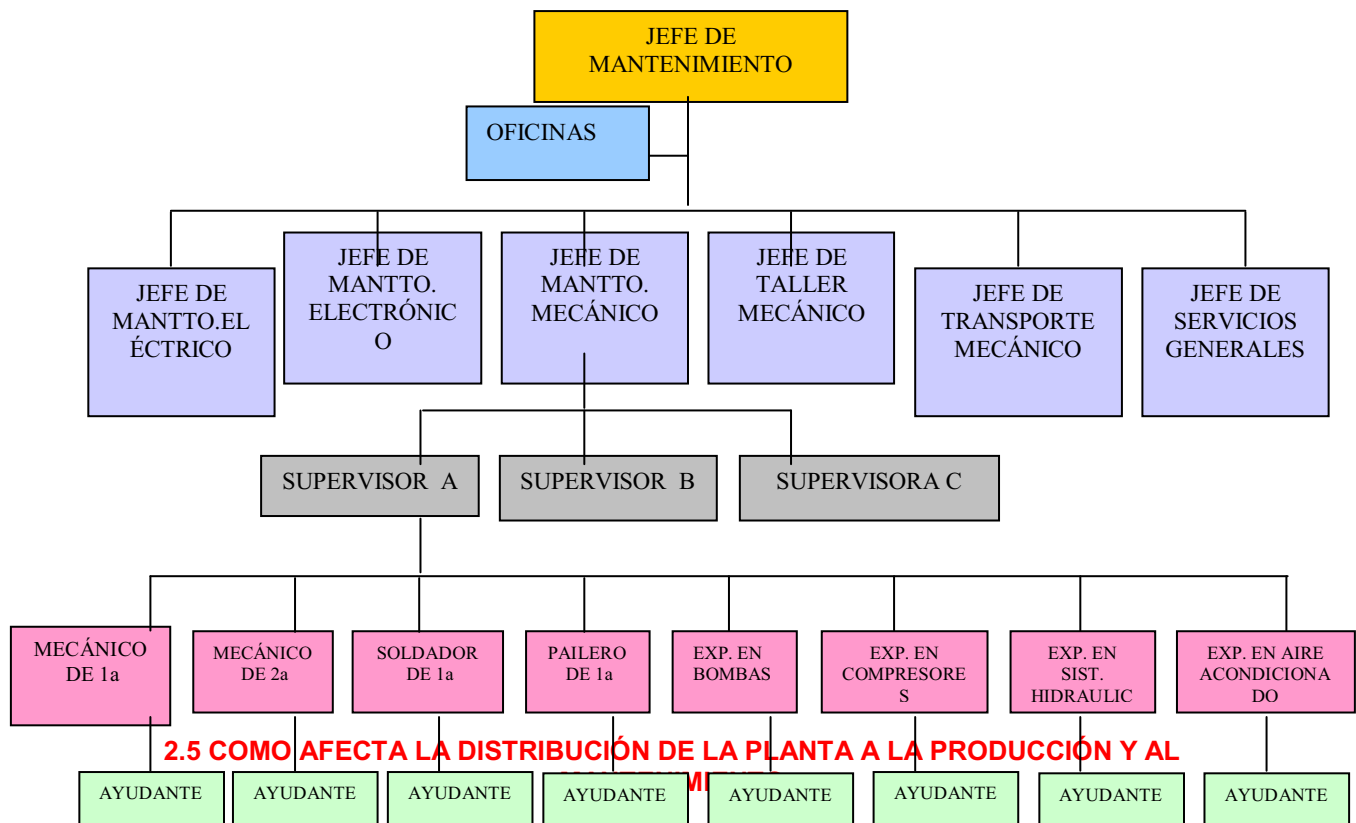
Los eléctricos tienen más probabilidades que cualquier otra especialidad de sufrir un accidente mortal, los eléctricos deben recordar

1. **DESENERGIZAR.**
2. **COLOCAR UNA TARJETA DE SEGURIDAD.**



NOTA: Siempre que se haga una revisión a los equipos por un técnico, este deberá entregar la tarjeta de seguridad al operador, misma que será recogida en presencia de las dos personas, siempre y cuando el área de trabajo este limpia (no aceites, trapos, estopas, piezas metálicas y guardas de protección colocadas a los siguientes: coples, poleas, cadenas y engranes).

2.4 ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DIRECTA DEL GIRO DE LA EMPRESA



2.5 COMO AFECTA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA A LA PRODUCCIÓN Y AL

La distribución de la planta fue realizada desde los antepasados y proyectos finales por un grupo de ingenieros especializados en todos los diferentes temas, con la ayuda de gente con experiencia en producción, mantenimiento y finanzas.

Sin embargo cada lugar es especial, tiene diferentes problemas por el polvo, vientos, salitre, humedad, posición por donde sale y se oculta el sol, mecánica de suelo, nivel freático.

Todo lo anterior influye en los ingenieros de planta, a estar en constante capacitación para resolver todo tipo de problemas que afecta a la producción. Además la planta, fue pensada para tener facilidades de suministro de materia prima, materiales, refacciones, combustibles y aceites como las cantidades suficientes de energía eléctrica y agua.



2.6.- COMO AFECTA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA HIGIENE DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS PERSONAS

Concepto de la Seguridad Industrial

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales.

Otros autores la definen como el proceso mediante el cual el hombre, tiene como fundamento su conciencia de seguridad, minimiza las posibilidades de daño de si mismo, de los demás y de los bienes de la empresa. Otros consideran que la seguridad es la confianza de realizar un trabajo determinado sin llegar al descuido. Por tanto, la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes fuera del área de trabajo. Si las causas de los accidentes industriales pueden ser controladas, la repetición de éstos será reducida. La seguridad industrial se ha definido como el conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajo, así como el buen uso y cuidado de las maquinarias, equipos y herramientas de la empresa.

Desarrollo Sobre Seguridad

La palabra seguro en términos de la Seguridad Industrial, significa que el trabajador se encuentra libre y exento de todo daño o riesgo. También la palabra seguro se refiere al contrato por el cual una persona, natural o jurídica, se obliga a compensar pérdidas o daños que ocurran en las situaciones que conlleven riesgos.

La seguridad industrial es una actividad Técnica Administrativa, encaminada a prevenir la ocurrencia de accidente, cuyo resultado final es el daño que a su vez se traduce en pérdidas.

Para el año 1868, durante el gobierno de Bismark, a casi un siglo de

iniciarse la Revolución Industrial, se emite en Alemania la Ley de Compensación al Trabajador, dicha ley establecía, que todo trabajador que sufriera una lesión incapacitante, como consecuencia de un accidente industrial, debía ser compensado económicamente por su patrón. Dicha ley se fue adoptando rápidamente en los países industrializados de Europa y en los Estados Unidos.



Debido a los fuertes desembolsos que tenían que hacer los propietarios de empresas, dispusieron que los accidentes que produjeran lesiones incapacitantes fueran investigados, con la finalidad de descubrir los motivos que lo provocaban y hacer las correcciones de lugar, para que en el futuro por una causa similar.

Las investigaciones de accidentes, las inspecciones a los planteles industriales, la creación de normas de diseño, maquinarias y equipos, el cumplimiento de reglamentos en las empresas y el uso incipiente de equipos protectores produjeron un descenso en las curvas de las estadísticas de accidentes en el ámbito mundial, aunque no había uniformidad de aplicación de términos generales.

La Higiene en las Industrias

Se puede definir como aquella ciencia y arte dedicada a la participación, reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores o elementos estresantes del ambiente presentados en el lugar del trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia de importancia entre trabajadores.

La higiene industrial es la especialidad profesional ocupada en preservar la salud de los trabajadores en su tarea. Es de gran importancia, porque muchos procesos y operaciones industriales producen o utilizan compuestos que pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Para conocer los riesgos industriales de la salud es necesario que el encargado del departamento de seguridad tenga conocimiento de los compuestos tóxicos más comunes de uso en la industria, así como de los principios para su control.

Se debe ofrecer protección contra exposición a sustancias tóxicas, polvos, humos que vayan en deterioro de la salud respiratoria de los empleados. La Ley (OSHA) exige que los patronos conserven registros precisos de exposiciones de los trabajadores a materiales potencialmente tóxicos.

Las empresas están en la obligación de mantener el lugar de trabajo limpio y libre de cualquier agente que afecte la salud de los empleados.

Objetivo de la Seguridad e Higiene Industrial

El objetivo de la seguridad e higiene industriales prevenir los accidentes laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de producción, por lo tanto, una producción que no contempla las medidas de seguridad e higiene no es una buena producción. Una buena producción debe satisfacer las condiciones necesarias de los tres elementos indispensables, seguridad, productividad y calidad de los productos. Por tanto, contribuye a la reducción de sus socios y clientes. Conocer las necesidades de la empresa para poder ofrecerles la información más adecuada orientada a solucionar sus problemas. Comunicar los descubrimientos e innovaciones logrados en cada área de intereses relacionados con la prevención de accidentes.

Concepto de Normas de Prevención de Accidentes.

La seguridad industrial se define como el conjunto de normas técnicas y procedimientos que se utilizan para prevenir los accidentes mediante la supervisión de sus causas, por tanto realiza una labor de convencimiento entre los patronos (o patronos) y los trabajadores. Las normas



de la OSHA se extienden a cuatro actividades principales: industria general, industria marítima, construcción y agricultura.

Según Cesar Ramírez, se extiende por accidente de trabajo.

“Todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa o con ocasión de trabajo y que produzca al trabajador una lesión orgánica o perturbación funcional permanente o pasajera, y que no haya sido provocado deliberadamente, o por culpa grave de la víctima”.Tendrán la consideración de accidentes de trabajo los que sufra el trabajador al ir o volver del lugar del trabajo.De este concepto nace la necesidad de contar con un elemento asegurador y protector, el cual toma diferentes nombres en los diversos países, con el nombre común de seguridad social.

Programas de Prevención de Accidentes.

El empleo en la industria de algunas técnicas de la psicología del comportamiento, puede lograr que las actividades en el programa de prevención de accidentes resulten más eficaces para los trabajadores y, por consiguiente, que estos participen más activamente en la prevención de accidentes. Para lograr esta meta pueden servir de guía los elementos básicos de la prevención de accidentes e incorporar la participación a cada uno de estos elementos.

Hay siete elementos básicos:

1. liderato o liderazgo de alta gerencia.
2. asignación de responsabilidades.
3. mantenimiento de condiciones adecuadas de trabajo.
4. entrenamiento en prevención de accidentes.
5. un sistema de registro de accidentes.
6. servicio medico y de primeros auxilios.
7. aceptación de responsabilidad personal por parte de los trabajadores.



Inspecciones de Riesgos.

Nunca ha sido mayor la necesidad de que las inspecciones sean efectivas, a fin de mantener a los empresarios informados de los problemas que puedan afectar las operaciones. Uno de los elementos más antiguos y mas usados de detectar y controlar los accidentes potenciales, antes de que ocurran las perdidas que pueden involucrar gentes, equipos, material y medio ambiente.

Se tratan aquellos métodos que han demostrado ser valiosos a través de los años y también se presentaran nuevas técnicas para ser inspecciones, que pueden ayudar a hacer frente a las mayores demandas de la actualidad.

INSPECCIÓN

Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y del equipo de protección.

RIESGO.

No es mas que una relativa exposición a un peligro, podemos afirmar que la ausencia de riesgos constituye la seguridad, la cual podemos definir como la protección relativa de exposición a peligros.

Inspección de riesgos.

Son las técnicas y procedimientos de las cuales se vale el supervisor con la finalidad de detectar condiciones o actos riesgosos.

Tipos de inspecciones

Se pueden encontrar dos tipos de inspecciones:

a) inspecciones formales o planeadas.

Tienen como objetivo principal evitar y controlar la acumulación de las condiciones que producen perdidas.

Beneficios:

- un buen porcentaje de los jefes del departamento prefieren que los supervisores cambien de secciones para hacer las inspecciones planeadas, ya que la confianza mata al hombre.
- La familiaridad con la gente, equipo, maquinaria y medio ambiente de su propia sección, es una ventaja que puede tener el supervisor, pero esta a su vez puede ser una desventaja.

Las inspecciones formales o planeadas a su vez se dividen en dos clases:

1.- inspecciones generales

2.- inspecciones críticas

Inspecciones generales: Son las que realizan orientando hacia una sección compuesta con el objetivo de detectar cualquier elemento que pueda quitarle potencialidad a una operación. Estas se realizan frecuentemente, mensual o bimestralmente, anotando todas las condiciones inseguras con precisión y clasificándolas de acuerdo al grado de perdidas potenciales.

Como hacer una inspección general:



1. Buscar las condiciones inseguras que nos saltan a la vista.
2. Cubrir el sector sistemáticamente.
3. Descubrir y ubicar cada condición insegura claramente.
4. Informar las cosas que parecen innecesarias.
5. Inspeccionar inmediatamente, después las condiciones inseguras que son urgentes y necesarias.
6. Sistema para clasificar el peligro.
7. Buscar las causas básicas de las condiciones inseguras.

MANTENIMIENTO DE LAS CONDICIONES SEGURAS DE TRABAJO.

Se realizan inspecciones periódicas de seguridad, las cuales tiene como función organizar y controlar las diversas áreas en la empresa, con el objetivo de informar y localizar los riesgos que surgen. Los riesgos combinados con otras variables son capaces de causar lesiones personales, muertes y daños materiales.

ENTRENAMIENTO EN LA SEGURIDAD.

El entrenamiento es necesario en cualquier esfuerzo tendiente a prevenir accidentes. La seguridad depende del buen desenvolvimiento y acoplamiento del hombre en su lugar de trabajo, los actos y las condiciones inseguras son ambas el resultado de fallas humanas.

En el entrenamiento debe implementarse un método que abarque desde el empleado nuevo hasta darle seguimiento continuo a todo el personal permanente de la empresa. Con el entrenamiento y cursos de seguridad, la empresa busca que los empleados comprendan la importancia de la seguridad e higiene.

La seguridad e higiene no es solamente responsabilidad de la empresa, ni del individuo, si no que es responsabilidad de ambos.



El objetivo primordial del entrenamiento en la empresa es concienciar al empleado y a la gerencia de que el buen funcionamiento de la seguridad e higiene les conviene a todos.

Para un buen entrenamiento y adaptación de los aspectos tratados en los diversos entrenamientos se deben mostrar una actitud positiva, así podrán aprender sobre las medidas y normas de seguridad. Es importante prestar atención y preguntar en caso de dudas, también es necesario aprender completamente punto por punto los aspectos tratados, ganado confianza en cada uno. Es aconsejable dominarlos completamente aclarando las dudas a través de preguntas durante el entrenamiento y después.

La seguridad es cuestión de sentido común, por ende, todos los trabajadores tienen que poseer la capacidad de identificar los peligros existentes en la empresa y sentirse en la confianza de denunciarlos para así realizar un trabajo en condiciones laborales seguras.

Sabiendo que el porcentaje (85%) de los accidentes son causados por el factor humano, la empresa debe encaminar sus políticas con relación a la seguridad e higiene a un entrenamiento y concientización continua. La empresa ofrece los cursos de entrenamiento a través de INFOTEP (Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional-ley 116).

Inspecciones críticas. Son aquellas que se hacen periódicamente a las partes de maquinarias o equipos que pueden determinar que se realice la producción.

El mantener todas las condiciones seguras funcionando a nivel de eficiencia deseado, es una de las responsabilidades básicas de cualquier supervisor. Las inspecciones planeadas regulares de todas las partes críticas son una de las responsabilidades del supervisor que no deberían dejarse libradas al azar.

Las inspecciones críticas se realizan de la siguiente manera: se realizan periódicamente por medio de tarjetas que le ayudaran al supervisor a inspeccionar las partes críticas en su sección.

Estas se realizan con mayor frecuencia, o sea, se puede hacer inspecciones antes de usar las maquinarias diariamente, semanalmente, cada dos semanas, mensualmente o con la frecuencia que considere necesario y esencial.

b) inspecciones informales o no planeadas

Son las que hacen los supervisores constantemente, a medida que realizan sus actividades normales. En estas se toman notas de las condiciones sub- estándar en la forma que son descubiertas, a fin de realizar una inspección más eficiente. Es necesario poner énfasis en que el método informal debe ser un suplemento de las inspecciones planeadas o formales.

Tanto las inspecciones formales como las informales son necesarias para controlar con efectividad los accidentes deterioradores y administrar en forma efectiva a la gente, equipos, maquinas y medio ambiente.

LOS INCENDIOS. DIVISIÓN DE LOS INCENDIOS POR CLASES

La prevención, protección y control de incendios, a veces son considerados como aspectos separados y distintos de las actividades de rutina para la prevención de accidentes en las industrias.

La cifra anual de muertes y lesiones como consecuencia de los incendios es muy elevada, sin tomar en cuenta los millones de pérdidas de materiales. En vista de esto, la prevención y control de incendio deben ser partes de todo el programa de seguridad en la industria.



CLASES DE INCENDIOS.

Entre las diferentes clases de incendios se pueden observar:

Clase A). Fuegos de materiales combustibles comunes, tales como, madera, carbón, papel o tela, para los que el método ambiental de extinción es el enfriamiento con agua.

Clase B). Fuego de líquidos y gases inflamables, para los que los métodos usuales de extinción son sofocación y enfriamiento.

Clase C). Fuegos en equipos eléctricos o cerca de ellos, para los que se necesita un agente extinguidor, mal conductor de la corriente eléctrica.

Clase D). Fuego de metales combustibles para los que necesitan agentes extinguidores especiales.

CAUSAS MAS COMUNES DE INCENDIOS.

Las causas mas comunes de incendios son generadas por las siguientes problemáticas:

- 1) Falta de orden y limpieza
- 2) Acumulación de basura alrededor de los edificios y los depósitos de aceites y combustibles.
- 3) Los depósitos de madera, utilizado como guardadores de desperdicios, combustibles, entre otros.
- 4) Manipulación descuidada de las pinturas, aceites y otros líquidos inflamables.
- 5) Almacenamiento y manejo descuidado de los líquidos inflamables utilizados para la limpieza.
- 6) Fumar cerca de los materiales
- 7) Descuido al arrojar restos de cigarrillos y fósforos encendidos
- 8) Poco espacio libre entre la chimenea y la construcción de madera u otros materiales combustibles y las chispas que despiden.
- 9) Instalaciones eléctricas defectuosas
- 10) Acumulación de madera u otros materiales combustibles cerca de estufas o radiadores
- 11) No apagar estufas, radiadores. O planchas eléctricas al salir de la casa.
- 12) No permitir que los niños jueguen con fósforos o fuegos artificiales. Dejar solo los niños en la casa, cuidando o jugando con fuego en las cocinas o estufas
- 13) Instalaciones eléctricas defectuosas, cordones gastados o aislamiento defectuoso, sobrecargas de circuitos eléctricos al usar fusibles con capacidad mayor
- 14) Uso de gasolina, parafina, entre otros, y su almacenamiento receptáculos que ofrecen escasa seguridad.

PROTECCIÓN CONTRA LOS INCENDIOS

Para que pueda ser efectivo un programa de protección contra incendios, debe contar con la compresión y cooperación de todos los trabajadores dentro de la empresa.

La protección contra incendio, como otras especialidades, es una ciencia en si misma. Debido a su conocimiento de las operaciones, el supervisor esta en una posición excelente para determinar las medidas de prevención de incendios que su departamento necesita. Debe de estar en condiciones de reconocer la necesidad de tener equipos específicos de protección contra incendios y tomar las medidas necesarias para adquirir de estos equipos. Deberá, así mismo, familiarizarse con el uso de los equipos contra incendio de su sector.



Un buen programa de prevención de incendios, requiere un entrenamiento continuo en los procedimientos de trabajos, inspecciones regulares del sector trabajo. A pesar de que los equipos contra incendios puedan ser mantenidos por otras personas, la responsabilidad por la seguridad de los trabajadores, con los materiales que están en proceso y por los equipos de producción, en última instancia y por derecho natural, recae en el supervisor. Siendo así, todo supervisor debe de asegurarse no solamente, de que se prevean los equipos de protección contra incendios adecuados, sino que los trabajadores sigan los procedimientos de trabajos seguros desde el punto de vista de los incendios.

BREVE HISTORIA Y NATURALEZA DE LA EMPRESA

La empresa de solo playera comenzó sus operaciones en la semana del 10 al 17 del año 1980 solo playera es una empresa de producto textil , dedicada en su totalidad a parches de playeras , logos , a diferentes tipos de telas así como la variedad de uniformes En la actualidad (año 2005), laboran 50 empleados. Estos empleados reciben diversos beneficios que van en aumento de la calidad de vida del empleado como son:

Atención medica servicio de laboratorio, transporte, farmacia plan de ahorro capacitación crecimiento personal.-

En el proceso de producción de la empresa se manifiesta el compromiso con la calidad, flexibilidad y puntualidad en la entrega de los productos

La empresa tiene un sistema de producción modular .cada modulo esta formado por siete personas que ensamblan las camisetas, o sea, las camisetas tienen siete operaciones la planta cuenta con seis módulos de producción, cada modulo produce a la semana 8700 docenas de camisetas.

MISION DE LA EMPRESA

Nuestra misión como empresa manufacturera de productos textiles y confesiones es desarrollar y mantener una alianza con nuestros clientes empleados y comunidad con una mística de confianza compartida, en búsqueda continua de la perfección.

Los requerimientos del cliente son nuestra razón de ser, nuestros productos y servicios tienen la completa aceptación gracias al alto estándar de calidad, flexibilidad, respuesta rápida e innovación lo que nos asegura la prosperidad de clientes, inversionista y empleados.

Trabajamos en equipo para mantener un crecimiento sostenido y fortalecer nuestra solidez el desarrollo profesional y humano de nuestro personal, facilitando un ambiente de salud ocupacional en nuestras fabricas y el progreso de nuestra comunidad.

MANUAL DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA

Cuando es realizado un trabajo con precaución se reducen los riesgos de accidentes, las temerarias en el trabajo pueden matar o causar ciertas lesiones.

La seguridad no es solamente responsabilidad de la gerencia o de los miembros del comité de seguridad. Cada empleado debe protegerse a sí mismo y aquellos que le rodean. La seguridad es, pues responsabilidad de todos.

La empresa desea que usted trabaje en un ambiente seguro y apropiado, depende de usted el ayudar a mantener seguro el lugar de trabajo todo el tiempo.



PROGRAMA DE SEGURIDAD

La creación de los diferentes programas en los departamentos de la empresa incluyendo el de seguridad se fundamentan en principios tales como:

- Conservación de los costos mínimos y la más alta productividad.
- Todo personal de supervisión tiene que seleccionarse de acuerdo con las obligaciones y responsabilidades implícitas.
- Se espera que la programación pruebe la mayoría y uniformidad de las prácticas y procedimientos de las operaciones.

FACTORES QUE INCLUYEN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD

El programa de seguridad incluyen los siguientes aspectos:

- Prevención de lesiones.- control de los accidentes que dan como resultado lesiones personales.
- Control de accidentes – daños a la propiedad, equipos y materiales.
- Seguridad Industrial – protección de los bienes de la compañía.
- Higiene y salud Industrial
- Control de la contaminación del aire y el agua.
- Responsabilidad por el producto.

PRINCIPALES FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE

- Revisar y aprobar las políticas de seguridad.
- Realizar inspecciones periódicas de seguridad.
- Establecer normas adecuadas de seguridad, deben concordar con las disposiciones legales.
- Poner en funcionamiento y mejorar el programa de seguridad.
- Asesorarse sobre el problema de seguridad.
- Ocuparse del control de las enfermedades ocupacionales.
- Asesorarse sobre problemas del medio ambiente
- Identificar los riesgos contra la salud que existen.
- Ejecutar el plan de primeros auxilios.

COMITÉ DE SEGURIDAD

Constituido y formado el día 20 de febrero de 1980, el comité de seguridad es un organismo cuya función principal es evitar accidentes que sean lamentables a las personas como a la estructura física, la manera más fácil en que todo el personal puede participar es trabajando con orden y limpieza. La falta de orden y limpieza es la causa de lesiones incapacitantes. La precaución para el orden y limpieza ha distinguido siempre al trabajador responsable.

Es una parte importante de su trabajo

El comité de seguridad e higiene industrial de la empresa, utiliza diversos formatos elaborados para llevar registros de los accidentes, para evaluar los simulacros de evacuación, informar sobre los riesgos, anotar las inspecciones mensuales realizadas a los extintores, Inspección Mensual, equipos de seguridad, reporte de investigaciones de accidentes, entre otros formatos que facilitan la afluencia de información en lo concerniente a cómo marchar la seguridad en la empresa.



Estas violaciones a las normas de orden y limpieza deben ser reportadas a supervisores o a cualquier miembro del comité de seguridad para que haya las gestiones para corregirlas. El porcentaje más alto en las causas de accidentes es motivado por la electricidad debida generalmente por la mala instalación de alambres eléctricos que producen corto circuitos o fugas a tierra. Malas instalaciones, mal empleo de sobrecarga, una instalación vieja y ataque de sustancias extrañas.

Casos que deben ser evitados:

- Instalaciones eléctricas en zonas peligrosas que no están de acuerdo a los reglamentos, contactos de los cables con soluciones corrosivas y vapores.
- Aislamientos débiles.
- Colocación de puentes a cambio de fusibles.
- Fusibles demasiado potentes para la carga. Dejar máquina prendida.
- Cable sin protección ni regulador en cajas de empalmes.
- Cables aislados que se sienten tibios al tocarlos mientras pasa corriente eléctrica.
- Caja eléctricas destapadas.
- Operar la máquina sin calzado.
- Cables húmedos o mojados.

CONDICIONES LABORALES.

La empresa entiende que para mantener la competitividad debe reconocer los peligros, abatir los riesgos y por ende los accidentes, así brindarles un ambiente laboral seguro y adecuado a sus empleados, los empleados son los promotores de la buena o mala publicidad de la empresa.

La empresa presenta un ambiente apropiado y seguro para el buen desenvolvimiento de las labores de los empleados. Las condiciones seguras y favorables en el ambiente de trabajo elevan la seguridad del individuo ayudando a reducir ausentismo por sentirse el empleado cómodo en la empresa, también ayuda a elevar la moral, todo eso contribuye directamente a la productividad y la calidad en los productos.

Cuando la empresa contribuye a elevar la autoestima de sus empleados mediante cursos, charlas, entre otros factores de educación encaminados a la seguridad laboral y personal, los empleados tienden a considerar el trabajo como algo propio de superación y crecimiento, los individuos se sienten más confiados creando así ambientes laborales más seguros, ya que el estrés, el descontento entre otros factores negativos que afectan la estabilidad emocional del empleado se minimiza considerablemente.

Descripción de las condiciones físicas y ambientales de la empresa

Esta planta física presenta las siguientes condiciones que tienen relación directa con la seguridad e higiene

Señalización de las áreas

Las señales de seguridad son puestas en los lugares peligrosos así como en los sitios donde son almacenados los objetos dañinos. Es de suma importancia saber el significado de cada señal, sobre todo los signos



En la empresa a evaluar, las salidas de emergencia están bien señalizadas, hay tres salidas de emergencia, en el sistema de evacuación se indicara la distribución por módulo para su utilización en cualquier caso de evacuación. Las salidas de emergencia se mantienen libres de obstrucción.

Los equipos contra incendio (extintores) están señalizados por una flecha de color rojo, hay veinte extintores colocados estratégicamente en cada área de la empresa. La empresa utiliza dos tipos de extintores ABC Y CO2. Esos extintores deben estar libres de cualquier obstrucción.

El área de colocación de sustancia peligrosas esta señalizado, como el picric, los aceites también deben estar señalizados las áreas para anaqueles, conectores, almacén de cajas, almacén de trabajos cortados, las diferentes áreas donde van colocadas las maquinas que van a ser utilizadas por los operadores (modulo)
Y los pasillos por donde pasa la montacargas. Próximo al almacén se tiene una buena porción de agua, equipos de mangueras y extintores. Todo líquidos inflamables se conservan en tanques y recipientes construidos especialmente para esta finalidad.

ANDAMIOS Y ESCALERAS

Antes de usar una escalera, el trabajador tiene la obligación de comprobar que esta en buen estado, las escaleras móviles y de mano deben estar recostado en un ángulo de 75° y amarradas en la parte superior o atadas a la base. Las escaleras se mantienen limpias de todo material resbaladizo, suciedad o pintura al subir por una escalera las herramientas se llevan en un porta herramienta.
Los andamios son inspeccionados periódicamente para cerciorarse de que estén en buenas condiciones, las personas que trabajan con andamios, deben tener precaución. No se puede caminar o parar debajo de andamios durante su montaje y desmontaje.

ELECTRICIDAD.

Los brakets están ubicados dentro de cuartos cerrados por mallas ciclónicas. Se sabe que la corriente por poco voltaje que tenga, puede ocasionar la muerte, es por eso que las personas no entrenadas debidamente, nunca deben trabajar con esta.

Los electricistas son los únicos con autorización para dar mantenimiento a los equipos eléctricos, ajustados o repararlos. Todos los conductores y cables eléctricos deben estar convenientemente aislados de manera que no representen ningún peligro.

Al personal de electricidad se le imparten cursos y entrenamientos especiales. Los electricistas trabajan con guantes y batas de resistencia dieléctricas. Las fallas eléctricas deben repararse inmediatamente, las puertas de interruptores o brakers permanecerán siempre despejados.

VENTILACIÓN

La ventilación es de vital importancia en el control de accidentes y fatiga de los empleados, por lo que la empresa le proporcione en toda el área física una ventilación adecuada para evitar el agotamiento y limitaciones de los empleados.



La empresa entiende que el daño ocasionado por la pelusa que arroja la prenda de vestir durante el proceso productivo, presenta el principal contaminante ambiental. Y afecta directamente la salud respiratoria de los empleados.

Para mantener el control de la situación que este mal genera, la empresa dispone de diversos extractores y ventanales para mantener a ventilación en un 90%, también la empresa proporciona mascarillas de seguridad.

AIRE COMPRIMIDO.

Si no es manejado apropiadamente, este puede resultar peligroso. Podría ocasionar cegueras y problemas en la piel. En la empresa hay instaladas una válvula de escape cada 200m para sacarle la humedad del aire comprimido a las tuberías. Existen diferentes afiches colocados por el uso inadecuado del aire comprimido.

MÁQUINAS

Para el buen funcionamiento de la seguridad ocupacional, los operadores han de ser correctamente entrenados en el uso de las máquinas a utilizar. Los accidentes con máquinas pueden resultar fatales, esto se debe a la velocidad adquirida al momento de operación de las máquinas. Ejemplo cortarse un dedo, un brazo o una pierna. Es importante reportar cuando se observa una máquina sin sus protectores o resguardos también cuando estos estén en malas condiciones. Las herramientas, brocas, pinzas entre otras, proporcionadas para la limpieza o para trabajar en las máquinas hay que usarla de manera correcta.

Es necesario tomar en cuenta las normas siguientes cuando se vayan a limpiar las máquinas, reparar o ajustar.

- Para la máquina.
- Colocar tarjetas de advertencia o cualquier aviso indicando
 - Que las máquinas están fuera de servicio.
- Después de la reparación, asegurarse de que los protectores han sido colocados correctamente.
- Antes de tomar las máquinas en movimiento se debe tener en cuenta que no haya personal, herramienta o material que pudiera resultar afectados.
- Trabajos en el taller.



El taller es de uso exclusivo de los mecánicos. Se prohíbe el paso a cualquier persona no autorizada. Resulta importante el uso de equipos de protección personal como son: gafas, orejeras, mascarillas, batas, guantes, entre otros. Las cajas de brackets deben estar cerradas y el equipo contra incendios disponible, además hay que evitar almacenar en el taller cualquier sustancia inflamable, aerosoles, picro, entre otros.

ILUMINACIÓN

El 75% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista, atendiendo a esto es necesario dotar al trabajador de la cantidad de iluminación necesaria.

Factores de los cuales depende la visibilidad:

1. tamaño del objeto que se trabaja.
2. distancia a los ojos
3. persistencia de la imagen
4. intensidad de la luz
5. color de la pieza.
6. contraste cromático y luminoso con el fondo.

La empresa toma en cuenta las luminarias a usar, procediendo a medir técnicamente la cantidad de pie candela que debe contener el área de trabajo, o sea se debe tomar en cuenta la cantidad de pie candela para utilizar la bombilla adecuada.

TEMPERATURA.

El cuerpo humano tiene una temperatura interna invariable de 36° c, la cual no debe bajar ni subir en ninguna circunstancia.

La alta temperatura en el ambiente de trabajo provoca:

1. problemas en el corazón.
2. problemas en el aparato respiratorio.
3. calambres y desmayos.
4. deshidratación.

La baja temperatura:

1. agarrotamiento
2. dolores del cuerpo
3. temblores
4. hipotermia

Cuando se instala las bombillas de iluminación se toma en cuenta la distancia de esta para evitar que provoquen calor que llegue a afectar a los empleados.

PRIMEROS AUXILIOS.

Son los cuidados inmediatos y temporales que se administran a un accidente antes de que los vea en médico a ser llevados al sitio de socorro más cercano.

La empresa imparte cursos de primeros auxilios para entrenar a los supervisores y empleados que posean las habilidades necesarias para asistir a las personas en caso de emergencia.

ORGANIZACIÓN, LIMPIEZA Y CUIDADO DE LA PLANTA FÍSICA.



La empresa cuenta con un personal de mantenimiento de limpieza distribuido de la siguiente forma:

- En cada modulo hay encargado de la limpieza.
- Los tres baños ubicados dentro de la empresa cuentan con tres empleados encargados de limpieza de cada uno de ellos
- Hay un empleado encargado de la limpieza en las oficinas y el área de la cocina.
- Hay un empleado asignado para la limpieza del comedor.

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LA PLANTA.

Aspectos que afecta el buen funcionamiento.

1. poner la señalización del extintor entre el botiquín el panel eléctrico.
2. poner mucha atención en el área de la planta ya que en este lugar esta concentrado la zona de peligro en la fábrica.
3. cambiar la parrilla de desagüe en el área adjunta al comedor.
4. poner los letreros de alto voltaje frente a los paneles principales adjunto al almacén de hilos.
5. organizar el área de los conectores de basura para que el pasillo de accesos la misma sirva de ruta de evacuación de la parte de atrás de la fabrica.

DEFINICIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

- ❖ La Ingeniería Industrial trabaja en conjunto con las áreas de diseño, instalación y mejoramiento operacional de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos. Utiliza los conocimientos de las matemáticas, física, ciencias de la ingeniería y ciencias sociales aunadas a los principios y métodos de análisis y diseño ingenieriles para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas.
- ❖ El campo de Ingeniería Industrial esta relacionado primordialmente con el desarrollo de sistemas que optimizan el uso de gente, materiales, maquinas y equipo, este sistema se aplica a industrial y servicios tan diversos como sistemas de transportes, hospitales, compañías de comunicación, sistemas de educación, bancos, etc.

LEROY Y TERRY

- ❖ Trata primordialmente del diseño de sistemas para la transformación física de los materiales, y de la organización y funcionamiento económico de la industria.

KRICK

IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL



La Ingeniería Industrial es sin duda una de las carreras de gran importancia y futuro en nuestro país. Esta carrera también llamada la profesión de la productividad, impacta positivamente la eficiencia y eficacia de los sistemas productivos y de servicios. Su importancia cobra especial importancia hoy en día por los cambios en los ámbitos y magnitud de los mercados y su cobertura territorial.

Recientemente se ha distinguido por su intensiva participación en programas de capacitación hacia la industria de la región donde se ha impartido numerosos seminarios, cursos de desarrollo profesional, cursos técnicos especializados, proyectos de asistencia técnica, así como ciertos programas de diplomados.

Este nuevo milenio exige un mundo altamente competitivo. La modernización de nuestro país necesita mayor calidad, productividad y competitividad de tal forma que es necesario contar con tecnología de vanguardia.

Esto requiere de recursos humanos capaces de coordinar las relaciones entre el hombre, el medio ambiente la técnica.

Su perfil esta orientado a realizar actividades en las áreas de calidad y productividad, incide en el desarrollo de organizaciones de calidad que buscan competitividad a nivel internacional

Relación de la ingeniería industrial y la función control de las producciones

El jefe de departamento de control de producción es responsable de procurar que los materiales se hallen en un lugar adecuado en el momento oportuno, de que la capacidad de las máquinas se aproveche correctamente y de que los programas se desarrollen con la ayuda del jefe de departamento de forma que no solo se cumplan los plazos de entrega sino que se procuren bajos costos de producción. El jefe de control de producción obtiene del departamento de ingeniería industrial información relativa a fases y ciclos de trabajo, herramientas, utillajes, calibres, tiempos de fabricación y otros datos operativos que le capacitan para programar adecuadamente la producción.

Estos datos y toda la información relacionada deben tenerse al día y en forma fácilmente utilizable. Los departamentos de control de producción y de ingeniería industrial deben trabajar estrechamente en sus esfuerzos para ayudar al jefe del departamento a conseguir la máxima utilización del equipo, materiales y herramientas, de forma que se consiga trabajar a bajo costo y se cumplan las exigencias de la división de ventas. Las interrupciones y retrasos en el programa, debidos a fallos en el suministro de materiales y herramientas deberán ser analizadas conjuntamente y hallada la forma de vencer estas dificultades.

Relación entre la ingeniería industrial y la función proyectos de fabricación

Los responsables del desarrollo y proyecto de fabricación deben trabajar regularmente en estrecha relación con el grupo de ingeniería industrial.

El ingeniero industrial debe estar capacitado para asegurar al ingeniero o técnico proyectista desde que inicie cualquier proyecto de desarrollo. El ingeniero industrial puede proporcionar una ayuda efectiva en el logro de un proyecto definitivo de bajo costo para el producto, estudiando los diseños propuestos desde el punto de vista del proceso. Se halla en situación óptima para hacer sugerencias sobre cambios de diseño, teniendo en cuenta el proceso de transformación de la pieza en las líneas de fabricación. De esta forma podrán conseguirse costos reducidos del producto desde el principio de su proyecto.



El ingeniero industrial no es responsable del proyecto funcional, pero si de los métodos de fabricación y de los costos. Uno de los beneficios importantes que se obtiene con una estrecha colaboración, lo constituye la eliminación de gran parte de los cambios de diseño en el momento de iniciarse la fabricación.

Relación entre la ingeniería industrial y la función de mantenimiento de las instalaciones

Si se desean mantener en un mínimo los costos de operación y los gastos, uno de los sectores que se debe ser cuidadosamente analizado es el departamento de mantenimiento de las instalaciones. Si deseamos tener bajos costos de fabricación y un mínimo número de interrupciones en la producción, es importante que el equipo, edificios y terreno sean mantenidos en buenas condiciones. El problema consiste en lograr aquel objetivo y, al propio tiempo, minimizar los costos.

En este campo de acción, el departamento de ingeniería industrial puede proporcionar una ayuda efectiva a los responsables de la función de mantenimiento de las instalaciones puede ser a su vez de considerable ayuda en la selección del equipo, que el propio grupo, debe mantener en buenas condiciones de trabajo.

Formar ingenieros industriales emprendedores, analíticos y creativos que mejoren la productividad del sistema de producción de bienes y servicios mediante una sólida formación científica, tecnológica y humanista que integra la aplicación de conocimientos físico-matemáticos y económico-administrativos al diseño, instalación, operación y optimización de organizaciones integradas por hombres materiales y equipos.

2.7 POLITICAS DE MANTENIMIENTO

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido. A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.



Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
- El resultado de la evaluación de dichos equipos
- Tiempo real que duro la labor
- Personal que estuvo a cargo
- Inventario de piezas y repuestos utilizados
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento
- Conclusiones

En una empresa existen áreas, una de las cuales se encarga de llevar a cabo las operaciones de planeamiento y realización del mantenimiento, esta área es denominada comúnmente como departamento de mantenimiento, y tiene como deber principal instalar, supervisar, mantener, y cuidar las instalaciones y equipos que conforman la fábrica.

El departamento de mantenimiento a su vez divide sus responsabilidades en varias secciones, así tenemos por ejemplo:

- Sección Mecánica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar las maquinarias y equipos mecánicos.
- Sección Eléctrica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar los mandos eléctricos, generadores, subestaciones, y demás dispositivos de potencia.
- Sección Electrónica: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de los diversos dispositivos electrónicos.
- Sección Informática: tienen a su cargo el mantener en un normal desarrollo las aplicaciones de software.
- Sección Civil: conformada por aquellos encargados del mantenimiento de las construcciones, edificaciones y obras civiles necesarias para albergar a los equipos.



UNIDAD III

EL PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL MANTENIMIENTO

- 3.1 SE ADMINISTRA MATERIALES Y RECURSOS HUMANOS.
- 3.2 PLANEACIÓN DEL PROCESO ADMINISTRATIVO
- 3.3 ORGANIZACIÓN.
- 3.4 EJECUCIÓN
- 3.5 CONTROLES Y FORMAS CON REGISTROS ASÍ COMO CAPTURACIÓN PERTINENTE PARA TENER UNA AMPLIA INFORMACIÓN DE CADA EQUIPO.
- 3.6 RENOVACIÓN Y VIGILANCIA INNOVADORA DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA UN MEJOR CONTROL DEL MANTENIMIENTO.
- 3.7 CLASE DE SERVICIO



3.1 SE ADMINISTRA MATERIALES Y RECURSOS HUMANOS.

El proceso administrativo tiene los siguientes pasos:

- ♦ Planear.
- ♦ Organizar.
- ♦ Ejecutar.
- ♦ Control.
- ♦ Medición.
- ♦ Métodos que retroalimentan.



3.2 PLANEACIÓN DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

Es la parte más importante del proceso, pues cuando no existe ningún plan es lógico que no se tenga nada que organizar, ejecutar o controlar. Cuando esto ocurre no existe administración.

La planeación lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar probables actividades, las que al desarrollarlas permitirán obtener el objetivo propuesto.

En primer lugar se debe establecer el objetivo del departamento, a fin de que quede claro para todo el personal de la compañía que el objetivo será de conservar en condiciones, seguros, eficientes y económicas la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones, talleres y edificios de la compañía.

La planeación involucra la toma de decisiones que se relacionan hacia:

- ♦ Objetivos.
- ♦ Políticas.
- ♦ Procedimientos (métodos).
- ♦ Programas y presupuestos.



Objetivo:

Subir la producción el 10 % de lo logrado el año pasado “trabajar al 80 %”.

Políticas:

Normar los criterios de los jefes de los diferentes departamentos, estableciendo políticas.

- ♦ La calidad de nuestro trabajo debe asegurar las normas exigidas por la CFE.
- ♦ No debe trabajarse tiempo extra, el incremento de la producción debe lograrse a base de simplificación de métodos y el establecimiento de incentivos económicos.

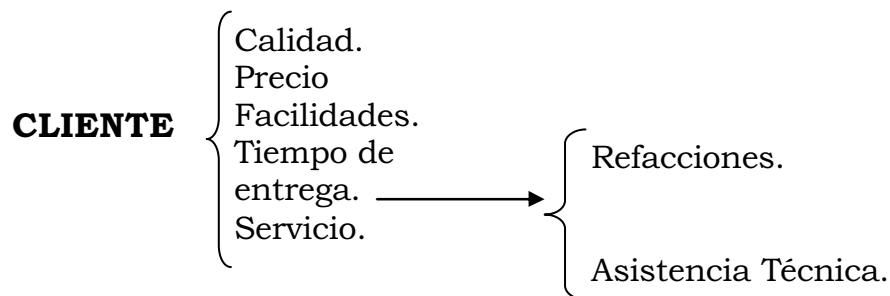
Procedimientos:

Existen procedimientos muy detallados:

- ♦ A corto plazo.
- ♦ A largo plazo.

Presupuesto:

Después de juntas de planeación en las cuales las oficinas y personal en general autorizado cuantifican la cantidad de dinero que se debe invertir en el procedimiento o en el programa.



NOTA: Los costos de mantenimiento representan para las fábricas que tienen metas de producción, el 25 % de sus costos totales, los costos totales de mantenimiento incluyen materiales, refacciones, aceites, grasas y pequeños equipos, así como la mano de obra y supervisión de las diferentes disciplinas que participan dentro de la fábrica.

3.3 ORGANIZACIÓN

Se debe hacer una clasificación de los trabajos de mantenimiento esenciales:

- ♦ Equipos electrónicos.
- ♦ Equipos electromecánicos.
- ♦ Equipos eléctricos.
- ♦ Equipos de vapor.
- ♦ Almacenes.
- ♦ Equipos mecánicos.
- ♦ Equipos hidráulicos.
- ♦ Equipos neumáticos.
- ♦ Equipos de alta peligrosidad.
- ♦ Talleres.
- ♦ Subestaciones
- ♦ Redes de baja y alta tensión



- ♦ Todo lo concerniente a alumbrado en oficinas y talleres

Como cuestiones económicas, no conviene que todas las labores de mantenimiento queden a cargo del personal de la propia compañía, ya sea porque estas son por frecuentes o porque exigen personal muy especializado, es necesario contar con contratistas de mantenimiento. Al aceptar a uno de estos es importante que en sus obligaciones aparezcan entre otras, las de usar la misma mecánica en su forma o manera de trabajar, que la del departamento de mantenimiento de la empresa, lo que es más, todos los contratistas deben quedar a las ordenes directas del jefe de la división correspondiente de forma que proyecten en su manejo como una extensión de la fuerza de trabajo de este, a fin de asegurar la coordinación.

Condición necesaria en todas las labores de mantenimiento. Con todo lo anterior tenemos bosquejada la línea de nuestro departamento de mantenimiento, el cuál, en este caso, estaría integrado por las entidades siguientes:

- ♦ División de equipos electrónicos.
- ♦ División de equipos electrónicos y electromecánicos.
- ♦ División de equipos mecánicos.
- ♦ División de edificios.
- ♦ División de sistemas computacionales.

Esta será exclusivamente la línea, pero indiscutible que existen funciones idénticas en cada división, las cuales sería muy conveniente manejarlas como funciones de apoyo (**STAFF**) para todo el departamento, serían por ejemplo los de nominas, tramites generales del seguro social, la elaboración de reportes, memorando, y toda clase de documentos generales del departamento, archivo, etc. Otra función general, y, por lo tanto, función de apoyo o lo que comúnmente se le llama función de **STAFF**, será la de programación y presupuesto, que prácticamente es la oficina cuya obligación principal es establecer juntas de planeación para el mantenimiento preventivo, de donde se reducen los programas, y visitas, los de inspecciones, pruebas y rutinas o los de reconstrucción y por donde establecer los presupuestos que servirán de base al control, esta oficina hará de conocimiento del personal adecuado los programas y presupuestos.

Otra función muy importante de apoyo, es la correspondiente a ingeniería del método, aplicada a los de mantenimiento, es decir, las simplificaciones del trabajo de mantenimiento la cual se logra analizando y corrigiendo los métodos. En primera instancia tendría que escribir los procedimientos implícitos hasta obtener el “manual de procedimientos”, que sería discutido a fin de determinar cuales deberían ser corregidos. Y hacerlo es una orden de prioridad.

Otra función de **STAFF** es la inspección de labores de personal, que se encargan de investigar si se están aplicando correctamente los procedimientos o en este caso contrario, dar la enseñanza necesaria para que estos sean comprendidos y llevados a la práctica.

Las necesidades del personal de mantenimiento las obtengo por experiencia propia y por los catálogos de mantenimiento, así como la guía de problemas y soluciones.

Las fábricas de proceso continuo normalmente tienen un jefe de turno por departamento o por toda la fábrica según la magnitud.

Este jefe de turno controla todo lo concerniente a operación y mantenimiento, así como aspectos de producción y control de calidad.

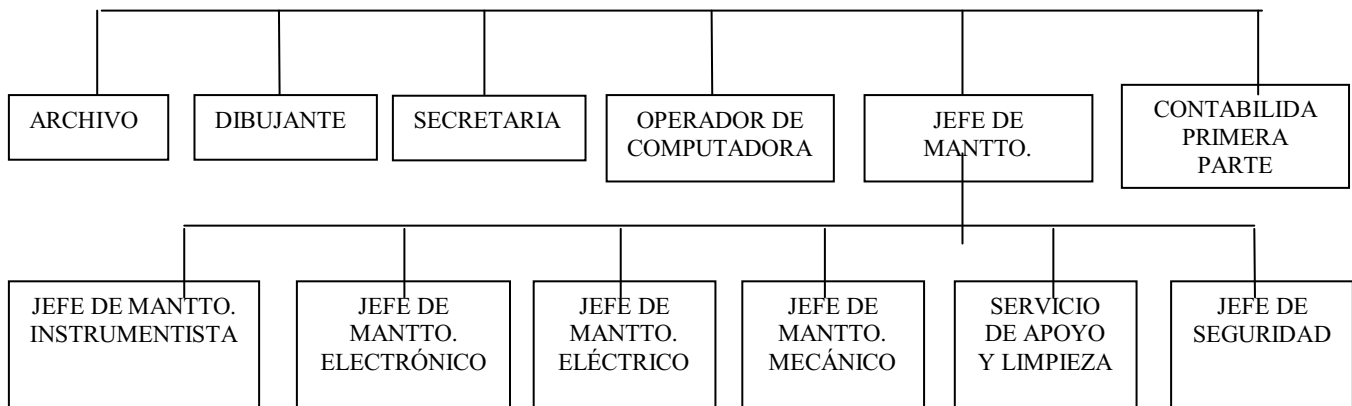


Personal de mantenimiento por turno

- ♦ Mecánico.
- ♦ Eléctrico.
- ♦ Soldador.
- ♦ Instrumentista.
- ♦ Electrónico

La cantidad de personal está en función de la cantidad de equipos. El personal mencionado resuelve los problemas que se le presenten.

Departamento de Mantenimiento

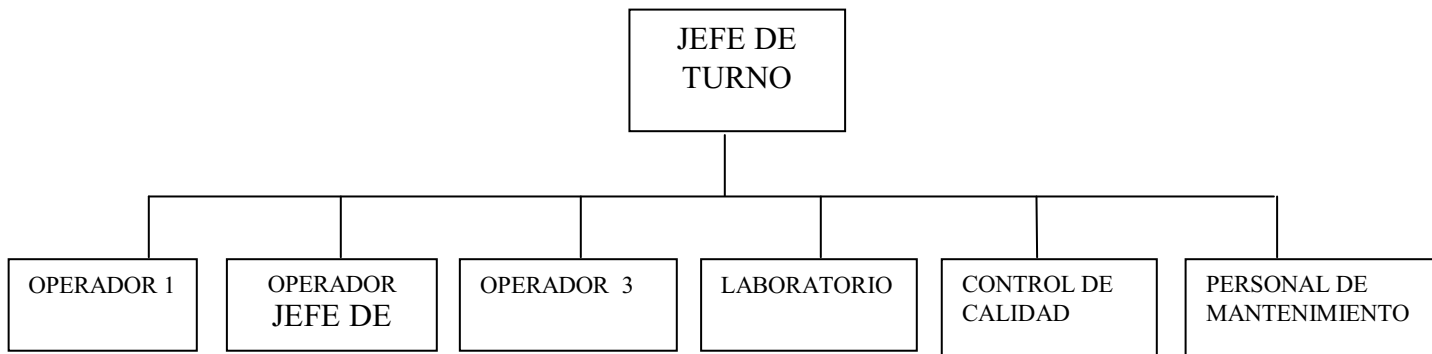


3.4 EJECUCIÓN

Ejecutar significa “Poner en obra o en acción una cosa” que puede ser una actividad de cualquier disciplina de la ingeniería. Podemos decir que ejecución es una acción de un administrador de tal forma que sus subordinados se propongan alcanzar los objetivos en su planeación y estructurados por la organización.

Para lograr que el personal a nuestras ordenes ejecute su trabajo con espíritu y lleno de satisfacción, y orgullo “Cubriendo estos aspectos aumentará el rendimiento”

Es indispensable motivar al personal que está bajo nuestras ordenes “trabajadores, alumnos y además gente que pueda participar.



Analizar las variaciones escogidas deben ser analizadas con el fin de conocer claramente el porque de las mismas; muchas veces será necesario revisar los procedimientos o aún los métodos, pues estos nos mostrarán en donde fracasaron las acciones del personal.

Corregir basándose en el diagnóstico obtenido por el análisis se aplicará el correctivo necesario tomando en cuenta que este debe eliminar la causa y no solo corregir el defecto.

El mejor reconocimiento para un trabajador o alumno es la felicitación por escrito, diploma o calificación.

Debemos estar conscientes de que si un empleado a nuestras ordenes hace esfuerzos por superarse, debemos de permitirle tener una falla, el alentarle para que no vuelva a ocurrir y nunca llamarle la atención en público.

Lista de actividades que se dan a los trabajadores de las diferentes especialidades por medio de una orden de trabajo:

- ♦ Actividad diaria (D).
- ♦ Actividad semanal (S).
- ♦ Actividad mensual (M).
- ♦ Actividad bimestral (2M).
- ♦ Actividad semestral (6M).
- ♦ Actividad anual (A).

Resumiendo:

Para ejecutar algo se requiere de 4 factores básicos:

- ♦ Motivación.
- ♦ Comunicación.
- ♦ Dirección.
- ♦ Coordinación.

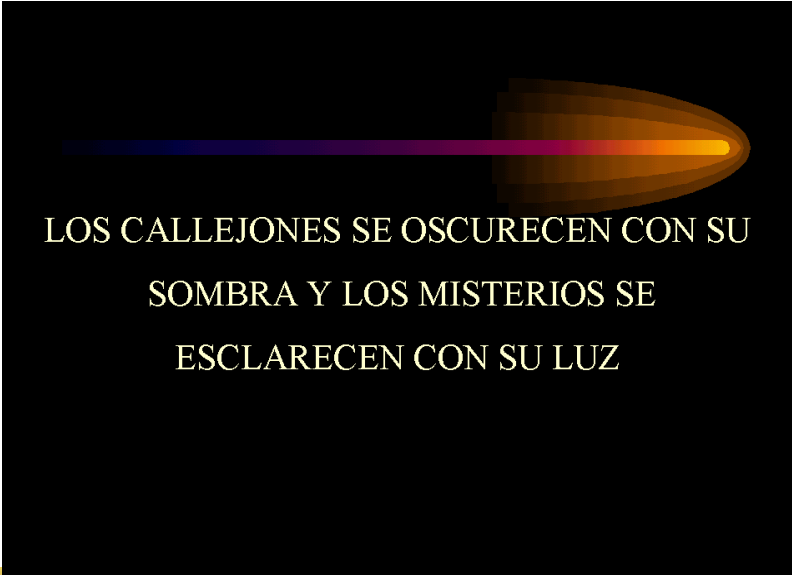
Motivación.

La categoría es importante para una persona porque esta involucrado un alto sueldo con respecto a los demás, pero además reacciona en relación del tanto que recibe y cada individuo reacciona de diferente manera, por lo tanto los que dirigen y los que coordinan deben de saber las características propias de cada persona.

Existen 2 clases de necesidades que debemos de satisfacer:



Las fisiológicas, las higiénicas.
Y salario que nos permita cubrir lo anterior.



LOS CALLEJONES SE OSCURECEN CON SU
SOMBRA Y LOS MISTERIOS SE
ESCLARECEN CON SU LUZ



**UNA DE LAS LLAVES PARA QUE UN PUEBLO
VIVA MEJOR....ES LA EDUCACION**

Los que dirigen y coordinan deben de crear un ambiente motivador y no deben ser temporal o transitorio sino hacerlo como habito dentro de la empresa. Debemos de partir del hecho de que todo integrante de una empresa independientemente del nivel en que este colocado, reacciona en relación al trato que recibe dentro de estas, dichas reacciones son especificas para cada individuo, pero en cualquier forma este tendrá siempre dos clases de necesidades que satisfacer.

El hecho de crear el ambiente motivador en una empresa no es acto esporádico, ni es una simple arenga en un caso determinado sino es trabajo constante y delicado del gerente o supervisor, que en muchas ocasiones exige un planeamiento cuidadoso.

Comunicación.



Significa tener correspondencia unas personas con otras.

La comunicación debe de ser por escrito para personas competentes “Ejecutivos” y se prefiere verbal para los trabajadores y solamente las órdenes de trabajo son por escrito porque con estas pueden sacar material de los almacenes y los contadores acreditan los cargos. Al número de máquinas inventariadas. Además una buena comunicación deber ser ayudada por los siguientes factores:

- ♦ Dar una idea clara y precisa de lo que se quiere comunicar.
- ♦ Debe ser analizado el problema antes de iniciar la comunicación.
- ♦ Escoger el lenguaje adecuado para que él o las personas receptoras lo comprendan.

Coordinación.

Otro de los puntos esenciales en la ejecución en lograr que los esfuerzo de grupo estén sincronizados y adecuados en tiempo, cantidad y dirección; esto es a lo que se llama coordinación. Cumpliéndose estos requisitos se obtendrán grandes rendimientos en la actuación de los recursos humanos, pues el esfuerzo de cada uno se suman a los demás, dando una resultante mayor que la tendríamos con la suma de los esfuerzos parciales.

El fenómeno contrario se observa cuando algún esfuerzo unitario no quedó coordinado, ya sea por falta de sincronía, o porque fue grande o pequeño o porque obró en otras direcciones, lo cuál pone un lastre tremendo a la resultante, bajando enormemente el resultado.

La coordinación nos lleva a una ponderación adecuada de todos nuestros recursos, evitando altos costos por la inflación de algunos de ellos.

3.5 CONTROLES Y FORMAS CON REGISTROS ASI COMO CAPTURACIÓN PERTINENTE PARATENER UNA AMPLIA INFORMACIÓN DE CADA EQUIPO.

Control.

Es la comprobación de que las personas o artefactos están llevando a cabo lo planeado, con o sin desviaciones a la norma predeterminada. Prácticamente el control en si es un procedimiento que se inicia al concluirse la planeación, que es cuando se establecen las normas o estándares derivados de los presupuestos y que se continúan durante todo el proceso administrativo, por lo que es constante y dinámico.

Para facilitar el control es necesario atender los siguientes factores.

- ♦ Medir.
- ♦ Comparar.
- ♦ Analizar.
- ♦ Corregir.

Antes de todo, debe determinarse lo que se necesita controlar y esto será de acuerdo con lo que indique la experiencia, el criterio y los hechos observados por el administrador. Sabiendo los



elementos a controlar, es necesario fijar si estos deben controlarse en cantidad, tiempo, etc. Con lo que se está en posibilidad de fijar la norma, todo esto sucede durante la planeación.

Estas normas serán escritas y conocidas por las personas que deben atender el control. Generalmente, las herramientas de control de una empresa son todos los estados financieros y lo de la producción, aunque existen en cada oficina o departamento también herramientas de control adecuadas a sus niveles e interés.

La selección adecuada de puntos de control durante las fases de planeación y la estricta organización permite evitar la aparición de conflictos humanos ocasionados por una acción de control constante.

Máquina y servicio:

- ♦ Se denomina máquina a todo equipo o artefacto capaz de transformar un tipo de energía en otro.
- ♦ Las máquinas nos proporcionan satisfactores humanos (productos) que en última estancia deben calificarse como servicios.
- ♦ La máquina es un medio y el servicio es un fin, por lo que la razón de ser de las máquinas es el servicio que estas nos suministran.

SOLICITUD DE TRABAJO

1.- Asunto:

Colocar un térmico con apagador correspondiente para facilitar el encendido y el apagado. (El salón LIM 2 ubicado en el Lab. De Ing. Mecánica, 2º piso).

2.- Motivo:

Seguridad.
Ahorro de energía.
Imagen de la escuela.

3.- Solicitado por:

Alumnos del curso agosto-diciembre, salón LIM 2, horario de 17:00 – 18:00

4.- A quien va dirigida.

5.- Fecha en que se solicitó.

6.- Fecha de recepción y hora.

7.- Orden recibida por.

8.- Departamento que lo solicita.

9.- N° consecutivo.

ORDEN DE TRABAJO



Las órdenes de trabajo son indispensables para llevar los costos correspondientes para mejor visualización y administración.

Cada equipo tiene las siguientes tarjetas de control capturadas.

- ♦ Datos técnicos.
- ♦ Trabajos importantes realizados.
- ♦ Lubricación (importante).
- ♦ Ordenes de trabajo.
- ♦ Costo aproximado.

¿Qué forma una orden de trabajo?

- ♦ Razón social.
- ♦ Departamento donde se realiza el trabajo.
- ♦ Tipo de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo o reparación mayor.
- ♦ Departamento que realiza el trabajo.
- ♦ Nombre del personal que realiza el trabajo.
- ♦ Materiales importantes a utilizar.
- ♦ Medidas de seguridad probables.
- ♦ Supervisado por ...
- ♦ Horas de inicio y de terminación.
- ♦ Trabajo recibido por ...
- ♦ Tarjeta de seguridad entregada por ...
- ♦ Descripción de la actividad a realizar.
- ♦ Nombre de la maquinaria.
- ♦ El número de inventario control estable.
- ♦ Trabajo solicitado por ...



- ♦ Tipo de trabajo mantenimiento preventivo (frecuencia).
- ♦ No de folio o consecutivo.
- ♦ Fecha en que se va a ejecutar el trabajo.
- ♦ Herramientas esenciales.
- ♦ Observaciones por parte de quien realiza el trabajo.



SOLICITUD DE TRABAJO

Departamento que solicita mantenimiento

Fecha de solicitud:
11 DE DICIEMBRE DEL 2007

Solicitud por: ADOLFO SANCHEZ REBOLLEDO (ALUMNO DE CURSO NORMAL)

Dirigido a :
Jefe de departamento de mantenimiento.

Fecha de recepción y hora:
11/DIC/07 5:00pm

Asunto:

Solicitud de una puerta nueva y mobiliario para salón LIM 2 ubicado en el Lab. De Ing. Mecánica, 2º piso

Motivo:

Mal estado de la puerta y del mobiliario, por lo que es inadecuado para los alumnos.

Orden recibida por:

3.6 RENOVACIÓN Y VIGILANCIA INNOVADORA DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA UN MEJOR CONTROL DEL MANTENIMIENTO

- Retroalimentamos los procedimientos administrativos de tal forma que los controles sean sencillos, explicativos y entendidos por los trabajadores (solicitud de trabajo, orden de trabajo, tarjeta de seguridad).
- De las órdenes de trabajo tomaremos en cuenta las opiniones de los trabajadores en la columna y espacio dejado para observación.



- Se informa al personal con la vestimenta adecuada y equipo de seguridad normal y especial según la actividad que vaya a desarrollar.
- Se dotará al personal especializado de todas las herramientas necesarias para el desarrollo de sus actividades, así se tendrá un cuarto de herramientas para trabajos especializados que utilizan las herramientas con poca frecuencia.
- Se fomentará las relaciones industriales entre trabajadores y su relación con otros departamentos.
- Se le otorgarán bonos de producción para incluirlo en el concepto “Mantenimiento productivo total”.
- Capacitación constante directamente a la práctica de las actividades que realizan los técnicos especializados.

Almacenes e inventarios.

Almacén:

- Debe estar lo más cerca posible del lugar que necesite sus servicios.
- El personal de almacén y mantenimiento debe estar atento a mejoras en materiales o métodos para realizar un mejor trabajo a menor costo y tiempo.
- Puede contar con un carril para llevar las refacciones en caso que sean varias y grandes.
- Se podrían contar con teléfonos en varios lugares de la fábrica para llamar al almacén en caso de ocurrir un desperfecto en un área diferente a la de producción y solicitar o preguntar por existencia de material.
- El departamento de compras debe buscar los mejores precios, pero sin sacrificar calidad.
- Si la empresa se encuentra en expansión, el espacio de almacén se planeará a 5 años, con una expansión vertical y horizontal.
- El material menos utilizado se acomodará en anaqueles en la parte delantera del almacén, el material más grande y menos utilizado se acomodará al fondo.

Inventario:

- Sirven para reducir costos y evitar pérdidas de utilidades (evitando paros de la construcción).
- Se crean haciendo un conteo físico de los materiales en existencia.
- Se etiquetan las piezas anotando su nombre, la máquina a la que corresponde y si es intercambiable.
- El responsable del movimiento debe de estar familiarizado con la maquinaria y el equipo de la fábrica.
- Se deben determinar cantidades mínimas y máximas para cada artículo del almacén.



ORDEN DE TRABAJO

FECHA DE ORDEN

--	--	--

DEPARTAMENTO

NÚMERO DE ORDEN

--

TIPO DE
MANTENIMIENTO

- ☐ PREVENTIVO.
- ☐ CORRECTIVO.
- ☐ NUEVAS
AMPLIACIONES

DESCRIPCIÓN

MATERIAL

NÚMERO DE REVISIONES
ANTERIORES

--

TÉCNICO ASIGNADO:

--

OBSERVACIONES

AUTORIZO

RESPONSABLE



Toda fábrica necesita servicios que proceden de afuera. Ejemplos de ellos son la energía eléctrica, el agua y el gas. Los servicios “de salida” a menudo precisan un mantenimiento más concienzudo. Muestras de éste las constituyen la eficaz eliminación de desechos por alcantarillas, dispersión de contaminantes, disminución de humos, atrapamientos de cenizas volates, etcétera.

SERVICIO BASICO.

Los servicios básicos como energía eléctrica, gas, agua y alcantarillado son contratados por la empresa y suministros por el gobierno local o compañías particulares. Hecha la instalación, poco será el contacto que se requiera con los proveedores y, en virtud de la estabilidad de esta clase de servicios, rara vez necesitará mantener relaciones a alto nivel.

SERVICIOS COMPLEJOS.

Desde luego, los servicios básicos pueden tornarse complejos, pero aquí más bien se trata de aquellos que requieren conocimientos especiales para instalar y controlar. Tal vez influyan en la comunidad, pero cuando se manejan con propiedad se les puede regular en forma satisfactoria y tienen un costo razonablemente bajo de los mismos son:

- Eliminación de interferencias de radio cuando se suelda a alta frecuencia o en las operaciones que tienden a perjudicar la recepción de señales de radio o televisión en el área.
- Disminución de esparcimiento de polvos, como en molinos de harina o granos, operaciones de trituración de piedra y preparación de calizas.
- Abatimiento del humo proveniente del consumo de combustible en calderas que producen vapor para ciertos procedimientos, especialmente cuando las cargas de línea varían en forma considerable y es difícil conservar un consumo económico.

SERVICIOS ESPECIALES.

Muchos servicios que se prestan a fábricas o proceden de éstas, exigen un tratamiento especial. Es posible que en relación a ellos se necesite entrar en contacto y negociar con los gobiernos federal, estatal o municipal. Las grandes empresas que necesitan estos servicios suelen contratar especialistas que se encarguen de los aspectos políticos y/o técnicos de las transacciones.

En esta clasificación se incluyen los siguientes servicios:

- Instalación o retiro de tuberías conductoras de productos de petróleo, gas, etc.
- Control (anticontaminación)
- Eliminación de desechos venenosos o corrosivos
- Eliminación de desechos atómicos.

CLASE DE EQUIPO

EQUIPO BASICO. Empleados el término “equipo de fabricación” para designar a las maquinas de tipos y tamaños predeterminados, cuyas partes de repuestos pueden compararse en seguida a todos los abastecedores.

De todos modos, es común que las fábricas cuenten con una existencia razonable de ellas para empleo inmediato.



Este equipo es de naturaleza mecánica y sólo necesita algún ajuste a la dimensión física o a la reposición de piezas estándar. El papel del mantenimiento, en este caso, es directamente proporcional a la importancia del equipo para la consecución de los objetivos de la fábrica.

Algunos ejemplos son:

- Calderas
- Calentadores de espacios, en tamaño estándar
- Componentes estándar de acondicionadores de aire.
- Tornos tipo catálogo, tornos revólver, fresadores, etc, de control manual e impulso eléctrico.
- Calibradores de temperatura o presión, o registro de tipo estándar.

EQUIPO DE DISEÑO ESPECIAL. Son muchísimas las operaciones industriales que requieren maquinaria u otra clase de equipo con un diseño especial. También es posible que se utilice esta clase de equipo porque no se pueda conseguir de tipo estándar, o porque el tamaño del producto (grande o chico) se encuentra fuera de los límites especificados en el equipo de catálogo.

Cuando se trata de equipo de adaptación específica o diseño especial, se torna más difícil su mantenimiento. Esto hace que el departamento cobre particular importancia en virtud de los conocimientos expertos que se necesitan. Es indispensable un buen criterio para poder predecir el tipo y la cantidad de piezas de repuesto que conviene tener siempre en existencia.

Como se trata de un equipo especial, el tiempo de entrega de las piezas de repuesto determinará el monto de las existencias, que puede llegar a ser grande. Con esta clase de equipo toda interrupción en el trabajo (tiempo de producción perdido) resulta muy costosa.

Una lista de equipo especial resultaría interminable, pero unos cuantos ejemplos pueden servir de idea:

- Equipo de manufactura de vidrio para soplar tubos al vacío en miniatura.
- Equipo de fabricación de hojas de afeitar.
- Máquina para hacer vendajes.
- Máquinas para tratamiento médico.
- Líneas de traslado compuestas de unidades especializadas para taladrar, roscar, torneear, fresar, ranurar, etc, vaciados o fundidos para piezas de automóviles o de otra clase.
- El equipo extragrande para forjar o manejar componentes voluminosos y pesados para reactores o submarinos atómicos.

CLASE DE CONOCIMIENTO

PARA MAQUINARIA TIPO ESPECIAL. La maquinaria proyectada para fines particulares se fabrica actualmente con base en conceptos avanzados de medición y control. Para operarla son indispensables dispositivos, de limitación muy precisa, aparejada a circuitos electrónicos que ponen en marcha, colocan en posición, controlan y miden operaciones de secuencia múltiple. Para entender estos aspectos se necesita personal de mantenimiento muy experto. El instalador debe disponer de esta maquinaria con mayor precisión y acierto que nunca.

El electricista tiene que capacitarse para la reparación y ajuste de controles electrónicos. El mecánico debe colocar, disponer y ajustar los elementos relativos de la mejor manera.



Por consiguiente y sobre todo tratándose de máquinas de tipo singular, los nuevos equipos reclaman los conocimientos del especialista de mantenimiento. Ilustrativo de estos problemas es el equipo empleado para embotellar o llenar a alta velocidad, el empackado rápido, las líneas de traslado y el equipo controlado mediante cintas o tarjetas de cualquier clase.

PARA OPERACIONES ESPECIALES. Las operaciones o condiciones correspondientes al mantenimiento pueden abarcar desde lo más sencillo hasta lo más complejo. Tocante a la función de mantenimiento y su sitio en la organización, la simplicidad o complejidad de la operación es un factor tan dominante como lo es el tipo de fábrica, de quipo, de servicios y de conocimientos que se precisan.

PARA OPERADORES DE EQUIPO CON LICENCIA. El manejo de plantas de vapor a alta presión y de equipo generador de energía eléctrica suele estar sujeto a reglamentos oficiales fijados por el gobierno estatal o local. Se exige los operadores que tengan licencia de varios niveles para que puedan manejar en forma legal esa clase de equipo. Una lectura de dichos reglamentos precisará el nivel de la licencia exigida.

Un trabajo altamente especializado como éste confiere mayor importancia a la labor de mantenimiento. En diversos lugares se requieren operadores con licencia para los equipos de acondicionamiento de aire y hasta para compresoras de aire.

PARA NUEVOS ADELANTOS TÉCNICOS. Hay adelantos técnicos que demandan nuevos conocimientos. Esta necesidad hace que crezca en magnitud el papel del mantenimiento en la empresa. Porque cada nuevo conocimiento. Con frecuencia se necesitan ingenieros graduados o profesionales para desempeñar la función de mantenimiento. No es cosa fácil encontrar gente que esté debidamente preparada y que reúna todas esas cualidades. Este solo hecho puede ejercer una gran presión para determinar la parte y hasta la posición del mantenimiento dentro de la organización.

Los nuevos conocimientos que se requieren para las operaciones de mantenimiento incluyen cuestiones tales como:

- Equipo o controles electrónicos.
- Equipo coordinado como son las líneas de traslado.
- Operaciones controladas por medio de tarjetas o cintas magnéticas.
- Equipos de energía nuclear o de otra clase, que exijan habilidades y experiencia específicas.



UNIDAD IV

HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS

- 4.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.
- 4.2 INSPECCIÓN, SU USO Y VENTAJAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- 4.3 COMO AFECTA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ADMINISTRACIÓN DE DICHO DEPARTAMENTO.
- 4.4 PRINCIPIO DE APRETÓ Y APLICACIÓN AL MANTENIMIENTO.
- 4.5 COSTOS MÍNIMOS DE CONSERVACIÓN QUE INCLUYEN AL MANTENIMIENTO TOTAL A LOS EQUIPOS CON SU UBICACIÓN CORRESPONDIENTE.

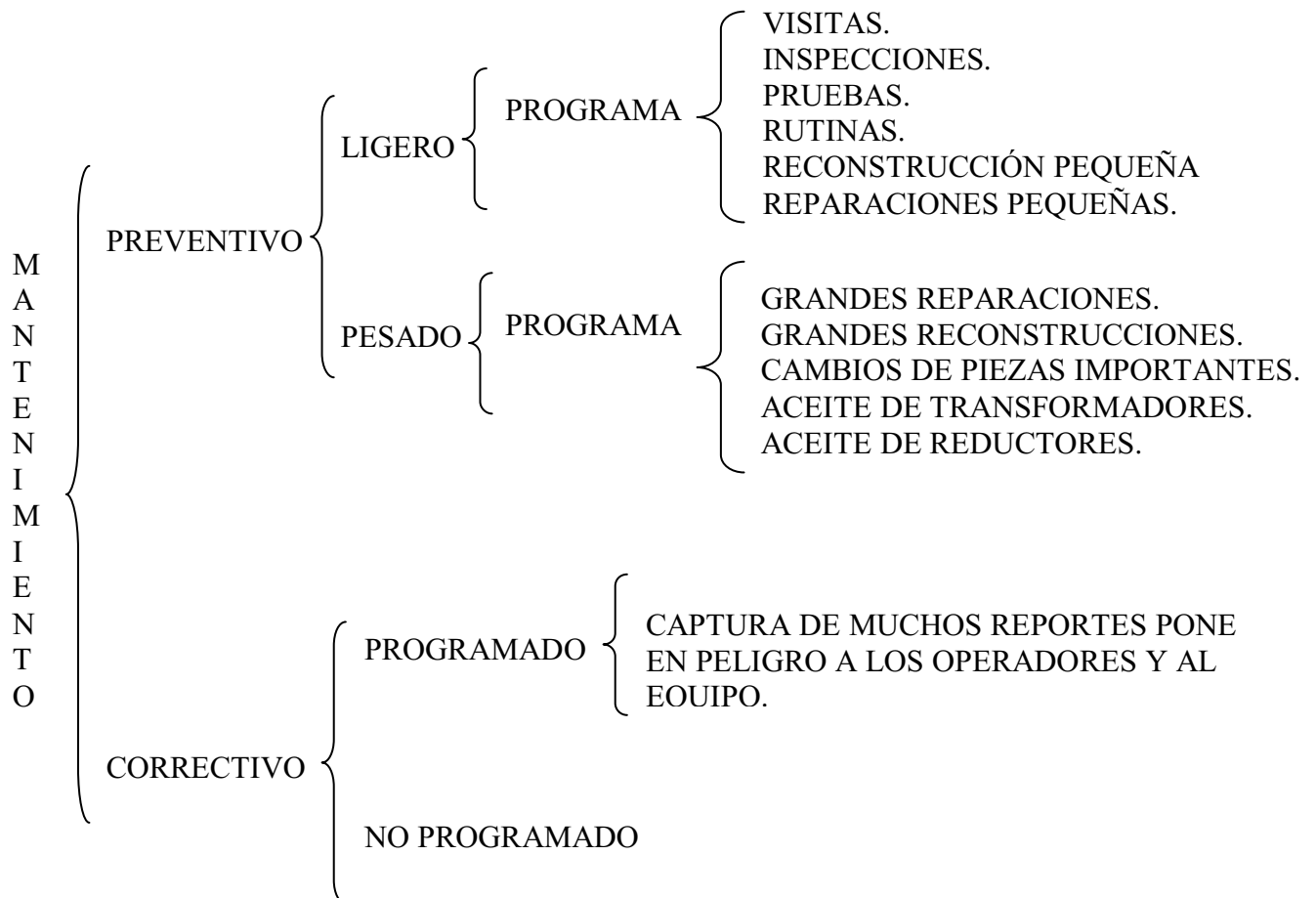


El trabajo de mantenimiento debe de anteponerse a los trabajos de ampliación o de sustitución de maquinarias o equipos, y solo de subordinarse a las labores de producción, siempre y cuando el análisis de estas demuestre que son muy importantes, en cuyo caso se programará la fecha en que se debe intervenir, la cual deberá ser invariablemente respetada.

En algunas empresas es muy común que por respetar sus programas de construcción o ampliación hacen a un lado las labores del mantenimiento y hasta en muchas ocasiones emplean este personal para construir o ampliar, no tardando en dejarse sentir los efectos de esta política equivocada.

Si se ha considerado que es necesario efectuar determinados trabajos de mantenimiento, hay que hacerlos a toda costa, pues estos tienen prioridad, ya que van a proporcionar a la maquinaria de elaboración del producto, el grado de confiabilidad necesaria.

La división del mantenimiento se demuestra en el siguiente cuadro sinóptico.



MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.



Mantenimiento productivo total (TPM) combina la práctica del mantenimiento preventivo con el control total de calidad y la participación del personal. El resultado de calidad en un sistema innovador para el mantenimiento de los equipos que optimiza la efectividad, eliminando los pasos, y promueve el mantenimiento autónomo por parte de los operadores a través de las actividades del día.

¿QUÉ ES EL TPM?

TPM. Es una filosofía a nivel de compañía de administración en el equipo, soportados por varias estrategias de desarrollo entrelazadas entre si, para maximizar la “Efectividad global del equipo” y eliminar las perdidas relacionadas con el mismo.

TPM. Busca una relación efectiva entre la gente y el equipo.

TPM. Es interfuncional, involucra diferentes departamentos.

Las actividades del TPM son llevadas a cabo por un pequeño grupo de personas trabajando en equipo.

CONDICIONES INDESEABLES EN EL EQUIPO SE TRANSFORMAN EN:

- ♦ Parciales en la disponibilidad, eficiencia y calidad. Del producto debido al determinado aclarado.
- ♦ Condiciones al equipo inferior al óptimo.
- ♦ Aumentos de paros.
- ♦ Repetición de fallas.
- ♦ Problemas de calidad.
- ♦ Actividad de tolerancia.
- ♦ Áreas de trabajo sucio y desorganizado.
- ♦ Equipo complicado.
- ♦ Baja moral del personal y conflictos departamentos.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TPM

La palabra total tiene 3 diferentes significados, los cuales describen las principales características del TPM.

1. La efectividad total indica que el TPM busca la eficiencia económica o rentabilidad.
2. Sistema de mantenimiento “TOTAL” incluye:
 - a) Prevención del mantenimiento (PM).
 - b) Prevención del mantenimiento correctivo (PMC).
 - c) Prevención del mantenimiento preventivo (PMP).

Participación total de todo el personal, incluyendo el mantenimiento autónomo realizado por las actividades de grupos autónomos y operadores.

METAS DEL TPM.

- ♦ Cero demora no planeada.
- ♦ Cero perdidas por baja velocidad.
- ♦ Cero defectos.
- ♦ Cero accidentes.
- ♦ Mínimo costo del ciclo de vida del equipo.



LOS 12 PASOS PARA EL DESARROLLO DEL TPM

1. Administración de la implantación por la alta gerencia.
2. Lanzamiento de la campaña, educación del TPM.
3. Creación y organización que promueve el TPM.
4. Establecer la política y objetivo básico del TPM.
5. Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM.
6. Dar el silbatazo inicial.
7. Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.
8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.
9. Desarrollar el plan de mantenimiento programado que realice el departamento de mantenimiento.
10. Dar entrenamiento para mejorar las habilidades del personal de mantenimiento y de operación.
11. Desarrollar un programa inicial para la adquisición de maquinaria nueva.
12. Implementación perfecta y alcanzar niveles de eficiencia TPM.

EFFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPO.

Las condiciones iniciales son:

- ♦ Disponibilidad 90 %.
- ♦ Efectividad de velocidad 95 %.
- ♦ Taza de calidad 99 %.

Entonces la efectividad global del equipo debe ser:

$$(0.9) (0.95) (100) > 85.5 \%$$

Toda máquina que exista en producción y se mueva, cuando menos tiene un reductor, exceptuando las bombas y algunos compresores.

Las máquinas giran a la velocidad del diseño para producir el 100 % y son movidas por motores eléctricos de C.A. En un 98 % quedando la diferencia para máquinas especializadas que utilizan motores de C.C.

REDUCTORES. El elemento más caro de la transmisión es el reductor y esta formado por juegos iguales de engranes que varían únicamente por el número de dientes (motriz e inducido). El motriz es el de menor número de dientes.

Desde el punto de vista del mantenimiento, nos interesa saber el número de litros de aceite que lleva cada reductor, el aceite dentro del reductor tiene el nivel que todos los engranes deben de bañarse en el aceite. Entre más trenes tiene un reductor tiene mayor capacidad de reducción.

Todo reductor tiene un lado de entrada de movimiento y un lado de salida de movimiento, físicamente la flecha de entrada es más delgada que la flecha de salida.

En todo tipo de industria siempre se requiere de equipos, cuya función es variar las r.p.m. de entrada, que por lo general son mayores de 1200, entregando a la salida un menor número de r.p.m., sin sacrificar de manera notoria la potencia. Esto se logra por medio de los reductores y motoredutores de velocidad. Esta es una guía práctica de selección del reductor adecuado.

REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES



Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motorreductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor. Normalmente los motores empleados responden a la clase de protección IP-44 (Según DIN 40050). Bajo pedido se puede mejorar la clase de protección en los motores y unidades de reducción.

GUIA PARA LA ELECCION DEL TAMAÑO DE UN REDUCTOR O MOTORREDUCTOR

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

Características de operación

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción (I).

Características del trabajo a realizar

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

Condiciones del ambiente



- Humedad
- Temperatura

Ejecución del equipo

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

POTENCIA DE SELECCIÓN (Pn)

Es difícil encontrar en la práctica, que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales, por tanto, la potencia requerida por la máquina accionada, debe multiplicarse por un factor de servicio F_s , factor que tiene en cuenta las características específicas del trabajo a realizar y el resultado, llamado Potencia de selección, es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor en las tablas de selección.

Potencia de selección (P_n)= Potencia requerida (P_r) X F_s .

En algunos casos los reductores se determinan no por la potencia sino por los torques de selección. El torque y la potencia están relacionados mediante la siguiente función:

$$716.2 \times P_n \text{ (HP)}$$

$$T_n \text{ (Kg-m)} = \text{-----}$$

Para las tablas de selección:

P_n = HP de salida y T_n = Torque

P_n está dada por $P_n = \text{HP entrada} \times n$, donde n , = Eficiencia del reductor.

Para condiciones especiales como altas frecuencias de arranque- parada o de inversiones de marcha en el motor, alta humedad o temperatura ambiente y construcciones o aplicaciones especiales es conveniente consultar con el Departamento Técnico.

TABAL No. 1 FACTORE S DE SERVICIO

TIPO DE MOTOR QUE ACCIONA EL REDUCTOR	HORAS/ DIA	TIPO DE CARGA		
		UNIFORME	MEDIA	CON CHOQUES
MOTOR ELECTRICO ENTRADA CONSTANTE)	2	0.9	1.1	1.5
	10	1.0	1.25	1.75
	24	1.25	1.50	2.00
MOTOR DE	2	1.0	1.35	1.75



COMBUSTION DE VARIO SCILINDROS	10	1.25	1.50	2.00
MEDIANAMENTE IMPULSIVA	24	1.50	1.75	2.50

INSTALACION

Para un buen funcionamiento de las unidades de reducción es indispensable tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las unidades deben montarse sobre bases firmes para eliminar vibraciones y desalineamientos en los ejes.

Si la transmisión de la unidad a la máquina es por acople directo entre ejes, es indispensable garantizar una perfecta alineación y centrado. Si la transmisión se hace por cadenas o correas, la tensión dada a estos elementos debe ser recomendada por el fabricante, previas una alineación entre los piñones o poleas.

Las unidades de acoplamiento deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para no dañar los rodamientos y lo más cercanas a la carcaza para evitar cargas de flexión sobre los ejes.

Antes de poner en marcha los Motorreductores, es necesario verificar que la conexión del motor sea la adecuada para la tensión de la red eléctrica.

MANTENIMIENTO:

Los engranajes y los rodamientos están lubricados por inmersión o salpique del aceite alojado en la carcaza. Se debe revisar el nivel del aceite antes de poner en marcha la unidad de reducción.

En la carcaza se encuentran los tapones de llenado, nivel y drenaje de aceite. El de llenado posee un orificio de ventilación el cual debe permanecer limpio.

Los reductores tienen una placa de identificación, en la cual se describe el tipo de lubricante a utilizar en condiciones normales de trabajo.

REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES TIPO SINFIN-CORONA (EJES A 90°)

Los reductores RS o Motorreductores MRS están contruidos en forma universal conformados por un tren de reducción tipo Sinfín-Corona, el cual se aloja dentro de un cuerpo central (carcaza) y dos tapas laterales.



POTENCIAS Y TORQUES

Estos equipos se ofrecen para potencias desde 1/3 de HP hasta 70 HP con torques de salida que van desde 0.9 Kg-m hasta 1500 Kg-m.

RELACIONES DE VELOCIDAD

Las relaciones de velocidad se obtienen con las siguientes reducciones:

- SIMPLE: Comprenden desde 6.75:1 hasta 70:1
- DOBLE: Desde 100:1 hasta 5000:1. Estas relaciones se logran con doble Sinfín- Corona o Sinfín-Corona piñones helicoidales.

FORMAS CONSTRUCTIVAS

Para lograr las formas constructivas A, V, y N basta con sacar los tornillos de fijación de las tapas laterales y girarlas en la posición deseada. La obtención de la forma constructiva F se consigue sustituyendo las tapas laterales por tapas de la serie "Brida".

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA MOTORREDUCTORES

SINFÍN-CORONA

La carcasa y las tapas del Reductor son de fundición de hierro de grano fino, distencionadas y normalizadas.

El sinfín fabrica de acero aleado, cementado y rectificado, y está apoyado con dos (2) rodamientos cónicos y uno (1) de rodillos cilíndricos.

La corona se fabrica de bronce de bajo coeficiente de fricción está embutida atornillada a un núcleo de fundición de hierro. La corona está generada con fresas especiales que garantizan exactitud en el engranaje.

El eje de salida es fabricado en acero al carbono, resistente a la torsión y trabaja apoyado en dos (2) rodamientos de bolas.

La refrigeración del equipo se realiza por radiación. La temperatura externa no puede sobrepasar los 70 grados centígrados.

INSTALACION Y ACOPLAMIENTO

Los aditamentos deben montarse cuidadosamente sobre los ejes para evitar daños en los cojinetes (no deben golpearse al entrar en los ejes). El reductor debe mantenerse rígidamente sobre las bases para evitar vibraciones que puedan afectar la alineación de los ejes.

LUBRICACION



El reductor lleva tapones de llenado y ventilación, nivel y vaciado.

En la placa de identificación del reductor se encuentra el tipo de aceite apropiado. MOBIL GEAR 629.

El aceite a usar debe tener las siguientes características:

- Gravedad Específica 0.903
- Viscosidad SSU A 100 grados F 710/790
- Viscosidad CST A 40 grados C 135/150
- Clasificación ISO V G 150

El aceite a usar debe contener aditivos de extrema presión del tipo azufre-fósforo, los cuales le dan características antidesgaste de reducción a la fricción, disminuyendo así la elevación de temperatura en los engranajes. Adicionalmente aditivos contra la formación de herrumbre y la corrosión, así como agentes especiales para aumentar la estabilidad a la oxidación y resistencia a la formación de espuma.

Bajo condiciones extremas de temperatura o humedad deben emplearse aceites adecuados.

RODAJE INICIAL

Los reductores se suministran sin aceite y deben llenarse hasta el nivel indicado antes de ponerlos en marcha.

Todos los reductores se someten a un corto período de prueba antes de enviarse al cliente, pero son necesarias varias horas de funcionamiento a plena carga antes de que el reductor alcance su máxima eficiencia. Si las condiciones lo permiten, para tener una mayor vida de la unidad, debe incrementarse la carga progresivamente hasta alcanzar la máxima, después de unas 30 a 50 horas de trabajo.

La temperatura en los momentos iniciales de funcionamiento es mayor de la normal hasta lograr el ajuste interno adecuado.

MANTENIMIENTO

El nivel del aceite debe comprobarse regularmente, mínimo una vez al mes; el agujero de ventilación debe mantenerse siempre limpio.

En el reductor nuevo después de las 200 horas iniciales de funcionamiento debe cambiarse el aceite realizando un lavado con ACPM; los posteriores cambios se harán entre las 1500 y 2000 horas de trabajo.

ALMACENAMIENTO

Para almacenamiento indefinido debe llenarse totalmente de aceite la unidad, garantizándose la completa inmersión de todas las partes internas.



AJUSTES Y TOLERANCIAS

Todas las máquinas, desde la mas complicada consta de un gran número de piezas, a la más sencilla formada solo por dos piezas, están siempre compuestas de pieza mecánicas, unidas entre sí, de modo que es posible el movimiento de una pieza con respecto a la que esta unida (ajuste móvil), o bien que sea imposible dicho movimiento (ajuste fijo).

Entre los diferentes tipos de ajuste con que puede unirse dos piezas, el más sencillo y el mas extendido es el **eje – agujero**, en el que un eje cilíndrico se ajusta a u agujero también cilíndrico. Los ejes siempre se designan con letra minúscula y los agujeros con letra mayúscula.

TOLERANCIA

Es la inexactitud admisible de fabricación y la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo concedido para una determinada dimensión.

$T = \text{Tolerancia}$ $D_{MAX} = \text{Diámetro máximo}$ $D = \text{Diámetro mínimo}$

HOLGURA

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando el primero es mayor que el segundo.

INTERFERENCIA U HOLGURA NEGATIVA

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje, cuando al ensamblar dos piezas el diámetro del agujero es menor que el del eje.

TOLERANCIA UNILATERAL Y BILATERAL

Cuando la total tolerancia referida al diámetro básico es en una sola dirección de la línea cero, se llama unilateral.

Ejemplo: Diámetro igual $100 - 0.050$ o $100 + 0.050$

Es bilateral cuando es dividida en partes mas o menos de la línea cero.

Ejemplo: 100 ± 0.0025

AJUSTE AGUJERO UNICO: Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los ejes se tornearan mayores o menores que el agujero para obtener la holgura o el apriete deseado.

EJE UNICO: Este es común para todos los ajustes de igual calidad. Los agujeros se tornearan mayores o menores que el eje para obtener la holgura o apriete deseado.

Temperatura de referencia 20 C.



CALIDAD DE LA FABRICACION

La fabricación es tanto más exacta cuanto más pequeña es la tolerancia relativa. Al planearse una fabricación, lo primero, pues que ha de hacerse es determinar **la calidad de la fabricación**, o sea, la amplitud de las tolerancias de las piezas que se han de ajustar entre sí, basándose en la función específica de cada acoplamiento.

Es evidente que para una buena y racional organización de la producción, la selección de las calidades posibles de fabricación, o sea, la amplitud de las tolerancias, no puede ser arbitraria, sino contenida en unas normas precisas y adoptadas por toda la industria mecánica, constituyendo un **SISTEMA DE TOLERANCIAS**. El sistema **ISA** distingue **16** diferentes calidades de fabricación, indicadas con los símbolos **IT1, IT2, IT3**, etc., que corresponden escalonadamente desde las calidades más finas hasta las más bastas.

Para la fabricación mecánica de piezas acopladas solo se usan las calidades del 5 al 11; los números del 1 al 4 se reservan para fabricaciones especiales de altísima precisión (calibres mármol de comprobación, etc.); los números del 12 al 16, en cambio solo se usan para la fabricación basta de piezas sueltas.

A continuación se anexan las tablas de tolerancias para las diferentes calidades de Fabricación.

4.2 INSPECCIÓN, SU USO Y VENTAJAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tiene por objeto disminuir el costo de mantenimiento, así como reducir el tiempo de paro en la producción por medio de inspecciones, arreglos y reparaciones controladas, para asegurar un continuo funcionamiento en la maquinaria.

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- ♦ Menos paros en la producción, lo que trae consigo un ahorro y un beneficio a los consumidores.
- ♦ Es menor el costo de mano de obra por tiempo extra cuando se hacen reparaciones o ajustes ordinarios que cuando se reparan las descomposturas.
- ♦ Menos devoluciones en el producto y menos pérdidas debido al buen ajuste del equipo (mejor calidad del producto).
- ♦ Las inversiones se pueden eliminar y posponer si son debidas a sustitución prematura de maquinaria o equipo debido a que está mejor conservado.
- ♦ Es necesario menos equipo de reserva de manera que se reduce la inversión de capital.
- ♦ Reducción de los costos de mantenimiento de mano de obra y materiales.
- ♦ Fácil identificación del equipo que tenga altos costos de mantenimiento, lo que lleva a la investigación y corrección de las causas tales como:
 - ✓ Uso equivocado de la maquinaria (mala aplicación y exceso de capacidad).
 - ✓ Abusos por parte del operador (mal capacitado).
 - ✓ Obsolescencia.
- ♦ Mejor control de inventarios de accesorios y refacciones, lo que lleva a tener un óptimo control.
- ♦ Mayor control del trabajo al tener un mantenimiento programado.
- ♦ Mejores relaciones industriales, debido a que los trabajadores de producción no sufren por paros de la planta involuntarios o que pierdan el premio de producción debido a las composturas.



- ♦ Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta, por consiguiente tendrán mejores compensaciones y gastos por seguros.
- ♦ Mejor costo por unidad producida

4.3 COMO AFECTA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ADMINISTRACIÓN DE DICHO DEPARTAMENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencias de una falla han dejado de prestar la calidad del servicio para la cual fueron diseñados.

Ventajas del mantenimiento correctivo.

Actualmente es el tipo de mantenimiento más utilizado, ya que existe la creencia de que en la mayoría de los casos rinde un costo menor. Debido a que los equipos y sus piezas se hacen trabajar al máximo de vida ya que no se considera el aumento en el costo directo que surge a raíz de este tipo de mantenimiento.

Desventajas del mantenimiento correctivo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento permite que la maquinaria se desajuste, afectando la calidad del producto y que disminuya la vida útil del equipo. El mantenimiento correctivo es necesario en toda empresa ya que determina el tipo de mantenimiento a usar, o mejor dicho la cantidad de mantenimiento correctivo y preventivo a usar:

Las fábricas modernas son aquellas que tienen la tendencia a trabajar a un siendo de proceso continuo 330 días al año y los restantes 35 días se utilizan de la siguiente manera: 30 días para mantenimiento en reparaciones menores y mayores y 5 días para festividades y día del sindicato o de la empresa.

Esto hace pensar que el enemigo de una fábrica es el mantenimiento correctivo y lo correcto es que el 5% del personal y tiempo se dedique a mantenimiento correctivo.

- ♦ El tipo de proceso.
- ♦ El equipo empleado.
- ♦ Tamaño de la empresa.
- ♦ Políticas de la empresa.

Dos ejemplos clásicos serían: la industria azucarera y el transporte aéreo; en el caso de la industria azucarera el tipo de mantenimiento es preponderadamente correctivo, ya que se trabaja solamente una parte del año y un paro durante este periodo con el objetivo de inspeccionar la maquinaria podría ocasionar grandes pérdidas de tiempo y de dinero. En el caso del transporte aéreo el tipo de mantenimiento es preponderadamente preventivo ya que una falla puede costar la vida de los usuarios. Esta es la política que determina el tipo de mantenimiento en este caso.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Es una técnica que permite prever las fallas y la reparación o el reemplazo justamente antes de que se produzca la falla.



El objetivo principal es establecer un sistema práctico que permita definir con precisión las condiciones del equipo mecánico. Diagnosticando con razonable anticipación las posibles fallas que en otras forma se podrían presentar repentinas y ocasionar daños mayores al equipo lográndose como resultado inmediato un aumento a la confiabilidad de operación del mismo.

Ventajas del mantenimiento predictivo

- Advierte la descompostura antes de que esta ocurra.
- Mide el alcance de una condición que este por debajo de la estándar.
- Localiza la causa.
- Puede ser portátil o fijo.
- Instantáneo o continuo.
- Puede ser que no requiera que se pare la máquina.
- Se aplica el equipo existente y a las pruebas de aceptación del equipo nuevo.

Tipos de instrumentos que se usan en el mantenimiento predictivo.

Durante décadas, las gerencias de mantenimiento siguieron el método de “escuchar, mirar y tocar” para predecir los desperfectos mecánicos. Hay una amplia gama de instrumentos de diagnósticos que se pueden usar en el mantenimiento predictivo.

En todos los casos, estas técnicas analíticas son una extensión de los sentidos humanos; amplifican las características físicas que normalmente no se detectan de manera que se puedan evitar problemas inminentes de calidad o descomposturas de equipo que tal vez puedan conducir a daños importantes para la máquina, como aumentos de costos o retrasos.

La mayoría de las técnicas se basan en los sentidos humanos y las principales son:

- Técnicas visuales.
- Técnicas ultrasónicas.
- Técnicas de temperatura.
- Técnicas de vibración.
- Técnicas electromagnéticas.
- Técnicas de radiación.

MANTENIMIENTO PERIODICO

Considera que la probabilidad de cambios en las características físicas de los componentes de una maquinaria en particular, se incrementa a partir de cierto número de horas de trabajo y deberá cambiar determinadas piezas sin importar su estado, inspeccionar otras y proceder conforme al análisis de ella, limpiar, lubricar, etc. Un ejemplo muy característico de este tipo de mantenimiento es el dado a los aviones que son “detenidos en tierra” después de ciertas “horas de vuelo” y desarmamos haciendo cambios de partes aun cuando esta se encuentran sin falla.

MANTENIMIENTO PROGRESIVO

El objetivo de este mantenimiento es el realizar trabajos al equipo en forma racional y progresista bajo un programa que aproveche el tiempo en que este no está prestando servicios, ya que generalmente los tiempos ociosos no son tan grandes que permitan desarrollar todas las labores necesarias de una sola vez.

MANTENIMIENTO ANALÍTICO



Los trabajos a efectuar se derivan del análisis de la estadística de fallas, de las recomendaciones del fabricante del equipo de las condiciones del lugar donde este instalado, de la calidad de instalación, de la calidad de mano de obra, de operación, etc. No se interviene el equipo periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis indique la necesidad de efectuar labores de mantenimiento para prevenir las fallas que reduzcan la calidad del servicio.

MANTENIMIENTO SINTOMÁTICO

Labores enfocadas al arreglo de fallas detectadas por medio de estudio de los síntomas observados en el funcionamiento de un equipo (ruidos, temperaturas anormales, lecturas de medidores, resquebrajaduras, escape de fluidos, consumo anormal, etc.).

MANTENIMIENTO CONTINUO

Labores ejecutadas en forma muy frecuente y estable al equipo siendo estas necesarias o no; se basa en el concepto de que mientras mejor atendida este la máquina, su funcionamiento será óptimo.

MANTENIMIENTO MIXTO.

Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier tipo, pero al mismo tiempo.

MANTENIMIENTO DIRIGIDO

Este sistema se diseña después de realizar estudios (históricos y actuales) minuciosos y exhaustivos para cada equipo o máquina. Una orden de trabajo específica en la cual se determina las labores de mantenimiento que esta necesita tomando en consideración un principio que es el de “tocar” con la mente antes que con las manos.

El mantenimiento dirigido es una suma racional de las actividades o labores ventajosas que se desarrollan en los demás tipos de mantenimiento preventivo y dirigido exclusivamente a las necesidades del equipo visto en una forma individual.

INSPECCIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA

Una de la tareas más comunes que se tienen en cualquier nivel de administración es la de verificar que los trabajos se estén llevando a cabo según lo esperado; esto implica vigilar y examinar la actuación y resultados de la labor de nuestros subalternos. En otras palabras, estar inspeccionando frecuentemente es la tarea diaria de cualquier nivel de jefatura; pero la inspección como función de apoyo o de staff, probablemente es una de las labores menos utilizadas en nuestro medio.

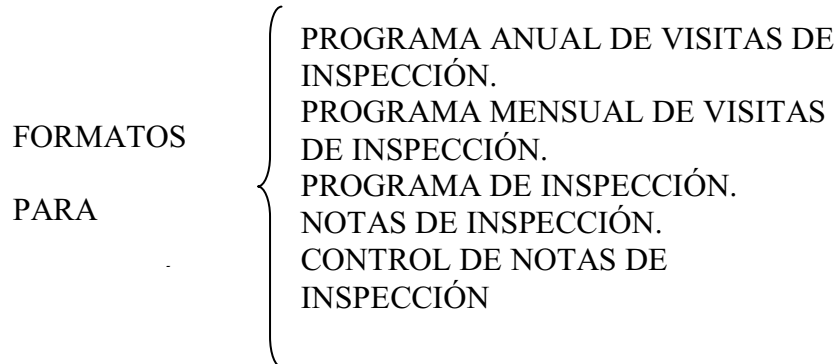
La inspección puede estar atendida por una o más personas, dependiendo del tamaño del departamento de conservación al cual pertenece y la importancia de las diferentes técnicas que deben inspeccionarse. Prácticamente esta entidad funciona como un staff técnico de apoyo al jefe o gerente de conservación.

La preparación de los inspectores debe incluir un conocimiento profundo de la técnica que van a inspeccionar, así como de los diferentes procedimientos técnicos y de administración que hoy se utilizan. Pues su verdadera labor es la de verificar el buen funcionamiento del personal, ya



que las fallas en los recursos físicos (máquinas, instalaciones y construcciones) deben de ser arregladas tanto por el personal de producción (fallas insipientes) como por el de conservación.

Los formatos o machotes que se utilizan en la inspección son los siguientes:



4.4 PRINCIPIO DE

PARETO Y SU APLICACIÓN AL MANTENIMIENTO

Bibliografía

Vilfredo Pareto nació en París en 1848 y murió en Celligng (Suiza) en 1893, de padres italianos, regresa a la península donde obtuvo un doctorado en economía y llega a dirigir fábricas de hierro. Pareto descubrió un principio social que dice que en todo grupo humano “pocos deciden la suerte de muchos” y también enunciado como “pocos vitales, muchos triviales”.

Diagrama de Pareto.

Para aplicar el diagrama de Pareto en control de calidad es necesario graficar la frecuencia de los defectos de producción en una gráfica de barras que vaya de mayor a menor, la acumulación de estos errores se representan por una gráfica lineal sobre las barras. De esta manera se puede averiguar cual de los artículos o procesos es el factor más influyente y su grado de repercusión en los resultados finales.

Gráfica de Pareto.

Esta gráfica se elabora para visualizar la importancia relativa de los problemas a resolver con el objeto de atacarlos, controlar las distintas soluciones e identificar la causa básica de determinado problema de alta prioridad.

Consiste en una gráfica de barras verticales que indica que problema debe resolverse primero y el orden en que debe prestarse atención a los demás. No todos los departamentos influyen, solo algunos.

Uso del diagrama de Pareto.

La función específica de esta gráfica es determinar cual es el defecto que causa mayor problema. Si hay muchos defectos solo unos cuantos son influyentes.



Trazo del diagrama de Pareto

- 1) Determinar que artículos o temas causantes de error van a ser gráficos.
- 2) Obtener datos para un periodo determinado.
- 3) Tomar datos de la frecuencia en que ocurren cada artículo o tomar en relación al total de artículos o temas.
- 4) Tomar el porcentaje de las frecuencias en que ocurren los datos.
- 5) Dibujar el eje horizontal y el vertical en la hoja para gráficos. Se gradúa el eje vertical y se colocan los artículos o temas en el horizontal en una secuencia de mayor a menor.
- 6) Dibujar una gráfica de barras.
- 7) Dibujar una gráfica lineal que represente la acumulación de los artículos o temas.
- 8) Anotar el periodo para el cual fueron tomados los datos, el nombre de la persona o grupo de personas que los recopiló y el propósito.

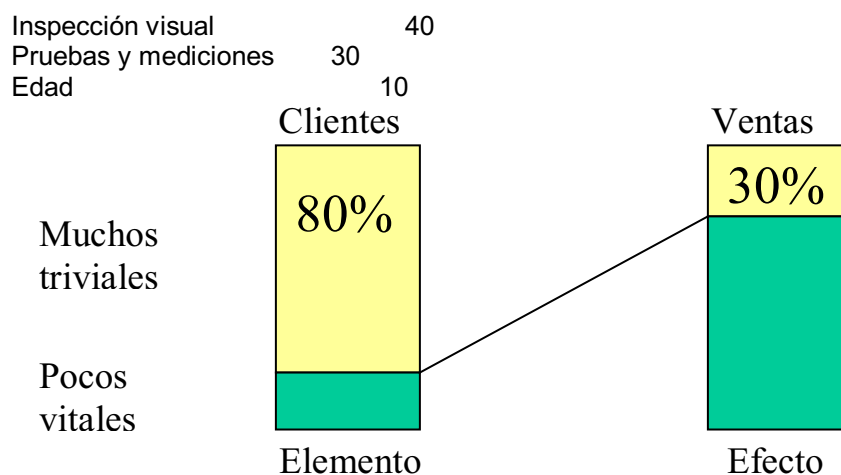
Índice de confiabilidad

Los sistemas de producción continua de alta velocidad de hoy demandan gran confiabilidad en las piezas críticas del equipo que se encuentran en todas las industrias manufactureras y de servicios automatizados y semiautomatizados. Estas partidas críticas pueden ser piezas individuales de equipo o combinaciones de piezas que forman un sistema de proceso.

El índice de confiabilidad es una cifra relativa obtenida para representar la confiabilidad o seguridad de una pieza particular del equipo. Este índice debe determinarse para cada pieza del equipo crítico en un sistema de proceso.

Determinación del índice de confiabilidad.

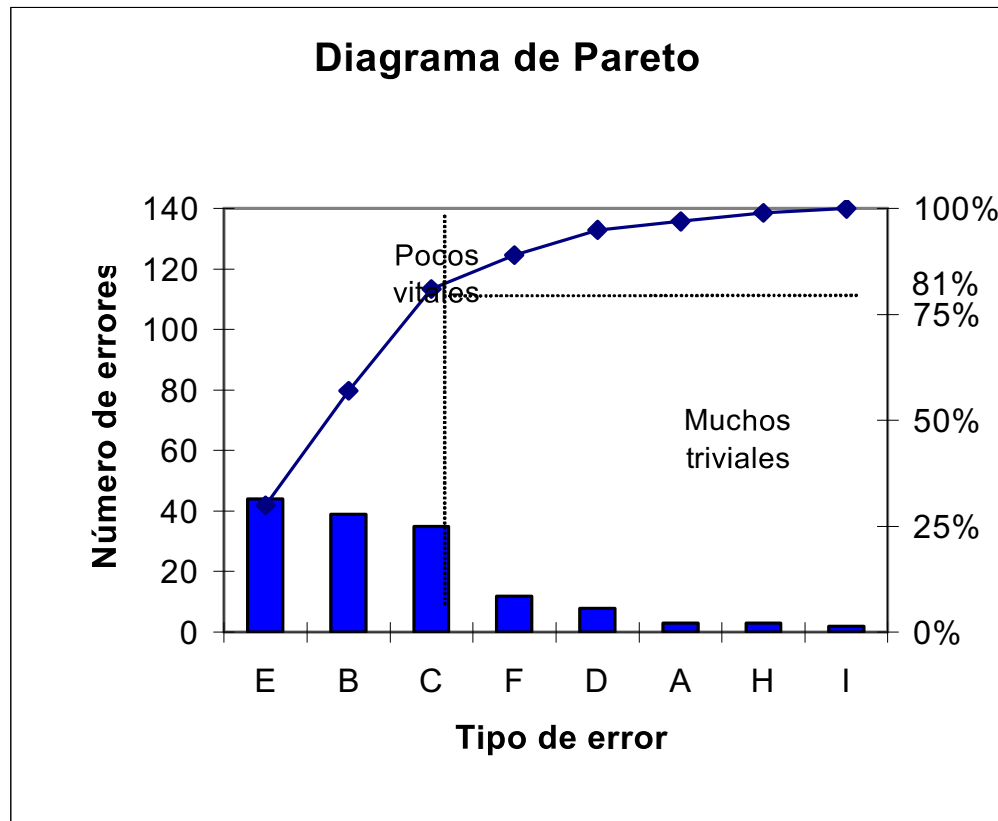
Hay cinco factores básicos que pueden considerarse al determinar la confiabilidad de cualquier pieza de equipo. Un molde de confiabilidad perfecto de 100 debería consistir en:





Representación

	Tipo de error	Número errores	% del total	% acum. total
E		44	30%	30%
B		39	27%	57%
C		35	24%	81%
F		12	8%	89%
D	hhhhhhh	8	6%	95%
A		3	2%	97%
H		3	2%	99%
I		2	1%	100%
		146	100%	



4.5 COSTOS MÍNIMOS DE CONSERVACIÓN QUE INCLUYEN AL MANTENIMIENTO TOTAL A LOS EQUIPOS CON SU LUBRICACIÓN CORRESPONDIENTE

Dada la relación tan estrecha entre los conceptos del servicio, calidad de servicio y mantenimiento, es necesario definir cada uno estableciendo las relaciones entre ellos.

El servicio calificado como la utilidad que presta una cosa o las acciones de una persona (física o moral), para lograr la satisfacción directa o indirecta de una necesidad, es algo subjetivo, pues se determina por el concepto que una persona tiene de lo que debe obtener de otra, en retribución del pago que de alguna forma efectúa.

La calidad del servicio es el grado de satisfacción que se logra dar a una necesidad mediante la prestación de un servicio, e implica la presencia de dos personas o entidades diferentes, el que recibe el servicio y el que lo proporciona. La calidad de servicio podrá ser evaluada y siempre estará en relación directa con las expectativas del receptor del mismo.

El mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que presta la máquina, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas. El concebir una máquina como un medio y no como un fin, permitirá orientar adecuadamente los trabajos de



mantenimiento que sobre ella se realicen tendientes a la conservación del servicio y a la entera satisfacción en la línea de producción. Un aparato o dispositivo es creado de tal forma que proporciona un servicio con la calidad suficiente para dar satisfacción a una necesidad.

Cuando las expectativas en cuanto al servicio cambian (por la evolución de la tecnología, variación de mercados, etc.), el mantenimiento deberá adecuarse a ello. Tomando en consideración que es el servicio el que se mantiene y las máquinas las que se arreglan. La correcta corrección de la relación entre necesidad, máquina, servicio y mantenimiento. Logrará orientar a ese último de tal forma que en lugar de convertirse en pérdidas para una empresa, sea un camino más para lograr sus objetivos.

Existe un costo total del servicio el cual es el resultado de:

- i) Costo inicial del equipo considerando su depreciación.
- j) Costo de mantenimiento considerando un incremento.
- k) Costo de las fallas de servicio.

INTRODUCCION

En selección de personal las personas no se fabrican: vienen hechas. Nuestra tarea es comprender tanto necesidades como posibilidades, para orientar al cliente sobre la mejor forma posible de dar solución a su pedido.

El diseño compartido del PERFIL, que muchas veces debe ser precedido por el diseño compartido del PUESTO, es el comienzo de una ardua tarea en la cual lo deseado debe conjugarse con lo posible. Hacer selección de personal es una tarea artesanal donde asistimos a otros en la delicada tarea de saber con quienes compartirán sus jornadas de trabajo y, en última instancia, construirán el edificio social de la empresa.

El aporte del psicólogo a la tarea de la selección de personal consiste en ampliar la visión acerca de los recursos que las personas pueden aportar en el desempeño de una función determinada y en un contexto específico.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

TPM cuyas siglas en ingles significan *Total Productive Maintenance*, este método fue introducido al país en 1990. El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

El TPM ha sido asimilado en el seno de la cultura corporativa de empresas en Estados unidos, Europa, Asia y América Latina.

En el mundo de hoy para una empresa poder sobrevivir debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

Brindar un Producto de optima conformidad: recordemos que ahora en al argot de las normas ISO ya no se habla de calidad sino de conformidad



Tener costos competitivos: una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta .

Realizar las entregas a tiempo: aquí se aplican los conceptos del JIT, Just in Time o el justo a tiempo.

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos y cada uno enfocaba su atención en una o más de las llamadas “5 M”:

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima
4. Métodos.
5. Máquinas

Sin embargo el occidente nunca se concentro en la ultima de las cinco “M”, las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcancen el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las “5 M” y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las perdidas, así nace el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total.

Misión del TPM

La misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico CRECIENTE en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas como se ilustra en la figura 1.

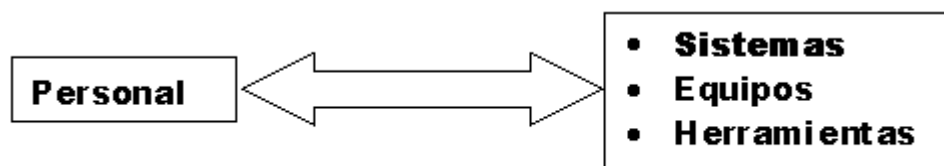


Figura 1, Interacción del hombre con los equipos, máquinas y herramientas

Objetivo del TPM

“Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la eliminación de sus perdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias”.

Definición del TPM

Es un sistema que garantiza la efectividad de los *sistemas productivos* (5 M) cuya meta es tener *cero perdidas* a nivel de todos los *departamentos* con la participación de todo el personal en *pequeños grupos*.



Definición de pérdidas

Perdida es todo aquello que puede ser mejorado, por ejemplo si tenemos una eficacia de un 92%, existe todavía un 8% de pérdida que puede ser mejorado, en otras palabras una pérdida es una oportunidad de optimizar el proceso.

Pequeños grupos

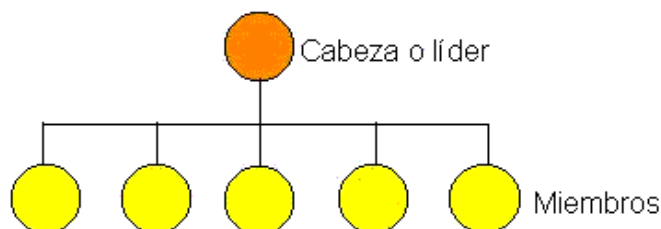


Figura 2, Estructura de un grupo

En este proceso la organización se organiza en pequeños grupos de 5 a 6 personas máximo donde existe un líder que es cabeza de un grupo y miembro del siguiente (ver figuras 2 y 3).

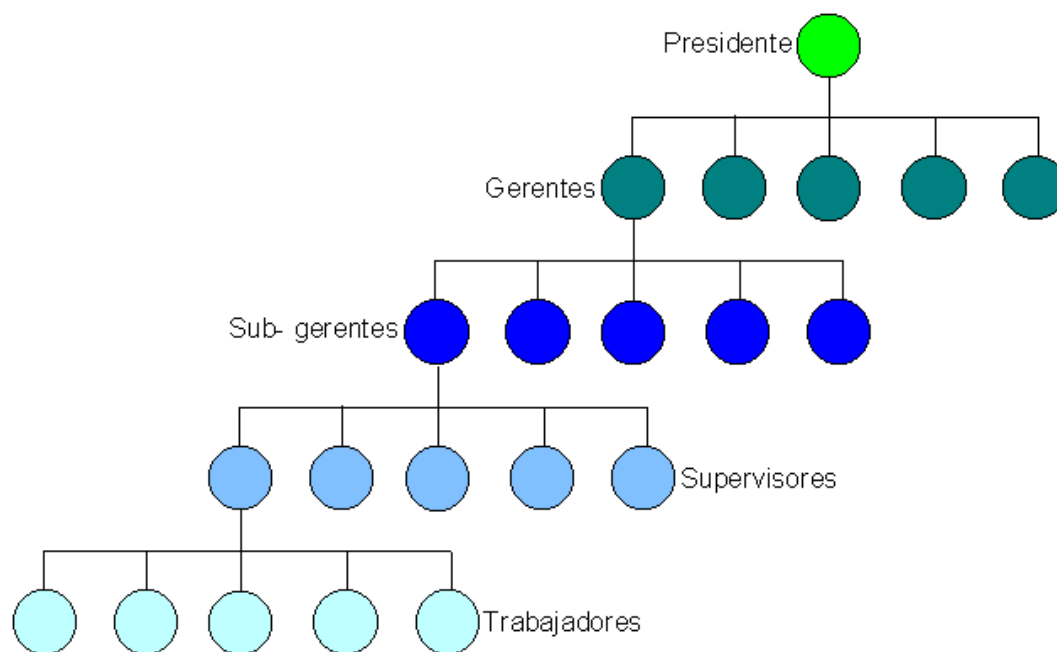


Figura 3, Distribución de los grupos dentro de la estructura piramidal de la organización

En la figura 3, se puede apreciar como toda la organización está involucrada en la aplicación del TPM, este tipo de distribución permite que la empresa trabaje de forma mas organizada y coordinada donde la información sube y baja a través de la estructura piramidal del organigrama de la empresa permitiendo una mejor evaluación y control del proceso.



Pilares del mantenimiento productivo total

Para tener una mejor perspectiva del significado del TPM hay que entender que este se sustenta en 8 pilares.

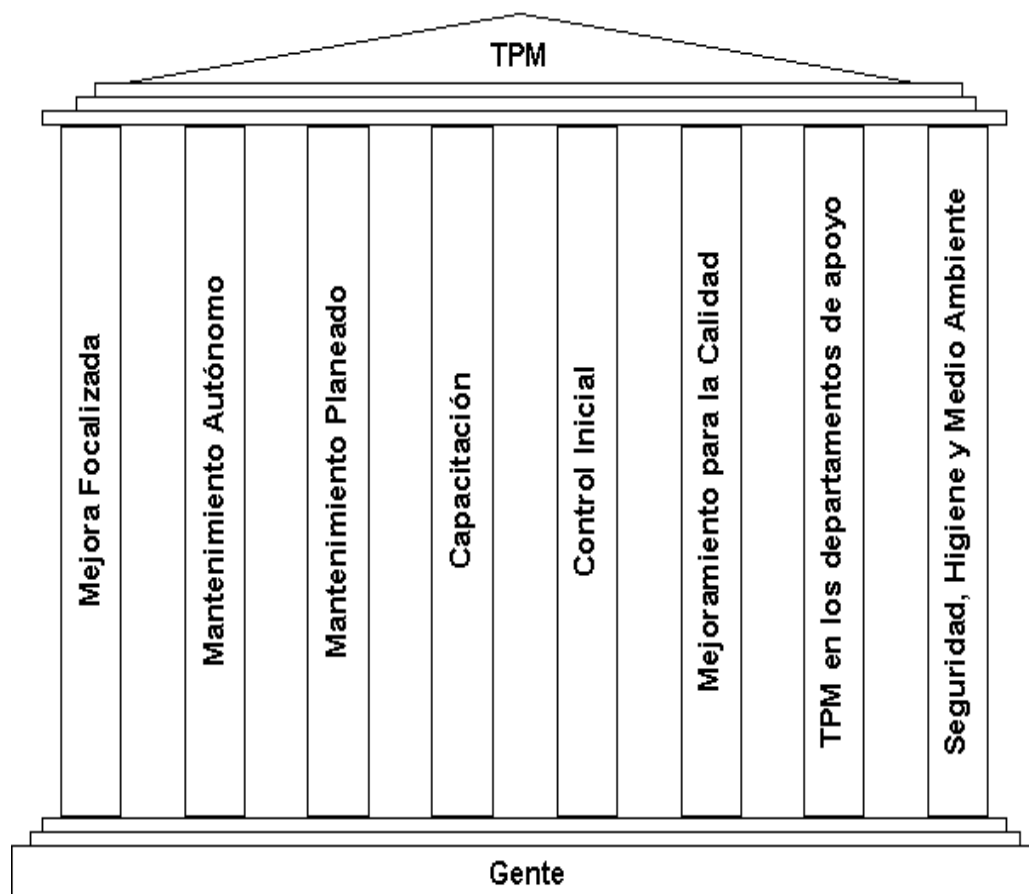


Figura 4, Pilares del TPM

Como muestra la figura, el TPM se sustenta sobre 8 pilares que a su vez se sustentan sobre la gente.

Mejora Focalizada

Objetivo: “Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo”

Las pérdidas pueden ser:

De los equipos:



- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Arranque

Recurso humano:

- Gerenciales
- Movimientos
- Arreglo/ acomodo
- Falta de sistemas automáticos
- Seguimientos y corrección

Proceso Productivo:

- De los recursos de producción
- De los tiempos de carga del equipo
- Paradas programadas

Por lo expuesto anteriormente se sabe que las pérdidas se pueden clasificar en pérdidas del equipo, recursos humanos y proceso productivo, subdividiéndose cada una en 8, 5 y 3 pérdidas respectivamente sumando las famosas 16 pérdidas que se busca eliminar en el TPM.

Ahora bien antes de pasar a otro punto es importante destacar algunas posibles causas de las pérdidas en los equipos, muchas veces ocurre que las máquinas y/ o equipos se deterioran por falta de un buen programa de mantenimiento o simplemente porque los encargados de observar y corregir estas fallas *aceptan* estas pérdidas; cuando debería ocurrir todo lo contrario los equipos deberían funcionar bien desde la primera vez y siempre.

Los costos de manufactura por lo general pueden distribuirse de la siguiente manera:

- ✓ 10% Mano de obra
- ✓ 30% Administración
- ✓ 60% Producción

Al ver esta distribución de costos resulta obvio el hecho de que al reducir las pérdidas en el área de producción se reducirán más de la mitad de las pérdidas.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Es el que comprende actividades tales como; Lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración, etc., su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los SP y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos SP evitando su desgaste.



MANTENIMIENTO PROGRAMADO:

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un SP a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento; corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo. Las acciones más comunes que se realizan son; modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de proceso, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación, etc. Este tipo de actividades es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento y/o por entes foráneos, dependiendo de la magnitud, costos, especialización necesaria, etc., su intervención tiene que ser planificada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas.

MANTENIMIENTO POR AVERIA O REPARACIÓN:

Se define como la atención a un SP cuando aparece una falla, su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada*. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento*. La atención a las fallas debe ser inmediata y .por tanto no da tiempo a ser "programada" pues implica un aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL:

Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre Rutinario, Programado, Avería y Correctivo ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior? se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función? y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo. La atención de los SP bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización de mantenimiento que tiene a dicho SP dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización del SP, los cuales sugieren aumento en capacidad de producción, cambios de procesos, disminución en ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo, etc.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

El estudio de fallas de un SP deriva dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los SP mediante mantenimiento correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que ameritan su prevención. El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos; para determinar la



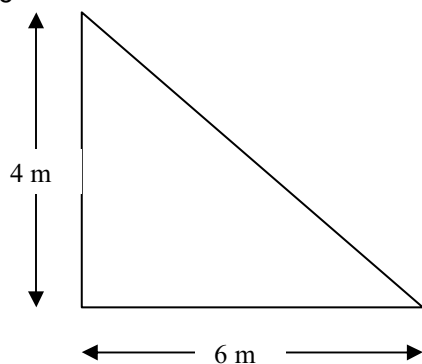
frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, etc.

Ejercicio

La altura de una casa es de 4m, se requiere una escalera para darle mantenimiento a un equipo.

a) ¿Cuántos escalones lleva la escalera de concreto?

b) ¿Cuántos metros de hueco lleva?



Datos

escalera:

Altura = 4m

Largo = 6m

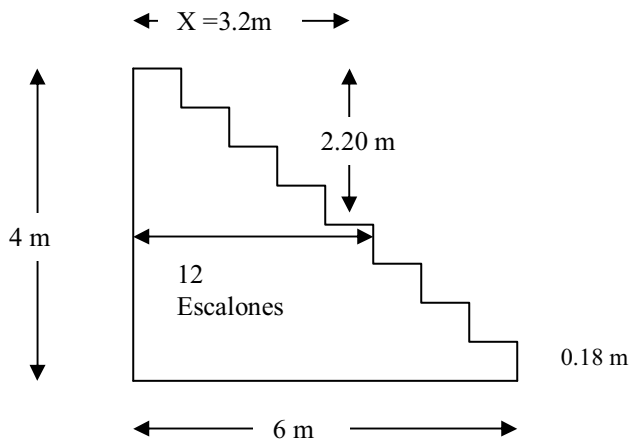
Datos escalón:

Altura = 0.18m

Huella = 0.275m

Para el hueco tiene que ser 2.20m

$$\frac{4}{0.18} = 22.22 \approx 22 \text{ Escalones}$$



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 33.46 &= \frac{2.20m}{x} \\ x &= \frac{2.20m}{\operatorname{tg} 33.46} = 3.32m \end{aligned}$$

$$\frac{3.32m}{0.275m} = 12 \text{ Escalones}$$

Ejercicio

¿Qué relación existe entre la proyección horizontal y la proyección vertical?

$$\frac{6m}{4m} = 1.5$$

Nota: La mínima relación debe de ser de 1.25 a 1.

Ejercicio

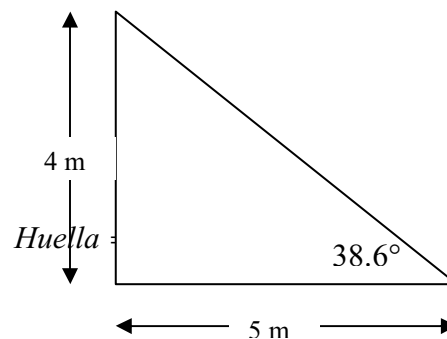
Se tienen los siguientes datos de una escalera.

- ¿Ancho del escalon?
- ¿Cuántos escalones son?

$$\angle = \operatorname{tg}^{-1} \frac{C.O}{C.A} = \frac{4}{5} = 38.6^\circ$$

Suponiendo una altura de 20 cm

$$\# \text{ Escalones} = \frac{4m}{0.20m} = 20 \text{ Escalones}$$



UNIDAD V

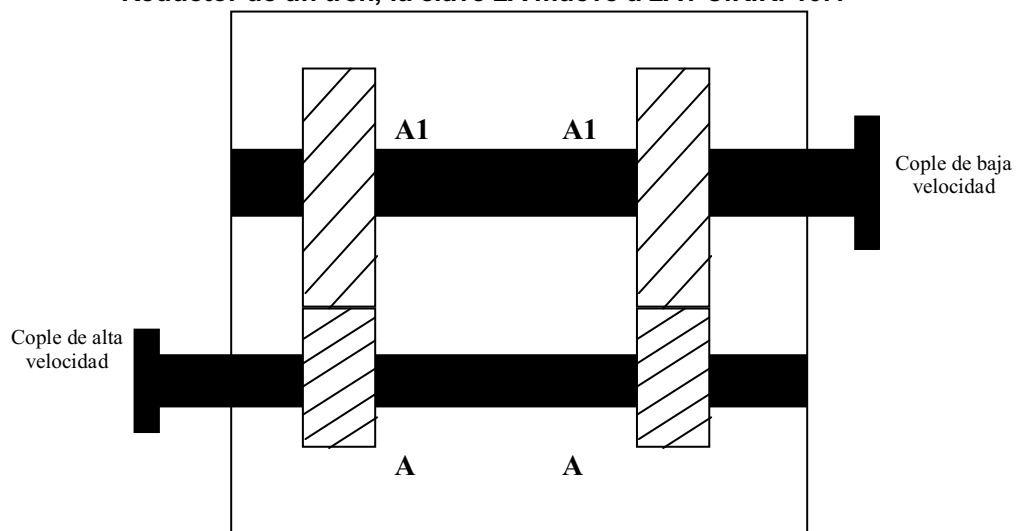


- 5.1 REDUCTORES DE UN TREN Y DOS TRENES**
- 5.2 REDUCTORES TRES TRENES**
- 5.3 REDUCTORES DE 4 TRENES**
- 5.4 PROBLEMAS**
- 5.5 DIFERENTES MODELOS DE TRANSMISIONES**
- 5.6 PROBLEMAS**

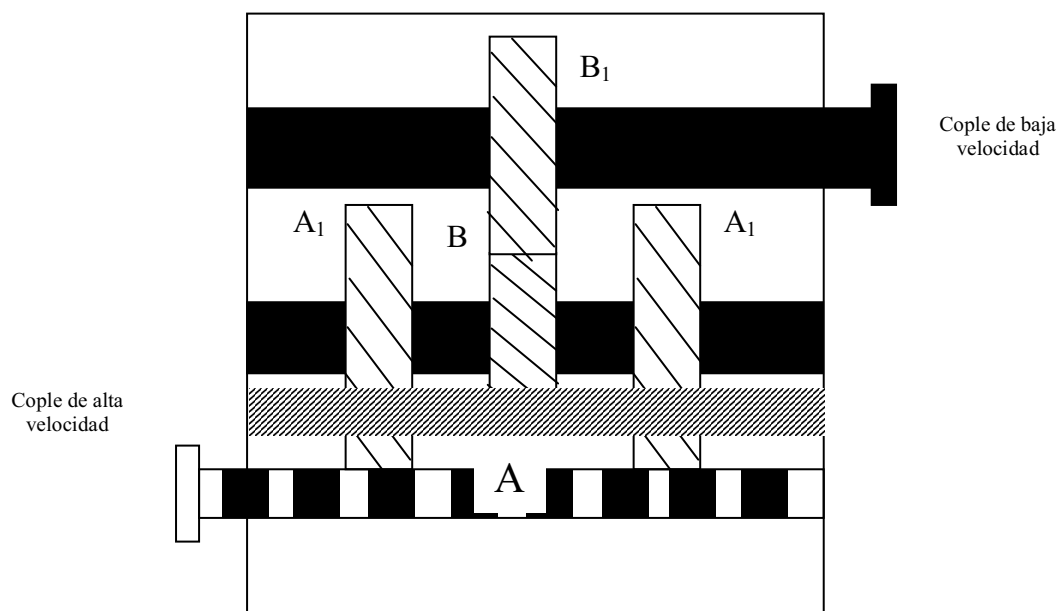
5.1 REDUCTORES DE UN TREN Y DOS TRENES



Reductor de un tren, la clave 2A mueve a 2A1 C.R.R. 10:1



Reductor de dos trenes, clave A mueve a 2A1
B mueve a B1

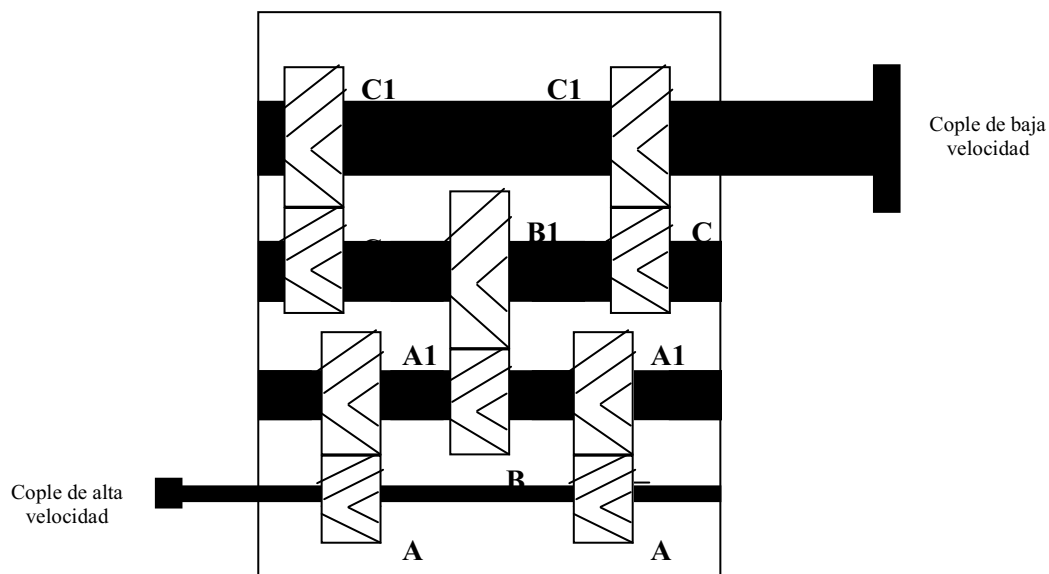


NOTA: ENTRE MAS BAJA ES LA VELOCIDAD EL DIÁMETRO DE LA FLECHA AUMENTA.



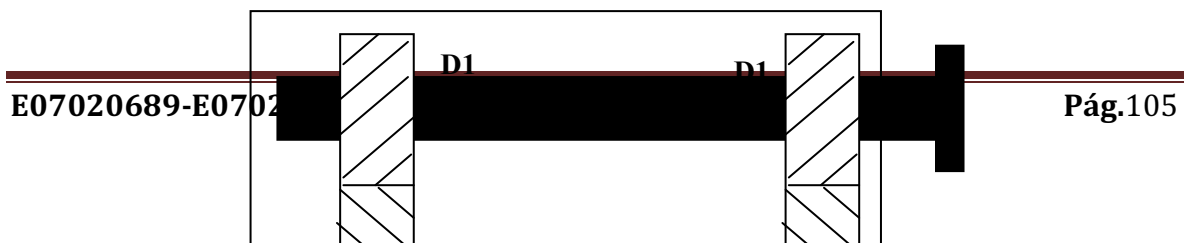
5.2 REDUCTORES CON TRES TRENES

Reductor con trenes, clave 2A mueve a 2A1, B mueve a B1, 2C mueve a 2C1 C.R.R. 60:1



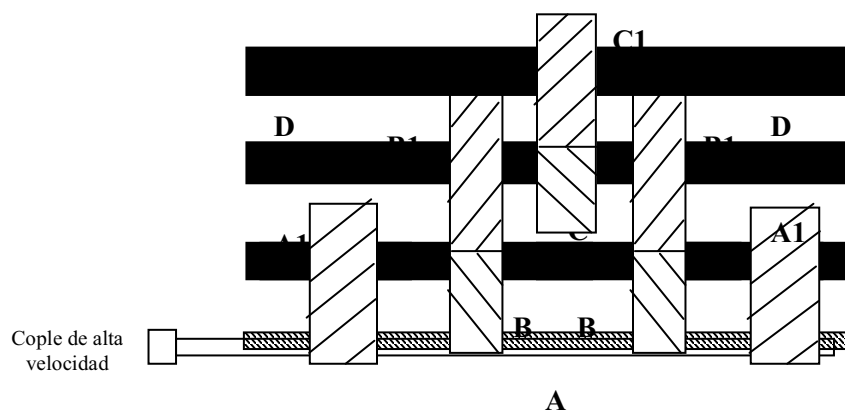
5.3 REDUCTORES CON CUATRO TRENES

Reductor con cuatro trenes, clave A mueve a 2A1, 2B mueve a 2B1, C mueve a C1, 2D mueve a 2D1





Cople de baja
velocidad



5.4 PROBLEMAS

EJERCICIO 1

Se da la siguiente clave: 2A mueve 2A₁
2B mueve 2B₁

A = 10 Dientes. B= 20 Dientes.
A₁= 60 Dientes. B₁= 60 Dientes.

Si el motor tiene una velocidad inicial de 1750 rpm. Encontrar:

- Cuántas revoluciones salen del reductor.
- Hacer el dibujo.

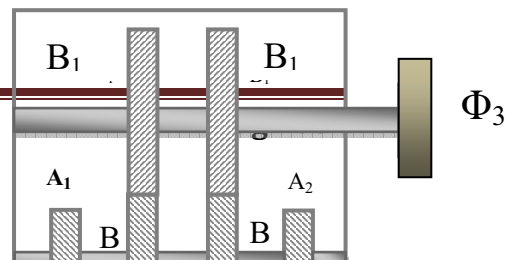
SOLUCION:

a)

b) Reductor de dos trenes

$$T_1 = \frac{A_1}{A} = \frac{60}{10} = 6$$

E07020689-E07020408-E07020669





$$V_{\Phi_1} = \frac{rpm_1}{T_1} = \frac{1750}{6} = 291.66 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{B_1}{B} = \frac{60}{20} = 3$$

$$V_{\Phi_2} = \frac{rpm_2}{T_2} = \frac{291.66}{3} = 97.22 \text{ rpm}$$

$$C. R. R. = T_1 \times T_2 = 6 \times 3 = 18$$

$$velocidad_{maquina} = \frac{rpm}{C. R. R.} = \frac{1750}{18} = 97.22 \text{ rpm}$$



Φ_2

Φ_1

EJERCICIO 2

Se da la siguiente clave: 2A mueve 2A₁
2B mueve 2B₁
C mueve C₁

A = 5 Dientes. B = 12 Dientes. C = 8 Dientes.
A₁ = 20 Dientes. B₁ = 36 Dientes. C₁ = 40 Dientes.

- Encontrar la C.R.R.
- Hacer el dibujo.

SOLUCION:

b) Reductor de tres trenes

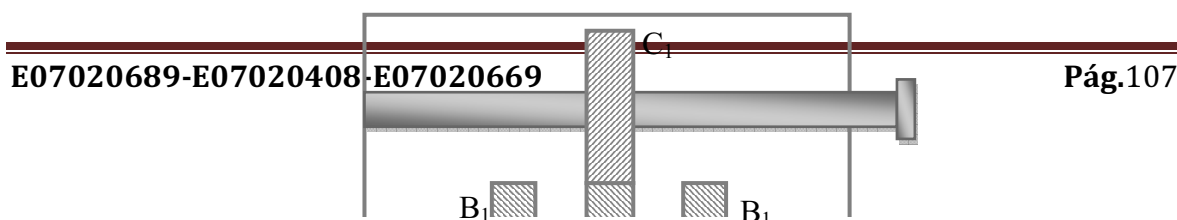
$$T_1 = \frac{A_1}{A} = \frac{20}{5} = 4$$

$$T_2 = \frac{B_1}{B} = \frac{36}{12} = 3$$

$$T_3 = \frac{C_1}{C} = \frac{40}{8} = 5$$

$$C. R. R. = T_1 \times T_2 \times T_3 = 4 \times 3 \times 5 = 60$$

Esto quiere decir que cada 60 rpm que entran por el lado de alta velocidad por el lado de baja Velocidad sale 1 rpm.





EJERCICIO 3

Se da la siguiente clave: 2A mueve 2A₁
 B mueve B₁
 2C mueve 2C₁
 2D mueve 2D₁

A = 5 Dientes. B = 12 Dientes. C = 8 Dientes. D = 12 Dientes
 A₁ = 20 Dientes. B₁ = 36 Dientes. C₁ = 40 Dientes. D₁ = 48 Dientes

- Encontrar la C.R.R.
- Hacer el dibujo.

SOLUCION:

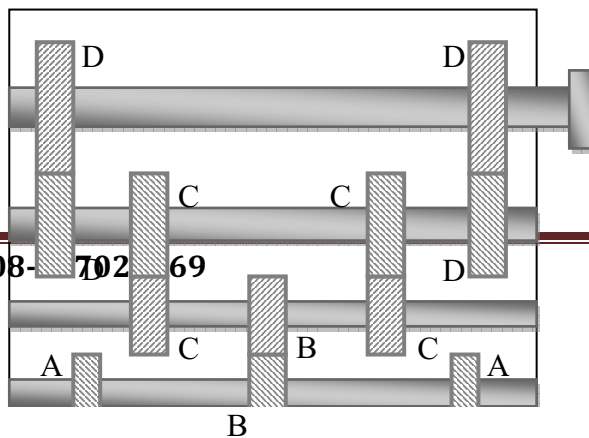
-
- Reductor de cuatro trenes

$$T_1 = \frac{A_1}{A} = \frac{20}{5} = 4$$

$$T_2 = \frac{B_1}{B} = \frac{36}{12} = 3$$

$$T_3 = \frac{C_1}{C} = \frac{40}{8} = 5$$

$$T_4 = \frac{D_1}{D} = \frac{48}{12} = 4$$



**EJERCICIO 4**

$$\begin{aligned} \text{C. R. R.} &= T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \\ &= 6 \times 3 \times 5 \times 4 = 240 \end{aligned}$$

Un motor de 6 polos con juego de poleas: polea 1 = 6 pulgadas, polea 2 = 7.5 pulgadas, el reductor es de 30:1. A la salida del reductor hay un juego de sprockets: sprocket 1= 50 dientes, sprocket 2= 70 dientes.

Encontrar:

- a) Las velocidades de las flechas.
- b) Valor de C.R.T. (Capacidad de reducción de la transmisión)
- c) ¿Cuántos trenes tiene la transmisión?
- d) Hacer dibujo

SOLUCION:

a)

$$V_{\Phi 1} = rpm = \frac{120(60)}{6} - 50 = 1150 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{30}{1} = 30$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{V_{\Phi 1}}{T_1} = \frac{1150}{1.25} = 920 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{B_1}{B} = \frac{60}{20} = 3$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{V_{\Phi 2}}{T_2} = \frac{920}{30} = 30.66 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{70}{50} = 1.4$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{V_{\Phi 3}}{T_3} = \frac{30.66}{1.4} = 21.9 \text{ rpm}$$

b)

$$\text{C. R. R.} = T_1 \times T_2 \times T_3 = 1.25 \times 30 \times 1.4 = 52.5$$



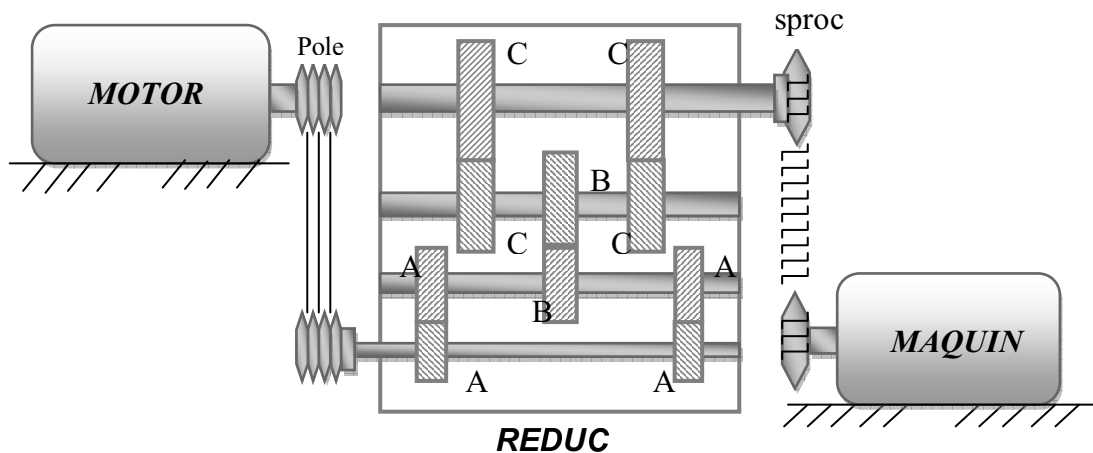
Lo que quiere decir que por cada 52.5 rpm que del motor del lado de alta velocidad, la maquina del lado de baja recibe 1 rpm.

$$\text{velocidad}_{\text{maquina}} = \frac{\text{rpm}}{\text{C. R. R.}} = \frac{1150}{52.5} = 21.9 \text{ rpm}$$

c) Tiene tres trenes.

d)

Se aplica un reductor de 3 trenes: 2A mueve 2A₁
B mueve B₁
2C mueve 2C₁



EJERCICO 5

Un motor de 4 polos con juego de poleas: polea 1 = 6 pulgadas, polea 2 = 8 pulgadas. Datos del reductor son:

2A mueve 2A₁
B mueve B₁
2C mueve 2C₁
D mueve D₁

A = 20 Dientes.	B = 20 Dientes.	C = 40 Dientes.	D = 100 Dientes
A ₁ = 200 Dientes.	B ₁ = 100 Dientes.	C ₁ = 200 Dientes.	D ₁ = 300 Dientes

Si a la salida del reductor hay un juego de sprockes:

Sprocket 1= 20 dientes, sprocket 2= 100 dientes

Encontrar:

- La velocidad de la maquina.
- Velocidades entre todas las flechas.



c) Hacer dibujo

SOLUCION:

a)

$$\begin{aligned} \text{C. R. R.} &= T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 \times T_6 \\ \text{C. R. R.} &= 1.33 \times 10 \times 5 \times 5 \times 3 \times 5 \\ \text{C. R. R.} &= 5000 \end{aligned}$$

$$\text{velocidad}_{\text{maquina}} = \frac{\text{rpm}}{\text{C. R. R.}} = \frac{1750}{5000} = 0.35 \text{rpm}$$

b)

$$V_{\Phi 1} = \text{rpm} = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{6} = 1.33$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{V_{\Phi 1}}{T_1} = \frac{1750}{1.33} = 1315.8 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{A_1}{A} = \frac{200}{20} = 10$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{V_{\Phi 2}}{T_2} = \frac{1315.8}{10} = 131.58 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{B_1}{B} = \frac{100}{20} = 5$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{V_{\Phi 3}}{T_3} = \frac{131.58}{5} = 26.32 \text{ rpm}$$

$$T_4 = \frac{C_1}{C} = \frac{200}{40} = 5$$

$$V_{\Phi 5} = \frac{V_{\Phi 4}}{T_4} = \frac{26.32}{5} = 5.26 \text{ rpm}$$

$$T_5 = \frac{D_1}{D} = \frac{300}{100} = 3$$

$$V_{\Phi 6} = \frac{V_{\Phi 5}}{T_5} = \frac{5.26}{3} = 1.75 \text{ rpm}$$

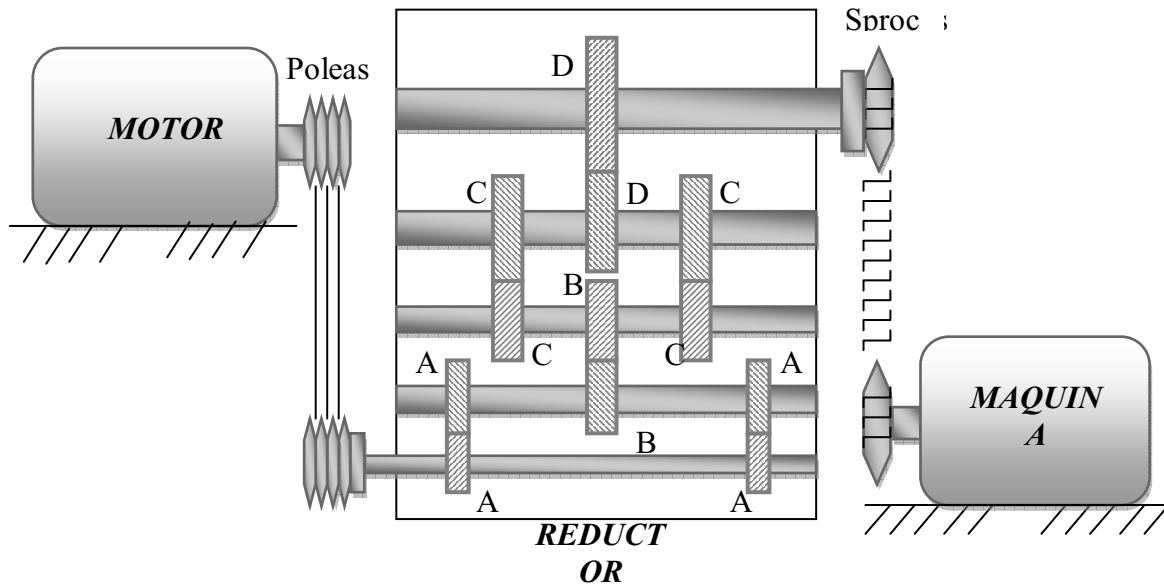
$$T_6 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{100}{20} = 5$$



$$V_{\Phi 7} = \frac{V_{\Phi 6}}{T_6} = \frac{1.75}{5} = 0.35 \text{ rpm}$$

c)

Se aplica un reductor de 4 trenes



5.5 DIFERENTES MODELOS DE TRANSMISIONES

TRANSMISIONES: El corazón de una máquina que se mueve es su transmisión. El elemento o elementos que están entre el motor y la máquina se llaman transmisión; esta puede ser un juego de poleas, un reductor, un juego de sprockets o cualquier combinación de estas.

TIPOS DE TRANSMISIONES

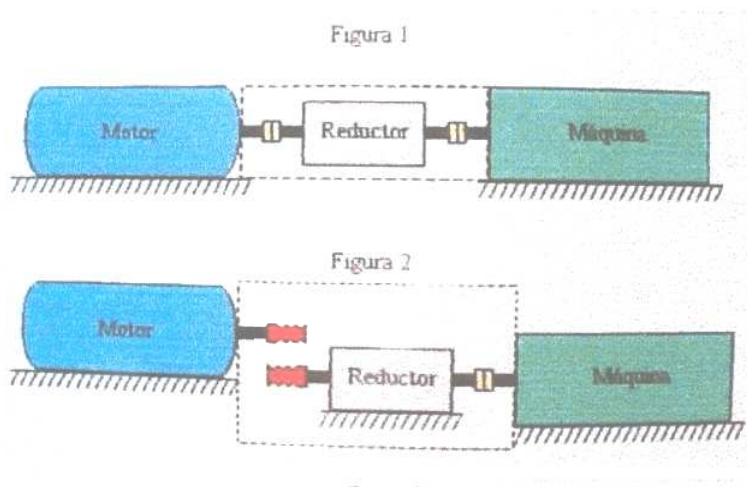
5.6 PROBLEMAS

Ejercicio

Un motor de 6
 $P_1 = 5 \text{ plg}$ $S_1 = 4$
 $P_2 = 8 \text{ plg}$ $S_2 = 1$

$C_1 = 120 \text{ dientes}$

E07020689-E070





Clave:

2A mueve a 2A₁
2B mueve a 2B₁
2C mueve a 2C₁

- a) Dibujo de transmisión.
- b) Velocidades en todas las flechas.
- c) Velocidad de la maquina.

b)

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{6} - 50 = 1150 \text{rpm}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{5} = 1.6 & V_2 &= \frac{V_1}{T_1} = \frac{1150}{1.6} = 718.75 \text{rpm} \\ T_2 &= \frac{A_1}{A} = \frac{30}{20} = 1.5 & V_3 &= \frac{V_2}{T_2} = \frac{718.75}{1.5} = 479.16 \text{rpm} \\ T_3 &= \frac{B_1}{B} = \frac{90}{30} = 3 & V_4 &= \frac{V_3}{T_3} = \frac{479.16}{3} = 159.72 \text{rpm} \\ T_4 &= \frac{C_1}{C} = \frac{120}{40} = 3 & V_5 &= \frac{V_4}{T_4} = \frac{159.72}{3} = 53.24 \text{rpm} \\ T_5 &= \frac{S_2}{S_1} = \frac{160}{40} = 4 & V_6 &= \frac{V_5}{T_5} = \frac{53.24}{4} = 13.31 \text{rpm} \end{aligned}$$

c) C.R.T. = $T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 = 1.6 \times 1.5 \times 3 \times 3 \times 4$
C.R.T. = 86.4

$$Vel.maq. = \frac{rpm}{CRT} = \frac{1150}{86.4} = 13.3 \text{rpm}$$

$$Vel. Maq. = 13.3 \text{rpm.}$$

Ejercicio

Un motor de 6 polos con un juego de poleas:

P₁ = 5plg S₁ = 40 dientes A = 6 dientes B = 15 dientes C = 20 dientes
P₂ = 8plg S₂ = 80 dientes A₁ = 30 dientes B₁ = 60 dientes C₁ = 40dientes

Clave:

- a) Dibujo de transmisión. A mueve a 2A₁ D = 50 dientes
07020669 D₁ = 150 dientes **13**
- b) Velocidades en



2B mueve a 2B₁
C mueve a C₁
2D mueve a 2D₁

b)

$$V_{\Phi 1} = \text{rpm} = \frac{120 (60)}{6} 50 = 1150 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{V_{\Phi 1}}{T_1} = \frac{1150}{1.6} = 718.75 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{A_1}{A} = \frac{30}{6} = 5$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{V_{\Phi 2}}{T_2} = \frac{718.75}{5} = 143.75 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{B_1}{B} = \frac{60}{15} = 4$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{V_{\Phi 3}}{T_3} = \frac{143.75}{4} = 35.93 \text{ rpm}$$

$$T_4 = \frac{C_1}{C} = \frac{40}{20} = 2$$

$$V_{\Phi 5} = \frac{V_{\Phi 4}}{T_4} = \frac{35.93}{2} = 17.96 \text{ rpm}$$

$$T_5 = \frac{D_1}{D} = \frac{150}{50} = 3$$

$$V_{\Phi 6} = \frac{V_{\Phi 5}}{T_5} = \frac{17.9}{3} = 5.98 \text{ rpm}$$

$$T_6 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{80}{40} = 2$$

$$V_{\Phi 7} = \frac{V_{\Phi 6}}{T_6} = \frac{5.98}{2} = 2.99 \text{ rpm}$$

c)

$$\text{C.R.T.} = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 \times T_6$$

$$\text{C.R.T.} = 1.6 \times 5 \times 4 \times 2 \times 3 \times 2$$

$$\text{C.R.T.} = 384$$

En la siguiente fórmula Hp = Potencia

$$Hp = \frac{WQH}{520}$$

$$\text{Velocidad}_{\text{MAQUINA}} = \frac{\text{rpm}}{\text{C.R.T.}} = \frac{1150}{384} = 2.99 \text{ rpm}$$

$$520 \frac{ft - p \lg}{seg} = 1Hp$$



$$W = \frac{lb}{ft^3}$$

$$Q = Gasto = \frac{ft^3}{seg}$$

H = altura = ft

Ejercicio

Encontrar los Hp para subir un gasto de agua a un tanque a 100 lt/seg a una altura de 40 metros.

$$Q = 100 \frac{lt}{seg} = 0.1 \frac{m^3}{seg} \left(\frac{(3.28)^3 ft^3}{1m^3} \right) = 3.52 \frac{ft^3}{seg}$$

$$H = 40m \left(\frac{3.28 ft}{1m} \right) = 131.2 ft$$

$$W = 1000 \frac{Kg}{m^3} \left(\frac{2.2 lb}{1Kg} \right) \left(\frac{1m^3}{(3.28)^3 ft^3} \right) = 62.34 \frac{lb}{ft^3}$$

$$Hp = \frac{(62.34)(3.52)(131.2)}{520}$$

Hp = 55.3



Ejemplo demostrativo

¿Cuántas veces gira la flecha de un motor de 4 polos en una fábrica que trabaja al 100% de su capacidad?

$$RPM = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750$$

$$\text{Veces que gira} = 1700 \frac{\text{rev}}{\text{min}} (475200 \text{ min}) = 831600000 \text{ rev}$$

$$330 \text{ días} \left(24 \frac{\text{hrs}}{\text{dias}} \right) = 7920 \text{ hrs}$$

$$7920 \text{ horas} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \right) = 475200 \text{ min}$$

Ejercicio

Encontrar los HP para subir un fluido que tiene una densidad de 1500 Kg/m³ manejando un gasto de 50 lts/seg y elevando a una altura de 9m.

$$HP = \frac{WQH}{520} \quad 520 \frac{\text{ft} * \text{lb}}{\text{seg}} = 1HP$$

$$W = 1500 \frac{\text{Kg}}{\text{mts}^3} \left(\frac{2.2 \text{ lb}}{\text{Kg}} \right) \left(\frac{(0.0254)^3 \text{ mts}^3}{1 \text{ plg}^3} \right) \left(\frac{1 \text{ plg}^3}{(12)^3 \text{ ft}^3} \right) \quad W = 93.5173 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$H = 9 \text{ m} \left(\frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) = 29.52 \text{ ft}$$

$$Q = 50 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \left(\frac{1 \text{ mt}^3}{1000 \text{ lt}} \right) \left(\frac{(3.28)^3 \text{ ft}^3}{1 \text{ mt}^3} \right) = 1.7643 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

$$HP = \frac{93.51(1.7643)(29.52)}{520} = 11.04HP$$



Ejercicio

Un motor de 6 polos con un juego de poleas:

$P_1 = 5\text{plg}$ $S_1 = 40$ dientes A = 20 dientes B = 30 dientes C = 40 dientes

$P_2 = 8\text{plg}$ $S_2 = 160$ dientes $A_1 = 30$ dientes $B_1 = 90$ dientes $C_1 = 120$ dientes

Clave:

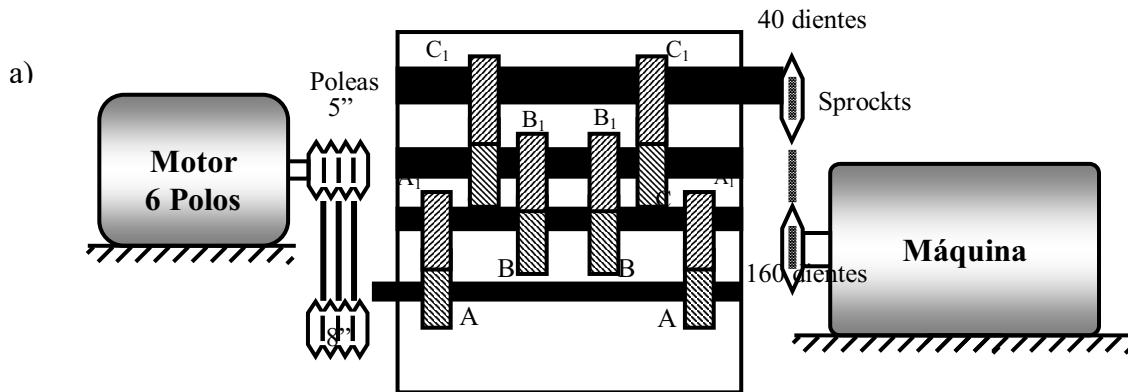
2A mueve a $2A_1$

2B mueve a $2B_1$

2C mueve a $2C_1$

d) Dibujo de transmisión.

e) Velocidades en todas las flechas.



b)

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$T_2 = \frac{A_1}{A} = \frac{30}{20} = 1.5$$

$$T_3 = \frac{B_1}{B} = \frac{90}{30} = 3$$

$$T_4 = \frac{C_1}{C} = \frac{120}{40} = 3$$

$$T_5 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{160}{40} = 4$$

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{6} - 50 = 1150 \text{rpm}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1150}{1.6} = 718.75 \text{rpm}$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{718.75}{1.5} = 479.16 \text{rpm}$$

$$V_4 = \frac{V_3}{T_3} = \frac{479.16}{3} = 159.72 \text{rpm}$$

$$V_5 = \frac{V_4}{T_4} = \frac{159.72}{4} = 39.93 \text{rpm}$$

$$V_6 = \frac{V_5}{T_5} = \frac{39.93}{4} = 9.98 \text{rpm}$$



c) $C.R.T. = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 = 1.6 \times 1.5 \times 3 \times 3 \times 4$
 $C.R.T. = 86.4$

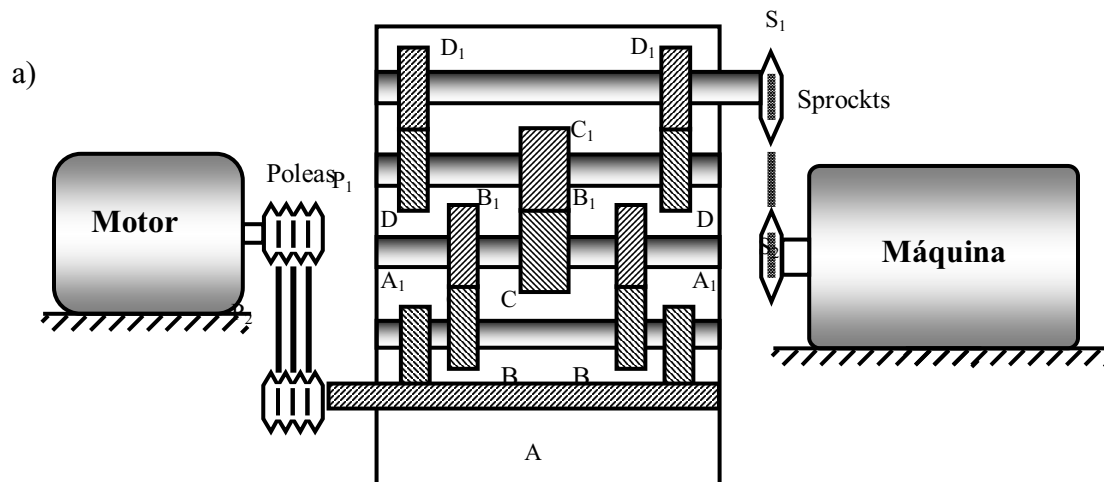
$$Vel.maq. = \frac{rpm}{CRT} = \frac{1150}{86.4} = 13.3rpm \quad Vel. Maq. = 13.3rpm.$$

Ejercicio

Un motor de 6 polos con un juego de poleas, reductor y sprockts:

$P_1 = 5plg$ $P_2 = 8plg$; $A = 6$ dientes $A_1 = 30$ dientes; $B = 15$ dientes $B_1 = 60$ dientes; $C = 20$ dientes
 $C_1 = 40$ dientes; $D = 50$ dientes $D_1 = 150$ dientes; $S_1 = 40$ dientes
 $S_2 = 80$ dientes

- Dibujo de transmisión.
- Velocidades en todas las flechas.





b)

$$V_{\Phi 1} = \text{rpm} = \frac{120 (60)}{6} 50 = 1150 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{V_{\Phi 1}}{T_1} = \frac{1150}{1.6} = 718.75 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{A_2}{A_1} = \frac{30}{6} = 5$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{V_{\Phi 2}}{T_2} = \frac{718.75}{5} = 143.75 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{B_2}{B_1} = \frac{60}{15} = 4$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{V_{\Phi 3}}{T_3} = \frac{143.75}{4} = 35.93 \text{ rpm}$$

$$T_4 = \frac{C_2}{C_1} = \frac{40}{20} = 2$$

$$V_{\Phi 5} = \frac{V_{\Phi 4}}{T_4} = \frac{35.93}{2} = 17.96 \text{ rpm}$$

$$T_5 = \frac{D_2}{D_1} = \frac{150}{50} = 3$$

$$V_{\Phi 6} = \frac{V_{\Phi 5}}{T_5} = \frac{17.96}{3} = 5.98 \text{ rpm}$$

$$T_6 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{80}{40} = 2$$

$$V_{\Phi 7} = \frac{V_{\Phi 6}}{T_6} = \frac{5.98}{2} = 2.99 \text{ rpm}$$

c) C.R.T. = $T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 \times T_6$

C.R.T. = $1.6 \times 5 \times 4 \times 2 \times 3 \times 2$

C.R.T. = 384

$$\text{Velocidad}_{\text{MAQUINA}} = \frac{\text{rpm}}{\text{C.R.T.}} = \frac{1150}{384} = 2.99 \text{ rpm}$$

d) Si la producción de la máquina es inicialmente 5000 piezas por día. ¿Qué pasa si cambiamos $S_2 = 50$ dientes? Aumenta o disminuye la producción, que porcentaje.

$$T_6 = \frac{50}{40} = 1.25$$

$$\text{C.R.T.} = 1.6 \times 120 \times 1.25 = 240$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{1150}{240} = 4.79 \text{ rpm}$$

$$2.99 \text{ ————— } 5000$$

$$4.79 \text{ ————— } X = 8010.03$$

$$8010.03 \text{ — } 100\%$$

$$5000 \text{ — } X = 62.42\%$$

Ejercicio

Un motor de 4 polos. Reductor 100:1

$P_1 = 6 \text{ plg}$ $S_1 = 20 \text{ dientes}$

$P_2 = 9 \text{ plg}$ $S_2 = 60 \text{ dientes}$

a) Diseñar el reductor.

b) Velocidades en todas las

Clave:

2A mueve a $2A_1$

2B mueve a $2B_1$

C mueve a C_1

2D mueve a $2D_1$

Reductor de 4 trenes.

A = 3 dientes

$A_1 = 8 \text{ dientes}$

B = 5 dientes

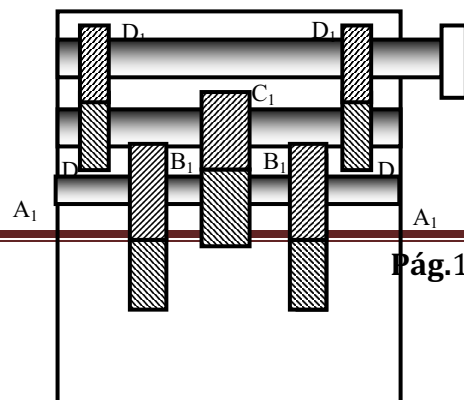
$B_1 = 20 \text{ dientes}$

C = 12 dientes

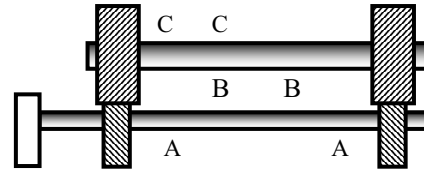
$C_1 = 36 \text{ dientes}$

D = 8 dientes

$D_1 = 40 \text{ dientes}$



E07020689-E07020408-E07020669



b)

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{9}{6} = 1.5$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1750}{1.5} = 1166.66 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{100}{1} = 100$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{1166.66}{100} = 11.66 \text{ rpm} \quad T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{60}{20} = 3$$

Ejercicio

Un motor de 4 polos, 5000 piezas/día.

$$P_1 = 7 \text{ plg}$$

$$T_1 = 1.4$$

a) Velocidad de la maquina.

A = 20 dientes

A₁ = 60 dientes

B = 60 dientes

B₁ = 120 dientes

C = 100 dientes

C₁ = 200 dientes

D = 80 dientes

D₁ = 240 dientes

b) Cambiar P₁ = 6.5 plg. Que le pasa a la producción, porcentaje.

$$T_A = \frac{A_1}{A} = \frac{60}{20} = 3 \quad T_B = \frac{B_1}{B} = \frac{120}{60} = 2 \quad T_C = \frac{C_1}{C} = \frac{200}{100} = 2 \quad T_D = \frac{D_1}{D} = \frac{240}{80} = 3$$

$$\text{C.R.R.} = T_A \times T_B \times T_C \times T_D = 3 \times 2 \times 2 \times 3$$

$$\text{C.R.R.} = 36$$

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = 1.4$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1750}{1.4} = 1250 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{36}{1} = 36$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{1250}{36} = 34.72 \text{ rpm}$$

$$\text{C.R.T} = 1.4 \times 36 = 50.4$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{1750}{50.4} = 34.72 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} \therefore P_2 = T_1 P_1 = (1.4)(7)$$

$$P_2 = 9.8 \text{ plg}$$



Si cambiamos $P_1 = 7\text{plg}$ por $P_1 = 6.5\text{plg}$ entonces:

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{9.8}{6.5} = 1.5$$

$$\text{C.R.T} = 1.5 \times 36 = 54$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{1750}{54} = 32.4\text{rpm}$$

34.72 ——— 5000 piezas

5000 piezas ——— 100%

32.4 ——— X = 4665 “

4665 “ ——— X = 93.3%

Por lo tanto la producción disminuye un 6.7%.

Ejercicio

Un motor de 6 polos. Reductor 50:1

$P_1 = 6\text{plg}$ $P_2 = ?$ $S_1 = 50$ dientes $S_2 = 90$ dientes

$T_1 = 1.2$

a) Velocidad de las flechas y de la máquina.

b) C.R.R. y C.R.T.

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} \therefore P_2 = T_1 P_1 = (1.2)(7)$$

$$P_2 = 9.8\text{plg}$$

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{6} - 50 = 1150\text{rpm}$$

$$T_1 = 1.2$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1150}{1.2} = 958.33\text{rpm}$$

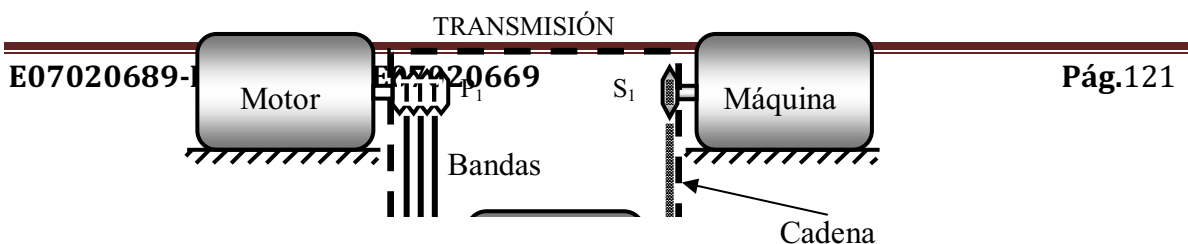
$$T_2 = \frac{50}{1} = 50$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{958.33}{50} = 19.16\text{rpm}$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{90}{50} = 1.8$$

$$V_4 = \frac{19.16}{1.8} = 10.64\text{rpm} \quad \text{C.R.R.} = 50 \quad \text{C.R.T.} = 1.2 \times 50 \times 1.8 = 108$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{1150}{108} = 10.64\text{rpm}$$





Ejercicio

Un motor de 6 polos. Reductor 80:1

$P_1 = 6\text{plg}$ $P_2 = 8\text{plg}$

$S_1 = 40$ dientes $S_2 = 90$ dientes

- Dibujo.
- T_1, T_2, T_3 .
- C.R.R y C.R.T.
- Velocidad lineal de las poleas.
- Velocidad lineal de los sprockets,

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{6} - 50 = 1150 \text{rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{6} = 1.33$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1150}{1.3} = 862.5 \text{rpm}$$

$$T_2 = \frac{80}{1} = 80$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{862.5}{80} = 10.78 \text{rpm}$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{90}{40} = 2.25$$

$$V_4 = \frac{V_3}{T_3} = \frac{10.78}{2.25} = 4.8 \text{rpm}$$

C.R.R. = 80

C.R.T. = $1.33 \times 80 \times 2.25 = 239.4$

Velocidad lineal de las poleas:

$$P_1 = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{6 \text{plg}}{12 \text{plg}} \right) \text{ft} \left(\frac{1150 \text{rpm}}{\text{min}} \right) = 1806.41 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$P_1 = 1806.41 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$P_2 = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{8 \text{plg}}{12 \text{plg}} \right) \text{ft} \left(\frac{862.5 \text{rpm}}{\text{min}} \right) = 1806.41 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$P_2 = 1806.41 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$



Velocidad lineal de los sprockets:

$$V_{S1} = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{25.46 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) Ft \left(\frac{10.78 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 71.85 \frac{Ft}{\text{min}}$$

$$V_{S1} = 71.85 \frac{Ft}{\text{min}}$$

Perímetro = Paso x N. Dientes = 2 x 40 = 80plg

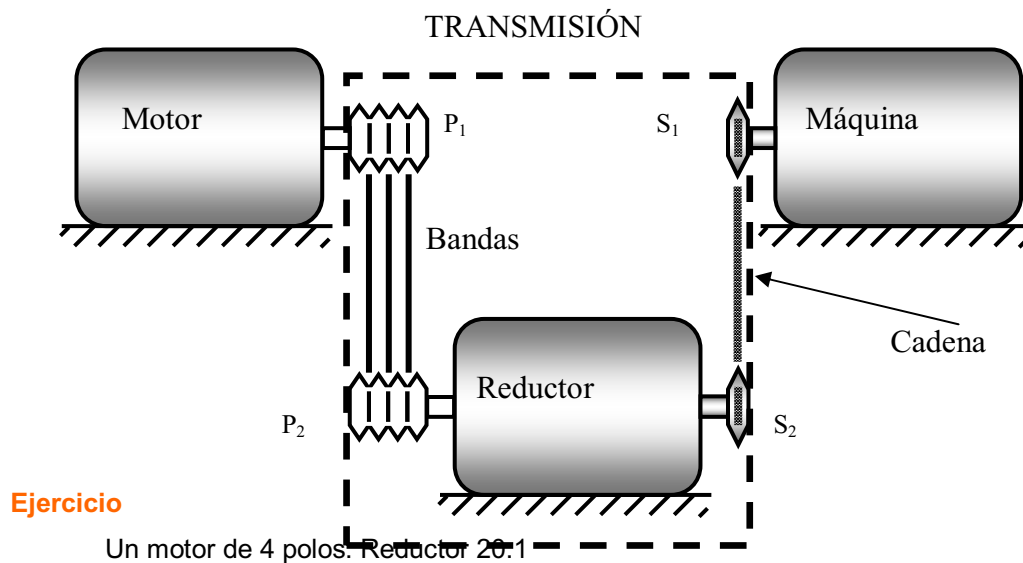
$$d = \frac{\text{Perímetro}}{\pi} = \frac{80 \text{ plg}}{\pi} = 25.46 \text{ plg}$$

$$V_{S2} = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{57.29 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) Ft \left(\frac{4.8 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 71.85 \frac{Ft}{\text{min}}$$

$$V_{S2} = 71.85 \frac{Ft}{\text{min}}$$

Perímetro = Paso x N. Dientes = 2 x 90 = 180plg

$$d = \frac{\text{Perímetro}}{\pi} = \frac{180 \text{ plg}}{\pi} = 57.29 \text{ plg}$$



$$P_1 = 6 \text{ plg}$$

$$P_2 = 7.5 \text{ plg}$$

$$S_1 = 20 \text{ dientes } S_2 = 60 \text{ dientes}$$

- Dibujo.
- T_1 , T_2 , T_3 .
- C.R.R y C.R.T.
- Velocidad lineal de las poleas.
- Velocidad lineal de los sprockets,



$$V_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{7.5}{6} = 1.25$$

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1750}{1.25} = 1400 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{20}{1} = 20$$

$$V_3 = \frac{V_2}{T_2} = \frac{1400}{20} = 70 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{60}{20} = 3$$

$$V_4 = \frac{V_3}{T_3} = \frac{70}{3} = 23.33 \text{ rpm}$$

$$\text{C.R.R.} = 20$$

$$\text{C.R.T.} = 1.25 \times 20 \times 3 = 75$$

$$\text{Velocidad lineal de la poleas: } P_1 = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{6 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) ft \left(\frac{1750 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 2748.89 \frac{ft}{\text{min}}$$

$$P_1 = 2748.89 \frac{ft}{\text{min}}$$

$$P_2 = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{7.5 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) ft \left(\frac{1400 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 2748.89 \frac{ft}{\text{min}}$$

$$P_2 = 2748.89 \frac{ft}{\text{min}}$$

Velocidad lineal de los sprockets:

$$V_{S1} = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{9.55 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) Ft \left(\frac{70 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 175 \frac{Ft}{\text{min}} \quad V_{S1} = 175 \frac{Ft}{\text{min}}$$

$$\text{Perímetro} = \text{Paso} \times \text{N. Dientes} = 1.5 \times 20 = 30 \text{ plg}$$

$$d = \frac{\text{Perímetro}}{\pi} = \frac{30 \text{ plg}}{\pi} = 9.55 \text{ plg}$$

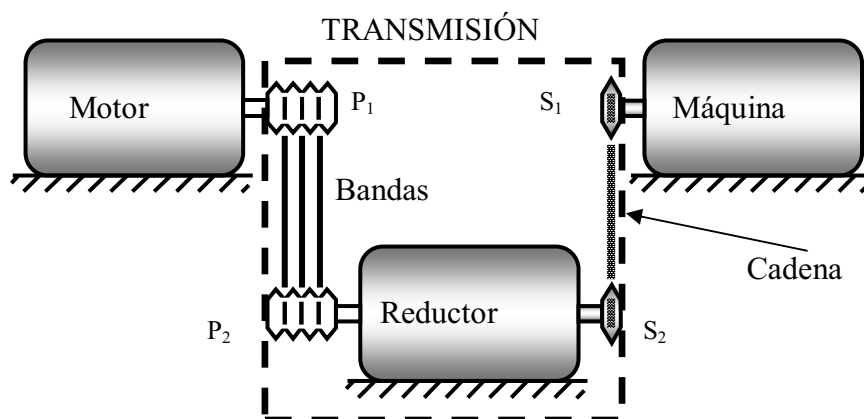
$$V_{S2} = \pi \times d \times n = \pi \left(\frac{28.64 \text{ plg}}{12 \text{ plg}} \right) Ft \left(\frac{23.33 \text{ rpm}}{\text{min}} \right) = 175 \frac{Ft}{\text{min}}$$

$$V_{S2} = 175 \frac{Ft}{\text{min}}$$

$$\text{Perímetro} = \text{Paso} \times \text{N. Dientes} = 1.5 \times 60 = 90 \text{ plg}$$



$$d = \frac{\text{Perimetro}}{\pi} = \frac{90 \text{ plg}}{\pi} = 28.64 \text{ plg}$$





Ejercicio

Un motor de 4 polos. Reductor 10:1

$P_1 = 5\text{plg}$ $P_2 = 7.5\text{plg}$ $S_1 = 24$ dientes $S_2 = 30$ dientes

a) Dibujo de la transmisión.

b) Eliminar las poleas y encontrar nuevo valor de S_2 de modo que la velocidad de la máquina no cambie.

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 \text{rpm}$$

$$\text{C.R.R.} = 10$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{7.5}{5} = 1.5$$

$$\text{C.R.T.} = T_1 \times T_2 \times T_3 = 1.5 \times 10 \times 1.25$$

$$\text{C.R.T} = 18.75$$

$$T_2 = \frac{10}{1} = 10$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{1750}{18.75} = 93.33 \text{rpm}$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{30}{24} = 1.25$$

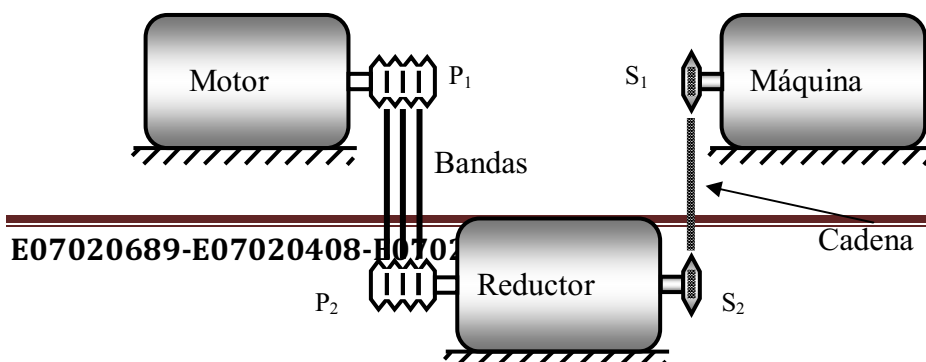
Nuevo valor de $S_2 = 45$ dientes.

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{45}{24} = 1.875$$

$$\text{C.R.T.} = T_2 \times T_3 = 10 \times 1.875$$

$$\text{C.R.T} = 18.75$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{1750}{18.75} = 93.33 \text{rpm}$$





Ejercicio

Un motor de 8 polos. Reductor 10:1

$P_1 = 6\text{plg}$ $P_2 = 7\text{plg}$ $S_1 = 20$ dientes $S_2 = 60$ dientes

a) Dibujo de la transmisión antes y después.

b) Eliminar las poleas y encontrar nuevo valor de S_2 de modo que la velocidad de la máquina no cambie.

$$V_1 = \frac{120 \times 60}{8} - 50 = 850\text{rpm}$$

$$\text{C.R.R.} = 10$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{7}{6} = 1.166$$

$$\text{C.R.T.} = T_1 \times T_2 \times T_3 = 1.166 \times 10 \times 3$$

$$\text{C.R.T.} = 35$$

$$T_2 = \frac{10}{1} = 10$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{60}{20} = 3$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{850}{35} = 24.28\text{rpm}$$

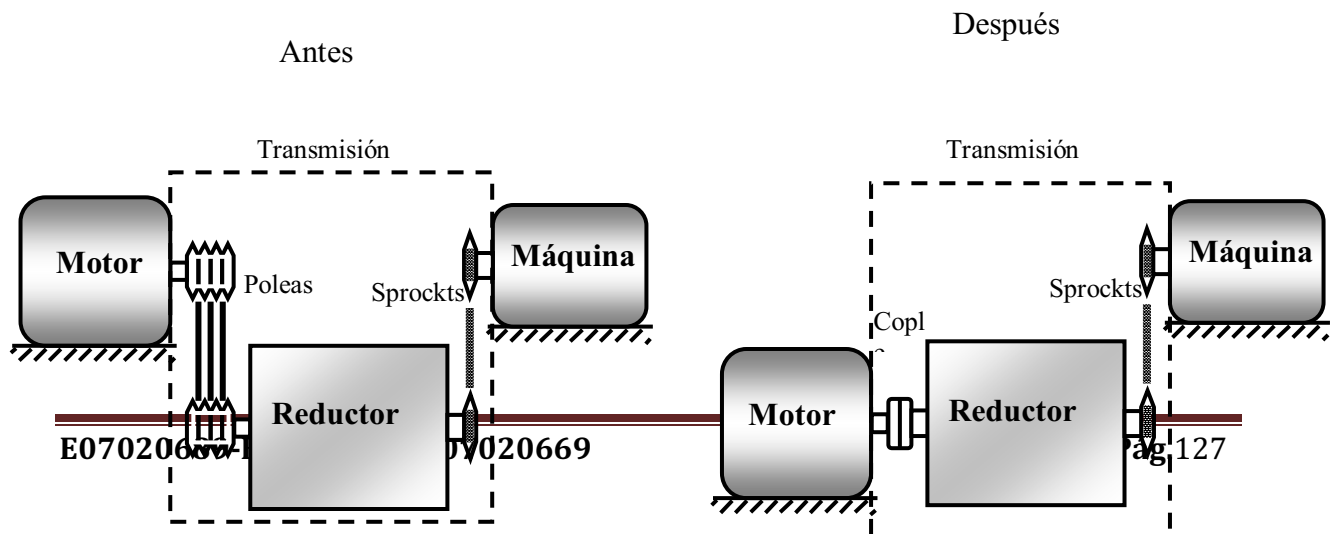
Nuevo valor de $S_2 = 70$ dientes.

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{70}{20} = 3.5$$

$$\text{C.R.T.} = T_2 \times T_3 = 10 \times 3.5$$

$$\text{C.R.T.} = 35$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{850}{35} = 24.28\text{rpm}$$

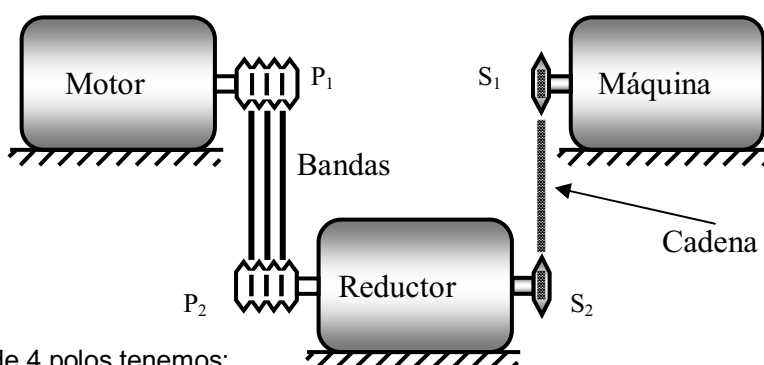


**Ejercicio**

Un motor es de 4 polos, y la máquina gira a 20 rpm. La caída de velocidad se reparte de la siguiente manera:

- 15% en el juego de poleas
- 84.5% en el reductor y
- 0.5% en el juego de sprockets

Seleccionar las poleas para que trabajen a 2000 Ft/min y los sprockets a 150 Ft/min, con un paso de 1 plg.



para un motor de 4 polos tenemos:

$$V\phi_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 rpm$$



Caída de velocidad total = 1750 rpm – 20 = 1730 rpm

$$\Delta T_1 = (1730rpm)(0.15) = 259.5rpm$$

$$V\phi_2 = V\phi_1 - \Delta T_1 = 1750rpm - 259.5rpm = 1490.5rpm$$

$$\Delta T_2 = (1730rpm)(0.845) = 1461.85rpm$$

$$V\phi_3 = V\phi_2 - \Delta T_2 = 1490.5rpm - 1461.85rpm = 28.65rpm$$

$$\Delta T_3 = (1730rpm)(0.005) = 8.65rpm$$

$$V\phi_4 = V\phi_3 - \Delta T_3 = 28.65rpm - 8.65rpm = 20rpm$$

Para la polea 1:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_1 n_1 \quad d_1 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_1 = \frac{2000 \frac{Ft}{\min}}{\pi(1750rpm)} = 0.3637 Ft \times \frac{12 plg}{1 Ft} = 4.3654 plg \quad P_1 = 4.3654 plg$$

Para la polea 2:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_2 n_2 \quad d_2 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_2}$$

$$d_2 = \frac{2000 \frac{Ft}{\min}}{\pi(1490.5rpm)} = 0.4271 Ft \times \frac{12 plg}{1 Ft} = 5.1255 plg \quad P_2 = 5.1255 plg$$

Para el sprock 1:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_{s1} n_1 \quad d_{s1} = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_{s1} = \frac{150 \frac{Ft}{\min}}{\pi(28.65rpm)} = 1.66 Ft \times \frac{12 plg}{1 Ft} = 19.99 plg \quad d_{s1} = 19.99 plg$$

$$\text{Perímetro } S_1 = \pi d_{s1} = \pi (19.99plg) = 62.83 plg$$



$$\text{No. Dientes } S_1 = \frac{P_{S1}}{\text{Paso}} = \frac{62.83 \text{ plg}}{1 \text{ plg}} = 62.83 \text{ } S_1 = 63 \text{ Dientes}$$

Para el sprock 2:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_2 n_2 \quad d_{s2} = \frac{\text{Vel.Lineal}}{\pi n_2}$$

$$d_{s2} = \frac{150 \frac{Ft}{\min}}{\pi(20rpm)} = 2.3873 Ft \times \frac{12 \text{ plg}}{1 Ft} = 28.647 \text{ plg} \quad d_{s2} = 28.647 \text{ plg}$$

$$\text{Perímetro } S_2 = \pi d_{s2} = \pi (28.647 \text{ plg}) = 90 \text{ plg}$$

$$\text{No. Dientes } S_2 = \frac{P_{S2}}{\text{Paso}} = \frac{90 \text{ plg}}{1 \text{ plg}} = 90 \text{ plg} \quad S_2 = 90 \text{ Dientes}$$

Comprobación:

$$\text{Vel. Máquina} = \frac{\text{Vel.Motor}}{C.R.T.}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{5.1255}{4.3654} = 1.174119$$

$$T_2 = \frac{V\phi_2}{V\phi_3} = \frac{1490.5}{28.65} = 52.0244 \text{ C.R.T.} = 1.174119 \times 52.0244 \times 1.4285 = 87.256$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{90}{63} = 1.4285$$

$$\text{Vel. Máquina} = \frac{1750}{87.256} = 19.999 \text{ rpm}$$

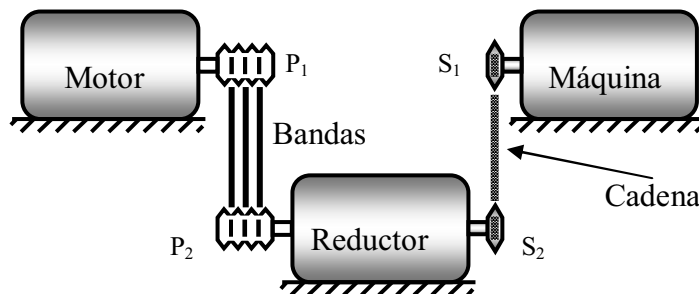


Ejercicio

Una máquina produce 200 artículos al día con la siguiente transmisión. El motor es de 4 polos, y la maquina gira a 15 rpm. La caída de velocidad se reparte de la siguiente manera:

- 15% en el juego de poleas
- 84.5% en el reductor y
- 0.5% en el juego de sprockts

Seleccionar las poleas para que trabajen a 3000 Ft/min y los sprockts a 100 Ft/min, con un paso de 1 plg.



Para un motor de 4 polos tenemos:

$$V\phi_1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$\text{Caída de velocidad total} = 1750 \text{ rpm} - 15 = 1735 \text{ rpm}$$

$$\Delta T_1 = (1735 \text{ rpm})(0.15) = 260.25 \text{ rpm}$$

$$V\phi_2 = V\phi_1 - \Delta T_1 = 1750 \text{ rpm} - 260.25 \text{ rpm} = 1489.75 \text{ rpm}$$

$$\Delta T_2 = (1735 \text{ rpm})(0.845) = 1466.075 \text{ rpm}$$

$$V\phi_3 = V\phi_2 - \Delta T_2 = 1489.75 \text{ rpm} - 1466.075 \text{ rpm} = 23.675 \text{ rpm}$$



$$\Delta T_3 = (1735rpm)(0.005) = 8.675pm$$

$$V\phi_4 = V\phi_3 - \Delta T_3 = 23.675rpm - 8.675rpm = 15rpm$$

Para la polea 1:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_1 n_1 \quad d_1 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_1 = \frac{3000 \frac{Ft}{min}}{\pi(1750rpm)} = 0.5456Ftx \frac{12plg}{1Ft} = 6.548plg \quad P_1 = 6.548plg$$

Para la polea 2:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_2 n_2 \quad d_2 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_2}$$

$$d_2 = \frac{3000 \frac{Ft}{min}}{\pi(1489.75rpm)} = 0.6409Ftx \frac{12plg}{1Ft} = 7.6919plg \quad P_2 = 7.6919plg$$

Para el sprock 1:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_{s1} n_1 \quad d_{s1} = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_{s1} = \frac{100 \frac{Ft}{min}}{\pi(23.675rpm)} = 1.3444Ftx \frac{12plg}{1Ft} = 16.1339plg \quad d_{s1} = 16.1339plg$$

$$\text{Perímetro } S_1 = \pi d_{s1} = \pi (16.1339plg) = 50.6863plg$$

$$\text{No. Dientes } S_1 = \frac{P_{S1}}{\text{Paso}} = \frac{50.6863plg}{1plg} = 50.6863 \quad S_1 = 51 \text{ Dientes}$$

Para el sprock 2:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_2 n_2 \quad d_{s2} = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_2}$$



$$d_{s2} = \frac{100 \frac{Ft}{min}}{\pi(15rpm)} = 2.1220 Ft \times \frac{12 plg}{1Ft} = 25.4647 plg \quad d_{s2} = 25.4647 plg$$

$$\text{Perímetro } S_2 = \pi d_{s2} = \pi (25.4647 plg) = 80 plg$$

$$\text{No. Dientes } S_2 = \frac{P_{s2}}{Paso} = \frac{80 plg}{1 plg} = 80 plg \quad S_2 = 80 \text{ Dientes}$$

Comprobación:

$$\text{Vel. Maquina} = \frac{Vel.Motor}{C.R.T.}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{7.6919}{6.5480} = 1.1746$$

$$T_2 = \frac{V\phi_2}{V\phi_3} = \frac{1489.75}{23.675} = 62.925 \text{ C.R.T.} = 1.1746 \times 62.925 \times 1.5686 = 115.94$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{80}{51} = 1.5686$$

$$\text{Vel. Máquina} = \frac{1750}{115.94} = 15.092 rpm$$

Ejercicio

Un motor es de 6 polos, y la máquina gira a 3 rpm. La caída de velocidad se reparte de la siguiente manera:

- 20% en el juego de poleas
- 79.5% en el reductor y
- 0.5% en el juego de sprockets

Seleccionar las poleas para que trabajen a 3000 Ft/min y los sprockets a 50 Ft/min, con un paso de 1 ½ pulg.

Para un motor de 6 polos tenemos:



$$V\phi_1 = \frac{120 \times 60}{6} - 50 = 1150 \text{ rpm}$$

$$\text{Caída de velocidad total} = 1150 \text{ rpm} - 3 = 1147 \text{ rpm}$$

$$\Delta T_1 = (1147 \text{ rpm})(0.20) = 229.4 \text{ rpm}$$

$$V\phi_2 = V\phi_1 - \Delta T_1 = 1150 \text{ rpm} - 229.4 \text{ rpm} = 920.6 \text{ rpm}$$

$$\Delta T_2 = (1147 \text{ rpm})(0.795) = 911.865 \text{ rpm}$$

$$V\phi_3 = V\phi_2 - \Delta T_2 = 920.6 \text{ rpm} - 911.865 \text{ rpm} = 8.735 \text{ rpm}$$

$$\Delta T_3 = (1147 \text{ rpm})(0.005) = 5.735 \text{ rpm}$$

$$V\phi_4 = V\phi_3 - \Delta T_3 = 8.735 \text{ rpm} - 5.735 \text{ rpm} = 3 \text{ rpm}$$

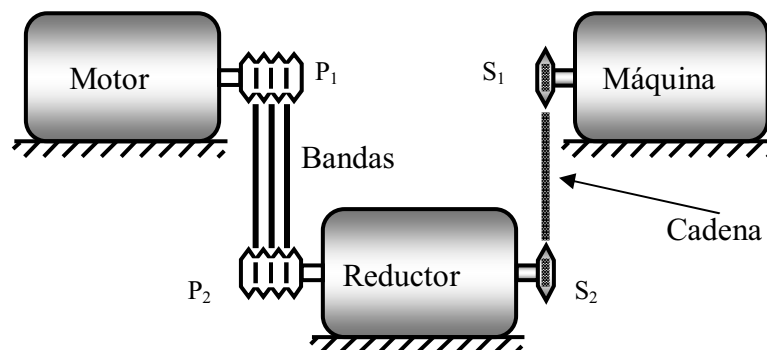
Para la polea 1:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_1 n_1 \quad d_1 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_1 = \frac{3000 \frac{Ft}{\min}}{\pi (1150 \text{ rpm})} = 0.830 \text{ Ft} \times \frac{12 \text{ plg}}{1 \text{ Ft}} = 9.96 \text{ plg} \quad P_1 = 9.96 \text{ plg}$$

Para la polea 2:

$$\text{Vel. Lineal} = \pi d_2 n_2 \quad d_2 = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_2}$$



$$d_2 = \frac{3000 \frac{Ft}{\min}}{\pi (920.6 \text{ rpm})} = 1.037 \text{ Ft} \times \frac{12 \text{ plg}}{1 \text{ Ft}} = 12.44 \text{ plg} \quad P_2 = 12.44 \text{ plg}$$



Para el sprock 1:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_1 n_1 \qquad d_{s1} = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_1}$$

$$d_{s1} = \frac{50 \frac{Ft}{\min}}{\pi(8.735rpm)} = 1.822Ftx \frac{12plg}{1Ft} = 21.864plg \qquad d_{s1} = 21.864plg$$

$$\text{Perímetro } S_1 = \pi d_{s1} = \pi (21.864plg) = 68.687plg$$

$$\text{No. Dientes } S_1 = \frac{P_{s1}}{\text{Paso}} = \frac{68.687plg}{1.5plg} = 45.79 \quad S_1 = 46 \text{ Dientes}$$

Para el sprock 2:

$$\text{Vel. lineal} = \pi d_2 n_2 \qquad d_{s2} = \frac{\text{Vel. Lineal}}{\pi n_2}$$

$$d_{s2} = \frac{50 \frac{Ft}{\min}}{\pi(3rpm)} = 5.3051Ftx \frac{12plg}{1Ft} = 63.661plg \qquad d_{s2} = 63.661plg$$

$$\text{Perímetro } S_2 = \pi d_{s2} = \pi (63.661plg) = 199.99plg$$

$$\text{No. Dientes } S_2 = \frac{P_{s2}}{\text{Paso}} = \frac{199.99plg}{1.5plg} = 133.32plg \qquad S_2 = 133 \text{ Dientes}$$

Comprobación:

$$\text{Vel. Máquina} = \frac{\text{Vel. Motor}}{C.R.T.}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{12.44}{9.96} = 1.248$$

$$T_2 = \frac{V\phi_2}{V\phi_3} = \frac{920.6}{8.735} = 105.39 \qquad C.R.T. = 1.248 \times 105.39 \times 2.891 = 380.24$$

$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{133}{46} = 2.891$$



$$\text{Vel. Máquina} = \frac{1150}{380.24} = 3.02 \text{rpm}$$

a) Eliminar dos trenes dejando solo uno, de modo que la velocidad de la maquina no cambie.

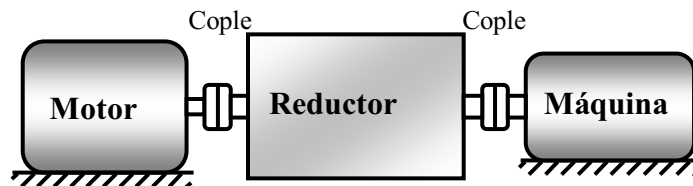
$$\text{Dividiendo} = \frac{1150}{3} = 383.333$$

$$\text{Vel. Máquina} = \frac{\text{rpm}}{\text{C.R.R}} = \frac{1150}{383.333} = 3 \text{rpm}$$

b) Eliminar las poleas y encontrar nuevo valor de S_2 de modo que la velocidad de la máquina no cambie.

Nuevo valor de $S_2 = 165.96 = 166$ dientes.

$$T_2 = 105.39$$



$$T_3 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{166}{46} = 3.608$$

$$\text{C.R.T.} = T_2 \times T_3 = 105.39 \times 3.608$$

$$\text{C.R.T} = 380.24$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{1150}{380.24} = 3.02 \text{rpm}$$

c) Eliminar los sprockets y encontrar nuevo valor de P_2 de modo que la velocidad de la máquina no cambie.

Nuevo valor de $P_2 = 35.93$ plg

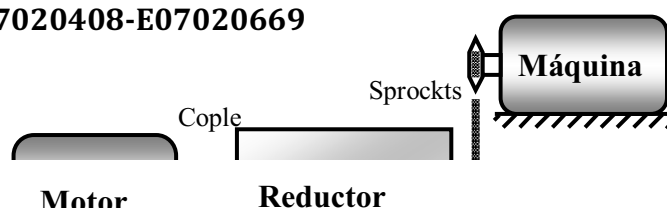
$$T_2 = 105.39$$

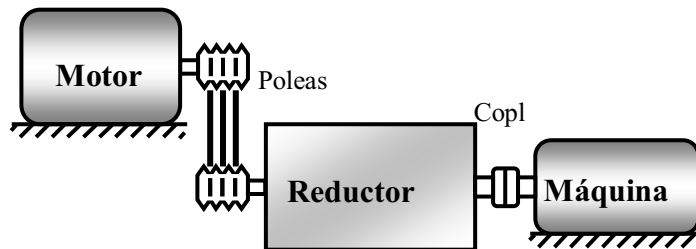
$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{35.93}{9.96} = 3.607$$

$$\text{C.R.T.} = T_1 \times T_2 = 3.607 \times 105.39$$

$$\text{C.R.T} = 380.14$$

$$\text{Vel.maq.} = \frac{\text{rpm}}{\text{CRT}} = \frac{1150}{380.14} = 3.02 \text{rpm}$$



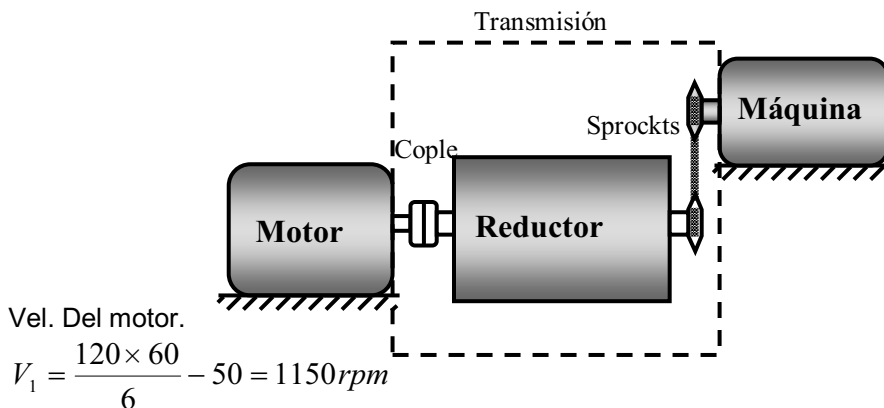


Ejercicio

Un motor de 6 polos pesos y de velocidad de la máquina de 5 RPM.

- A) seleccionar la transmisión completa de un reductor de tres trenes, juego de sprockets de 2:1

NOTA: DE UN TREN LOS REDUCTORES TIENEN UNA CAPACIDAD 10:1; DE DOS TRENES 10:30 Y DE TRES TRENES 30:50 Y DE CUATRO TRENES DE 50 EN ADELANTE.



Caída de velocidad total = 1150 rpm – 5 rpm = 1145 rpm

Incognita V_2 Sabemos que la caída de velocidad va a ser = $T_1 \times T_2$

$$\text{Vel. Maquina} = \frac{\text{Vel. Motor}}{T_1 T_2} \quad 5 \text{ rpm} = \frac{1150}{(2)T_1}$$

$$T_1 = \frac{1150}{(2)(5)} = 115$$

Entonces la capacidad del reductor es de 115:1



$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} = \frac{1150}{115} = 10 \text{ rpm}$$

$S_1 = 15$ dientes Paso de $S_1 = 2''$

$S_2 = 30$ dientes

No. De dientes * P = perímetro

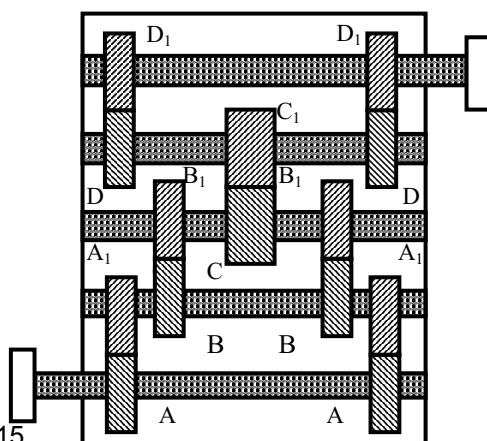
Para S_1

Para S_2

$$(15)(2'') = 30''$$

$$(30)(2'') = 60''$$

El reductor sería

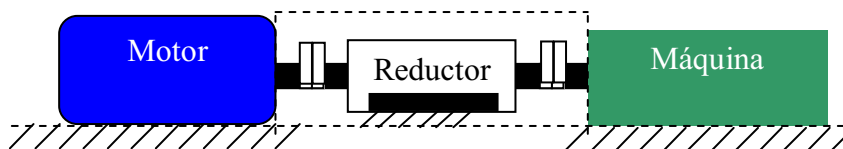


$$\text{C.R.R.} = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 = 115$$

Ejercicio

Una máquina gira a 40 RPM y va acoplada a un reductor X y a un motor de 4 polos.
¿Qué capacidad debe tener el reductor?

$$\text{Velocidad del motor} = \frac{(120 \times F)}{P} - 50$$



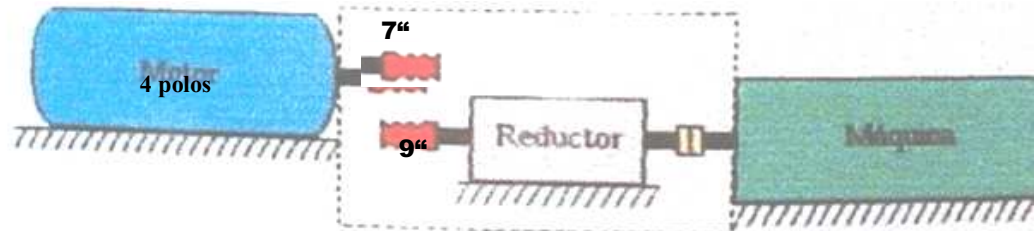
$$reductor = \frac{1750 \text{ RPM}}{40} = 43.75$$

$$\text{CRT} = 43.75 - 1$$



Ejercicio

Motor de 4 polos diámetro de la polea del motor 7 plg., diámetro de la polea del reductor 9 plg.
¿Velocidad lineal de cada polea en ft/min?



$$RPM = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750 rpm$$

$$V = \pi dn = \pi \left(\frac{7}{12} \right) 1750 = 3207.04 \frac{ft}{min}$$

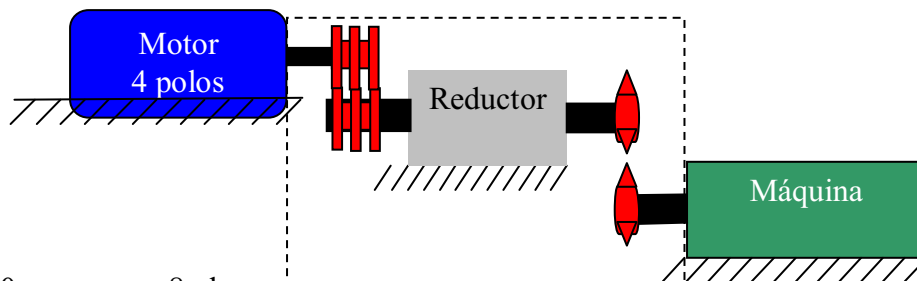
$$n = \frac{3207.04}{\pi \left(\frac{9}{12} \right)} = 1361.11$$

$$V = \pi \left(\frac{9}{12} \right) (1361.11) = 3207.04 \frac{ft}{min}$$

Ejercicio

Motor de 4 polos, polea uno 6 plg., polea dos 8 plg. El reductor tiene una capacidad de reducción (CRR) de 50:1, sprocket uno 30 dientes, sprocket dos 90 dientes. La máquina produce 500 artículos.

¿Qué le pasa a la producción de 6 poleas si es cambiada por una de 5 plg.?



$$T_3 = \frac{90}{30} \quad T_1 = \frac{8 plg}{7 plg} > 1 \quad (\text{tren reductor})$$



$$V\Phi 1 = \frac{120 \times 60}{4} - 50 = 1750rpm \quad V\Phi 2 = \frac{1750rpm}{\frac{8plg}{6plg}} = 1312.5rpm$$

$$V\Phi 3 = \frac{1312.5}{50} = 26.25rpm \quad V\Phi 4 = \frac{26.25rpm}{\frac{90}{30}} = 8.75rpm$$

$$CRT = T_1 * T_2 * T_3 = 200$$



UNIDAD VI

SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

- 6.1.- ASIGNACIÓN DE TAREAS Y RUTINAS AL OPERARIO.
- 6.2.- FLEXIBILIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.
- 6.3.- REDUCCIÓN CONTINUA DE TIEMPO DE PREPARACIÓN Y REPARACIÓN.
- 6.4.- TENDENCIA DE ELIMINACIÓN.
- 6.5.- EXISTENCIA DE MÍNIMOS.
- 6.6.- MANTENIMIENTO AUTONOMO



6.1 ASIGNACIÓN DE TAREAS Y RUTINAS AL OPERARIO

Características principales que debe cubrir un buen operario.

- ❖ Conocimiento práctico del trabajo. Sería difícil producir un plan de trabajo si nunca se hubiera ejecutado la tarea específica u otra similar. Asimismo, si las estimaciones de mano de obra y materiales son imprecisas, el programa de mantenimiento y los niveles de inventario se verán afectados. Ello puede conducir al fracaso de la función.
- ❖ Habilidad para comunicarse. Es necesario, que el planeador sea el contacto de mantenimiento con los diversos niveles de organización. Se encarga de cuatro grupos de producción: producción, almacén, ingeniería y supervisión.
- ❖ Aptitud para el trabajo administrativo y de computadora. La mayoría de las actividades del planeador involucran el manejo de datos y organización. Dependiendo del estado de la planta puede lograrse dicho seguimiento de manera computarizada.
- ❖ Habilidad para bosquejar. La creación de diagramas sencillos para explicar exactamente lo que se necesita, como lo son dibujos de ingeniería que con frecuencia se requieren, resultan convenientes.
- ❖ Capacidad para reflejar instrucciones por escrito. Ser capaz de redactar instrucciones claramente es un talento que debe desarrollarse.
- ❖ Conocimiento del sistema y de la organización del mantenimiento. Ello implica tener aptitudes diplomáticas. Es importante construir y mantener líneas efectivas de comunicación.

6.2.- FLEXIBILIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO?

Es una actividad de trabajo de equipo, involucra a personal de producción y de mantenimiento.

Es una metodología que aumenta las habilidades de los operadores y fortalece la comunicación y comparación entre los departamentos de producción y de mantenimiento.

Actividades de tolerancia (ahí se va).

Áreas de trabajo sucias y desorganizadas.

Baja moral y personal de equipo.

Se implementa gradualmente en pesos de desarrollo bien definidos.

RESULTADO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO:



Mejorar las inspecciones de rutina y el proceso de mantenimiento, también promueve la detección temprana.

Ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante identificación y control de los factores que contribuyen a las pérdidas crónicas del equipo. Eleva la moral del personal y evita los conflictos intermorales.

PASOS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Paso 1.- Limpieza inicial

- Iniciar la rutina de limpieza y las inspecciones llevadas a cabo por los operadores.
- Enfocarse en las partes principales del equipo.
- Exponer condiciones anormales como:
 1. Partes rotas o dañadas.
 2. Desgastes.
 3. Juego entre partes y piezas sueltas.
 4. Deformación, deslizamiento.
 5. Oxido y otros daños superficiales.
 6. Fugas.
 7. Desperfectos escondidos por polvo y suciedad.

Visión global.

- Quitar grasa y suciedad.
- Utilizar los cinco sentidos para detectar condiciones anormales.
- Identificar y detectar las condiciones anormales.
- Corregir y solicitar la reparación de condiciones anormales y dar seguimiento.
- Desarrollar estándares provisionales.

Puntos a recordar de las actividades.

- Hacer juntas entre los miembros del equipo de mantenimiento autónomo para planear el trabajo, solucionar el problema y tomar decisiones.
- Cada equipo tiene su tablero de actividades.
- Se debe grabar y fotografiar el antes y después.
- La limpieza y la inspección diaria deben ser continua ya que son parte fundamental de la metodología.

Paso 2.- Arreglar la fuente de los problemas.

- Introduce al operador en actividades de mejora al equipo.
- Se enfoca en eliminar obstáculos que impide la limpieza efectiva y la inspección.
- Le da seguimiento a las actividades que surgieron en el paso 1 del mantenimiento autónomo.
- Fomenta un enfoque preventivo hacia el mantenimiento preventivo.

Visión global.

- Investigar y documentar las fuentes de contaminación y suciedad,
- Lluvias de ideas y acciones de pruebas para controlar o eliminar las fuentes.



6.3 REDUCCIÓN CONTINUA DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN Y REPARACIÓN

Por lo general es difícil establecer la productividad en mantenimiento debido a lo cambiante de las tareas requeridas y a la consecuente dificultad para establecer estándares. Sin embargo, es posible tener una idea aproximada de la productividad mediante técnicas estadísticas de las actividades de la planta.

En sus formas más simples, dichas técnicas se basan en la determinación del tiempo que el personal de mantenimiento dedica directamente a tareas de atención o servicios a equipos e instalaciones. En este sentido pueden establecerse dos categorías.

El trabajador se encuentra frente al equipo llevando a cabo una acción, probablemente con herramientas. Se trata de trabajo directo y se le considera productivo a efecto de análisis de muestreo estadístico.

Durante el tiempo restante, el trabajador puede estar desarrollando otras actividades vinculadas con el trabajo, pero no ejecutando su tarea en sí, por lo que se establece que es indirecto y/o no productivo.

Nótese, sin embargo, que si se logra incrementar el tiempo productivo de 30 % a 60 %, de hecho se duplica la capacidad de actividad real del trabajador. La planeación del trabajo consiste en preparar, previamente a su ejecución, todos los elementos necesarios para que pueda ser llevado a cabo de manera rápida, eficiente y segura.

Se considera 100 % eficiente a un trabajador de mantenimiento si trabaja el 60 % o 65 % de 8 horas.

En la fábrica hay una llamada de atención:

- ♦ Privada.
- ♦ En grupo.
- ♦ Por escrito.
- ♦ Liquidación.

Los conceptos aquí obtenidos son esenciales para desarrollar la planeación de la conservación a largo plazo, sobre bases firmes y con un criterio uniforme entre el personal de conservación y el de producción. Este tiempo se divide en la forma que se mostrará a continuación. Tiempos en la vida útil de un recurso, en la cual se enumeran los diferentes conceptos para facilitar su explicación.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL. Es el tiempo considerado desde que se instala el recurso, hasta que se retira de la empresa por cualquier concepto.

TIEMPO ACTIVO. Es el que se considera necesario para el funcionamiento del recurso de la empresa.

TIEMPO INACTIVO. Es aquel en el que el recurso no se considera necesario para el funcionamiento de la empresa, se divide en tiempo ocioso y tiempo de almacenamiento.

TIEMPO DE OPERACIÓN. Es cuando el recurso está funcionando dentro de los límites de calidad de servicio estipulados; se divide en tiempos de preparación, de calentamiento y de trabajo como continuación se mencionan.



TIEMPO DE PREPARACIÓN. Es el que utiliza el operador antes de iniciar su labor, para verificar que el recurso funcione adecuadamente y este provisto de todo lo necesario,

TIEMPO DE CALENTAMIENTO. Es el necesario para hacer funcionar el recurso y observar que su compartimiento sea el adecuado, esperando que tome un ritmo de operación normal.

TIEMPO DE TRABAJO. Es cuando el recurso esta proporcionando el servicio.

Ahora analicemos las ramas del tiempo de paro que son las siguientes:

TIEMPO DE PARO. Es cuando por motivos no planeados, el recurso deja de funcionar dentro de los límites determinados, ocasionando perdidas por desperdicio, deterioro excesivo del recurso, reproceso de producto en posibilidad de uso. Se divide en organización, diagnóstico, habilitación, reparación, ajuste, calibración, verificación, registro y estadística.

TIEMPO DE ORGANIZACIÓN. Es el requerido para notificar al personal de contingencia, sobre los recursos necesarios (humanos, físicos y técnicos) que emplearan, y para llegar al lugar a atender la emergencia.

TIEMPO DE DIAGNÓSTICO. Es el que se emplea para verificar el disfuncionamiento del recurso, su temperatura, niveles de vibración, de ruido, de aceite, de entradas y salidas de energía, observaciones de indicadores, etc., hasta identificar la causa de la falla y determinar las acciones correctivas necesarias.

TIEMPO DE HABILITACIÓN. Es el utilizado para conseguir las partes o repuestos necesarios, herramientas y aparatos de prueba.

TIEMPO DE REPARAR. Es el utilizado en reemplazar o reparar las partes del recurso que se hayan gastado, para lograr que este funcione dentro de los límites de calidad.

TIEMPO DE AJUSTE Y CALIBRACIÓN. Es el empleado para hacer las pruebas y ajustes necesarios hasta lograr que el recurso funciones dentro del rango de calidad de servicio esperado.

TIEMPO DE VERIFICACIÓN. Es el utilizado para poner a funcionar el recurso y determinar si puede ser puesto nuevamente en servicio.

TIEMPO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA. Es el empleado en anotar el tipo de trabajo ejecutado, la fecha, la hora y tiempo utilizado, y toda la información que se considere útil para respaldar los análisis y diagnóstico futuros.

A continuación pasemos a estudiar el tiempo inactivo:

TIEMPO OCIOSO. Es el que se considera que el recurso no tiene necesidad de entregar ningún servicio, por lo cual debe aprovecharse para ejecutar en el, la conversación preventiva planeada. Se divide en inspecciones, rutinas, órdenes de trabajo, registro y estadística, como a continuación se analiza.

TIEMPO PARA LA PLANEACIÓN DE LA CONSERVACIÓN. Es el necesario para ir al lugar en donde está instalado el recurso, observar y anotar el comportamiento de sus sensores y captadores y hacer la planeación necesaria para elaborar las rutinas u ordenes de trabajo correspondiente.



TIEMPO DE RUTINAS U ÓRDENES DE TRABAJO. Es el necesario para llevar a cabo el trabajo amparado por la rutina u orden de trabajo correspondiente; incluye la preparación del mismo y pruebas esenciales para corroborarlo.

TIEMPO DE OVERHAUL. Es el requerido para realizar el trabajo de mantenimiento a fondo, normalmente por una orden de trabajo especial, incluye el tiempo de preparación y pruebas necesarias para comprobar que el trabajo este bien ejecutado.

REGISTRO Y ESTADÍSTICA. Es el necesario para efectuar las anotaciones en la orden de trabajo o rutina cuando estas han sido determinadas.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO. Es el tiempo en que el equipo esta almacenado por no ser necesarios sus servicios.

6.4 TENDENCIA DE LA ELIMINACIÓN

No existe una sola empresa que no tenga la necesidad de contar con personal de mantenimiento, ya sea propio o ajeno, a fin de garantizar que su productividad no se vea afectada por fallas imprevistas. Conforme se va haciendo más importante la empresa, tal necesidad aumenta, hasta que este personal llega a formar un grupo preponderante que exige su propia organización racional y sigue creciendo a medida que la empresa se va automatizando.

Cabe aclarar que la exigencia de aumento en calidad de mano de obra es mayor que el aumento en la cantidad, pues la central con diseño de hace 30 años necesita 1.5 hombres por cada mil líneas. En tanto que una moderna necesita 0.5 hombres por cada mil líneas, solamente que en este último caso la preparación técnica del individuo debe ser muy superior.

Por lo tanto y debido a la necesidad del personal de mantenimiento se va desarrollando lentamente aunque en razón directa con la ampliación de la empresa, es lógico que nos encontremos con departamentos de mantenimientos mal comprendidos por los altos funcionarios y, por lo tanto, falsamente estructurados, por lo que siempre será muy sano establecer una junta de planeación a fin de darle una forma adecuada y definida, en funciones y relaciones, a dicho departamento.

6.5. EXISTENCIA DE MÍNIMOS

El primer paso para el control de los materiales, consiste en inventar y catalogar todas las piezas de repuesto que se encuentran dispersas en la fábrica (inclusive las que estén guardadas en los armarios de los mecánicos). Cada pieza se identificará por la máquina a que corresponda y su número, nombre y cantidad se registrarán en un marbete que se le adherirá. También se anotará en el registro de piezas de repuesto según la máquina o departamento a que corresponda, indicando el lugar donde se encuentra. Si una pieza determinada se utiliza en más de una máquina, debe asentarse este hecho tanto en el marbete como en el registro. Tan pronto como una pieza es mar vetada, se instruirá a quienes la usen, que cuando disponga de ella entreguen el marbete respectivo a fin de que el inventario se mantenga al corriente y se pueda ordenar su reposición.

Esto puede ser al principio de un sistema de inventario perpetuo susceptible de ampliación posterior.

Levantar un inventario físico de material de almacén necesita planeación y organización, la cual debe ser de alguien que este familiarizado con la maquinaria y que conozca el costo y



disponibilidad de los diferentes artículos. Esta persona necesita el tiempo suficiente y la ayuda adecuada para llevar a cabo su labor precisa, así como contar con el material impreso (catálogos y fotografías) necesarias para la identificación de las piezas. El área que se destinará como almacén deberá ser protegido en forma que se pueda conservar el control de las partes y accesorios. Toda pieza que haya caído en desuso, deberá ser retirada del local de la fábrica y vendida o enviada a desperdicios.

Una vez completada la lista de las piezas que deben tenerse en existencia, se pasará a elaborar un análisis de costos, a efecto de determinar la inversión total que representarán. Suele ser beneficioso llevar primero al almacén todas las partes correspondientes de un departamento de producción.

Si la existencia que se ha tenido con una determinada pieza no ha sido satisfactoria, conviene pedirle al fabricante que la surta en un material más resistente, duro o mejor. Si la solicitud se rechaza, se puede hacer que los dibujantes de la planta la detallen en forma de plano, buscando perfeccionarlo.

Etapa	Nombre	Actividades a realizar
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "Fugurai"
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción del tiempo empleado para la limpieza
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva
4.	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen



Mantenimiento autónomo

Evitar la saturación del departamento de mantenimiento con pequeños avisos.

Enchufes, setas,...

Incluye las medidas preventivas diarias.

Limpieza

Lubricación

Chequeo

Avisar a mantenimiento si se detectan averías.

En las empresas es difícil que el personal de producción ayude a mantenimiento.

Responsabilidad ante accidentes.

Reticencias por las dos partes.

6. 6 MANTENIMIENTO AUTONOMO

Idealmente, quién opera el equipo debería darle mantenimiento, y originalmente, esas dos funciones fueron combinadas. Hoy, muchos gerentes comprenden que un factor decisivo en la competitividad, es un equipo más eficiente. En el fondo, el mantenimiento autónomo es prevención del deterioro. El mantenimiento desempeñado por los operadores del equipo o mantenimiento autónomo, pueden contribuir significativamente a la eficacia del equipo.

La producción eficiente depende de las siguientes actividades:

A. Actividades de producción:

Prevención del deterioro. Operar el equipo correctamente, mantener las condiciones básicas del equipo, hacer los ajustes adecuados, anotar datos referentes a descomposturas y malos funcionamientos, colaborar con mantenimiento en el estudio de mejoras.

Medición del deterioro. Hacer inspecciones diarias, hacer ciertas inspecciones periódicas.

Restauración del equipo. Hacer reparaciones menores, hacer reportes de descomposturas y mal funciones, asistir en reparar las descomposturas esporádicas.

B. Actividades del departamento de mantenimiento.

Mejorar la confiabilidad del equipo. Debe ser de las altas prioridades del departamento.

Guiar y asistir a los operadores con mantenimiento autónomo. El mantenimiento autónomo solo puede ser establecido con la guía apropiada del departamento de mantenimiento.

Otras actividades. Investigar y desarrollar tecnología de mantenimiento, seleccionar los estándares de mantenimiento, mantener los reportes de mantenimiento, etc.

6.1 Establecer las condiciones básicas del equipo. Es una importante actividad en mantenimiento autónomo, incluye limpieza, lubricación y fijación.

6.1.1 Promover la limpieza. Significa remover suciedad, aceite, polvo y cosas que se adhieren a las máquinas, dados, plantillas, materia prima, piezas de trabajo, etc. Los efectos dañinos de una inadecuada limpieza son muy numerosos, típicamente aparecen en las siguientes formas:



Partículas de diversos tamaños. Producen resistencia friccional, desgaste, trabas, bloqueos y fallas eléctricas. Esto causa pérdida en precisión, mal funcionamiento del equipo y descomposturas.

En ciertos tipos de equipo automático, la presencia de partículas de polvo causa malfuncionamiento, ocio y detenciones menores.

En el ensamblado de partes eléctricas de control el polvo y suciedad en las plantillas y herramientas causan fallas eléctricas.

En galvanizado, las piezas contaminadas en el electrolito producen defectos.

Además los operadores pueden tener alguna resistencia psicológica para inspeccionar cuidadosamente un equipo sucio. Limpiar es inspeccionar, al tocar y ver cada parte del equipo detecta defectos ocultos y anomalías como vibración, calentamiento y ruido. Además se gana respeto por el equipo dando una limpieza inicial, se genera también muchas preguntas como: que clase de malfuncionamiento ocurre cuando las partes están sucias, que causa esta contaminación, como puede prevenirse, hay una manera fácil de hacerlo, que partes están desgastadas, etc.

Para enfatizar los objetivos de la limpieza tomar los siguientes puntos:

- La importancia de las condiciones básicas y que hacer para mantenerlas.
- Los puntos importantes de limpieza.
- El significado de la frase "limpiar es inspeccionar".
- Los supervisores y líderes de grupo pueden hacer buen uso de las ideas y ahínco de los operadores para mejorar el equipo. Activamente anime a los operadores para proponer formas prácticas de mejorar el equipo y aprender métodos particulares de mejora.

Después de la limpieza inicial las fuentes de suciedad y sus efectos en los equipos son fáciles de ver, tome acción contra esos contaminantes suprimiendo su fuente.

Usando la experiencia ganada en la limpieza y prevención de la contaminación, los operadores identifican las condiciones óptimas para su equipo. El grupo de mantenimiento autónomo debe entonces preparar los estándares de operación requeridos para mantener esas condiciones. El mayor obstáculo para la adherencia a los estándares ocurre cuando no es la misma gente quién los fija a quién los debe seguir. Más bien que forzar a los operadores a seguir estándares los supervisores deberían apoyar sus esfuerzos de la siguiente manera:

- Clarifique los estándares y como seguirlos.
- Explique claramente porque los estándares deben ser seguidos y que pasa cuando no son seguidos.
- Esté seguro que los operadores tienen las suficientes destrezas para seguir los estándares.
- Provea el ambiente necesario para asegurar que el tiempo es suficiente.
- Si la motivación, habilidad y oportunidad no están presentes, los estándares no podrán ser obedecidos no importa que tan duro traten los supervisores que se logre. La mejor manera de asegurar la adherencia a los estándares es dejar que los fijen quienes los van a seguir.

Promover la lubricación. Asegurar la apropiada lubricación es el segundo punto para que los operadores ayuden a establecer las condiciones básicas del equipo, esto es descuidado por la razón de que no siempre está conectado con descomposturas y defectos de calidad.

Las siguientes son las razones más comunes para la falta de una apropiada lubricación:



La lubricación no ha sido enseñada en su importancia para mostrar las pérdidas causadas por una mala lubricación o por la ausencia de ello.

Los estándares de lubricación (puntos de lubricación, tipos y cantidades de lubricantes, intervalos de lubricantes y herramientas) son incompletos o no bien enseñados.

Hay muchos tipos de lubricantes o de puntos a lubricar.

No se permite suficiente tiempo para lubricar.

Muchos puntos de lubricación son inaccesibles, así que la lubricación toma mucho tiempo.

Para reducir el tiempo de lubricación es necesario hacer varias mejoras, tales como cambiar la localización de los lubricantes, adecuando un sistema de lubricación, uso de etiquetas de instrucción y haciendo los niveles de aceite claramente visibles.

5.1.3 Promover la apropiada fijación. Los operadores están en la mejor posición para asegurar diariamente que todos los fijadores son apretados apropiadamente. La apropiada fijación es la tercera forma en la que los operadores ayudan en establecer las condiciones básicas del equipo. Las tuercas y tornillos flojos y otros medios de fijación pueden causar pérdidas mayores directa o indirectamente, pueden causar fracturas en los dados, plantillas y herramientas y producir productos defectuosos. Los problemas también ocurren cuando se fijan piezas y se desconoce el apropiado torque resultando en piezas sueltas o apretadas dispares. Para eliminar piezas sueltas y eliminar vibración use piezas de presión, coloque marcas o puntos de referencia en las tuercas y tornillos para ayudar y visualizar fácilmente las piezas flojas.

6.1.4 Inspección general. En los programas de mantenimiento autónomo los operadores son entrenados para conducir inspecciones de rutina. Tres razones son las más comunes para que esto no funcione adecuadamente:

La inspección es demandada pero los trabajadores no son animados a prevenir el deterioro (falta de motivación por falta de dirección).

La inspección es demandada pero no se permite suficiente tiempo para realizarla (falta de oportunidad). La inspección es demandada pero las destrezas necesarias no son enseñadas (falta de habilidad).

Los problemas con la inspección son inevitables cuando los ingenieros de mantenimiento preparan hojas de inspección y simplemente se la pasan a los operadores y consideran su trabajo terminado cuando las hojas se llenan. Los operadores necesitan considerable tiempo antes de que puedan conducir inspecciones apropiadamente. Los intervalos adecuados para inspección en mantenimiento autónomo pueden ser diario, cada diez días, mensual, cada tres meses. Poco tiempo debe destinarse a la inspección diaria, enfocándose solamente al deterioro del equipo que afecta la seguridad y calidad del producto. El intervalo para cada inspección se determina a través de la experiencia y dependiendo del equipo y su ambiente.

Muchas compañías han encontrado que incrementando el conocimiento y destrezas de los operadores (sin llegar al nivel de los trabajadores de mantenimiento), adquieren habilidad para evitar las anomalías. La palabra anormal no se refiere a efectos anormales, si una máquina se descompone y para o produce productos defectuosos, esos son efectos, y lo que lo causó son anomalías causales. Los operadores al detectar anomalías pueden ser llamados "sensores humanos".

Sí aceptamos el reto de desarrollar operadores con esas destrezas, debemos entrenarlos bien. El currículum a ser enseñado depende en las necesidades de los trabajadores, por ejemplo como acondicionar y operar la máquina adecuadamente, como conducir una inspección, etc.

El material más importante para el entrenamiento son los manuales y las hojas de chequeo, considere que información técnica se requiere saber para conducir inspecciones, se debe proveer suficientes detalles en las funciones básicas, mecanismos y componentes de las unidades



a ser inspeccionadas junto con los nombres y funciones de la partes, los criterios y métodos de inspección, aparición, causas y tratamiento del deterioro. Cubriendo estos tópicos completamente enseñará a los operadores la importancia de las condiciones básicas del equipo. Los manuales por si solos no transmiten un completo entendimiento de los temas, se debe usar ayudas como modelos cortados, gráficas entendibles, partes deterioradas o quebradas, etc.

El orden del entrenamiento no puede ser decidido por los asesores de mantenimiento nada más porque se involucran muchos factores. El programa de entrenamiento se extiende por un período largo y es costoso, debe ser planeado y aprobado por la alta dirección.

El entrenamiento es más efectivo llevado en dos pasos; los líderes de grupo son enseñados primero por mantenimiento, entonces toman el papel de profesores, comunicando lo que han aprendido a los miembros del grupo, al educar a su propio grupo los líderes aprenden las responsabilidades de liderazgo. Los instructores de mantenimiento deben asegurar que los líderes entiendan el contenido de la instrucción, si la educación basada en grupos prospera ellos deben enseñar a los líderes a enseñar y como presentar la información efectivamente.

La educación basada en grupos no debe ser confinada al salón de clases, los encuentros deben ser lo más próximo al equipo posible para permitir a los miembros del grupo examinar su propio equipo durante la instrucción y permite a los líderes a hacer preguntas sobre el equipo mismo.

Durante la actividad de inspección, la cooperación del departamento de mantenimiento es crucial. En esta etapa en el proceso de desarrollo de TPM, los operadores descubren una gran cantidad de deterioro. Más de la mitad de los malfuncionamientos encontrados tendrán que ser reparados por mantenimiento.

Cada vez que una inspección general de un equipo se complete, los grupos deberán considerar que inspección de rutina se requiere para mantener el estado mejorado del equipo y preparar los estándares preliminares de inspección autónoma.

6.2 Seiri y Seiton. Seiri (organización) y Seiton (buen arreglo), son principios fundamentales para la administración del lugar del trabajo. Son fáciles de promover, pero difícil de ponerlo en práctica. Seiri, involucra la identificación de objetivos a ser administrados y la selección de estándares relevantes. Seiton se refiere a la adherencia al conjunto de estándares, las actividades de grupo regularmente se enfoca en mejoras que hace fácil de cumplir los estándares.

Para mantener las condiciones básicas del equipo y la inspección del equipo, el papel de los operadores en mantenimiento autónomo, incluye lo siguiente:

- Corregir la operación y preparación/ajuste. (Seleccionando las condiciones de operación y checando la calidad del producto).
- Rápida y pronta detección, tratamiento confiable y reporte de condiciones anormales. (Descomposturas, defectos de calidad, seguridad, etc.)
- Apunte de datos en la condición de operación, calidad y procesamiento.
- Servicios menores de máquinas, plantillas y herramientas.
- Control de cualquier otro objeto para la confiabilidad de lo anterior



5.3 Implementando mantenimiento autónomo en siete pasos. Estas etapas o pasos son basadas en la experiencia de muchas compañías que han implementado el TPM prósperamente. Representan una óptima división de responsabilidades entre los departamentos de producción y mantenimiento al llevar a cabo las actividades de mantenimiento y mejora.

A.- Limpieza inicial. Completamente remueva polvo y contaminantes del equipo.

B.- Elimine fuentes de contaminación y áreas inaccesibles. Elimine la fuente de polvo y tierra, mejore la accesibilidad de áreas que son difíciles de limpiar y lubricar, reduzca el tiempo para limpieza y lubricación.

C.- Estándares de limpieza y lubricación. Seleccione los estándares para limpieza, lubricación y fijación que serán fácilmente mantenidos en intervalos cortos, el tiempo requerido para el trabajo diario/periódico debe ser claramente especificado.

D.- Inspección general. Conduzca el entrenamiento sobre las destrezas de acuerdo con los manuales de inspección, encuentre y corrija defectos menores en inspecciones generales, modifique el equipo para facilitar la inspección.

E.- Inspección autónoma. Desarrolle y use la lista de verificación para mantenimiento autónomo (estandarice limpieza, lubricación e inspección para fácil aplicación).

F.- Organización y mantenimiento del lugar de trabajo. Estandarice varios elementos del lugar de trabajo, para mejorar la eficacia del trabajo, calidad del producto y la seguridad del ambiente: reduzca los tiempos de preparación y ajuste, elimine el trabajo en proceso. Estandarice el manejo de materiales en el taller. Colecte y registre datos para la estandarización. Controle los estándares y procedimientos para materias primas, trabajo en proceso, productos, partes de repuesto, dados, plantilla, y herramientas.

G.- Implemente el programa de mantenimiento autónomo completamente. Desarrolle metas para la compañía, comprometa en actividades de mejora continua, mejore el equipo basado en el registro del análisis de MTBF (Mean Time Between Failures).

Además para implementar el mantenimiento autónomo prósperamente, considere los siguientes elementos importantes:

Educación introductoria y entrenamiento. Antes de iniciar cualquier actividad esté seguro que todos los departamentos relacionados y personal entiendan los objetivos y beneficios en el desarrollo de TPM, se requiere que cada uno atienda un seminario introductorio que explique los detalles de la implementación de TPM y en particular las funciones del mantenimiento autónomo.

Cooperación entre departamentos. Los gerentes de todos los departamentos deben estar de acuerdo en como el departamento apoyará los esfuerzos del departamento de producción para ejecutar el mantenimiento autónomo.

Actividades de grupo. La mayoría de las actividades son desempeñadas por pequeños grupos en los cuales todo el personal participa. Los grupos pueden ser divididos en sub o mini grupos de aproximadamente cinco a diez miembros. Los líderes de grupo de cada nivel vienen a ser miembros de pequeños grupos del nivel superior y sirve como eslabón entre niveles. Para manejar tal estructura promocional efectivamente se puede requerir una oficina administrativa del comité TPM.



El mantenimiento autónomo no es una actividad voluntaria. Todos los participantes deben entender que las actividades de mantenimiento autónomo son mandatorias y necesarias, además, esas actividades son vitales, necesariamente parte del trabajo diario.

Práctica. El entendimiento viene a través de la práctica más bien que del razonable entendimiento. La educación y entrenamiento debe ser progresiva. La implementación del mantenimiento autónomo depende de la combinación del desarrollo gradual de destreza, aprendizaje experimental y cambio de actitudes. Cada paso construye conocimiento, experiencia y entendimiento adquirido en el paso previo.

Apunte sobre resultados concretos. Las mejoras claras, apropiadas y concretas deben ser articuladas con las metas para producir resultados.

Los operadores deben determinar los estándares a seguir. Son los operadores quienes seleccionan los estándares y criterios para limpieza, lubricación, inspecciones, preparaciones y ajuste, operaciones, además ellos deben adquirir las destrezas necesarias para desarrollar esas tareas autónomamente.

La gerencia debe auditar el progreso del mantenimiento autónomo. La gerencia y asesores deben auditar las actividades de los grupos en cada paso y ofrecer guías y apoyo en las áreas problemáticas, deben animar y proporcionar liderazgo a cada grupo TPM.

Use modelos. Seleccione piezas de equipos o grupos individuales de TPM para servir como modelos en el desarrollo del programa TPM.

Corrija los problemas del equipo rápidamente. Si el departamento de mantenimiento no puede resolver las nuevas demandas pronto, o las condiciones del taller no mejoran, el mantenimiento autónomo no progresará y los grupos pequeños fallarán. Para evitar este problema serio, el departamento de mantenimiento debe planear por anticipado como responder adecuadamente, reevaluando su fuerza de trabajo, programando trabajo, horas extras, y uso de contratistas.

Toma tiempo el perfeccionar el mantenimiento autónomo. Es vital el perfeccionar cada etapa antes de pasar a la siguiente, si es apurado los progresos serán superficiales.

Mantenimiento autónomo

Objetivo: “Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador”

Concepto: “Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales”

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo además ¿Quién puede reconocer de forma más oportuna la posible falla de un equipo antes de que se presente? Obviamente el operador calificado ya que él pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier mecánico, él podrá reconocer primero cualquier varianza en el proceso habitual de su equipo.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- ✓ Contaminación por agentes externos
- ✓ Rupturas de ciertas piezas
- ✓ Desplazamientos
- ✓ Errores en la manipulación



Con sólo instruir al operario en:

- ✓ Limpiar
- ✓ Lubricar
- ✓ Revisar

Mantenimiento planeado

Objetivo: “Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones optimas”

Concepto: “Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso”

La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina.

Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

Capacitación

Objetivo: “Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados”.

Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.

Control inicial

Objetivo: “Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento”. Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.

Mejoramiento para la calidad

Objetivo: “Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos”. La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

TPM en los departamentos de apoyo

Objetivo: “Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia”.

El **TPM** es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo.

En estos departamentos las siglas del TPM toman estos significados

T	Total Participación de sus miembros
P	Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)
M	Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos



Significado de las siglas del TPM para los departamentos de apoyo

Seguridad Higiene y medio ambiente

Objetivo: “Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación”.

Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Beneficios: Según su experiencia el ponente argumenta que en un año se recupera la inversión realizada al implantar este sistema y en 4 el ahorro producido permite invertir los recursos en otros proyectos. Aunque estos resultados no se ven de la noche a la mañana y son el producto de un trabajo hecho día a día pero llegar a la meta de “cero perdidas” es posible y una vez alcanzada hay que iniciar la búsqueda de otras pérdidas para eliminarlas, en otras palabras estos beneficios sólo se logran con el mejoramiento continuo.

Es importante destacar que la implantación del TPM, contribuye a la reducción de los costos, a realizar las entregas a tiempo, a que el empleado trabaje con mayor seguridad y a elevar la moral del trabajador ya que este participa activamente en u trabajo en equipo y aporta sugerencias.

Conclusiones: El TPM es el producto de varios sistemas y filosofías de control de calidad y calidad total llevadas a su punto más alto de evolución hasta ahora, por lo que para hacerlo funcionar requiere de un cambio en la filosofía del común denominador del personal de las empresas del nuestro país.



ACTIVIDADES O PROGRAMAS DE PRODUCTIVIDAD SEGUN AREA DE GESTION DE PRODUCTIVIDAD (porcentajes)				
Programas/ Actividades	Establecimientos menos dinámicos		Establecimientos dinámicos	
	1989-1991	1993-1995	1989-1991	1993-1995
AREAI:				
Organización del trabajo de los operarios directos de producción	100,0	100,0	100,0	100,0
a) Actualización de normas de tiempo y rutinas de trabajo	12,9	12,7	14,1	9,0
b) Simplificación de tareas	12,9	9,5	17,2	10,3
c) Asignación de un mayor número de tareas similares por operario	5,4	8,7	9,4	5,1
d) Asignación de tareas de mantenimiento a los operarios	9,7	8,7	15,6	12,8
e) Asignación de tareas de inspección de calidad a los operarios	12,9	11,9	4,7	12,8
f) Asignación de tareas de control estadístico de calidad a los operarios	3,2	7,1	3,1	7,7
g) Asignación de tareas de programación de equipos a los operarios	2,2	4,0	3,1	5,1
h) Asignación de tareas relac. con manejo de inventarios a los operarios	7,5	7,9	7,8	6,4
i) Rotación de trabajadores entre puestos de trabajo	21,5	10,3	20,3	11,5
j) Introducción de equipos de trabajo	4,3	7,9	1,6	9,0
k) Introducción de círculos de calidad y/o similares	4,3	7,9	1,6	9,0
1) Reducción de los niveles jerárquicos	3,2	3,2	1,6	1,3



EL ROL DE TRABAJO Y EL PERFIL

El puesto de trabajo. Es el lugar asignado para cumplir una tarea o función. Este puesto está integrado por cinco elementos esenciales:

- 1) Problemas a resolver: apunta al nivel de complejidad de la tarea a realizar, para lo cual se requieren ciertas capacidades, conocimientos y destrezas.
- 2) Tareas a realizar: rutinas y destrezas necesarias para resolver en forma práctica y sencilla los problemas.
- 3) Rol a cubrir: conjunto de expectativas sociales, institucionales y personales correspondientes al ejercicio de la función. Implica la ubicación psico-social del trabajador.
- 4) Posición dentro de la estructura formal: ubicación dentro del organigrama de la empresa (gerente, jefe, empleado, etc).
- 5) Características culturales de la organización: tipo de empresa, sus creencias, valores, grados de libertad, etc.



UNIDAD VII

SEGURIDAD Y ERGONOMÍA EN EL MANTENIMIENTO

7.1.- Definición de líder y supervisor.

7.2.- Supervisión industrial para un buen mantenimiento.

7.3.- la psicología en la seguridad industrial.

7.1 DEFINICIÓN DE LIDER Y SUPERVISOR

LIDER

Todo esto nos indica, que los nuevos líderes tienen que personalizar la gestión del factor humano en la empresa y sobre todo, deben de saber cubrir las necesidades de cada uno de sus subordinados, flexibilizando la actividad ante los cambios que se producen en las organizaciones. Ante estas circunstancias los líderes deben de aplicar las siguientes capacidades a su trabajo diario.

CAPACIDAD DE TRABAJO EN EQUIPO.

Los subordinados necesitan implicarse en los proyectos y decisiones de la empresa, por lo que sus superiores deben hacerles partícipes, así como fomentar sus iniciativas.

CAPACIDAD DE DELEGACIÓN.

Se debe transmitir confianza y delegando muchas de las tareas e intentar no hacerse omnipotente, pero sin perder la capacidad de mando y coordinación.

CAPACIDAD MOTIVADORA.

Hasta ahora estaba en primer lugar la compensación retributiva, pero los colaboradores necesitan algo más, ser empujados hacia delante con unos hechos positivos, haciéndoles sentir acogidos y afianzados en sus puestos.

CAPACIDAD DE FLEXIBILIDAD.

Se debe ser lo suficientemente hábil para adaptarse a todas y cada una de las situaciones que las organizaciones producen.



SUPERVISOR.

El término “supervisor” significa todo individuo que tenga autoridad, en el interés del patrono, para emplear, trasladar, suspender, dejar sin trabajo, reintegrar, ascender, despedir, asignar, premiar o disciplinar, o para dirigirlos con responsabilidad, o para arreglar sus quejas y agravios, o recomendar con eficacia tal acción, si en relación con lo antes expuesto, el ejercicio de tal autoridad no es de naturaleza meramente de rutina o de oficina, sino que requiere el uso de un criterio independiente.

EL LIDERAZGO

La visión que tienen en general los trabajadores de su jefe es que ordenan, mandan, deciden lo que se debe hacer, imponen criterios, distribuyen el trabajo, controlan y supervisan las tareas.

La preocupación de los directivos y mando debería estar centrada en crear una imagen tal, que sus subordinados lo catalogaran como un colaborador más, orientador, escucha de su gente, generador de confianza; aceptado naturalmente por el grupo, buen comunicador, persona que apoye y ayude, que transmite seguridad.

El mando que es líder trabaja para ser aceptado por su carisma y su servicio a un equipo que compra ayuda y orientación para cumplir con las metas prefijadas que se han negociado previamente.



7.2 SUPERVISIÓN INDUSTRIAL PARA UN BUEN MANTENIMIENTO

La supervisión industrial juega un papel muy importante ya que es la encargada de vigilar todas las operaciones realizadas en el proceso de producción de la empresa.

Ella vigila la transportación de la materia prima, el desembarco en la bodega de la empresa, y el proceso de transformación de la misma.

SERVICIOS DE SUPERVISIÓN DE DESCARGA, PESO Y CONTROL DE CALIDAD.

Supervisión de descarga.

Inspección del producto al arribo del buque.

Muestreo inicial por bodega y análisis físico de muestras primarias.

Control de la descarga.

Inspección de los silos a utilizar, en caso de ensilaje en puerto.

Supervisión del despacho con emisión de guías de movilización.

Control de recepción en la planta del consignatario (*)

Supervisión del pesaje en la planta del consignatario (*)

Muestreo sistemático, cuarteo y preparación de muestras representativa finales.

Toma del tiempo de operaciones del buque.

Certificación de descarga, peso y calidad (análisis)

Solo en los contratos donde se estipula la recepción en planta.

CONTROL DE LOS DESPACHOS DESDE LOS SILOS CON DESTINO A PLANTA:

Una vez culminada la descarga del buque y quedando depositado el producto en los silos, se realizará el control de los despachos y el pesaje, emitiendo una guía de movilización para cada camión. Una vez finalizado el despacho, se hará revisión de los silos utilizados, a fin de constatar que los mismos han quedado vacíos y limpios.

CONTROL DE TIEMPO Y LIQUIDACIÓN DE LA DEMORA O DESPACHO:

- Revisión de la aceptación del aviso de alistamiento por el agente aduanal del receptor y revisión diaria del “estado de hechos” (Statements of Facts), con la colocación de las observaciones por omisiones sobre paradas imputables al buque
- Estudio y revisión del contrato de fletamiento (Charter Party)
- Cálculo del tiempo utilizado y liquidación en US\$ de la demora.
- Premio por despacho. Distribución porcentual del monto a liquidar entre los receptores de cada embarque.
- Discusión con los vendedores de las liquidaciones preparadas.

CONTROL COMPUTARIZADO DEL TIEMPO PERDIDO:

Tiempo de operaciones del buque por computación, con los tiempos perdidos por bodega cada día y su motivo. Igualmente se emite un reporte por computadora totalizando el tiempo perdido por cada empresa de servicios que intervino en la descarga, por ejemplo: agencia aduanal, descargador, transportista, silos, etc.

LISTADOS DE CAMIONES POR COMPUTACIÓN:



Listado de camiones por computación indicando el peso acertado en el puerto de descarga o el recibido en planta, la placa del camión, la fecha y hora de salida y llegada, el No. de guía de la compañía de transporte.

Totalización por cada recibidor, totalizando general por consignatario y total buque.

CONTROL DE RECEPCIÓN EN OTRAS PLANTAS O DEPÓSITOS:

Control de recepción y pesaje de los insumos despachados a otras plantas por orden y cuenta de los consignatarios de la mercancía.

PRECINTAJE:

- Precintaje de las compuertas de las góndolas en el puerto utilizando precintos de plomo o plástico debidamente numerados.
- En cada guía de despacho se indica el número de los precintos.
- Los precintos pueden ser de plástico, de plomo numerados o no, según elección del cliente.

SUPERVISION PARA UN BUEN MANTENIMIENTO

La supervisión industrial juega un papel muy importante ya que es la encargada de vigilar todas las operaciones realizadas en el proceso de producción de la empresa. Ella vigila la transportación de la materia prima, el desembarco en la bodega de la empresa y el proceso de transformación de la misma.

Ejemplo de una supervisión industrial:

Supervisión externa en la Franquicia PEMEX

Su importancia en el desarrollo de las Estaciones de Servicio

PEMEX Refinación tiene estructurado un Programa de Visitas de Inspección con compañías externas, cuyo objetivo es certificar el cumplimiento de las especificaciones generales para proyecto y construcción en todas las obras de remodelación, ampliación o construcción de nuevas estaciones de servicio incorporadas a la Franquicia PEMEX.

Hasta el momento, los avances obtenidos de este programa están por debajo de lo establecido al inicio del mismo. Sin embargo, actualmente PEMEX Refinación, a través de la Gerencia de Estaciones de Servicio, establece planes y acciones tendientes a conseguir que la mayor cantidad de estaciones de servicio terminen sus trabajos.

Una de estas acciones inmediatas es la entrega directa de la ficha de inspección técnica a cada una de las estaciones de servicio, que hayan recibido una visita de inspección.

Esta ficha es el condensado del cuestionario de inspección que aplica el inspector. Refleja el estado real de la estación, así como las observaciones de faltantes o anomalías relevantes en el momento de la inspección. En el cuestionario se anotan en detalle todos los aspectos revisados en los conceptos de seguridad, ecología, imagen y servicio. De esta manera, los propietarios de las estaciones de servicio conocerán cuáles son los aspectos en que se debe trabajar dentro de su estación, e inclusive, podrán mostrar a los inspectores de las compañías, faltantes o anomalías que hayan sido corregidas con relación a la visita anterior.



SISTEMAS DE SUPERVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES CONTROLADOS POR AUTÓMATAS QUE PERMITAN EL DIAGNÓSTICO DE FALLOS Y LA AYUDA AL MANTENIMIENTO

Las industrias de Castilla y León posee cada vez procesos productivos más automatizados, complejos y en los que coexisten una gran diversidad de elementos: autómatas, ordenadores, accionamientos neumáticos, robots, etc. Además los sistemas de producción fuertemente centralizados y poco flexibles que se utilizaban hace varias décadas ya no son admisibles. Esto dio lugar hace unos años a la aparición de los sistemas de producción flexibles que proporcionan respuestas rápidas al mercado fuertemente cambiante en el que están inmersas las empresas. A medida que aumenta la flexibilidad de los sistemas de producción, aumenta la complejidad del sistema de control necesario para gobernarle.

Esto ha dado lugar a la aparición de los sistemas de control "inteligentes" basados en conceptos de: descentralización, autonomía, monitorización, cooperación y colaboración. Todo este aumento de complejidad lleva a que el personal de mantenimiento cada vez se encuentra con más dificultades a la hora de intervenir, necesitando un personal cada vez más preparado técnicamente y sobre todo en un proceso de formación continuo, debido a los cambios frecuentes que sufren los procesos productivos. Además, debido a la modificación constante del proceso productivo, en periodos muy cortos, se hace necesario un sistema que garantice la fiabilidad, idoneidad y normalización de esas modificaciones, de acuerdo a unas normas acordadas.

Con esta línea de investigación se pretende desarrollar e implantar herramientas dirigidas a los responsables de mantenimiento de las empresas, de tal forma que se pueda intervenir rápidamente en caso de avería y con una mínima formación del personal. Potenciar el campo del control y supervisión de sistemas complejos basados en Redes y Buses de Campo. Interesándose de forma especial por aquellas configuraciones que "mezclan" distintas tecnologías y que requieren que el diálogo entre todos los participantes sea lo mas transparente posible para explotar al máximo las posibilidades de todo el conjunto, tanto desde el punto de vista de Fabricación como desde el punto de vista de Supervisión, ayuda al Mantenimiento y Gestión.

Planteamiento del problema

Tenemos en la industria actual sistemas productivos muy complejos controlados por autómatas. Estos procesos están continuamente siendo modificados, y por consiguiente los programas de los autómatas. Esto da lugar a que en situaciones de avería el personal de mantenimiento sea capaz de identificar correctamente la situación del puesto de producción y trasladársela correctamente al autómata, siendo una tarea compleja y que ocasiona paradas de importancia.

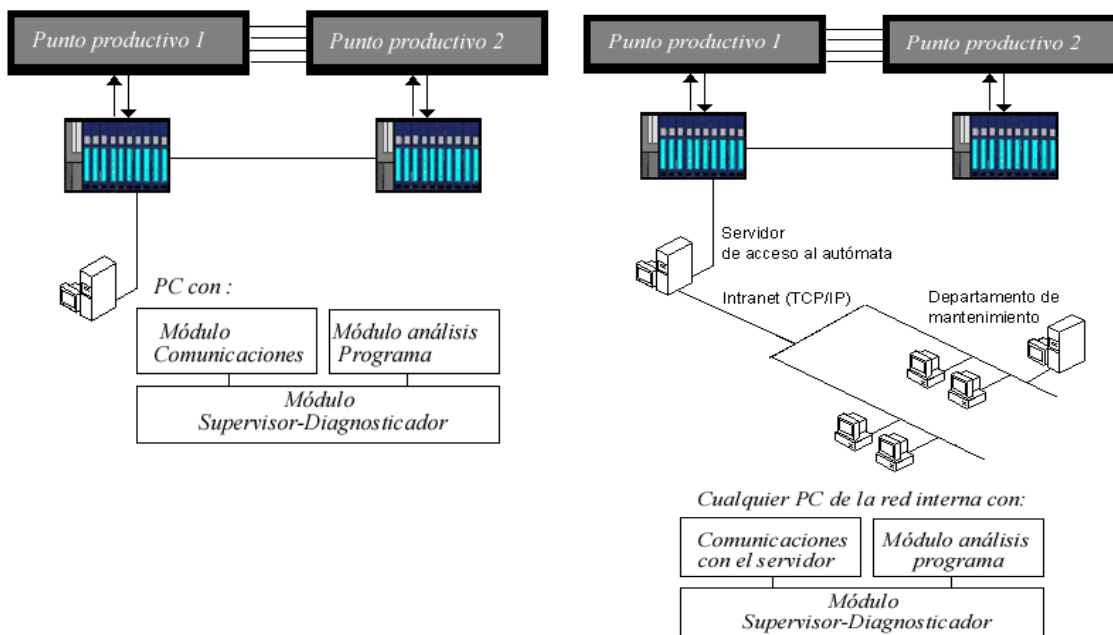
Sistema Supervisor - diagnosticador



Elementos que lo componen:

- ✓ Módulo de carga del programa. Será el encargado de interpretar el programa del autómeta. Construir el árbol de decisión que será con el que trabaje la herramienta. Dependiente del autómeta. Dependiente del autómeta.
- ✓ Módulo de comunicaciones, será el encargado de extraer la información del estado en el que se encuentra el autómeta.
- ✓ Módulo-Herramienta Supervisor-Diagnosticador basado en PC. Genérica, independiente del autómeta. Es el que implementa todas las reglas de decisión y diagnóstico, además de incluir un "interfase" amigable e intuitivo para el operario de mantenimiento.

El esquema es el siguiente:





ERGONOMIA

Investigación de las capacidades físicas y mentales del ser humano y aplicación de los conocimientos obtenidos en productos, equipos y entornos artificiales. La aplicación de la ergonomía puede llevar a productos más seguros o fáciles de usar, como vehículos o electrodomésticos. La ergonomía también puede generar procedimientos mejores para realizar determinadas tareas, desde cambiar un pañal hasta soldar una pieza metálica.

Los ergónomos o ergonomistas son científicos especializados en el estudio de la interacción de las personas con los objetos con que entran en contacto, particularmente los objetos artificiales. Su trabajo proporciona información que ayuda a otros especialistas, como diseñadores e ingenieros, a mejorar la facilidad de uso de los productos que desarrollan.

Diseñar los productos para adaptarse a los cuerpos y las capacidades de las personas no es algo nuevo. Incluso los hombres prehistóricos daban forma a sus herramientas y armas para hacerlas más fáciles de usar. En 1940, el psicólogo británico Hywel Murrell unió los términos griegos ergon (trabajo) y nomia (conocimiento) para bautizar la nueva ciencia. Más recientemente se ha usado ampliamente el término de 'ingeniería de factores humanos' en lugar de la palabra 'ergonomía', ya que permite distinguir entre los factores humanos fisiológicos, psicológicos y sociológicos.

EJEMPLO:

La mitad de las personas que trabajan en una oficina frente a un ordenador (computadora) presentan problemas derivados de las malas posturas. Poseer una silla diseñada con criterios ergonómicos es imprescindible para evitar trastornos físicos, como dolores de espalda, cervicales, lumbago o problemas de circulación. Esta silla de oficina se puede ajustar a las medidas de cada persona, para ofrecer el máximo apoyo y confort.



Gregory Commercial Furniture

ERGONOMIA

(ergon = trabajo; nomos = ley)

Es una disciplina de las comunicaciones reciprocas entre el hombre y su entorno socio técnico.



Objetivos:

Proporcionar el ajuste recíproco, constante y sistemático entre el hombre y el ambiente; diseñar la situación de trabajo de manera que este resulte, en la medida de lo posible, cómodo, fácil y acorde con las necesidades mínimas de seguridad e higiene y elevar los índices globales de productividad.

SEGURIDAD Y ERGONOMIA DEL MANTENIMIENTO

Cuando hablamos de mantenimiento, estamos diciendo que se llevaran a cabo trabajos ya sean preventivos o correctivos. En estas operaciones intervendrán la mano del hombre sobre los equipos que se le dará mantenimiento y para que todo salga perfectamente, es decir, que al equipo que se le dio mantenimiento quede como nuevo y que el trabajador termine en condiciones de salud como cuando comenzó, se debe de contar con las herramientas necesarias para llevar a cabo dicho trabajo así como también el equipo necesario para asegurar la integridad física del trabajador que esta realizando dicho mantenimiento.

En conclusión la SEGURIDAD es la encargada de que no se dañen los equipos o el trabajador. Y la ERGONOMIA es la comunicación recíproca entre el hombre, la máquina y su entorno.

7.3 LA PSICOLOGIA EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL



EL DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO

Las empresas viven en un entorno caracterizado por constantes, acelerados y complejos cambios de orden económico, tecnológico, político, social y cultural, los mismos que tornan obsoletas las respuestas del pasado frente a los problemas actuales vinculados a la gestión de personal. El trabajador forma parte del sistema empresarial y resulta susceptible a los cambios que en éste se generan. Sin embargo, el potencial de desarrollo que el trabajador tiene en sí muchas veces no se actualiza por falta de oportunidades que no son sino consecuencia de una concepción tradicionalista en la gestión de personal.

La nueva concepción en la administración del potencial humano se funda en las siguientes ideas: 1°. El reconocimiento de que el trabajador posee potencialidades internas que necesitan desarrollarse; 2°. La valoración de que el trabajador es el factor más importante para impulsar el desarrollo empresarial; y 3°. La comprensión de que el sistema empresarial influye sobre el trabajador y viceversa, por lo que el desarrollo de éste necesariamente se encuentra ligado al desarrollo de aquél.



Los fundamentos de la psicología humanística, son los siguientes:

1°. Autonomía e interdependencia social.

La autonomía tiene el significado de que la persona humana tiene una tendencia muy marcada a dominarse a sí misma y al medio ambiente para poder independizarse de sus controles externos. Es de esta autonomía que se deriva la responsabilidad social que cada persona tiene frente a sí misma y a la comunidad en la cual vive. La autonomía lo es en la medida que el ser humano vive inmerso en sistemas sociales que necesariamente significan interrelación social.

2°. Autorrealización.

Además de las necesidades de déficit - necesidades fisiológicas, de seguridad, sociales y de estimación - se encuentran presentes en el ser humano las necesidades de crecimiento, auto actualización o autorrealización. Esta necesidad de autorrealización es una tendencia en el hombre dirigida al objetivo de la conservación y desarrollo personal y a la independencia con respecto a controles externos. Esta autorrealización es concebida por algunos autores como objetivo de vida - Karen Horney, Abraham Maslow y Erik Fromm -, en tanto que otros acentúan su carácter de proceso - Viktor E. Frank, Carl Rogers y Charlotte Buhler -.

3°. Tendencia hacia un sentido y una meta.

La vida humana se encuentra orientada hacia la realización de objetivos que la propia persona elige porque aspira a una vida plena y llena de significado por sus valores internalizados de su mundo cultural. Valores como libertad, justicia, dignidad, verdad, bondad, belleza y otros ofrecen un horizonte de futuro a la persona. Encontrar un sentido a la propia existencia es importante para el crecimiento y desarrollo humanos.

4°. Totalidad u holismo.

La persona humana es una totalidad o integridad con dimensiones biológicas, psíquicas, sociales, culturales y espirituales. El ser humano constituye una unidad en interrelación con su medio ambiente que tiene pleno sentido existencial.

Es esta psicología humanística la que le confiere un sólido soporte conceptual a la administración y desarrollo del potencial humano, y que por cierto se halla también presente en la psicología industrial y organizacional, la psicología de la seguridad y la psicología preventiva.

LA PSICOLOGIA INDUSTRIAL Y ORGANIZACIONAL

La psicología industrial y organizacional es una disciplina científica social cuyo objeto de estudio es el comportamiento humano en el ámbito de las organizaciones empresariales y sociales. Por psicología industrial y organizacional debe comprenderse la aplicación de los conocimientos y prácticas psicológicas al terreno organizacional para entender científicamente el comportamiento del hombre que trabaja, así como para utilizar el potencial humano con mayor eficiencia y eficacia en armonía con una filosofía de promoción humana.

La psicología industrial y organizacional pretende, al encontrar respuestas a los numerosos y complicados problemas generados en el ambiente laboral, activar el potencial de realización del



factor humano, propiciar el bienestar y satisfacción de los trabajadores, así como contribuir al desarrollo de las organizaciones.

Temas importantes de estudio de la psicología industrial y organizacional, son los siguientes: Análisis y evaluación de puestos de trabajo, selección de personal, evaluación del desempeño, entrenamiento y capacitación, satisfacción en el trabajo, clima organizacional, liderazgo y supervisión, comunicaciones, psicología de ingeniería y otros. Puede apreciarse que casi todos estos temas de estudio también son estudiados y aplicados por las relaciones industriales, de manera que ahí tenemos un cuerpo de conocimientos entrecruzados que son explotados por profesionales de estas dos disciplinas.

Otra disciplina cuyo campo de estudio se entrecruza significativamente y se va integrando con la psicología industrial y organizacional es el comportamiento organizacional. Son temas de estudio de esta disciplina los siguientes: La personalidad, la percepción, el aprendizaje, las actitudes y valores, la motivación, la toma de decisiones, el desarrollo de carrera, las comunicaciones, el comportamiento grupal, el liderazgo, el poder y la política, los conflictos y la negociación, la cultura organizacional, el estrés laboral, el cambio y el desarrollo organizacional y otros. Es importante apuntar que el comportamiento organizacional se plantea el estudio de sus temas de interés en cuatro niveles: El individual, el grupal, el organizacional y las relaciones entre empresa y entorno.

La psicología industrial y organizacional, el comportamiento organizacional y las relaciones industriales no tienen todavía en nuestro medio el nivel de desarrollo profesional que tienen otras especialidades profesionales por limitaciones en la formación, la investigación y la aplicación, pero es obvio que existe un camino recorrido por profesionales destacados con trabajos importantes que es necesario reconocer y alentar. En todo caso, es recién en los últimos años que se ha avanzado de temas tradicionales hacia temas más novedosos sustentados en una concepción del trabajador que es valorado como potencial humano en las organizaciones.

LA PSICOLOGIA DE LA SEGURIDAD.

La psicología de la seguridad por su nivel de desarrollo y temática de estudio puede ser considerada como una sub-rama de la psicología industrial y organizacional. Necesariamente tendrá que apoyarse esta sub rama de la psicología en la psicología industrial y organizacional para desarrollarse. El interés de la psicología de la seguridad es específico a la situación del trabajador en su ambiente de trabajo con los riesgos que son inherentes a la naturaleza de su labor. Un aporte valiosísimo para el desarrollo de esta psicología de la seguridad también proviene de la psicología preventiva, así como del comportamiento organizacional.

Es posible ofrecer aquí una respuesta genérica a la interrogante: ¿Qué puede hacer un psicólogo incorporado al equipo de seguridad de las empresas? Desde la óptica de la psicología de la seguridad puedo establecer algunas alternativas de acción que son necesarias llevar a la práctica y que configuran el rol del psicólogo en la seguridad industrial.

Lo primero es conocer la administración moderna de la seguridad / control de pérdidas en la empresa. Es importante encontrar respuestas a estas interrogantes: ¿Qué características tiene el sistema de seguridad de la empresa? ¿Qué resultados tiene el sistema de seguridad? ¿Qué fortalezas y debilidades tiene el sistema de seguridad? ¿Qué oportunidades y riesgos tiene el sistema de seguridad? ¿Cómo se aplica el sistema de administración moderna de la seguridad / control de pérdidas?



Lo segundo es investigar la mentalidad del trabajador con respecto a la seguridad. Es importante encontrar respuestas a estas cuestiones: ¿Cuáles son los comportamientos y actitudes del trabajador hacia la seguridad y la supervisión? ¿Qué características psicológicas, educativas y culturales tienen los trabajadores en los niveles individual, grupal y organizacional? ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de los trabajadores? ¿Cuáles son las oportunidades y riesgos de los trabajadores? ¿Cómo se evalúa la conducta segura del trabajador en la empresa? ¿De qué manera participa la familia del trabajador en las campañas de seguridad?

Lo tercero es contribuir a generar una consciencia y cultura de prevención en los trabajadores, de tal manera que el compromiso con la seguridad se extienda del ámbito laboral al familiar y social. Este paso es muy amplio y complejo y representa la preparación de actividades de trabajo, definiendo las estrategias, los objetivos, las metas, las tácticas y los recursos en estrecha coordinación con las áreas de seguridad, producción, personal y la supervisión en general.

Puestos en una balanza, de una parte, los costos que representan los accidentes de trabajo; y, de otra parte, un cambio de paradigma en la gestión de la seguridad en las organizaciones mediante la efectiva acción de la psicología de la seguridad, es tiempo de iniciar una renovación en algunas de las prácticas de la seguridad industrial de acuerdo a un simple análisis de costo/beneficio.

¿POR QUE ES NECESARIA UNA PSICOLOGIA APLICADA A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL?

Cada vez son más las organizaciones empresariales que en el país se encuentran comprometiendo sus mejores esfuerzos y recursos en recrear y fortalecer su *cultura de seguridad*. Este nuevo compromiso con la seguridad no solamente permitirá a las empresas superar problemas de accidentabilidad, con la problemática de orden legal, social, empresarial, psicológica y moral que implican, sino también la de introducir una nueva visión de la seguridad a través de la Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas. No obstante este avance positivo que se ha evidenciado en los últimos años, es realista reconocer que todavía la mayoría de los administradores de la seguridad de las empresas no se encuentran muy conscientes del muy significativo aporte psicológico que necesariamente requiere la aplicación de esta nueva filosofía y práctica de la seguridad.

Siendo uno de los propósitos de la seguridad industrial contribuir a generar comportamientos, actitudes y valores positivos de los trabajadores frente a la seguridad, la intervención profesional del psicólogo se justifica y resulta necesaria en el equipo de seguridad integral de la empresa. El psicólogo incorporado al equipo de seguridad podrá brindar asesoría con respecto a la *reingeniería humana* en el campo de la seguridad.

Algunas interrogantes que requieren intervenciones psicológicas calificadas son, entre muchas otras, las siguientes: ¿Cómo seleccionamos personal con actitudes maduras frente a la seguridad? ¿Cómo motivamos al trabajador para que se interese por la seguridad? ¿Cómo generamos actitudes preactivas de seguridad en el trabajo? ¿Cómo facilitamos el aprendizaje de seguridad de los trabajadores? ¿Cómo debe descansar y relajarse el trabajador para manejar sus tensiones? ¿Cómo debe orientarse el trabajador con problemas conductuales, emocionales o de alcoholismo? ¿Cómo recreamos y fortalecemos la cultura de seguridad en la empresa? ¿Cómo investigamos las actitudes de seguridad de los trabajadores? ¿Cómo auscultamos el clima socio-laboral de la empresa? ¿Cómo integramos la seguridad como un valor personal de los trabajadores?



La urgente necesidad de dar respuestas creativas e inteligentes a estas y otras interrogantes justifica plenamente la incorporación del psicólogo al equipo de trabajo de seguridad industrial de las empresas. La ingeniería de seguridad industrial y la psicología de la seguridad podrán potenciar su acción con mejores resultados mediante un trabajo sinérgico en beneficio del potencial humano. Es un nuevo paradigma en el que los administradores tienen que pensar con la mente abierta para comprender que la seguridad industrial implica un trabajo con personas que tienen dimensiones biológicas, psíquicas, sociales, culturales y espirituales.

A diario puede observarse lo siguiente: Una empresa selecciona y contrata a un trabajador para que desempeñe un determinado puesto de trabajo, en un período de tiempo determinado y con una remuneración que se acuerda en función del mercado, para lo cual se comprueba que éste cuenta con las adecuadas calificaciones y competencias técnico - profesionales y personales. ¿Cuál es el *quid* del asunto para el supervisor? En algunas o muchas ocasiones el supervisor no repara en que la persona que acude al trabajo cada día lo hace con todo su humanidad y no sólo con sus conocimientos y habilidades para el trabajo. He ahí entonces el desafío de mayor importancia para los supervisores de todos los niveles y áreas de la empresa: administrar trabajadores que son personas plenas de humanidad. Verdad de perogrullo que no siempre se reconoce y menos aún se acepta, inclusive en la seguridad industrial.

RELACIONES ENTRE LA PSICOLOGIA INDUSTRIAL Y ORGANIZACIONAL, LA PSICOLOGIA DE LA SEGURIDAD Y LA PSICOLOGIA PREVENTIVA.

La psicología industrial y organizacional, la psicología de la seguridad y la psicología preventiva, aun con sus diferencias conceptuales y aplicativas que pueden ser reconocidas, tienen un terreno común. El trabajo del psicólogo en la seguridad industrial necesariamente tendrá que apoyarse en estas tres disciplinas: En la psicología industrial y organizacional, para comprender el comportamiento del individuo, los grupos y la organización en un contexto socio-empresarial; en la psicología de la seguridad, para comprender el comportamiento del hombre en un ambiente de trabajo con todos los riesgos a los que se encuentra expuesto; y en la psicología preventiva, para comprender el comportamiento humano en la promoción de la salud y la mejora de la calidad de vida.

El psicólogo incorporado al equipo de seguridad requerirá competencia profesional - *multifuncionalidad en su desempeño* - para comprender todo esto; pero, además, para generar tres resultados que son claves: 1°. Que su trabajo contribuya a la mejora de la eficiencia y eficacia de los programas de seguridad, de tal manera que los índices de accidentabilidad disminuyan; 2°. Que los trabajadores demuestren con su comportamiento que su *compromiso* con la seguridad es una realidad, de tal manera que los programas de seguridad sean verdaderamente exitosos; y 3°. Que los trabajadores comprueben con su comportamiento que han desarrollado una *actitud prevencionista* frente a la vida, de tal modo que la *cultura de la seguridad* se refuerce en los ámbitos empresarial y familiar.

LA PSICOLOGIA DE LA SEGURIDAD Y LA ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PÉRDIDAS.

El desarrollo aplicativo de la Administración Moderna de la Seguridad y Control de Pérdidas se sustenta sobre la base de un Programa que contiene 20 elementos. Tales elementos son los siguientes: 1°. Liderazgo y administración; 2°. Entrenamiento en la gerencia; 3°. Inspecciones planeadas; 4°. Análisis y procedimientos de tareas; 5°. Investigación de accidentes /



incidentes; 6°. Observación de tareas; 7°. Preparación para la emergencia; 8°. Reglas de la organización; 9°. Análisis de accidentes / incidentes; 10°. Entrenamiento de los trabajadores; 11°. Equipos de protección personal; 12°. Control de salud; 13°. Sistema de evaluación del programa; 14°. Controles de ingeniería; 15°. Comunicaciones personales; 16°. Comunicaciones de grupos; 17°. Promoción general; 18°. Contratación y colocación; 19°. Control de adquisiciones; y 20°. Seguridad fuera del trabajo.

UN MODELO DE APLICACION PRÁCTICA DE LA PSICOLOGIA EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

Una experiencia inédita en el país en materia de aplicación de la psicología en seguridad industrial lo constituye el Programa de Motivación en Seguridad y Desarrollo Personal, conocido por sus siglas PROMOSSED, en el ámbito de la Empresa Minera del Centro del Perú S.A. – CENTROMIN PERU -. Este Programa se gestó y aplicó en CENTROMIN PERU S.A., durante los años 1996 y 1997 en todas y cada una de sus Unidades de Negocios, antes de que se diera inicio al proceso de transferencia de las Unidades de Negocios privatizadas.

El PROMOSSED, desarrollado por el Ing. Grimaldo Pérez Portocarrero, Director de Seguridad, y el suscrito, Psicólogo Industrial, constituyó un significativo esfuerzo educativo y motivacional realizado en la coyuntura de la privatización de CENTROMIN PERU S.A., que benefició a 12,000 personas y que representó un total de 80,000 horas-hombre de capacitación.

La conjunción de diversas oportunidades favorables en la empresa, aprovechadas al máximo por los dos gestores y conductores del PROMOSSED, permitió el desarrollo del Programa en todas y cada una de las Unidades de Negocios de CENTROMIN PERU S.A. Los resultados de esta interesante experiencia han sido expuestos en diversos certámenes profesionales, tales como la XXIII Convención de Ingenieros de Minas del Perú (Arequipa, 1997) y el VIII Congreso Nacional de Psicología (Lima, 1997). Un excelente resumen de la ponencia: ***Aplicación de la Psicología en la Seguridad Industrial. La experiencia del PROMOSSED en la Empresa Minera del Centro del Perú S.A.***, ha sido publicada en el segundo volumen de los Trabajos Técnicos por el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.

Este trabajo de aplicación de la psicología en la seguridad industrial ha sido el único en su genero en el país hasta el momento, por lo que no cabe ninguna duda de que hacen falta muchas más investigaciones, intervenciones y aplicaciones de la psicología de la seguridad en alianza con la seguridad industrial. Este campo de aplicación de la psicología es sumamente fructífero en sus posibilidades de desarrollo; sin embargo, todavía no despierta el interés de las empresas por diversas razones. Me atrevería a señalar que una razón importante no radica sino en el desconocimiento de los propios psicólogos en este campo de aplicación de la psicología, así como también de los propios ingenieros de seguridad sobre esta disciplina tan rica en posibilidades para la seguridad industrial e higiene.

No es este el lugar y momento apropiados para hacer un balance del PROMOSSED, luego de sus dos versiones aplicadas en CENTROMIN PERU S.A.; sin embargo, puedo señalar que una de las líneas maestras de este programa educativo y motivacional es ayudar a los trabajadores de todos los niveles ocupacionales a crear conciencia de seguridad mediante la creación de su propia visión de futuro personal. Para lograr tal propósito diseñé un curso novedoso al que denominé: Planeamiento Estratégico Personal. Mediante este curso que utiliza como base, primero, la filosofía de que las personas deben encontrar un sentido a su existencia mediante la definición de su misión personal; y, segundo, una herramienta administrativa denominada análisis FORD, los trabajadores



aprenden a descubrir su mundo interno, así como a reconocer las circunstancias de su entorno que influyen sobre su desarrollo personal, laboral y social.

Es innegable que los trabajadores frente a esta nueva propuesta que representa una nueva manera de comprender y actuar sobre la realidad, expresan en su psiquismo y conducta el fenómeno psicosocial denominado *resistencia al cambio*. Esto se explica por cuanto las nuevas propuestas se estrellan muchas veces con formas tradicionales de pensar que no resultan sino barreras contra el desarrollo personal, laboral y social. Creencias como el fatalismo (fe en un destino que no puede ser modificado), las prácticas adivinatorias ancestrales (lectura de las vísceras del cuy, hojas de coca y otras), las pseudociencias (astrología, fisiognomía, etcétera), los rituales mágicos (prácticas de chamanismo y brujería) y las falsas ideas religiosas (milagrerismo), se encuentran bien arraigadas en la mentalidad de la mayoría de los trabajadores. Es necesario entonces socavar las bases de estas creencias con argumentos razonados y propuestas creativas que les representen a los trabajadores una nueva manera de comprender y actuar sobre su realidad.

El Planeamiento Estratégico Personal es una nueva propuesta educativa y motivacional que no solamente resulta útil para trabajadores de bajo nivel educativo sino que incluso ha sido muy bien comprendida y asimilada por la supervisión de todos los niveles. No son pocos precisamente los casos de supervisores de diversas empresas que han comenzado a aplicar las herramientas de planificación personal en otros contextos, después de todo la filosofía y los principios conceptuales son los mismos.

El Planeamiento Estratégico Personal representa una positiva inversión para las empresas por cuanto ayuda a que los trabajadores asuman una sólida conciencia de seguridad a partir del reconocimiento de que cada persona es el responsable de su propio futuro. No cabe duda de que también es una forma inteligente y creativa de remover las bases en las que se asienta el paternalismo, la dependencia y el conformismo de muchos trabajadores. Representa también para los trabajadores una confrontación entre lo que son en este momento y lo que pueden llegar a ser con su esfuerzo personal.



UNIDAD VIII

LUBRICACIÓN

8.1 Introducción.

8.2 Tipos de lubricación.

8.3 Viscosidad.

8.4 Lubricantes.

8.5 Selección de lubricante.



8.1.- INTRODUCCIÓN

La lubricación es parte del mantenimiento preventivo. En numerosas fábricas este aspecto tan importante es visto con culpable negligencia. En una de ellas, por ejemplo, se hacía resaltar el hecho de usar tipos de aceites y grasas, en lugar de cuidar de que fuesen aplicados con regularidad.

Al instituir un programa de lubricación debe cuidarse de hacer un examen del equipo, a efecto de determinar cuáles son los productos más apropiados para su correcto funcionamiento, así como la frecuencia con que se debe ser administrado. La mayoría de las empresas petroleras estarán dispuestas a colaborar en una investigación y proporcionar un manual de lubricación. Las recomendaciones que hagan ayudarán a determinar las distintas clases de aceites o grasas a usar. A menos de que existan condiciones fuera de lo común, con 8 o 10 tipos será suficiente.

8.2.- TIPOS DE LUBRICACIÓN

El objeto de la lubricación es reducir la fricción, el desgaste y el calentamiento de partes de máquina en contacto, que tengan movimiento relativo entre sí. Un lubricante es una sustancia que cuando se introduce entre superficies móviles alcanza los objetivos citados. En un cojinete de deslizamiento, el extremo de un eje gira en el interior de un casquillo y el movimiento relativo es deslizante. En un cojinete antifricción el principal movimiento relativo es rodante.

Todas estas aplicaciones requieren la lubricación para reducir la fricción, el desgaste y el calentamiento.

Pueden identificarse cinco formas de lubricación:

- ♦ Hidrodinámica.
- ♦ Hidrostática.
- ♦ Elastohidrodinámica.
- ♦ De capa límite.
- ♦ De película sólida.

LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA

Significa que las superficies de soporte de carga de un cojinete están separadas por una capa de sustancia lubricante relativamente gruesa, de modo que se impide el contacto directo de metal a metal, la estabilidad así obtenida puede explicarse por las leyes de la mecánica de fluidos. No depende de la introducción del lubricante a presión, aunque ello puede ocurrir, pero si se requiere la existencia de un suministro adecuado en todo momento.

LUBRICACIÓN HIDROSTÁTICA.

Se obtiene introduciendo el lubricante, que a veces es aire o agua, en el aire de carga a una presión lo bastante elevada para separar las superficies con una capa relativamente gruesa de lubricante, así, a diferencia de la lubricación hidrodinámica, no requiere del movimiento de una superficie.



LUBRICACIÓN ELASTOHIDRODINÁMICA

Una superficie de área de contacto, una disminución en la velocidad de la superficie móvil, una reducción en la cantidad de lubricante suministrada a una chumacera, una intensificación en la caja del cojinete, o bien una elevación en la temperatura del lubricante que resulte de una disminución en la viscosidad puede impedir la formación de la película de lubricante gruesa que permita tener la lubricación completa, cuando esto ocurre, las asperezas de más altura quedan espadas por películas de lubricante de solo unos cuantos diámetros moleculares de espesor.

Esto se llama lubricación al límite o escasa. El cambio de la lubricación hidrodinámica a la de límite es brusco o repentino. Es probable que primero ocurra una lubricación combinada del tipo escaso y del tipo hidrodinámico, y luego a medida que se acercan más las superficies en movimiento, se vuelva predominante la lubricación al límite como lo es la composición química.

8.3 VISCOSIDAD

La viscosidad es por consiguiente una medida de la resistencia friccional interna del fluido. El método ASTM estándar para determinar la viscosidad emplea un instrumento llamado Viscosímetro Saybolt Universal. El método consiste en medir el tiempo en segundos para que 60 ml de lubricante a una temperatura especificada escurra a través de un tubo de 17.6 mm de diámetro y 12.25 mm de longitud.

Fricción:

Fricción es *"la resistencia al movimiento entre dos superficies cualquiera en contacto directo"*. Desde los primeros tiempos el hombre conoció la fricción. Para hacer fuego, frotaba dos palos secos aprovechando el calor producido por la fricción.

Cuando caminamos estamos haciendo uso de la fricción que impide el deslizamiento de los pies, otros ejemplos pueden ser clavar un clavo, arrastrar una plancha, frotarse las manos, etc.

Cuando esta misma fricción se produce en los órganos de máquinas, sus efectos no son tan favorables, ya que destruye la efectividad del equipo por el desgaste, el calor y la demanda de mayor potencia, acortando la vida útil de las máquinas.

El hombre primitivo se dio cuenta que necesitaba un esfuerzo considerable para **ARRASTRAR** una piedra o un tronco, Rápidamente notó que era mucho más fácil hacer **RODAR** la piedra o el tronco.

Finalmente, descubrió que un tronco, tan difícil de mover en la tierra era fácilmente transportable en un río. Aquí vemos por primera vez en acción a la fricción fluida.

Clasificación de la fricción

La fricción se clasifica en dos tipos:

- **FRICCIÓN SÓLIDA:** a) **FRICCIÓN SÓLIDA DESLIZANTE.**



- FRICCIÓN SÓLIDA RODANTE.
- FRICCIÓN FLUIDA.

FRICCIÓN DESLIZANTE: Se produce cuando dos superficies cualquiera en contacto directo se deslizan una sobre otra sin lubricación, ésta ocurre en los pistones, en los descansos planos o en su eje.

FRICCIÓN RODANTE: Se produce cuando un cilindro o una esfera rueda sobre otra superficie sin lubricación, como sucede con una pelota o con un rodamiento. En este caso se necesita una fuerza menor para producir el movimiento, sin embargo, como no hay lubricación, siempre se puede esperar DESGASTE Y CALOR.

Si ahora se le agrega una capita de aceite a las superficies en contacto, se apreciará que los esfuerzos para producir el movimiento son menores. Entonces los contactos son: CUERPO-ACEITE-CUERPO y a esto le llamamos "FRICCIÓN FLUIDA".

8.4 LUBRICANTES

Origen de los lubricantes

Los lubricantes que actualmente se emplean son en su gran mayoría de ORIGEN MINERAL y se extraen del petróleo crudo. Antes de conocerse el petróleo se empleaban aceites de ORIGEN ANIMAL (de ballena, cerdo, vacuno, ovino, etc.) Y de ORIGEN VEGETAL (de oliva, maravilla, colza, ricino, etc.)

El poder lubricante de los aceites animales y vegetales es mayor que el de los aceites minerales, pero tienen el grave inconveniente de su poca estabilidad, se oxidan y se descomponen con facilidad produciendo sustancias ácidas que atacan las superficies metálicas. Por este motivo en la lubricación se emplean, de preferencia, los aceites minerales.

En el proceso de refinación del petróleo crudo se obtienen a diferentes temperaturas los siguientes compuestos: NAFTA-GASOLINA-KEROSENE-ACEITES-RESIDUOS. Para la destilación fraccionada se usa un alambique, el aceite que se obtenga será más o menos liviano de acuerdo con la temperatura que se alcance en el alambique. Posteriormente, el aceite, se somete a un tratamiento ácido para eliminar las impurezas, enseguida se filtra y se agrega cal para eliminar los restos de acidez. Finalmente, se agregan diversos compuestos, de acuerdo con las características que se desea dar al lubricante.

Características de los aceites lubricantes

Para que los aceites cumplan con la función de lubricante deben tener ciertas características, las principales son:

- **VISCOSIDAD:** "Es la medida de la resistencia del aceite a fluir". Ejemplo: SAE 30-40, etc.

El agua que fluye libremente se considera que tiene baja viscosidad y un aceite que fluye muy poco se considera que tiene alta viscosidad.



La selección de un aceite con la viscosidad apropiada es fundamental para la formación de una cuña de aceite capaz de mantener separadas las superficies lubricadas de acuerdo con la carga de trabajo a que está sometida la máquina.

La viscosidad varía con la temperatura, por esto no basta decir que la viscosidad de un aceite es de 50 segundos, hay que agregar a que temperatura se hizo la medición. Generalmente, en Sistema Norteamericano, las mediciones se hacen a tres temperaturas características: 100°F-130°F y 210°F.

"A MAYOR TEMPERATURA, EL ACEITE ES MENOS VISCOSO".

El índice de viscosidad es un número empírico que indica la mayor o menor facilidad con que cambia la viscosidad al variar la temperatura. Un índice de viscosidad bajo indica que a un aumento de la temperatura, hay un gran cambio de viscosidad, por el contrario, un índice de viscosidad alto indica que a un aumento de temperatura cambia muy poco la viscosidad.

Viscosidad y velocidad son dos conceptos que se combinan para mantener una buena película de aceite. Si un eje gira a baja velocidad, debe usarse un aceite de viscosidad ALTA o GRUESA, en cambio, a medida que aumenta la velocidad de giro, se necesita un aceite de viscosidad BAJA o DELGADA.

Cuando la velocidad de giro es baja, hay espacio libre entre cojinete y gorrón; por esto se usa un aceite pesado de velocidad alta.

Cuando la velocidad de giro es alta, se necesita un mayor ajuste y, en consecuencia, se usa aceite delgado o de baja viscosidad.

Viscosidad y carga (presión). La carga es un concepto que debe ser considerado porque el aceite debe tener una viscosidad tal que sea capaz de mantener una película de aceite soportando la carga máxima de trabajo.

Relación entre las características de un aceite y las condiciones de trabajo

- A mayor temperatura de trabajo, corresponde usar un aceite más viscoso.
- A mayor carga de trabajo (presión), corresponde usar aceite más viscoso.
- A menor velocidad, corresponde usar un aceite más viscoso.

A modo de resumen:

Se utiliza aceite de alta viscosidad cuando se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

- Altas temperaturas.
- Alta carga (presión).



- Baja velocidad.

Se utiliza aceite de baja viscosidad (aceites livianos) cuando se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

- Bajas temperaturas.
- Baja carga (presión).
- Alta velocidad.

El trabajo de las máquinas, en algunas empresas, normalmente no se desarrolla bajo estas condiciones extremas, sino que bajo una combinación de estas condiciones de trabajo. Es problema del fabricante estudiar estas diferentes condiciones para recomendar el lubricante adecuado, si estas recomendaciones no existen, debemos entonces usar nuestro criterio para determinar el lubricante adecuado.

Punto de INFLAMACIÓN y de IGNICIÓN

PUNTO DE INFLAMACIÓN: Es aquella temperatura a la que el aceite produce suficientes vapores como para que se enciendan en presencia de una llama. A esta temperatura el aceite no arde, sólo lo hacen sus vapores.

PUNTO DE IGNICIÓN: Es aquella temperatura a la que el aceite continúa quemándose sin ayuda de llama.

"Esta temperatura es generalmente 50°F más alta que el punto de inflamación".

Estas dos temperaturas deben considerarse cuando se selecciona un aceite para ser usado a elevadas temperaturas. El lubricante debe tener un punto de inflamación mayor que la temperatura más alta de operación.

PUNTO DE FLUIDEZ: Es la temperatura más baja a la que un aceite puede fluir. Es una característica muy importante cuando se trabaja a bajas temperaturas, por ejemplo, en un refrigerador. Existen aceites que fluyen hasta -75°F, para ellos se les agrega sustancias especiales que bajan el punto de fluidez.

ABSORCIÓN: Es la cualidad que tiene un aceite para adherirse a la superficie que lubrica. Incluye la resistencia a deslizarse por gravedad, como a ser desplazado por el agua u otros disolventes.

RESIDUO CARBÓNICO: Es la medida de la cantidad de carbón que queda después que se ha quemado el aceite. "El aceite con bajo residuo carbónico es mejor como lubricante que los con alto residuo".

COLOR: El color del aceite no es una indicación de calidad. Es controlado por el fabricante para mantener cada tipo de aceite con un color estable, sin embargo, si conocemos el color del aceite



sin uso, podemos tener una idea general de su estado después de un tiempo de trabajo por el color que presenta.

ADITIVOS. Se han nombrado algunas de las cualidades más importantes de los aceites, pero existen otras y, aún más, se puede dar cualidades especiales añadiendo sustancias características, denominadas: aditivos.

Tipos de aditivos:

- **ACEITES GRASOS:** que ayudan a emulsionar el lubricante, cuando trabaja bajo condiciones muy húmedas.
- **INHIBIDORES CONTRA OXIDACIÓN:** que protegen al lubricante contra la acción del oxígeno, evitando la formación de lacas, barnices, etc.
- **DETERGENTES:** mantienen limpias las superficies lubricadas

Como lubricantes se emplean sólidos, gases y líquidos. Pero trataremos principalmente con los líquidos. Los más importantes son los aceites de petróleo, que ordinariamente contienen uno o más aditivos que mejoran algunas de las propiedades. Las finalidades de los aditivos son entre otras:

1. Reducir la velocidad de oxidación (antioxidantes: fósforo, azufre, etc.).
2. Conservar limpias las superficies de un motor de combustión interna (detergente), manteniendo en suspensión las partículas insolubles.
3. Reducir la corrosión (anticorrosivo).
4. Impedir la formación de espuma.
5. Bajar el punto de congelación.
6. Mejorar el índice de viscosidad.

El uso de lubricantes sólidos ligados ha resultado satisfactorio para muchos cojinetes inaccesibles en que la presencia de aceite o grasa es desventajosa en el vacío, a temperaturas muy bajas y temperaturas muy elevadas.

Los materiales elastómeros, tales como el caucho, sirven excelentemente con agua como lubricantes y se emplean mucho para los ejes de hélices de buques, turbinas hidráulicas, dragas hidráulicas, bombas, etc.

El caucho blando deja pasar la arena y el cascajo sin rayar el material. También se utilizan otros materiales para cojinetes con o sin lubricación por aceite o agua, incluyendo la madera, los plásticos y materiales cerámicos.

8.5 SELECCIÓN DEL LUBRICANTE

En la planeación de una línea de bombeo, la selección de los lubricantes las dictan los requerimientos de aplicación, las consideraciones de costo, y algunas veces las preferencias de un grupo de compradores que encargan la porción más grande de la producción de esta línea.

La mayoría de las bombas centrífugas para servicio de refinería se surten actualmente con cojinetes lubricados con aceite, por la insistencia de los ingenieros de refinerías.



En el campo de la marina la preferencia es por cojinetes lubricados por grasas. Para velocidades muy altas de operación de las bombas, se han encontrado que es más satisfactoria la lubricación con aceite.

Para líneas de mucha competencia de bombas pequeñas, la principal consideración es el costo, y se escoge el lubricante más barato dependiendo del tipo de cojinete usado.

ACCIÓN DE LA PELÍCULA DE ACEITE.

Para explicarnos por qué una película de aceite produce un efecto tan favorable, debemos observar que una superficie metálica por muy pulida que esté, al mirarla al microscopio se ve que su superficie es irregular.

Cuando deslizamos dos superficies, una sobre la otra, las irregularidades tienden a trabarse y la fuerza necesaria para vencer este trabamiento mide exactamente: LA FRICCIÓN. Es este trabamiento el que produce: DESGASTE-ALTO CALOR-UNA SOLDADURA ENTRE LAS PROTUBERANCIAS. Lo que trae como consecuencia el aniquilamiento de las piezas como órganos de máquinas.

"Las superficies no son pulidas, tienen protuberancias y ellas se traban, impidiendo el libre movimiento, lo que constituye la Fricción". Cuando se pone una película de aceite entre las mismas superficies, las irregularidades se llenan de aceite y las superficies ahora no quedan en contacto. Cuando esto sucede entre dos superficies, sean ellas planas, curvas o esféricas, se dice que es la "Fricción Fluida" y las superficies están lubricadas.

LUBRICACIÓN DE PELÍCULA DELGADA.

Algunos cojinetes tienen continuamente lubricación de película delgada, pero su capacidad no es tan grande como cuando las superficies están completamente separadas por una película de aceite. La lubricación límite está implicada también en el corte de los metales, roscas de tornillo, dientes de engranes apareados, listón y cilindro, etc.

En los cojinetes de lubricación de película delgada puede ser debida a movimientos oscilatorios, velocidad baja, poca viscosidad, presión alta, o estar sometiendo el cojinete a arranques y paros frecuentes, o bien a cantidad insuficiente de lubricante.

COJINETES SEMILUBRICADOS

Hay millones de cojinetes en máquinas previstas para poca atención de mantenimiento y otras en el que el mantenimiento puede ser imposible, difícil o costoso. Para responder estas necesidades se han creado cojinetes que llevan incorporado suficiente lubricante para una duración o vida útil razonable, o que no requieren lubricante incorporado alguno. Un primer adelanto en este sentido fue el cojinete sintético que se fabrica comprimiendo primero la forma de la pieza a obtener y sinterizándola luego a altas temperaturas.



EQUIPO	FRECUENCIA	LUBRICANTES RECOMENDADOS (CLAVE DE FÁBRICA NUM.)
Departamento de limpieza. Sierras tannwitz. Engranajes de gusano. Frenos hidráulicos. Herrajes diversos.	Mensual Mensual Mensual	PL2 PL4 PL7
Esmeriles de pedestal. Grasas de chumaceras. Chumaceras (empacadas)	Semanal Semanal	PL7 PL13
Equipo de operación de aire. Cilindros de aire (aplicar con aceiteras de línea)	Semanal	PL12

INTRODUCCIÓN

La lubricación es básica y necesaria para la operación de casi todas las maquinarias. Sin lubricación, casi todas las maquinarias no funcionan, o si funcionan lo hacen por poco tiempo antes de arruinarse. Por más ilógico que parezca, lubricación es en general una faceta ignorada por el dueño "típico" de un vehículo.

Teoría de la Lubricación

La industria de lubricantes constantemente mejora y cambia sus productos a medida que los requerimientos de los automóviles nuevos cambian y nuevos procesos químicos y de destilación son descubiertos. Un conocimiento básico de la tecnología de lubricación te ayudará a elegir los mejores lubricantes para tu vehículo, sea nuevo o viejo.

Los lubricantes son materiales puestos en medio de partes en movimiento con el propósito de brindar enfriamiento (transferencia de calor), reducir la fricción, limpiar los componentes, sellar el espacio entre los componentes, aislar contaminantes y mejorar la eficiencia de operación.

Por ejemplo, los lubricantes desempeñan también la función de "selladores" ya que todas las superficies metálicas son irregulares (vistas bajo microscopio se ven llenas de poros y ralladuras) y el lubricante "llena" los espacios irregulares de la superficie del metal para hacerlo "liso", además sellando así la "potencia" transferida entre los componentes. Si el aceite es muy ligero (baja viscosidad), no va a tener suficiente resistencia y la potencia se va a "escapar"...si el aceite es muy pesado o grueso (alta viscosidad), la potencia se va a perder en fricción excesiva (y



calor). En general cuando los anillos de un motor empiezan a fallar, se dice que el motor "quema aceite", ya que el aceite se escapa entre los anillos y la camisa del pistón, perdiendo así también potencia... Si el aceite se ensucia, actuará como abrasivo entre los componentes, gastándolos.

Otro ejemplo: los lubricantes también trabajan como limpiadores ya que ayudan a quitar y limpiar los depósitos producidos por derivados de la combustión (una especie de carbón que es una mezcla de combustible quemado, agua y productos de la descomposición del lubricante mismo).

En general la función limpiadora del lubricante es ayudada con un filtro, para que el aceite pueda retornar (limpia, una vez que pasó por el filtro) a limpiar una vez más las superficies bajo presión y fricción.

Otro uso de lubricantes es para impartir o transferir potencia de una parte de la maquinaria a otra, por ejemplo en el caso de sistemas hidráulicos (bomba de dirección, etc). No todos los lubricantes sirven para esto y no todos los lubricantes deben cumplir esta función.

Los lubricantes también contribuyen al enfriamiento de la maquinaria ya que acarrean calor de las zonas de alta fricción hacia otros lados (radiadores, etc) enfriándola antes de la próxima pasada.



Tipos de Lubricación

El tipo de lubricación que cada sistema necesita se basa en la relación de los componentes en movimiento. Hay tres tipos básicos de lubricación: límite, hidrodinámica, y mezclada. Para saber qué tipo de lubricación ocurre en cada caso, necesitamos saber la presión entre los componentes a ser lubricados, la velocidad relativa entre los componentes, la viscosidad del lubricante y otros factores. Desde hace relativamente poco tiempo se ha empezado a hablar de un cuarto tipo de lubricación: elasto-hidrodinámica.

- ❖ La Lubricación Límite ocurre a baja velocidad relativa entre los componentes y cuando no hay una capa completa de lubricante cubriendo las piezas. Durante la lubricación límite, hay contacto físico entre las superficies y hay desgaste. La cantidad de desgaste y fricción entre las superficies depende de un número de variables: la calidad de las superficies en contacto, la distancia entre las superficies, la viscosidad del lubricante, la cantidad de lubricante presente, la presión, el esfuerzo impartido a las superficies, y la velocidad de movimiento. Todo esto afecta la lubricación límite.

La mayor cantidad del desgaste ocurre al prender el motor. Esto sucede por la baja lubricación límite, ya que el aceite se ha "caído" de las piezas al fondo del cárter...produciendo contacto de



metal-a-metal. Una vez que arrancó el motor, una nueva capa de lubricante es establecida con la ayuda de la bomba de aceite a medida que los componentes adquieren velocidad de operación.

- ❖ Lubricación Hidrodinámica. Esto sucede cuando las superficies están completamente cubiertas con una película de lubricante.

Esta condición existe una vez que una película de lubricante se mantiene entre los componentes y la presión del lubricante crea una "ola" de lubricante delante de la película que impide el contacto entre superficies. Bajo condiciones hidrodinámicas, no hay contacto físico entre los componentes y no hay desgaste. Si los motores pudieran funcionar bajo condiciones hidrodinámicas todo el tiempo, no habría necesidad de utilizar ingredientes anti-desgaste y de alta presión en las fórmulas de lubricantes y el desgaste sería mínimo. La propiedad que más afecta lubricación hidrodinámica es la viscosidad.

La viscosidad debe ser lo suficientemente alta para brindar lubricación (límitrofe) durante el arranque del motor con el mínimo de desgaste, pero la viscosidad también debe ser lo suficientemente baja para reducir al mínimo la "fricción viscosa" del aceite a medida que es bombeada entre los metales (cojinetes) y las bancadas, una vez que llega a convertirse en lubricación hidrodinámica.

Una de las reglas básicas de lubricación es que la menor cantidad de fricción innecesaria va a ocurrir con el lubricante de menor viscosidad posible para cada función específica. Esto es que cuanto más baja la viscosidad, menos energía se desperdicia bombeando el lubricante.

- ❖ La Lubricación Mezclada es exactamente eso: una mezcla inestable de lubricación límite e hidrodinámica. Por ejemplo, cuando enciendes el motor (o cuando arranca un componente, si es otro equipo), la velocidad de los componentes aumenta velozmente y por una pequeña fracción de segundo se produce lubricación mezclada. En otras situaciones, cuando el esfuerzo y la velocidad de los componentes varía ampliamente durante el uso (durante manejo en montaña o en tráfico, por ejemplo) la temperatura puede hacer que el lubricante se "queme" más rápido y que así la lubricación hidrodinámica sea difícil de adquirir (ya que el lubricante ha perdido el beneficio de ciertos aditivos que se "quemaron"), dejando así el motor trabajando en una condición de lubricación mezclada, que producirá más desgaste.

Cambios en los Requerimientos de los Lubricantes

En los últimos años, los fabricantes de vehículos han empezado a especificar lubricantes para uso normal que son mucho más ligeros (de más baja viscosidad) que los que se usaban antes. Esto se debe en parte a un intento a reducir el consumo de la fricción innecesaria creada por lubricantes pesados. Por otro lado, los vehículos modernos (de los últimos 20 años) arrancan a temperaturas más bajas que las que se consideraban "temperaturas mínimas de arranque" en el pasado.

En algunos casos, las partes en movimiento nunca salen de condiciones de lubricación límite. Esto sucede por que no hay forma de mantener la película de lubricante o por el tipo de movimiento de las partes, que no es continuo. Buenos ejemplos son las rótulas, la dirección, y la lubricación que ocurre entre las muelles. En estos casos, para separar los componentes se necesita un lubricante más "grueso" y "pegajoso", como las grasas, o incluso a veces lubricantes secos, como los que se utilizan entre las muelles de algunos vehículos.

Este tipo de lubricantes son necesarios en estos casos para reducir (minimizar) el desgaste creado por las partes en movimiento que nunca salen de condiciones de lubricación límite.

Principios de Selección de los Lubricantes



La regla general es más o menos así: “usar la viscosidad mínima necesaria para proveer lubricación limítrofe durante el “arranque” (o en el caso de piezas que no son motores, al moverse por primera vez cada vez que se usa) y a la vez de una viscosidad máxima necesaria para no contribuir con fricción y pérdidas de potencia (en forma de calor y desgaste) innecesarias”...espero haberme explicado más o menos claramente.

La elección de lubricantes nunca es fácil, y siempre requiere compromisos. Por ejemplo, un lubricante más grueso (viscoso) puede cubrir las superficies de un rodamiento y probablemente se va a “quedar” en el rodamiento más fácilmente, pero a la vez va a generar más fricción, más temperatura y más presión. Pero en un motor viejo, uno a veces usa aceite un poco más pesado (viscoso) que lo normal para reducir las pérdidas (para que queme menos aceite), sabiendo que generará más fricción y va a levantar más temperatura. El problema es que si el lubricante es MUY pesado, te trae problemas de arranque.

Estructura Básica de los Lubricantes

La mayoría de los lubricantes son derivados de hidratos de carbono (hidrocarburos). Hay lubricantes basados en otras químicas, pero en general son para usos muy especializados, donde lubricantes comunes no se pueden usar.

La materia prima para lubricantes puede ser derivada de grasas y aceites animales, vegetales o aceites crudos (petróleo). Como verán, no he listado los lubricantes sintéticos por separado, ya que los lubricantes sintéticos son basados en las mismas materias primas. ¿Increíble, no? Sigán leyendo...

Sea el tipo de lubricante que sea, siempre se empieza con la “base”. La base se prepara con un proceso de refinado. El refinado es una especie de destilación de elementos componentes de la materia prima que son evaporados a distintas temperaturas y condensados en distintos receptáculos. A este lubricante básico se le agregan aditivos antioxidantes y anticorrosivos.

Estos aditivos son absolutamente necesarios en todos los lubricantes base o básicos para brindar resistencia a la corrosión a los metales con los que el lubricante va a estar en contacto y resistencia a la oxidación para el lubricante mismo. La oxidación es muy común entre los aceites, y es fácilmente reconocida, por ejemplo, en la cocina de casa (la manteca y otras cosas que contienen aceite y se ponen rancias). Todos los lubricantes base eventualmente se oxidan y se degradan. Esto es lo que hace que la grasa vieja se oscurezca y se endurezca. Los aditivos son importantísimos y esenciales para brindar durabilidad y consistencia a los lubricantes.

Una vez que el lubricante base ha sido combinado con los dos aditivos mencionados anteriormente (anti-óxido y anti-corrosión), cosa que se hace inmediatamente después de refinarse, se la agrega un segundo “paquete” de aditivos. Este paquete provee a cada lubricante sus características. Lo que es interesante saber es que la materia prima afecta la calidad final tanto como cada uno de los aditivos que integran la mezcla. Una materia prima de baja calidad va a pasar los requerimientos legales para la venta, pero se va a degradar mucho más rápido que un lubricante hecho con los mismos aditivos pero con una mejor materia prima. A su vez, una buena materia prima combinada con aditivos de baja calidad va a producir un lubricante que no posee todo su “potencial”.

Grasas Lubricantes

Una GRASA es simplemente un lubricante base combinado con aditivos, mezclado con un ingrediente solidificador o espesante. Si el aceite básico y los aditivos son de buena calidad, el ingrediente solidificador va a determinar la calidad final y el tipo de uso de la grasa. Muchas grasas son formuladas para usos múltiples, es decir para lubricación de chasis (movimientos lentos, de



alta presión) y para lubricación a tolerancias menores (movimientos rápidos, de menos presión). Pero ojo, ya que uno de los errores más comunes es pensar que simplemente porque una grasa es más cara y más “high-tech” (avanzada) que otras, es mejor. Un ejemplo típico es la grasa con aditivos arcillosos (con espesante de arcilla -o CLAY, en inglés-), que es cara y buenísima para usos de altísimas temperaturas, pero podría ocasionar problemas serios en chasis y baleros a temperatura normal, si no tiene buen paquete de aditivos.

Aceites Básicos

Los aceites más antiguos eran refinados de aceites animales, que simplemente eran filtrados y usados. Eran buenos para bajas velocidades de contacto, pero tenían poca resistencia a temperaturas elevadas y se oxidaban fácilmente, además de atacar los materiales con los que estaban en contacto.

Los aceites de origen vegetal son usados aún hoy en día como bases para lubricantes. El famoso aceite de castor (CASTOR OIL = ACEITE DE RICINO o HIGERILLA) es un ejemplo. Muy bueno, de alta viscosidad natural y con una película lubricante de alta durabilidad. Sólo que presenta dos problemas: se oxida rapidísimo, y es caro.

En el último siglo, la mayoría de los aceites base han sido hechos de petróleo crudo. Los aceites “crudos” se dividen en tres tipos: parafínicos, nafténicos y aromáticos. Ningún crudo es 100% de uno de los tres tipos; todos contienen un porcentaje de los otros dos tipos. Se dividen de acuerdo al mayor porcentaje contenido. El petróleo crudo a veces se llama “aceite mineral”, no porque es de origen mineral, sino porque es minado de la tierra, como un mineral.

Principios de Lubricación

Debido a las presiones extremas que se desarrollan en engranajes y rodamientos, y la incapacidad de los lubricantes convencionales de petróleo para lubricar adecuadamente estas partes, es necesario fortificar los aceites y las grasas con diversos componentes que aumenten la capacidad de carga de los lubricantes. La mayoría de las compañías usan químicos para lograr esto. A pesar de que estos químicos aumentan temporalmente la resistencia a la carga, pueden convertirse en abrasivos que contrarrestan la capacidad deslizante del lubricante en sí. Cuando estos químicos entran en contacto con el agua y el calor, forman ácidos que atacan las partes móviles y sus bases de petróleo. Estos ácidos llegan a ser tan fuertes que pueden producir corrosión y desgaste a menos que el lubricante sea cambiado con frecuencia. La fricción causa que los lubricantes se deterioren y pierdan su habilidad de proteger y lubricar.

Algunos lubricantes derivan su capacidad de manejo de carga y capacidad deslizante de sus bases sintéticas y sólidos metálicos autolubricantes, que son química y térmicamente estables. Estos fortificadores metálicos o sólidos metálicos autolubricantes, están divididos en partículas micrónicas y submicrónicas, para luego ser científicamente suspendidas o mezcladas en aceites y grasas. Debido a que los aceites sintéticos o los hidroprocesados tienen una vida útil mayor, y gracias a la estabilidad de los sólidos metálicos, estos tipos de lubricantes no necesitan ser cambiados tan frecuentemente como los convencionales.

Fundamentos de la lubricación

Hasta en un rodamiento antifricción existen ciertas fuentes de rozamiento que podrían ocasionar la casi inmediata falla de la unidad, si esta trabajara sin lubricante, o una falla prematura



si el rodamiento trabajara con una lubricación deficiente. Entre las fuentes de rozamiento se encuentra:

- a) Deslizamiento entre los elementos de rodamiento y sus carreras.
- b) Rozamiento entre los elementos de rodamiento y sus separadores.
- c) Rozamiento entre los rodillos, agujas o esferas adyacentes
- d) Rozamiento entre los ejes y los sellos de los soportes.

Además de este rozamiento metálico, puede existir una cierta cantidad de fricción plástica o fluida presentada por el lubricante al resistir su desplazamiento o agitación con las esferas y rodillos dependiendo la magnitud de este tipo de resistencias

Los lubricantes adecuados para los cojinetes antifricción están diseñados para reducir todas las clases de rozamiento y mantener las temperaturas de operación lo suficientemente bajas como para mantener, la dureza original y resistencia ala fatiga de los elementos de rodamiento y los anillos. El uso de aceite o grasa, depende en gran parte de los métodos provistos para la aplicación del lubricante, pero en cualquier caso las características requeridas de un lubricante dependen a su vez de las velocidades de operación y de la temperatura.

Generalmente hablando, los aceites que son de cuerpo algo pesado son más adecuados para lubricar rodamientos de baja velocidad, y en donde las temperaturas de operación son elevadas; mientras que los aceites de cuerpo relativamente delgado son adecuados para rodamiento de velocidades más elevadas y en donde las temperaturas de operación son bajas. Los métodos para la aplicación de estos aceites están relacionados con las velocidades de operación. Entre estos métodos se incluyen: la lubricación por baño, copa gotera, mecha, neblina de aceite o rocío y mientras estos dispositivos reciban atención, proveerán a los elementos de rodamiento, carreras y separadores cuadas de lubricante.

Características del lubricante

Ahora podemos resumir las características necesarias de los aceites lubricantes para engranes encerrados con base en la explicación anterior relativa a los factores que la afectan:

- **Viscosidad correcta.-** A la temperatura de operación para asegurar la distribución de aceite a todas las superficies de fricción, y la formación de las películas protectoras de aceite a las velocidades y presiones que prevalecen durante la operación.
- **Fluidez adecuada a baja temperatura.-** Para permitir la circulación a la temperatura más baja registrada al iniciar la operación.
- **Buena estabilidad química.-** Para reducir al mínimo la oxidación en condiciones de altas temperaturas y agitación en presencia del aire, con el fin de proporcionar una larga vida de servicio del aceite.
- **Buena demulsibilidad.-** Para permitir la separación rápida de agua y para proteger contra la formación de emulsiones nocivas.
- **Alta resistencia de película.-** Para proteger contra el desgaste en condiciones limite de lubricación con película mixta.
- **Buena lubricidad.-** Para reducir al mínimo la fricción y para ayudar a controlar la elevación de las temperaturas de operación en el caso de servicios severos.
- **Propiedades antioxidantes.-** Para proteger los engranes y las superficies de los cojinetes contra el oxido en presencia de agua, humedad acumulada, o de atmósferas húmedas.
- **Anticorrosión.-** De tal modo que los engranes y cojinetes no estén sujetos al ataque químico del lubricante.



- **Resistencia a la espuma.**- Para evitar la formación de cantidades excesivas de espuma en los depósitos y en las cubiertas de los engranes.

Características del aceite

- a) Los aceites adecuados para una lubricación efectiva de los rodamientos, deben tener:
- b) La mayor resistencia posible a la oxidación y a la formación y acumulación de lodos, en servicios prolongados.
- c) Viscosidad correcta a las velocidades y temperaturas de operación para reducir el rozamiento y proteger contra el desgaste.
- d) Resistencia de película adecuada para soportar la fuerte acción de rozamiento que tiende a eliminar el lubricante entre los rodillos y hombros de las carreras en rodamientos de rodillos cónicos sujetos a pesadas cargas radiales y axiales.
- e) Propiedades anti-herrumbrantes para ofrecer máxima protección contra el Herrumbre en los casos en que existe humedad.

Beneficios que ofrece la lubricación correcta en rodamientos

La lubricación correcta de los rodamientos implica el uso de los lubricantes de alta calidad más adecuados para las velocidades, cargas, temperaturas y métodos de aplicación que se encuentran en la operación. La aplicación correcta de estos lubricantes, y el cuidado e inspección periódica dan como resultado los beneficios siguientes:

1.- Mayor producción continua La lubricación y el cuidado correcto de los rodamientos elimina una de las causas más frecuentes que ocasionan la falla prematura Por fatiga. Por lo tanto, los paros a la maquinaria para el reemplazo de piezas son menos frecuentes, la producción más continua, y se obtiene un nivel más contable de operación.

2.-Menores costos de mantenimiento Al eliminar las causas que originan la falla prematura del rodamiento, mediante la lubricación correcta y el mantenimiento adecuado se reducen el numero y el costo de las piezas de reemplazo así como el costo de mano de obra, todo lo cual significa menores costos de mantenimiento.

3.- Reducción del consumo de energía, la baja fricción fluida que se obtiene con el uso de los lubricantes adecuadas y correctamente aplicados, significa un menor arrastre notable especialmente en usos que giran a altas velocidades. En algunas plantas, el ahorro en el consumo de energía puede no ser medible pero en donde un número considerable de usos funcionan a altas velocidades tal como sucede en una fábrica textil, la reducción en el consumo de energía.

4.- Bajos costos de lubricación Los lubricantes adecuados para rodamiento, elaborados con materiales de la más alta calidad, pueden permanecer en servicio por prolongados periodos de tiempo, reduciendo las fugas, el consumo y la reposición del lubricante, lo cual significa menores costos de lubricación.

Almacenamiento de lubricantes industriales.

(Factores que deben considerarse al proyectar un departamento y suministro de lubricantes)

1.- Almacén:

- a) Determinar cuantos lubricantes deben almacenarse.



- b) Determinar que cantidad de cada lubricante debe almacenarse.
- c) Determinar el espacio requerido para los diversos equipos de manejo de envases.
- d) Determinar el espacio requerido y la resistencia de los anaqueles, de acuerdo con las dimensiones y pesos de los diversos envases.
- e) Considerar la posibilidad de combinar el almacenamiento de los lubricantes con otras sustancias inflamables, tales como pintura, barnices, etc.
- f) Considerar la localización del almacén de acuerdo con la mejor situación para el residuo y envío de lubricantes.
- g) Considerar los materiales para la construcción tomando en consideración los reglamentos contra incendios y la seguridad de la planta.

2.- Departamento para la distribución de lubricantes

- a) Determinar cuantos lubricantes deben sustituirse.
- b) Determinar cuantos envases deben tenerse para cada lubricante.
- c) Considerar como se va a distribuir el lubricante:
 - 1.- Tambores con válvula y soporte de mecedora.
 - 2.- Por medio de bombas especiales para tambores.
 - 3.- Desde tanques estacionarios o móviles.
 - 4.- Por medio de bombas para grasa.
 - 5.- Equipos para llenar inyectores de grasa.
- d) Considerar el espacio necesario para el equipo de aplicación de todas las personas encargadas de lubricar.
 - 1.- Botes para aceite.
 - 2.- Carros para lubricantes.
 - 3.- Equipo portátil para engrasado.

Considerar el espacio necesario para el equipo misceláneo que debe existir en este departamento:

- 1.- Equipo para el vaciado y llenado de los sistemas de lubricación.
- 2.- Tanques de mezclado para los aceites solubles en agua.
- 3.- Filtros estacionarios.
- 4.- Área de limpieza y tanques de solventes.
- 5.- Espacio para almacenamiento de refacciones.
- 6.- Espacio para escritorio, archivo, para el personal administrativo.
- f) Considerar la localización de la fuente de energía y de aire comprimido.
- g) Seleccionar y tomar en consideración todos los reglamentos que se tengan disponibles.



Almacenaje a la intemperie

- Se debe evitar el posible almacenaje a la intemperie.
- El almacenamiento prolongado a la intemperie puede ocasionar fugas y pérdidas del producto.
- La posibilidad de que se contaminen los lubricantes con agua, herrumbre y polvo.
- Por ejemplo:
 - Si un tambor se para sobre uno de sus extremos, el agua de lluvia se recolectará sobre la tapa. Esta agua es succionada gradualmente a través del tapón, debido al efecto de “respiración” de los tambores durante los periodos alternativos de frío y calor. Frecuentemente se presentan casos en que pasa una cantidad considerable de agua al tambor perfectamente cerrado. Cuando estos tambores se abren, existe el peligro de que se encuentren contaminados.
- El almacenamiento a la intemperie o en lugares sin calefacción durante tiempo sumamente frío, puede destruir la naturaleza de algunos paquetes dentro y fuera.
- El manejo de envases parcialmente vacíos desde los cuales se están surtiendo los lubricantes, presentan un problema diferente.

Por ejemplo:

Su almacenaje puede combinarse con el de envases llenos o puede colocarse en una bodega separada para lubricantes o si la planta es de gran tamaño, pueden distribuirse varias bodegas para facilitar su distribución. Cualquier solución que se le de a esta situación, el problema básico sigue siendo evitar la contaminación y confusión de las marcas.

Equipos para sacar lubricantes de los envases.

Las llaves para tambor son dispositivos eficientes y económicos. Para el vaciado de aceites. Las hay disponibles en tamaños diferentes para aceites con flujo rápido y lento. Una de estas llaves puede acoplarse a un tambor mientras se encuentra parado y después se podrá levantar con una grúa o montacargas y colocarlo entre sus rieles como anaqueles en una posición casi horizontal. Si el tapón se encuentra sobre la cabeza del tambor o sobre uno de sus costados, se podrá aflojar para que penetre el aire y pueda salir el aceite a través de la llave. Una combinación eficiente dará este propósito, es un banco en tipo de cono el cual facilita voltear un tambor de su posición vertical hasta acostarlo,

Resulta muy conveniente una bomba que pueda insertarse en el orificio del tapón, para sacar el aceite. Estas bombas son de flujo positivo y pueden obtenerse para sacar cantidades medidas de aceite.

Uno de los tipos mas sencillos, es la bomba operada a mano, un tipo excelente de bombeo operada a mano tiene una válvula de reten, algunas veces es accionada por un resorte, para regresar el exceso de aceite al tambor sin que exista el peligro de contaminación que se presentaría usando una salida expuesta. También hay disponibles en el mercado, bombas para tambores accionados por aire y por electricidad.

Equipo para el vaciado de grasas.

La grasa ofrece un peligro (problema) particular para su vaciado ya que su consistencia requiere el uso de tambores con la tapa superior removible.



Estos tambores cuando están abiertos, fácilmente pueden recolectar polvo, ceniza u otros contaminantes. Estos contaminantes no se separan de la grasa sino que van directamente a la maquina en donde puedan causar daños impredecibles.

El método tan común de sacar grasa por medio de una paleta o espátula de un tambor abierto, propicia esta situación. Si se utilizan paletas, las de metal son mejores que las de madera, ya que no se astillan contaminando grasa. En cualquier caso, estas deben protegerse del polvo y la tierra cuando no estén en uso. Se debe usar una paleta especial para cada consistencia de grasa.

Las bombas accionadas por aire, se utilizan para sacar grasas blandas. Estas bombas pueden colocarse en la abertura de 5 cm. de diámetro de la cabeza del tambor, y pueden sacar hasta diez Kg. de grasa por minuto. Son particularmente útiles para transferir grasa a depósitos mas pequeños, tales como llenadores para pistolas de grasa, equipos portátiles de engrasado operados eléctricamente o dispositivos, portátiles de grasa accionadas por aire. Algunas bombas de mano tienen aditamentos para llenar pistolas graseras directamente de tambores de grasa de 50 Kg.

Otras grasas mas duras, se envasan en tambores con tapas de cierre rápido, pero hasta el momento estos tambores no tienen tapas.

Se pueden asegurar cubiertas especiales sobre la que se colocan una bomba a través de un orificio en la tapa. Dependiendo del tipo de grasa, las bombas accionadas por aire pueden manejar fácilmente las grasas blandas hasta una consistencia del número dos o tres. Para poder conservar la grasa pegada al fondo del tambor, es necesario insertar una placa seguidora para evitar el almacenamiento de la grasa y que penetre aire a la bomba.

Equipo de transporte

Llevar lubricantes desde la bodega hasta la maquinaria en donde van a ser usados, es una fase tan critica, que justifica el mismo cuidado que se debe tomar en la bodega. El problema nuevamente es evitar la contaminación y la confusión de los productos. Este problema se complica aun más por la necesidad de transportar envases que puedan manejarse fácilmente, los cuales con frecuencia no son los envases originales. Esta fase del problema de aplicación consiste esencialmente en seleccionar los envases adecuados que puedan manejarse económicamente. Cada grado de aceite o grasa, debe tener su propio envase marcado claramente. Este equipo no debe considerarse intercambiable.

Equipo para el transporte de aceite

Los depósitos mas deseables para transporte de lubricantes desde la bodega hasta la planta, son aquellos que pueden llenarse en la bodega de lubricantes y llevarse a la maquina a sin necesidad de transferir el producto a un segundo o tercer envase. Logrando esto, se reduce considerablemente la posibilidad de contaminación.

La aceitera de mano común, ya que un número enorme de puntos de lubricación se aprovisionan con estos dispositivos. El tipo mas sencillo es el de diafragma, el cual expulsa aceite a través de una boquilla al presionar el fondo que actúa como diafragma cuando la aceitera actúa en posición invertida. Una aceitera mucho mas practica y deseable, es la de tipo pistola con succión positiva, la cual aplica una cantidad medida de aceite, estando en cualquier posición.

En donde se necesite manejar cantidades mayores de lubricantes, se requieren dispositivos o envases especiales. Sin embargo, no se deben usar cubetas o botes abiertos con



peligro de contaminación. Un envase práctico es el bote de seguridad, como el que se usa con frecuencia para vaciar cantidades de reserva de gasolina y aceite en los camiones o botes de motor.

Nunca se deben utilizar envases galvanizados para transportar el aceite, ya que muchos de los aceites industriales modernos, contienen aditivos que reaccionan con el zinc y forman jabones metálicos.

Estos jabones pueden entupir pequeños ductos de aceite, mechas, etc. Cuando se necesita transportar aun mayores cantidades de aceite, se utilizan carros especiales provistos con bombas de mano y mangueras para su aplicación. Estas son muy útiles para llenar sistemas de gran tamaño, tales como las cajas de engranes, depósitos para el lubricante y sistemas para aceite de corte.

Equipo para el transporte de grasa

El equipo para la aplicación de la grasa a graseras, se puede llenar más fácilmente en la bodega de lubricantes. Este equipo consiste en pistolas de mano con poca capacidad de grasa, llenadores para pistolas y equipo portátil operado por aire o eléctricamente, conteniendo este unos 20 a 25 kg. Siempre que sea posible alimentar grasa a copas graseras, estas deben usarse con preferencia a las copas llenadas a mano, aunque hay que recordar que las grasas usadas con copas de resorte, deben ser del tipo que no se separa bajo presión.

Las copas de gran tamaño que deben llenarse a mano, pueden aprovisionarse con cubetas de 15 a 25 Kg., las cuales tienen un asa y tapas de presión para facilitar su transporte y cierre. Los llenadores de pistolas de grasa, son útiles para evitar la contaminación en aquellos casos en donde se debe transportar la grasa desde la bodega de lubricantes a diversos puntos en donde deben llenarse las pistolas. Para esta condición resultan mucho más efectivas las copas de grasa.

El equipo portátil para engrasado es adecuado para aplicar grasas semilíquidas y no fluidas en cualquier tipo de graseras. Las grasas no fluidas requieren placas seguidoras además de arreglos especiales tales como alimentadores de tronillo para el movimiento positivo de la grasa a las bombas de alta presión. Las unidades operadas con aire o eléctricamente, deben considerarse cuidadosamente ya que son de gran valor para ahorrar mano de obra y tiempo fuera de servicio de la maquinaria pesada.

Manejo de los lubricantes

1. MANEJO DESCUIDADO
2. CONTAMINACION CON SUCIEDADES
3. CONTAMINACION CON AGUA
4. CONTAMINACION CON OTROS CONTAMINANTES
5. CONFUSION DE LAS MARCAS
6. MANEJO DE ENTREGA

Muchos factores suelen intervenir en la práctica durante el manejo, almacenamiento y aplicación del lubricante, que puede alterar sus características y habilidad para proteger equipos mecánicos. Por ejemplo, un manejo descuidado, contaminación, exposición de temperatura anormales, confusión de marcas, control ineficiente de las existencias, etc.



MANEJO DESCUIDADO.

Las cubetas para grasa pesan aproximadamente 16 kg, los tambores para aceite o grasa pesan más de 190 kg. El manejo descuidado o inadecuado de los botes, cubetas y tambores, pueden producir roturas en las uniones de estos envases y si se dejan caer pueden ocurrir una rotura mayor, especialmente en el caso de los tambores de lamina delgada. En estos casos, siempre hay una posibilidad de que ocurran perdidas por fugas y posibilidades también condiciones que representan peligro de fuego, como resultado de pisos y plataforma de madera embebidas de aceite. Aun en caso de que no ocurran daños, el manejo descuidado puede dañar o borrar los nombres de los envases, lo que conduce a la posibilidad de cometer errores al aplicar un lubricante inadecuado en cualquier parte de la planta.

CONTAMINACION CON SUCIEDADES

Si los productos no se protegen bien, estos pueden contaminarse con polvo y otras impurezas. En servicio, la presencia de impurezas promueve el desgaste y aumenta los costos de mantenimiento. En los aceites de circulación, la presencia de suciedad no solo promueve el desgaste sino que también se acelera la oxidación y el gradual aumento de viscosidad del aceite, que deberá drenarse antes de que comience a formar lodos que suelen tapar los conductos. Estos ocasionan la corta duración del aceite y eleva el costo de lubricación. Por otra parte, la presencia de impurezas en los rodamientos, acorta la vida útil de estos.

CONTAMINACION CON AGUA.

En el manejo y almacenamiento de lubricante, los aceites están más propensos a contaminarse con agua que las grasas. Aunque ciertos aceites son elaborados para funcionar como emulsiones lubricantes en presencia de la humedad o aun en presencia de pequeñas cantidades de la humedad o aun en presencia de pequeñas cantidades de agua, la contaminación durante el almacenamiento puede inutilizar estos aceites para el servicio subsecuente. Esto sucede con la mayoría de los cilindros de vapor y con ciertos lubricantes para aplicaciones especiales tales como para los cojinetes de los extremos húmedos en las máquinas de papel, etc. La efectividad de los aceites para corte no solubles y de los aceites para tratamientos térmicos, se pueden destruir completamente por medio de la contaminación con cantidades apreciables de agua y en ciertos casos, aun la presencia de menos de uno por ciento de humedad puede perjudicar su efectividad,

CONTAMINACION CON OTROS CONTAMINANTES.

A menos de que se tenga cuidado al transvasar los lubricantes en una planta, esto pueden contaminarse con otros aceites y en forma similar, las grasas también pueden contaminarse. La contaminación de aceites de cuerpo ligero con los cuerpos pesado produce una mezcla de mayor viscosidad, la cual puede ocasionar temperaturas mas elevadas en los cojinetes. Por el contrario, la contaminación de aceites de cuerpo pesado aun los de cuerpo ligero, da por resultado películas lubricantes mas delgadas, las cuales pueden permitir que ocurra desgaste, las cuales pueden permitir que ocurra desgaste. La contaminación para sistemas hidráulicos o para circulación con aceite soluble de corte o con otros lubricantes emulsificables, tales como los utilizadas en cilindros de vapor, ocasionaran problemas inmediatos.

La contaminación de cualquier sistema con un aceite corrosivo para corte, resultara igualmente peligroso.



CONFUSION DE LAS MARCAS.

Si las marcas de los diversos aceites y grasas han sido dañadas o borradas por el manejo descuidado o por la exposición a la intemperie, es posible que ocurran errores. Esto puede dar por resultado el uso de lubricantes inadecuados en ciertas aplicaciones críticas, con los consiguientes daños al equipo y que puedan ser sumamente costosos,

MANEJO DE ENTREGA

La mayor parte del volumen de lubricantes industriales, se envasan en tambores y se mandan a los clientes en camiones o carros de ferrocarril. Casi siempre la carga consiste de tambores, en cual van parados en uno de sus extremos.

Las plataformas de descarga a nivel con el carro de ferrocarril o la plataforma del camión, facilitan el manejo de tambores pesados y reducen posibilidad de daños al envase. Cuando no se cuenta con una plataforma de descarga, se debe poner rampas de madera o metal y deslizar los tambores por uno de sus extremos hasta el suelo o el nivel del piso. **EN NINGUN CASO SE DEBE DEJAR CAER LOS TAMBORES DESDE UN CARRO DE FERROCARRIL O CAMION, A UN COJIN O SOBRE LLANTAS DE AUTOMÓVIL**, este tipo de manejo puede abrir las uniones y causar fugas.

Algunos camiones están equipados con elevadores hidráulicos en la parte posterior, facilitando la descarga desde el camión al suelo. Por lo general, sencillamente se ruedan los tambores para llevarlos hasta el almacén de lubricantes. Tratándose de cortas distancias, esta práctica puede resultar aceptable. Sin embargo, el uso de una carretilla de mano, carretilla o plataforma operada a mano o con motor o un montacargas con plataforma, son mucho más efectivas para evitar esfuerzos.

Acción del lubricante

Ninguna superficie es completamente lisa. Aun las superficies altamente pulidas cuando son examinadas bajo un microscopio muestran formas de picos y valles.

Si una pieza gira dentro de otra, sin lubricación, habrá considerable fricción debido a la tendencia al acoplamiento entre "picos y valles".

La fricción genera calor y la elevada temperatura reduce las cualidades de resistencia al desgaste hasta el punto en que se inicia el deterioro de las superficies en contacto.

El lubricante que se interpone entre las piezas, figuras, reduce la fricción debido a una película que evita el contacto entre las superficies.

La disminución de la fricción permite mayor libertad de movimiento y reduce enormemente la cantidad de calor generado.



Tabla de lubricación



Debido a las muchas diferencias en las propiedades de los lubricantes y en las máquinas a lubricar, es necesario tener conocimientos y estudios considerables para poder seleccionar el lubricante adecuado para una máquina en particular. Este estudio lo hace el ingeniero de lubricación de la planta, quien fundamenta sus decisiones en base a las especificaciones del fabricante de la máquina, en las recomendaciones de los especialistas de la fábrica de lubricantes y en las condiciones particulares en que va a trabajar la máquina. Luego el ingeniero prepara las tablas de lubricación para las diversas piezas del equipo, en las que se enlistan las diferentes partes de la máquina que deben lubricarse, el método de aplicación y el lubricante a usar así como la frecuencia de dicha lubricación. En algunos casos esto no se especifica, porque puede haber cierta variación en una máquina que opera constantemente, así como las fugas de lubricante que pueda haber.

EJEMPLO:

TABLA DE LUBRICACION
MOLINO DE 114.3 mm
TRANSPORTE DE LINGOTES

PARTE	METODO	LUBRICANTE	FRECUENCIA
COJINETES DEL MOTOR ELECTRICICO	PISTOLA DE ENGRASAR	GRASA PARA COJINETES DE RODILLOS MEDIANA	2 MESES
COPLES FLEXIBLES	BOMBA DE CUBETA	GRASA ADHESIVA MEDIANA	2 MESES
ENGRANES	DEPOSITOS	GRASA DE EXTREMA PRESION	DIARIAMENTE
COJINETES DE LAS FLECHAS	SISTEMA CENTRALIZADO	GRASA PARA COJINETES DE RODILLOS MEDIANA	DIARIAMENTE
CADENA DE LA BOMBA DE LUBRICACIÓN	APLIQUESE AFUERA	GRASA ADHESIVA MEDIANA	SEMANALMENTE

Si no se siguen cuidadosamente las tablas de lubricación, puede darse el caso de que se use el lubricante equivocado, lo que quizá de cómo resultado un pobre desempeño y hasta roturas.

Al preparar las tablas de lubricación, el ingeniero trata de seleccionar el menor número de lubricantes que en forma satisfactoria lubriquen toda la maquinaria de la planta. Esto evita confusión y hace innecesario mantener en existencia un alto número de diferentes tipos de lubricante.



Aun cuando la tabla indica la frecuencia de lubricación, hay que tomar en cuenta el periodo de operación de la máquina, las condiciones mecánicas tales como el ajuste de las cajas de engranes y el estado de los sellos ya que estas condiciones pueden afectar a la frecuencia con que debe aplicarse el aceite o la grasa.

Cuando el operario encargado de la lubricación se familiariza con cada máquina, esta capacitado para:

- ❖ Ajustar la frecuencia de la lubricación, según sea necesario
- ❖ Suministrar la cantidad apropiada y evitar la lubricación excesiva o la lubricación defectuosa.

Donde se utilizan las grasas lubricantes

En sustitución de los lubricantes fluidos en aquellos puntos donde:

- ❖ El lubricante deba permanecer adherido o retenido en el punto de engrase, puesto que la frecuencia de relubricación mediante un fluido lo hace económicamente injustificable.
- ❖ No es factible hacer llegar un fluido mediante un sistema de conducción o colocar un depósito, debido a la configuración de la máquina.

El lubricante efectúa una función de sellado, evitando la entrada de contaminantes y/o materias no deseables.

Cuando lubriquemos con grasa, siempre tendremos en cuenta que:

- No enfría el mecanismo como un fluido circulando.
- No limpia y arrastra residuos y contaminantes no deseables como con un fluido en un sistema de circulación forzada.

Qué debemos exigir a una grasa lubricante

1. Una adecuada lubricación
2. Reducción de la fricción.
3. Minimizar los desgastes.
4. Proteger de la corrosión.
5. Propiedades sellantes:
Debe evitar la entrada de sustancias no deseadas, al mecanismo, como: agua y otras materias contaminantes: Polvo, agentes químicos, etc.
6. Tenacidad: Resistencia a cambios estructurales o de consistencia. Buena resistencia mecánica.
7. Resistencia al centrifugado y a la pérdida de fluido.

De qué se compone una grasa lubricante

GRASA LUBRICANTE
ESPESANTE
FLUIDO
ADITIVOS



Las proporciones de los distintos elementos que componen la grasa, suelen ser variables.

En general:

ESPESANTE

3 a 25 %

FLUIDO

75 a 96 %

ADITIVOS

0 a 10 %

ESPESANTES

Ellos les dan los nombres genéricos a las grasas y pueden ser de varios tipos.

A) ORGANOMETÁLICOS

B) INORGÁNICOS

C) ORGÁNICOS

Jabones metálicos

- Bentones
- Poliureas
- Jabones mixtos
- Geles de sílice
- Polímeros
- Jabones complejos
- Negro de humo
- Asfaltos, Talco, ceras y mica

FLUIDOS

Estos son los encargados de la función principal, que es la lubricación; y se pueden catalogar en dos grandes grupos:

A) MINERALES

B) SINTÉTICOS

ADITIVOS

Los aditivos se encargarán de conferir a la grasa el resto de propiedades deseables y que le falten a la grasa:

A) Propiedades químicas:

B) Propiedades Estructurales:

C) Propiedades reológicas:

D) Lubricación límite

Antioxidantes

Modificadores

Mejoradores de índice de viscosidad

Antidesgaste

Anticorrosivos

Adherencia

Depresores del punto congelación



Extrema presión
Pasivadores

Resistencia de film

Las diferentes mezclas de espesantes, aceites bases y aditivos darán lugar a muchos tipos de grasas diferentes, las cuales clasificaremos como:

- De jabones metálicos.
- jabones sencillos
- Cálcicas
 - Cálcicas anhidras
 - Sódicas
 - Líticas
 - Alumínicas
 - Báricas
- jabones complejos
 - Compleja de litio
 - Compleja de calcio
 - Compleja de aluminio
 - De espesantes orgánicos
 - Poliureas
 - De espesantes inorgánicos:

Compatibilidad con materiales sellantes.
Características adecuadas para la aplicación requerida.

¿Qué parámetros se controlan?

Para conocer la resistencia a diversos componentes, se controlan los siguientes aspectos, mediante estos ensayos:

FÍSICAS

- TEMPERATURA
 - Punto de gota, ASTM D-566 y 2265.
 - Punto de gota dinámico, Creusot-Loire Machine.
 - Life Performance, ASTM D-3527.
- MECANICA
 - Consistencia / Penetración, ASTM D-217.
 - Trabajado (amasado), ASTM D-217.
 - Shell Roll Test, ASTM D-1831.
- AGUA
 - Lavado con agua, ASTM D-1264.
 - Trabajado (amasado) con agua, MIL-L-10924 D.



- BOMBEABILIDAD

- Impulso a baja temperatura, ASTM D-1478.
- Viscosidad aparente, ASTM D-1092.
- Fluencia de las grasas, DIN 51805.

QUÍMICAS

- OXIDACION
 - Bomba Offman, ASTM D-942.
- CORROSION
 - Lámina de cobre, ASTM D-130.
 - Protección de la corrosión, ASTM D-1743.
 - Corrosión EMCOR, DIN 51802, IP-220.
- FRETTEING CORROSION

SEPARACION

- TEMPERATURA
 - Separación de aceite, IP-121
 - Separación de aceite Federal Test Std. 791-322 T.
 - Car Wheel Bearing, ASTM D-1263.
- PRESION
 - Separación de aceite por aire a presión, ASTM D-1742
- EVAPORACION
 - Evaporación en grasas lubricantes, ASTM D-972.
 - Evaporación en vidrio de reloj, FIAT 50511.

LUBRICACION LÍMITE

Máquina de 4 bolas, IP-239, DIN 51350, ASTM D-2596 y 2266.

¿Cómo elegir la grasa más adecuada?

Existen varios factores que ha que tener en cuenta a la hora de elegir la grasa más adecuada para cada una de las aplicaciones.

Los datos más importantes que hay que conocer son:

- 1) Elemento a engrasar
- 2) Velocidad
- 3) Temperatura
- 4) Contaminantes exteriores



- 5) Forma de aplicación
- 6) Cargas y vibraciones
- 7) Compatibilidad con otras grasas
- 8) Accesibilidad

Lógicamente lo más importante que hay que conocer a la hora de elegir la grasa más adecuada, es saber donde se va a aplicar esta. Pero los elementos a engrasar pueden ser de lo más variopinto; no obstante los siguientes son los más comunes:

- Rodamientos
- Cojinetes y bulones
- Engranajes abiertos
- Engranajes abiertos
- Reductores
- Cables
- Cadenas
- Antigripantes

Todos estos puntos de engrase y muchos más se pueden encontrar en todos los sectores productivos del país, desde la automoción y la industria, pasando por la maquinaria de obra pública, la agricultura y la máquina herramienta, lo que convierte a las grasas en uno de los productos fundamentales para el progreso tecnológico.

- Máquina Timken, ASTM D-2509.
- Máquina Falex, ASTM D-3704.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE GRASAS

ESPESANTE	Punto de gota	T máx. uso	Resistencia agua	Resistencia mecánica
ALUMINIO	110	80	Buena	Mala
SODIO	165-180	120	Mala	Regular
CALCIO	90-110	80	Excelente	Regular
CALCIO ANHIDRO	140-150	110	Excelente	Buena
LITIO	177-205	135	Buena	Excelente
ALUMINIO COMPLEJO	>265	175	Buena	Buena
CALCIO COMPLEJO	>265	175	Buena	Regular
LITIO COMPLEJO	>265	175	Buena	Excelente
POLIUREA	>245	175	Buena	Excelente
BENTONE	>265	175	Buena	Excelente





FIG. 1.—Cuando se emplean camiones o carros de ferrocarril para entregar los tambores, éstos pueden disgregarse sin dañarse, deslizándolos como se muestra en el grabado, sus dos tirantes de madera o metal (derecha). Existen este tipo de deslizadores especialmente para los tamaños normales de tambores. Algunos camiones tienen elevadores hidráulicos para dejar los tambores de aceite o grasa al piso (abajo).

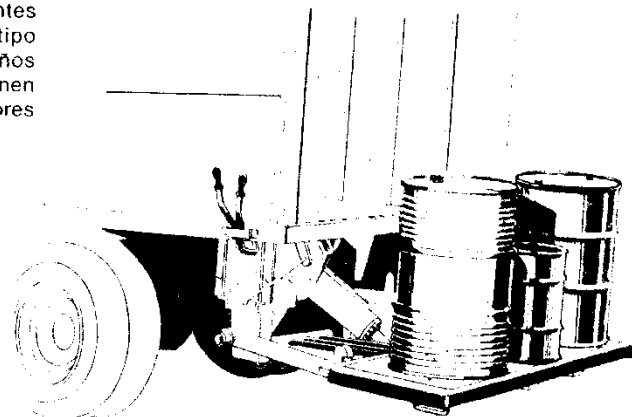


Fig. 1

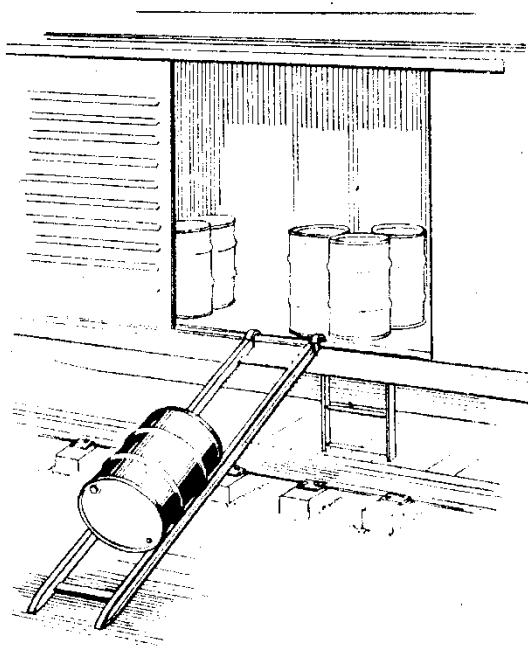


FIG. 2.—(Abajo).—Las carretillas de mano con tirantes ajustables que circulan en la parte superior de los tambores, son muy eficaces para el movimiento de éstos. Con una de estas carretillas un hombre solo puede manejar fácilmente los envases más pesados. En algunos tipos, en lugar de tirantes se encuentra un gancho que agarre el borde del tambor y lo mantiene en su lugar.



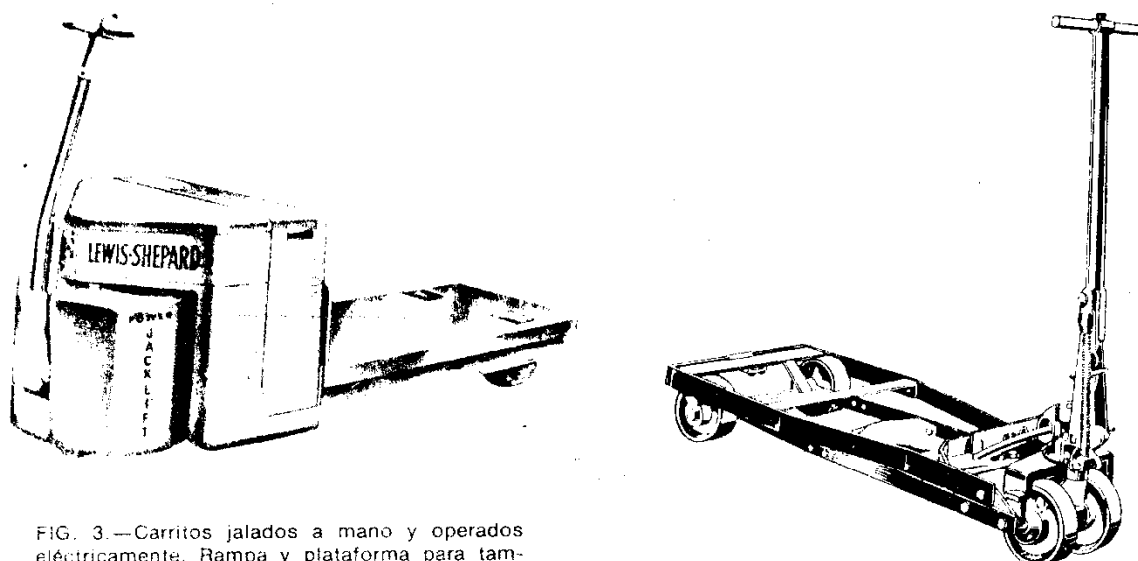


FIG. 3.—Carritos jalados a mano y operados eléctricamente. Rampa y plataforma para tambores.

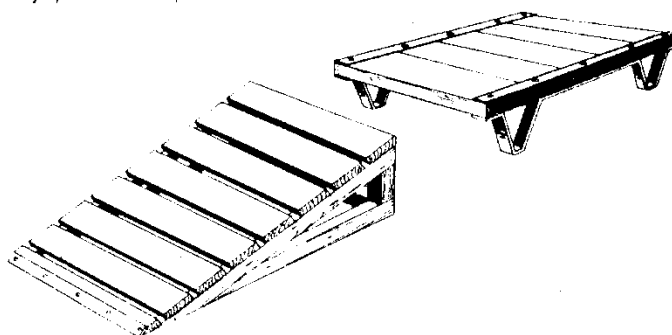
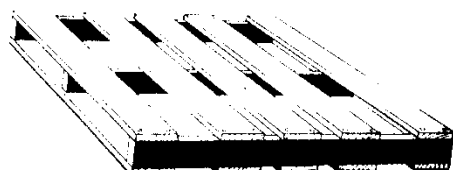
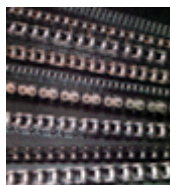
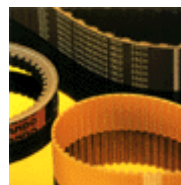


FIG. 4.—Monta-cargas para transportar plataformas para tambores hasta la bodega. Bodegas para lubricantes y diversos departamentos de la planta. Pueden usarse igualmente para elevar tambores hasta los anaqueles.





CADENAS



CORREAS



POLEAS TRAPECIALES



POLEAS DENTADAS



REDUCTORES



ACOPLAMIENTOS



HUSILLOS TRAPECIALES



PIÑONES y DISCOS



CALENTADOR POR INDUCCIÓN PARA
MONTAJES DE RODAMIENTOS.



RODAMIENTOS DE RODILLOS
A RÓTULA



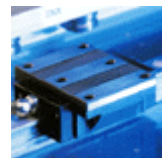
RODAMIENTOS DE CONTACTO RADIAL



RODAMIENTOS DE CONTACTO ANGULAR



RODAMIENTOS DE AGUJAS



SISTEMAS DE DESPLAZAMIENTOS LINEALES



SOPORTES DE TODO TIPO



CASQUILLOS DE FRICCIÓN

Hablar de los objetivos del mantenimiento seria mencionar una gran cantidad de labores, actividades y responsabilidades; es decir la importancia del mantenimiento en una empresa es tan relevante que en la actualidad los ingenieros encargados de este departamento son imprescindibles para lograr que la producción marche correctamente.

A continuación alguno de los objetivos del mantenimiento:



- a) Analizar las instalaciones y equipo de la planta.
- b) Utilizar la totalidad y disponibilidad de las instalaciones de la planta para que todo funciones al 100%
- c) Mantener limpia y segura el área de trabajo.
- d) Realización de programas de mantenimiento preventivo en todos los equipos y servicios generales que participan en la producción de una planta.
- e) Mantener buenas relaciones humanas.
- f) Capacitación constante del personal.
- g) Actualización constante.

El orden en el que están colocados estos objetivos no son en grado m de importancia, todos y cada uno de ellos son importantes en igual proporción ya que garantizan el optimo funcionamiento de la maquinaria y el desenvolvimiento pleno de los trabajadores según el puesto que desempeñen.



UNIDAD IX

9.1 SUBESTACIONES.

9.2 MANTENIMIENTO A UNA SUBESTACIÓN.

9.3 CUCHILLAS SECCIONADORAS.

9.4 CUCHILLAS PORTAFUSIBLES.

9.5 BUSES.

9.6 TRANSFORMADORES.

9.7 INTERRUPTORES EN ACEITE.

9.8 EQUIPOS DE MEDICIÓN.

9.9 RED DE TIERRA.

9.10 APARTARAYOS.



9.1 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

En toda instalación industrial o comercial es indispensable el uso de la energía, la continuidad de servicio y calidad de la energía consumida por los diferentes equipos, así como la requerida para la iluminación, es por esto que las subestaciones eléctricas son necesarias para lograr una mayor productividad.

Una subestación es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos, que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento. Las subestaciones se pueden clasificar como sigue:

- Subestaciones en las plantas generadoras o centrales eléctricas.
- Subestaciones receptoras primarias.
- Subestaciones receptoras secundarias.

Subestaciones en las plantas generadoras o centrales eléctricas.- Estas se encuentran en las centrales eléctricas o plantas generadoras de electricidad, para modificar los parámetros de la potencia suministrada por los generadores, permitiendo así la transmisión en alta tensión en las líneas de transmisión. Los generadores pueden suministrar la potencia entre 5 y 25 kV y la transmisión depende del volumen, la energía y la distancia.

Subestaciones receptoras primarias.- Se alimentan directamente de las líneas de transmisión, y reducen la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o redes de distribución, de manera que, dependiendo de la tensión de transmisión pueden tener en su secundario tensiones de 115, 69 y eventualmente 34.5, 13.2, 6.9 o 4.16 kV.

Subestaciones receptoras secundarias.- Generalmente estas están alimentadas por las redes de subtransmisión, y suministran la energía eléctrica a las redes de distribución a tensiones entre 34.5 y 6.9 kV.

Las subestaciones, también se pueden clasificar por el tipo de instalación, por ejemplo:

- Subestaciones tipo intemperie.
- Subestaciones de tipo interior.
- Subestaciones tipo blindado.

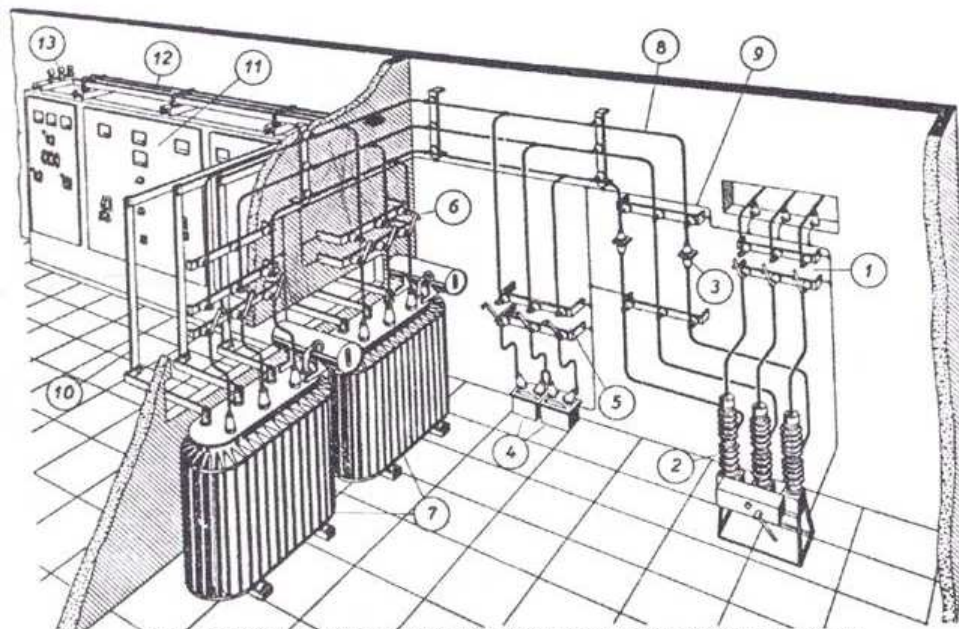
Subestaciones tipo intemperie.- Generalmente se construyen en terrenos expuestos a la intemperie, y requiere de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (lluvia, viento, nieve, etc.) por lo general se utilizan en los sistemas de alta tensión.

Subestaciones tipo interior.- En este tipo de subestaciones los aparatos y máquinas están diseñados para operar en interiores, son pocos los tipos de subestaciones tipo interior y generalmente son usados en las industrias.

Subestaciones tipo blindado.- En estas subestaciones los aparatos y las máquinas están bien protegidos, y el espacio necesario es muy reducido, generalmente se utilizan en fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieran poco espacio para su instalación, generalmente se utilizan en tensiones de distribución y utilización.



Principales partes de una subestación eléctrica:



**Elementos Principales De Una Subestación Eléctrica
De Media Potencia Y Media Tensión**

1. Cuchillas desconectoras.
2. Interruptor.
3. TC.
4. TP.
5. Cuchillas desconectoras para sistema de medición.
6. Cuchillas desconectoras de los transformadores de potencia.
7. Transformadores de potencia.
8. Barras de conexión.
9. Aisladores soporte.
10. Conexión a tierra.
11. Tablero de control y medición.
12. Barras del tablero.
13. Sujeción del tablero.

El transformador, es la parte más importante de una subestación eléctrica, consta de un embobinado de cable que se utiliza para unir a dos o más circuitos, aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas.

La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria, las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador, si por el contrario, el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor.

El uso de las subestaciones eléctricas es de vital importancia en la industria, ya que nos permiten el control del flujo de la energía necesaria para llevar a cabo los procesos; las subestaciones se pueden clasificar en primarias, secundarias, y subestaciones en las plantas



generadoras; el elemento principal de una subestación eléctrica es el transformador, que funciona con el principio de inducción, a través de una serie de bobinados, que permiten controlar el voltaje de salida.

9.2 MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES

Se basa en la planeación y el seguimiento de los equipos durante su periodo de vida útil, para obtener el máximo aprovechamiento de su operación y predecir la necesidad del cambio del mismo.

Mantenimiento Predictivo

Evaluación del equipo:
Levantamiento técnico.
Determinación de su estado actual.
Historial del equipo.
Diagnostico actual del equipo
Plan general de trabajo
Seguimiento.

Mantenimiento Correctivo

- ④ Llamadas de emergencia.
 - ✦ Atención las 24 horas del día los 365 días del año.
 - ✦ Solución inmediata.
- ④ Diagnostico del problema encontrado.
- ④ Reparación general.
- ④ Suministro de materiales.
- ④ Pruebas en campo a equipo eléctrico.
- ④ Entrega de reportes.
 - ✦ Pruebas.
 - ✦ Diagnostico y conclusiones.
 - ✦ Recomendaciones preventivas.

9.3 CUCHILLAS SECCIONADORAS

Cuchillas son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien para darles mantenimiento.

Las cuchillas pueden abrir circuitos bajo la tensión nominal pero nunca cuando este fluyendo corriente a través de ellas.

Antes de abrir un juego de cuchillas siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente.

La diferencia entre un juego de cuchillas y un interruptor, considerando que los dos abren o cierran circuitos, es que las cuchillas no pueden abrir los circuitos con corriente y el interruptor si;



hay algunos fabricantes de cuchillas que añaden ala cuchilla una pequeña cámara de arqueo SF6 que le permita abrir solamente los valores nominales de la corriente del circuito.

Estas pueden ser de tres postes. El mecanismo hace girar el poste central que origina el levantamiento de la parte móvil. De la cuchilla; para compensar el peso de la cuchilla la hoja móvil tiene un resorte que ayuda a la apertura. Otra cuchilla de este tipo es aquel en que la parte móvil gira en un plano horizontal este giro puede ser de dos formas.

Cuchillas con dos columnas de aisladores que giran simultáneamente y arrastran las 2 hojas, o una que contiene la mordaza y otra el contacto macho.

La otra forma es una cuchilla horizontal con tres columnas de aisladores. La columna central gira y en su parte superior soporta el elemento móvil.

Columnas externas son fijas y en su parte superior sostienen las mordazas fijas.

9.4 CUCHILLAS PORTAFUSIBLES

Son dispositivos de protección eléctrica de una red que hacen las veces de un interruptor, siendo mas baratos que estos. Se emplean en aquellas partes de instalaciones en que los relevadores y los interruptores no se justifican económicamente.

Su función es la de interrumpir circuitos cuando se produce en ellos una sobre corriente, y soportar la tensión transitoria de recuperación que se produce posteriormente.

Un juego de cuchillas portafusibles de alta tensión, en su parte fundamental, esta formado por tres polos. Cada uno de ellos, a su vez, esta formado por una base metálica semejante alas utilizadas en las cuchillas, dos columnas de aisladores que pueden ser de porcelana o resina sintética y cuya altura fija el nivel básica de impulso a que trabaja el sistema. Sobre los aisladores se localizan dos mordazas, dentro de las cuales entra a presión el cartucho del fusible.

Turbina de vapor

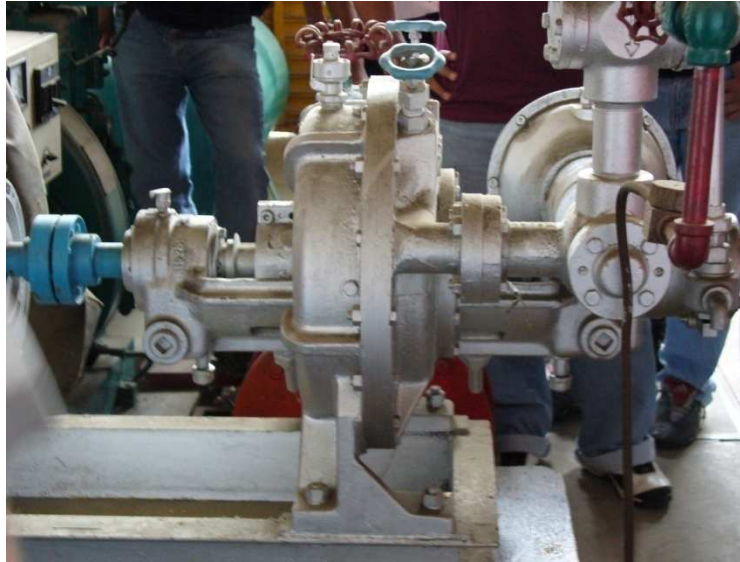
Una **turbina de vapor** es una turbo máquina que transforma la energía de un flujo de vapor de agua en energía mecánica. Este vapor se genera en una caldera, de la que sale en unas condiciones de elevada temperatura y presión. En la turbina se transforma la energía interna del vapor en energía mecánica que, típicamente, es aprovechada por un generador para producir electricidad.

Al pasar por las toberas de la turbina, se reduce la presión del vapor (se expande) aumentando así su velocidad. Este vapor a alta velocidad es el que hace que los alabes móviles de la turbina giren alrededor de su eje al incidir sobre los mismos. Por lo general una turbina de vapor posee más de un conjunto tobera-alabe (o *etapa*), para aumentar la velocidad del vapor de manera gradual. Esto se hace ya que por lo general el vapor de alta presión y temperatura posee demasiada energía térmica y, si ésta se convierte en energía cinética en un número muy reducido de etapas, la velocidad periférica o tangencial de los discos puede llegar a producir fuerzas centrífugas muy grandes causando fallas en la unidad.



En una turbina se pueden distinguir dos partes, el rotor y el estator. El rotor está formado por ruedas de álabes unidas al eje y que constituyen la parte móvil de la turbina. El estator también está formado por álabes, no unidos al eje sino a la carcasa de la turbina.

Atendiendo a donde se realiza la expansión del vapor se distinguen dos tipos de turbinas: de acción o de reacción.



- En las **turbinas de acción** la expansión del vapor se realiza en el estator perdiendo presión y aumentando su velocidad hasta pasar al rotor donde la presión se mantendrá constante y se reducirá su velocidad al incidir sobre los álabes.
- Por el contrario, en las **turbinas de reacción** el vapor se expande en el rotor, manteniéndose la presión y velocidad constantes al pasar por el estátor, que en este caso sólo sirve para dirigir y orientar el flujo de vapor.

Clasificación

Existen turbinas de vapor en una gran variedad de tamaños, desde unidades de 1 hp (0.75 Kw.) usadas para accionar bombas, compresores y otro equipo accionado por flecha, hasta turbinas de 2,000,000 hp (1,500,000 Kw.) utilizadas para generar electricidad. Existen diversas clasificaciones para las turbinas de vapor modernas.

Abastecimiento de Vapor y Condiciones de Escape

Estas categorías incluyen turbinas condensadoras, no condensadoras, de recalentamiento, extracción e inducción.

Las turbinas de No condensación o de contrapresión son más ampliamente usadas para aplicaciones de vapor en procesos. La presión de salida es controlada por una válvula reguladora para satisfacer las necesidades de presión en el vapor del proceso. Se encuentran comúnmente en refinerías, plantas de papel y pulpa y en instalaciones de desalinización, donde se dispone de grandes cantidades de vapor de proceso a baja presión.



Las turbinas condensadoras se encuentran comúnmente en plantas de potencia eléctrica. Estas turbinas expelen vapor en estado parcialmente saturado, generalmente con calidad mayor al 90%, a una presión bastante inferior a la atmosférica hacia un condensador.

Las turbinas de recalentamiento también son usadas casi exclusivamente en plantas de potencia eléctrica. En una turbina de recalentamiento, el flujo de vapor sale de una sección a alta presión de la turbina y es regresado a la caldera donde se le vuelve a sobrecalentar. El vapor entonces regresa a una sección de presión intermedia de la turbina y continúa su expansión.

Las turbinas de extracción se encuentran en todo tipo de aplicaciones. En una turbina de extracción, el vapor es liberado en diversas etapas y aprovechado en distintos procesos industriales, también puede ser enviado a calentadores de agua para mejorar la eficiencia del ciclo.

Los fluidos extraídos pueden ser controlados mediante una válvula o pueden no controlarse. Las turbinas de inducción introducen vapor a baja presión en una etapa intermedia para producir potencia adicional.

Las turbinas de vapor transforman la energía potencial de tipo térmico, en energía mecánica. La energía potencial térmica disponible es la diferencia de entalpías entre el estado inicial del vapor, a la entrada de la turbina, y su estado final, a la salida de la misma; esta diferencia de entalpías se conoce como salto entálpico o salto térmico.

En las turbinas de vapor existen unos elementos fijos que son las toberas y los distribuidores de álabes; si el salto entálpico se transforma totalmente en energía cinética, la turbina es de acción y la entalpía a la salida de la tobera para un proceso isentrópico será igual a la entalpía final del vapor; en estas circunstancias, en los álabes dispuestos sobre el rotor o corona móvil, habrá únicamente una transformación de energía cinética en mecánica.

Si la conversión de entalpía en energía cinética no es total, se utilizan distribuidores de álabes, en los que tienen lugar dos tipos de transformaciones simultáneas, por cuanto una fracción de la energía cinética adquirida se transforma en energía mecánica, y el resto en energía cinética y posteriormente en mecánica.

La transformación de energía cinética en energía mecánica se produce haciendo seguir al fluido una determinada trayectoria, (entre álabes), de forma que su velocidad absoluta disminuya; cualquier cambio de magnitud o de dirección en dicha velocidad, tiene que ser debido al efecto de una fuerza, que es la acción de los álabes de la corona sobre el fluido.

A su vez, se puede decir también que todo cambio en la dirección o en la magnitud de la velocidad del fluido, origina un empuje sobre los álabes, de forma que, para cuando éstos vayan montados sobre una corona móvil, la potencia generada es igual al producto de la velocidad tangencial de los álabes por la componente periférica de la fuerza.

TURBINA DE VAPOR DE ACCIÓN CON UN ESCALONAMIENTO DE VELOCIDAD

Una turbina de vapor de acción con un escalonamiento de velocidad consta fundamentalmente de los siguientes elementos:



a) Un distribuidor fijo, compuesto por una o varias toberas, cuya misión es transformar la energía térmica del vapor puesta a su disposición, total (acción), o parcialmente (reacción), en energía cinética.

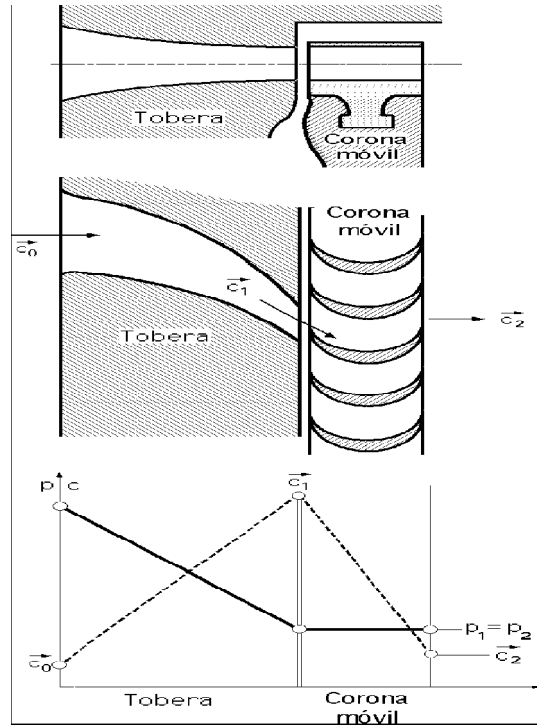
b) Una corona móvil, fija sobre un eje, cuyos álabes situados en la periferia tienen por objeto transformar en energía mecánica de rotación, la energía cinética puesta a su disposición.

La sección entre álabes se mantiene constante; el vapor pasa por la corona a presión constante, actuando sobre los álabes en virtud de la energía cinética adquirida; si el vapor, al abandonar la corona, conserva aún una cierta velocidad, se puede utilizar posteriormente mediante un distribuidor de álabes guía fijos, para actuar sobre una segunda corona coaxial, consiguiéndose de esta forma una turbina de acción con escalonamientos de velocidad.

TOBERA.- La circulación del vapor por la tobera es un proceso no isentrópico. Las investigaciones de Stodola, Prandtl, Christlein, etc, coinciden en admitir que la **pérdida de energía en la tobera** consta de los sumandos principales:

- Las pérdidas debidas al rozamiento del chorro de vapor sobre las paredes
- Las pérdidas inherentes a la formación de torbellinos en el seno del fluido, así como las fugas de vapor por el intersticio entre toberas y corona, y el choque con el borde de entrada de los álabes.

Todas estas pérdidas se resumen en un valor ($\phi < 1$) que se conoce como coeficiente de reducción de velocidad, siendo su valor del orden de 0,95. Debido a estas pérdidas, la energía mecánica de rozamiento se transforma en calor, siendo absorbida una fracción por el vapor, que incrementa así su entropía y su entalpía a la salida de la tobera. Para toberas simplemente convergentes y vapor recalentado se puede tomar una presión final menor que la correspondiente en la sección crítica, $p_k \leq 0,5455 p_0$.



CORONA.- El cálculo de las pérdidas originadas por el paso del vapor a lo largo de los álabes es complejo a pesar de los numerosos y detallados trabajos experimentales que sobre el mismo se han realizado. En particular, no es rigurosamente cierto el supuesto de que el vapor pase a presión constante entre los álabes de la turbina de acción, de modo que las diferencias de presiones que se establecen entre filetes fluidos de distinta curvatura, darán lugar a la formación de torbellinos que se suman a los que origina la circulación propiamente dicha. Estas pérdidas se pueden agrupar en:

- **Pérdidas por choque** contra la arista de entrada del álabe.
- **Pérdidas por rozamiento** de la vena de vapor sobre la superficie de los álabes.
- **Pérdidas por curvatura**, que son las más importantes y radican en el efecto de la fuerza centrífuga sobre las partículas de vapor, fuerza que tiende a aumentar la presión sobre la cara cóncava, y a disminuirla sobre la convexa. Para su valoración se introduce un coeficiente $\psi \leq 1$ que compendia las pérdidas y modifica la velocidad relativa con que el vapor circula entre los álabes, de modo que la velocidad relativa de salida es:



AGUA DE ALIMENTACIÓN A LA CALDERA

El agua para la caldera se almacena usualmente en un tanque "de relleno o reposición" de manera que se tenga disponible un volumen de agua suficiente para demandas mayores a las acostumbradas. Se mantiene un nivel constante por medio de una válvula flotadora similar en principio al flotador en el tanque de un sanitario. Una bomba de alta presión saca el agua del tanque de relleno y la vacía en la caldera. Debido a que la mayoría de las calderas operan a presiones más altas que las del suministro de agua, la bomba debe elevar la presión del agua de alimentación un poco por encima de la presión de operación de la caldera.

El vapor limpio es agua pura en forma de gas. Cuando se enfría y se condensa es agua pura y se le denomina "condensado". A medida que se condensa en agua contiene considerable calor, el cual puede ser utilizado. Es un agua de relleno o de alimentación casi perfecta, ya que ha sido despojada de minerales disueltos y materia extraña en el proceso de evaporación.

Siempre que es posible, el condensado es regresado a la caldera y recolectado en un tanque denominado "receptor o tanque de condensado". Cuando se recupera el condensado, el receptor puede también desempeñar la función de tanque de relleno.

En algunas instalaciones, el retorno del condensado puede suministrar tanto como el 99% del agua de alimentación y mientras más alto sea el porcentaje de condensado, se requiere menos tratamiento de agua. Otras instalaciones pueden requerir del 100% de reposición si por alguna razón el condensado no puede ser recuperado o si está muy contaminado.

PRESIONES DE LA CALDERA

La temperatura y la presión a las cuales opera una caldera tienen una relación definida, según se muestra en la siguiente tabla:

PUNTO DE EBULLICIÓN DEL AGUA A DIFERENTES PRESIONES

A presión atmosférica normal, el agua hierve a 100 °C (212 °F); a presiones más altas se incrementa el punto de ebullición, alcanzando un máximo de 374 °C (705 °F) a una presión de 225 kg/cm² (3200 psi). Arriba de esta temperatura el agua no puede existir como un líquido.

CAPACIDADES DE LA CALDERA

Las calderas son clasificadas por la cantidad de vapor que pueden producir en un cierto período de tiempo a una cierta temperatura. Las unidades más grandes producen 454,545 kg (1,000,000 lb) de vapor por hora. Las calderas se clasifican a 1 HP (0.745 kilowatts) de fuerza por cada 15.7 kg (34.5 lb) de agua que pueda evaporar por hora. Otra definición es 1 HP (0.745 kilowatts) por cada 0.93 m² (10 pie²) de superficie de calentamiento en una caldera acuotubular o 1.11 m² (12 pie²) de superficie de calentamiento en una caldera humotubular.

EQUIVALENCIAS:

1 HP (0.745 kilowatts) hr de caldera = 15 lt. (4 gal.) de agua evaporada por hora.

1 kg (2.2 lb) de evaporación por hora = 1 lt.(0.26 gal)evaporado por hora.

1 galón de evaporación por hora = 8.34 lbs de agua por hora.



1 HP de caldera = 15 kg (33.36 lb) de agua por hora.

SELECCIÓN DEL SUAVIZADOR PARA CALDERAS

En el proceso de seleccionar un adecuado suavizador del agua para el tratamiento de agua de alimentación de una caldera deben revisarse varias áreas. Esto implica básicamente la necesidad de obtener un análisis del agua, los HP de la caldera y la información referente a la recuperación del vapor. Cada una de estas áreas deberá revisarse previo al proceso de selección de un suavizador.

La dureza se compone de calcio y magnesio. La dureza en las aguas naturales variará considerablemente, dependiendo de la fuente de donde se obtenga el agua. Las secciones del país que tienen formaciones de piedra caliza generalmente tienen un alto contenido de dureza en el agua. Dado que las aguas superficiales son diluidas por las lluvias, el agua de pozo en la misma área normalmente tendrá una dureza mucho más alta que la del agua superficial, dado que el flujo es subterráneo sobre capas de rocas.

Nunca debe suponerse el grado de dureza en una ubicación dada. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para obtener un análisis del agua en el sitio de la instalación. Esto garantizará la precisión en el proceso de selección.

Para poder determinar el tamaño de un suavizador de agua el primer procedimiento en el proceso de selección es determinar la cantidad de dureza. Muchos de los reportes de análisis de agua expresan la dureza total en partes por millón (PPM). La expresión PPM debe ser convertida, si se usa sistema inglés, a granos por galón (GPG) para poder seleccionar el tamaño de un sistema suavizador. Para convertir la dureza expresada en PPM a GPG, dividir PPM entre 17.1.

Ejemplo: Un reporte de dureza total de 400 PPM se convierte como sigue: $400 \text{ PPM} \div 17.1 = 23 \text{ GPG}$ de dureza.

DETERMINANDO EL VOLUMEN DE REPOSICIÓN

Para poder determinar la cantidad de agua utilizada para alimentar a una caldera, se necesita hacer cálculos para convertir la capacidad de la caldera a la cantidad máxima de agua de reposición en litros (galones). Las capacidades de la caldera se dan en varias formas. Sin embargo, todas pueden y deben ser convertidas a un factor común de caballos de fuerza. Por cada caballo de fuerza (0.745 kilowatts) se requiere un volumen de agua de alimentación de 16 lt (4.25 gal.) por hora. Para convertir otras capacidades de la caldera a caballos de fuerza debe consultarse la siguiente tabla.

Para determinar los caballos de fuerza de la caldera deben conocerse dos factores adicionales para poder obtener la cantidad neta de agua de relleno requerida en un período de 24 horas. El primero de éstos es determinar la cantidad de retorno de condensado a la caldera. La cantidad del condensado regresado a un sistema de caldera es información vital para seleccionar un suavizador de agua. Esta información normalmente la conoce el operador de la caldera o el ingeniero de diseño. La cantidad del condensado regresado se resta de la cantidad máxima del volumen de agua de relleno calculado de la capacidad en caballos de fuerza. La cantidad neta a la que se hace referencia es la diferencia entre la máxima agua de relleno menos la cantidad de condensado regresado al sistema.

Un método muy preciso para determinar la cantidad neta del agua de relleno por hora, o el porcentaje de condensado regresado, puede ser calculando simplemente de las operaciones existentes, comparando un análisis del agua del tanque receptor del condensado y el agua cruda



de relleno. Al comparar estas dos aguas, uno puede ser muy preciso en la cantidad de condensado regresado al sistema.

Ejemplo: Un tanque receptor de condensado con un agua que contenga 300 PPM de sólidos disueltos totales (SDT) y un factor conocido de 600 PPM de SDT en el suministro de agua cruda de relleno nos indicaría un retorno de condensado del 50%. Según se describió antes en esta publicación, el condensado es agua casi perfecta (cero SDT) cuando entra al tanque receptor del condensado. Por lo tanto, cuando el suministro de agua cruda de 600 PPM de SDT es diluida con agua con 0 PPM de SDT en relación 1:1, el resultado sería 300 PPM de SDT o una dilución del 50% o un retorno de condensado del 50%.



El paso final en nuestra recolección de información para el proceso de selección del suavizador es obtener el número de horas que la caldera es operada en un día. Esto no es importante sólo para poder determinar el volumen total de agua de relleno, también es información requerida para determinar el diseño de nuestro sistema suavizador. Una caldera que opera 24 horas al día requerirá agua suave en todo momento. Por lo tanto, el diseño requerirá el uso de dos unidades. En los sistemas que operan 16 horas al día, el uso de un solo suavizador llenará las necesidades de la operación. Típicamente, el tiempo requerido para regenerar un suavizador es menos de tres horas.

CÁLCULOS PARA SELECCIONAR SUAVIZADOR DE CALDERAS

Ahora estamos listos para proceder con un enfoque típico para seleccionar un suavizador de agua. Primero se reúne la información acerca de todos los aspectos del sistema de caldera discutidos en esta sección. Primero habrá que hacer un listado de todos los factores de nuestro diseño. La siguiente representa una planta de caldera típica de la cual podemos calcular la demanda para un suavizador.

DETERMINAR LA DUREZA DEL AGUA

El análisis recibido o tomado está en partes por millón (PPM) o mg/l. Si se usa sistema inglés convertir a granos por galón (GPG).

$$400 \text{ ppm} \div 17.1 = 23 \text{ GPG}$$

**(2) DETERMINAR LOS HP DE LA CALDERA**

La capacidad de la caldera es en kg (libras) por hora de vapor. Convertir a HPs.

$784 \text{ kg (1,725 lbs) por hora} \div 15.7 (34.5) = 50 \text{ HP}$

(3) DETERMINAR EL MAXIMO DE LITROS (GALONES) POR HORA DE AGUA DE RELLENO

La capacidad de la caldera es de 50 HP. Convertir los HP a litros (o galones) por hora de agua de relleno.

$50 \text{ HP} \times 16 \text{ lt (4.25 gal.) por hora de relleno}$

(4) DETERMINAR LA CANTIDAD DE CONDENSADO REGRESADO AL SISTEMA Y CALCULAR EL REQUERIMIENTO NETO DE AGUA DE RELLENO

El relleno por hora es de 800 litros (211 galones). El condensado regresado es del 50% o 400 litros (105.5 galones) por hora.

$800 - 400 = 400 \text{ litros (211 - 105.5 = 105.5 galones) de relleno netos por hora}$

(5) DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DIARIOS DE RELLENO

400 litros (105.5 galones) de relleno netos por hora. El sistema de caldera opera 16 horas al día.
 $400 \text{ litros (105.5 galones) por hora} \times 16 \text{ horas} = 6,400 \text{ litros (1,688 galones) por cada día de operación.}$

(6) DETERMINAR LOS GRAMOS COMO CaCO_3 (o GRANOS) DE DUREZA TOTALES QUE DEBERAN SER REMOVIDOS DIARIAMENTE

6,400 litros (1,688 galones) por día con una dureza de 400 ppm o 400 mg/l o 0.4 g/l (23 granos por galón).

$6,400 \text{ litros} \times 0.4 \text{ g/lt} = 2,560 \text{ g (1,688 galones} \times 23 \text{ GPG} = 38,824 \text{ granos) de dureza seca}$ necesitan ser removidos del agua cada día.

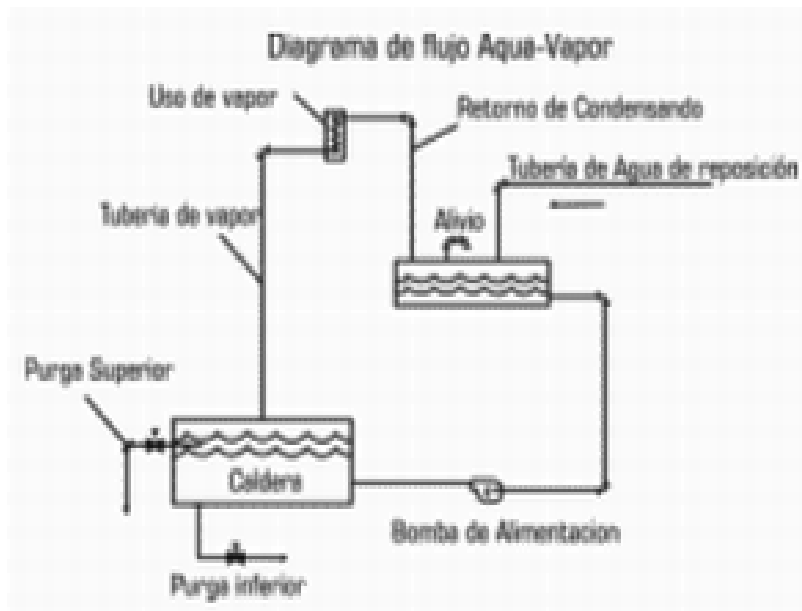
La respuesta en nuestro sexto paso de 2,560 gramos (38,824 granos) de dureza seca para ser removidos del agua diariamente, nos lleva a nuestro enfoque final al seleccionar un suavizador de agua. Debido a la naturaleza de la importancia de obtener agua suave para el agua de alimentación de la caldera, debemos dejar un margen de error en nuestro proceso de selección. Comúnmente, este margen es del 15%. La multiplicación de 2,560 gramos (38,824 granos) por día $\times 1.15$ da por resultado una demanda total de remoción de 2,944 gramos (44,648 granos) por día que necesitan ser removidos.

PRODUCCIÓN DE VAPOR

La mayoría de las calderas tienen varias cosas en común. Usualmente, en la parte inferior está un fogón o cámara de combustión (horno) a donde se alimenta el combustible más barato o más disponible a través de un quemador para formar una flama. El quemador está controlado automáticamente para pasar sólo el combustible suficiente para mantener una presión de vapor deseada. La flama o calor es dirigida y distribuida a las superficies de calentamiento, las cuales usualmente son tubos, tiros de chimeneo serpentina de diámetro bastante pequeño.

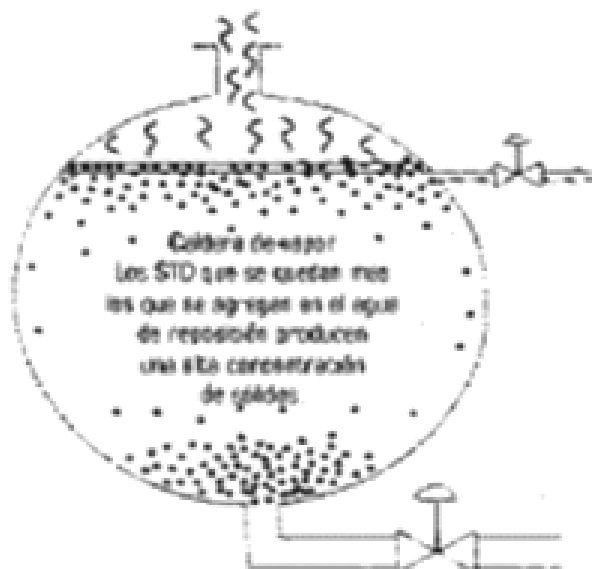


En algunos diseños el agua fluye a través de los tubos o serpentines y el calor es aplicado al exterior. A éstas se les denominan calderas acuotubulares. En otras calderas los tubos o tiros de chimenea están inmersos en el agua y el calor pasa a través del interior de los tubos. Estas son calderas humotubulares. Si el agua es sometida a los gases calentados más de una vez, la caldera es de "dos-pasos", de "tres-pasos", o de "pasos múltiples".



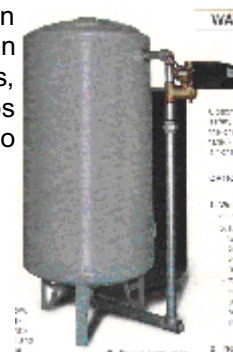
El agua calentada o vapor se eleva hasta la superficie del agua, vaporiza y es recolectada en una o más cámaras o "tambores". Mientras más grande la capacidad del tambor, mayor es la capacidad de la caldera para producir grandes y repentinas demandas de vapor. En la parte superior del tambor de vapor está una salida o "cabezal de vapor" desde la cual el vapor es entubado hasta los puntos de uso. En la parte superior del fogón está una chimenea de metal o de ladrillo o "inductor de tiro", el cual se lleva los subproductos de la combustión y las variables cantidades de combustible no utilizado. En la parte inferior de la caldera, y usualmente al lado opuesto del fogón, está una válvula de salida denominada como "purga". Es a través de esta válvula que la mayor parte del polvo, lodo, cieno y otros materiales indeseables son purgados de la caldera.

Adheridos a la caldera hay múltiples controles de seguridad para liberar la presión si ésta se eleva demasiado, para apagar el quemador si el agua baja demasiado o para controlar automáticamente el nivel del agua. Se incluye una columna de agua (vidrio de nivel) para que el nivel interior del agua quede visible para el operador.



INTERCAMBIO IONICO

El intercambio iónico es un proceso de separación de iones. Un ion es un átomo o grupo de átomos cargados eléctricamente. Estos iones se clasifican por su intercambio. Los iones cargados positivamente son llamados cationes, ya que estos emigran al cátodo o electrodo negativo. Los iones cargados negativamente son llamados aniones, ya que emigran al ánodo o electrodo positivo en una celda galvánica.



Los cationes comúnmente encontrados en el agua son calcio, magnesio, sodio, hierro, y manganeso. Los aniones comúnmente encontrados en el agua son bicarbonatos, carbonato, cloruro, sulfato y nitrato.

Hay ocho compuestos que generalmente se asocian con el problema de la dureza. Estos compuestos son divididos en dos clasificaciones en relación a su facilidad de remoción. La dureza temporal puede ser causada por bicarbonato de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato de magnesio, y puede ser removida mediante la ebullición del agua. La dureza permanente es causada por el cloruro de calcio, sulfato de calcio, sulfato de magnesio, y cloruro de magnesio. Estos compuestos también son llamados dureza no carbonatada.

Los problemas de dureza son ocasionados por los cationes calcio y magnesio. Si los cationes de calcio y magnesio son removidos para remplazarlos por cationes de sodio, los problemas de la dureza pueden ser eliminados.



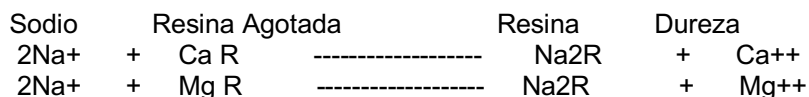
La separación de los iones y el intercambio es logrado por el uso de una columna de resina aniónica insoluble que es mantenida neutra por iones sodio. Al pasar el agua conteniendo los cationes, calcio, y magnesio, por la columna de resina, los cationes de calcio y de magnesio se adhieren a la resina y son reemplazados por cationes de sodio que tenía la resina. Los cationes de sodio no producen problemas de dureza, así el agua suave es descargada servicio.

La columna de resina puede suavizar el agua mientras contenga cationes sodio. Al alcanzar el contenido de sodio el agotamiento, la resina debe ser regenerada con sal. (NaCl)

El proceso de intercambio es como sigue:



Para regenerar el suavizador, una solución fuerte de salmuera es usada. La solución fuerte de salmuera forzara al calcio y al magnesio de regreso a la solución. Los cationes de sodio se adhieren a la resina para mantenerla eléctricamente neutra.



Hay cuatro pasos básicos en la operación de un suavizador.

1. El contralavado. En el paso del contralavado, agua fresca fluye en una dirección hacia arriba a través de la cama de resina. La resina es expandida, y los sólidos en suspensión que tienen una gravedad específica más baja que la resina son drenados por el drenaje. La cama es empacada otra vez por el flujo de servicio, así que el contralavado afloja la cama para un mejor contacto de la salmuera en los pasos de salmuera.

2. Salmuera y enjuague lento. En este paso, una cantidad medida de salmuera es traída del tanque de salmuera y luye lentamente hacia abajo a través de la cama de resina. Después de que se introduce el monto medido de salmuera, un ciclo de enjuague lento enjuaga la solución de salmuera de la cama de resina. La resina retiene el sodio, y el calcio y magnesio son drenados.

3. Enjuague rápido. El enjuague rápido lava la resina en un flujo hacia abajo para asegurar que toda la salmuera ha sido limpiada de la resina.

4. Servicio. El agua fluye a través de la cama de resina en un flujo hacia abajo, proviendo agua suave a las líneas de servicio.

El mineral de zeolita natural contiene un químico complejo que usualmente consiste de silicato aluminico de sodio. La resina fabricada sintéticamente tiene una base química como el carbón sulfonatado, resina fenolica, o resinas de poliestireno. Algunas resinas comunes son resinas de acido carboxílico, acido sulfonico fenol metileno, y divilil benceno sulfonato poliestireno. Independientemente de como se produce un material de zeolita, todas esas resinas que operan en el ciclo sodio contienen moléculas complejas con un sodio aunado. El sodio actúa como el cation de intercambio mientras la resina actúa como el anion insoluble.



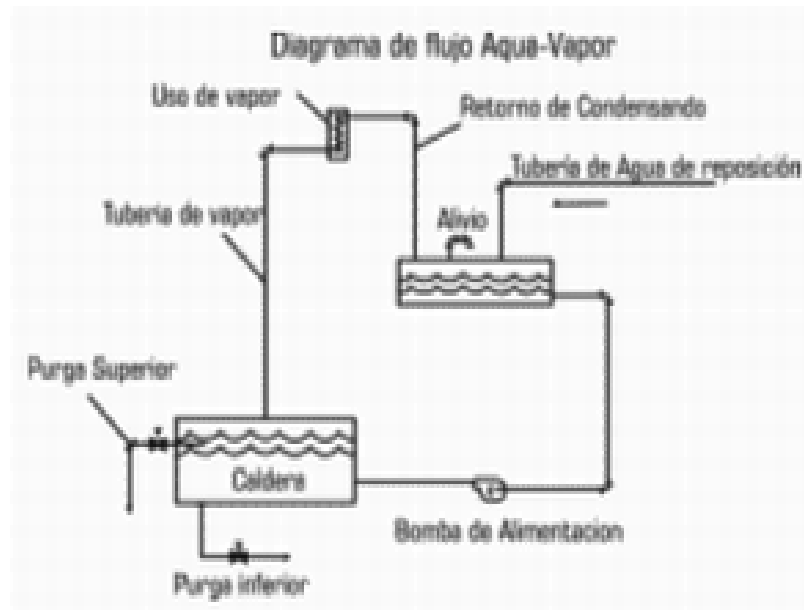
La capacidad de intercambio de estos materiales para remover dureza varía en gran medida. Los materiales sintéticos tienen una mayor capacidad de intercambio que las zeolitas naturales. La capacidad de las resinas sintéticas varían de entre 6,000 granos por pie cúbico, hasta 32,000 granos por pie cúbico. Las zeolitas naturales varían en capacidad de entre 2,500 y 5,000 granos por pie cúbico. Estas zeolitas varían en capacidad debido a la cantidad de sitios de intercambio por volumen de unidad.

En el ciclo de regeneración del proceso de suavización, se requiere de un exceso de sal para remover el calcio y magnesio de la resina. El monto de calcio y magnesio removidos de la resina variara dependiendo de la dosis de sal.

PRODUCCIÓN DE VAPOR

La mayoría de las calderas tienen varias cosas en común. Usualmente, en la parte inferior está un fogón o cámara de combustión (horno) a donde se alimenta el combustible más barato o más disponible a través de un quemador para formar una flama. El quemador está controlado automáticamente para pasar sólo el combustible suficiente para mantener una presión de vapor deseada. La flama o calor es dirigida y distribuida a las superficies de calentamiento, las cuales usualmente son tubos, tiros de chimenea serpentines de diámetro bastante pequeño.

En algunos diseños el agua fluye a través de los tubos o serpentines y el calor es aplicado al exterior. A éstas se les denominan calderas acuotubulares. En otras calderas los tubos o tiros de chimenea están inmersos en el agua y el calor pasa a través del interior de los tubos. Estas son calderas humotubulares. Si el agua es sometida a los gases calentados más de una vez, la caldera es de "dos-pasos", de "tres-pasos", o de "pasos múltiples".



El agua calentada o vapor se eleva hasta la superficie del agua, vaporiza y es recolectada en una o más cámaras o "tambores". Mientras más grande la capacidad del tambor, mayor es la capacidad de la caldera para producir grandes y repentinas demandas de vapor. En la parte



superior del tambor de vapor está una salida o "cabezal de vapor" desde la cual el vapor es entubado hasta los puntos de uso. En la parte superior del fogón está una chimenea de metal o de ladrillo o "inductor de tiro", el cual se lleva los subproductos de la combustión y las variables cantidades de combustible no utilizado. En la parte inferior de la caldera, y usualmente al lado opuesto del fogón, está una válvula de salida denominada como "purga". Es a través de esta válvula que la mayor parte del polvo, lodo, cieno y otros materiales indeseables son purgados de la caldera.

Adheridos a la caldera hay múltiples controles de seguridad para liberar la presión si ésta se eleva demasiado, para apagar el quemador si el agua baja demasiado o para controlar automáticamente el nivel del agua. Se incluye una columna de agua (vidrio de nivel) para que el nivel interior del agua quede visible para el operador.

AGUA DE ALIMENTACIÓN A LA CALDERA

El agua para la caldera se almacena usualmente en un tanque "de relleno o reposición" de manera que se tenga disponible un volumen de agua suficiente para demandas mayores a las acostumbradas. Se mantiene un nivel constante por medio de una válvula flotadora similar en principio al flotador en el tanque de un sanitario. Una bomba de alta presión saca el agua del tanque de relleno y la vacía en la caldera. Debido a que la mayoría de las calderas operan a presiones más altas que las del suministro de agua, la bomba debe elevar la presión del agua de alimentación un poco por encima de la presión de operación de la caldera.

El vapor limpio es agua pura en forma de gas. Cuando se enfría y se condensa es agua pura y se le denomina "condensado". A medida que se condensa en agua contiene considerable calor, el cual puede ser utilizado. Es un agua de relleno o de alimentación casi perfecta, ya que ha sido despojada de minerales disueltos y materia extraña en el proceso de evaporación.

Siempre que es posible, el condensado es regresado a la caldera y recolectado en un tanque denominado "receptor o tanque de condensado". Cuando se recupera el condensado, el receptor puede también desempeñar la función de tanque de relleno.

En algunas instalaciones, el retorno del condensado puede suministrar tanto como el 99% del agua de alimentación y mientras más alto sea el porcentaje de condensado, se requiere menos tratamiento de agua. Otras instalaciones pueden requerir del 100% de reposición si por alguna razón el condensado no puede ser recuperado o si está muy contaminado.

PRESIONES DE LA CALDERA

La temperatura y la presión a las cuales opera una caldera tienen una relación definida, según se muestra en la siguiente tabla:

9.5 BUSES

INTRODUCCIÓN

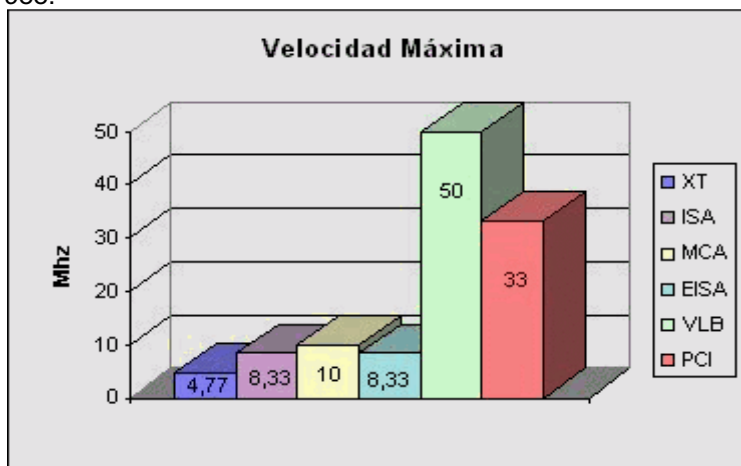
A pesar de que el bus tiene una significación muy elemental en la forma de funcionamiento de un sistema de ordenador, el desarrollo del bus del PC representa uno de los capítulos más oscuros en la historia del PC. Aunque IBM intentó conseguir un sistema abierto y de hacer pública todo tipo de información, interrumpió la documentación de los pasos exactos de las señales del bus, seguramente bajo el supuesto de que nadie necesitaría esta información.



El bus representa básicamente una serie de cables mediante los cuales pueden cargarse datos en la memoria y desde allí transportarse a la CPU. Por así decirlo es la autopista de los datos dentro del PC ya que comunica todos los componentes del ordenador con el microprocesador. El bus se controla y maneja desde la CPU.

El objetivo de conectar una tarjeta a un bus de expansión es que ésta funcione como si estuviera directamente conectada al procesador. Con el fin de hacer factible estas características el bus de expansión XT presentaba el mismo ancho de bus (8 bits) y operaba a la misma velocidad de reloj (4.77 MHz) que el propio procesador 8088.

Con la evolución de los procesadores también hubo una revolución en los buses que se habían quedado obsoletos. Así cuando en 1984 IBM presenta el PC AT (con el procesador Intel 80286) se rompió la aparentemente inquebrantable relación entre bus y microprocesador. Aunque en la práctica el reloj del procesador de un AT funciona a la misma velocidad que su reloj de bus, IBM había abierto la puerta a la posibilidad de que este último fuese más rápido que el reloj del bus. Así pues el bus que incorporó el AT fue de un ancho de banda de 16 bits funcionando a 8.33 Mhz. Este enfoque de diseño no oficial se denominó oficialmente ISA (Industry Standard Architecture) en 1988.



Puesto que el bus ISA ofrecía algunas limitaciones En IBM se desarrolló otro tipo de bus que funcionaba a 10 Mhz y que soportaba un ancho de banda de 32 bits. Este bus se monto en la gama PS/2. El gran problema de este bus es que no era compatible con los anteriores y necesitaba de tarjetas de expansión especialmente diseñadas para su estructura.

Como el mercado necesitaba un bus compatible ISA que fuese más rápido, la mayoría de fabricantes establecieron las especificaciones del bus EISA (Extended ISA) que ensanchaba la ruta de datos hasta 32 bits, sin embargo la necesidad de compatibilidad con ISA hizo que este nuevo bus tuviese que cargar con la velocidad básica de transferencia de ISA (8.33 Mhz).

Pero la gran revolución estaba por llegar. Por un lado los procesadores Intel 80486 y por otro la invasión en el mercado de los sistemas gráficos como Windows hicieron necesario la aparición de un nuevo tipo de bus que estuviese a la altura de estos hitos. Al manejarse gráficos en color se producían grandes cuellos de botella al pasar del procesador al bus ISA (el 80486 funcionaba a 33 Mhz y el bus ISA a 8.33 Mhz). La solución era enlazar el adaptador gráfico y otros periféricos seleccionados directamente al microprocesador. Es aquí donde surgen los buses locales. Fue VESA (un organismo de estandarización de dispositivos de vídeo) quién presentó el

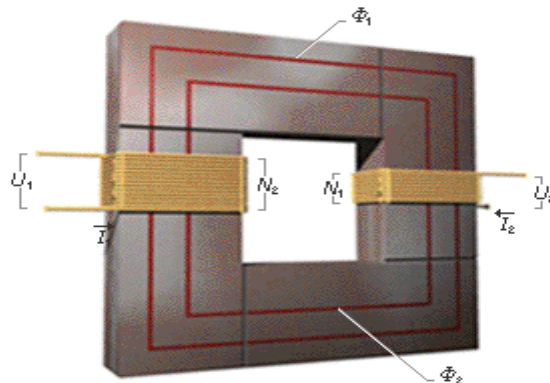


primer tipo de bus local. Se le llamo VESA LOCAL BUS (VLB). Este tipo de bus revolucionó el mercado ya que permitía una velocidad de 33 Mhz pudiéndose alcanzar una máxima de 50 Mhz y su ancho de banda era de 32 bits (aunque en su especificación 2.0 se alcanzan los 64 bits).

En el año 1992 Intel presentó un nuevo bus local llamado PCI, que aunque no mejoró el rendimiento del VLB, superó las carencias que presentaba este bus que estaba orientado al diseño de los procesadores 80486. Así pues el PCI se desarrolló como un bus de futuro. La velocidad de este bus era inicialmente de 20 Mhz y funcionaba a 32 bits, aunque en la actualidad su velocidad de transferencia alcanza los 33 Mhz y su ancho de banda llega hasta los 64 bits. Otra característica de este tipo de bus es la posibilidad de que se le conecten tarjetas que funcionen a distintos voltajes.

9.6 TRANSFORMADORES

Transformador, dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más, y que se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA) aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas (ver Electricidad). La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria. Las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor. El producto de intensidad de corriente por voltaje es constante en cada juego de bobinas, de forma que en un transformador elevador el aumento de voltaje de la bobina secundaria viene acompañado por la correspondiente disminución de corriente.



N = número de espiras I = intensidad de corriente
 U = voltaje Φ = flujo magnético

**Sección
transversal
de un transformador**



Esquema muy simplificado de un transformador de los denominados monofásicos. En la parte izquierda de la figura se puede ver la bobina o arrollamiento primario, y en la derecha el secundario. En el caso que se muestra, el transformador está funcionando sin carga, esto es, sin ningún dispositivo consumidor de electricidad conectado al secundario. En esas condiciones, la proporción entre los voltajes o tensiones U corresponde a la proporción entre los números de espiras N , cumpliéndose la relación $U_1/U_2 = N_1/N_2$.

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Son grandes dispositivos usados en los sistemas de generación y transporte de electricidad y en pequeñas unidades electrónicas (ver Electrónica). Los transformadores de potencia industriales y domésticos, que operan a la frecuencia de la red eléctrica, pueden ser monofásicos o trifásicos y están diseñados para trabajar con voltajes y corrientes elevados. Para que el transporte de energía resulte rentable es necesario que en la planta productora de electricidad un transformador eleve los voltajes, reduciendo con ello la intensidad. Las pérdidas ocasionadas por la línea de alta tensión son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente por la resistencia del conductor. Por tanto, para la transmisión de energía eléctrica a larga distancia se utilizan voltajes elevados con intensidades de corriente reducidas. En el extremo receptor los transformadores reductores reducen el voltaje, aumentando la intensidad, y adaptan la corriente a los niveles requeridos por las industrias y las viviendas, normalmente alrededor de los 240 voltios. Los transformadores de potencia deben ser muy eficientes y deben disipar la menor cantidad posible de energía en forma de calor durante el proceso de transformación. Las tasas de eficacia se encuentran normalmente por encima del 99% y se obtienen utilizando aleaciones especiales de acero para acoplar los campos magnéticos inducidos entre las bobinas primaria y secundaria. Una disipación de tan sólo un 0,5% de la potencia de un gran transformador genera enormes cantidades de calor, lo que hace necesario el uso de dispositivos de refrigeración. Los transformadores de potencia convencionales se instalan en contenedores sellados que disponen de un circuito de refrigeración que contiene aceite u otra sustancia. El aceite circula por el transformador y disipa el calor mediante radiadores exteriores.

9.7 INTERRUPTORES EN ACEITE





LA LLAVE EN ACEITE TIPO "CSD" es un dispositivo monopolar, de corte en aceite, diseñado en conformidad con la Norma ANSI C37.66-1969. Puede usarse en la conmutación de bancos de capacitores, circuitos de alumbrado, y para la seccionalización de carga en sistemas de distribución de energía. El aceite aislador de alta calidad, con base mineral, no contiene elementos P.C.B. El tanque de poliuretano pintado gris está imprimado con un agente inhibidor de la corrosión, y se suministra con un suspensor integrado para montaje en poste, pared, o almacén de capacitores. Se dispone de accesorios para realizar montaje en cruceta, o en subestación.

Las boquillas aisladoras de porcelana de fabricación húmeda tienen una distancia de fuga de 280 mm en 95 kV BIL, y 430mm en 125 kV BIL, y están diseñadas para un nivel bajo de interferencia radial. Las terminales de las boquillas admiten conductores de aluminio o cobre hasta 70mm². La pantalla protectora encierra la manija de gran visibilidad para operación/ indicación, y puede acomodar un contador mecánico. Un conmutador contador eléctrico puede instalarse en la caja accesorio de empalmes. Los datos de especificación están grabados en forma indeleble en una placa de aluminio de servicio pesado.

Los contactos estacionarios, en ángulo, autoalineantes, proporcionan una acción eficiente de deslizamiento, y la barra de contacto móvil está diseñada para aguantar soldaduras. Los ensambles de contacto están montados en una plancha almacén robusta de material de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de alta capacidad dieléctrica, resistente al arco.

La protección contra la contaminación de aceite está proporcionada por un sistema de sellos que incluyen una empaquetadura de cubierta en forma de anillo tórico de Nitrilo sólido, y un sello de eje con placa de ventilación de una vía. Todos los herrajes exteriores, incluso la oreja (saliente) para alzar, están contruidos en acero inoxidable.

El sistema único de energizado y enlace proporciona un enganche y desenganche muy rápido de los contactos. Los contactos están sujetos firmemente cuando se encuentran en su posición cerrada.

El interruptor en aceite puede operarse usando un conmutador de tiempo, un conmutador de vía única o doble, un dispositivo sensible a la tensión o a la corriente, o mediante la palanca manual. En modo automático, el par motor de salida es amplificado por un tren de engranajes permanentemente lubricado, de acero- a - acero, encerrado en una caja moldeada. Dicho par hace rotar una leva doble para lanzar el ensamble de contacto móvil, activando el microinterruptor en preparación para la señal de demanda del siguiente medio ciclo. Recomendamos poner debidamente a tierra el conductor neutro desde el motor y el tanque, por razones de seguridad, y para evitar los daños que pueden ser producidos por sobretensiones transitorias.

Este es un producto excelente, pero como en el caso de cualquier otro, la inspección y el mantenimiento periódico van a asegurar un servicio prolongado y sin problemas. El interruptor en aceite CSD deberá ser revisado una vez al año o luego de 1500 ciclos, cualesquiera ocurran antes.



Especificaciones

●	CLASE DE VOLTAJE NOMINAL, kV RMS	14,4
●	VOLTAJE MAXIMO ASIGNADO, kV RMS	15,0
●	NIVEL AISLAMIENTO BAJA FRECUENCIA, PRUEBA DE RESISTENCIA, 60 HZ:	
	* EN SECO, 1 MINUTO, kV	35
	* EN HUMEDO, 10 SEGUNDOS, kV	30
●	VOLTAJE DE RESISTENCIA AL IMPULSO, kV BIL	95
●	CORRIENTE CONTINUA, AMPERIOS	200
●	CORRIENTE CAPACITIVA DE CONMUTACION, A	200
●	CORRIENTE MOMENT. ASIGNADA, A. ASIM	9000
●	CORRIENTE ASIGNADA DE TIEMPO BREVE:	
	1/2 SEGUNDO, AMPERIOS SIM	6000
	1 SEGUNDO, AMPERIOS SIM	4500
●	CORRIENTE CIERRE TRANSIT. A.F., A. PICO	12000
●	VOLTAJE NOMINAL OPERACION, VCA 50/60 HZ	120
●	RANGO VOLTAJE OPER., VCA 50/60 HZ	200 a 260
●	CORRIENTE ASIGN. DEL MOTOR, AMPERIOS	2,4
●	TIEMPO OPERAC. INTERRUPTOR, SEG. (MAX.)	4,0
●	PESO (CON ACEITE), EN KILOS	16.3
●	VOLUMEN DE ACEITE, EN LITROS	5.7

COMO ESPECIFICAR LLAVES STANDARD EN ACEITE

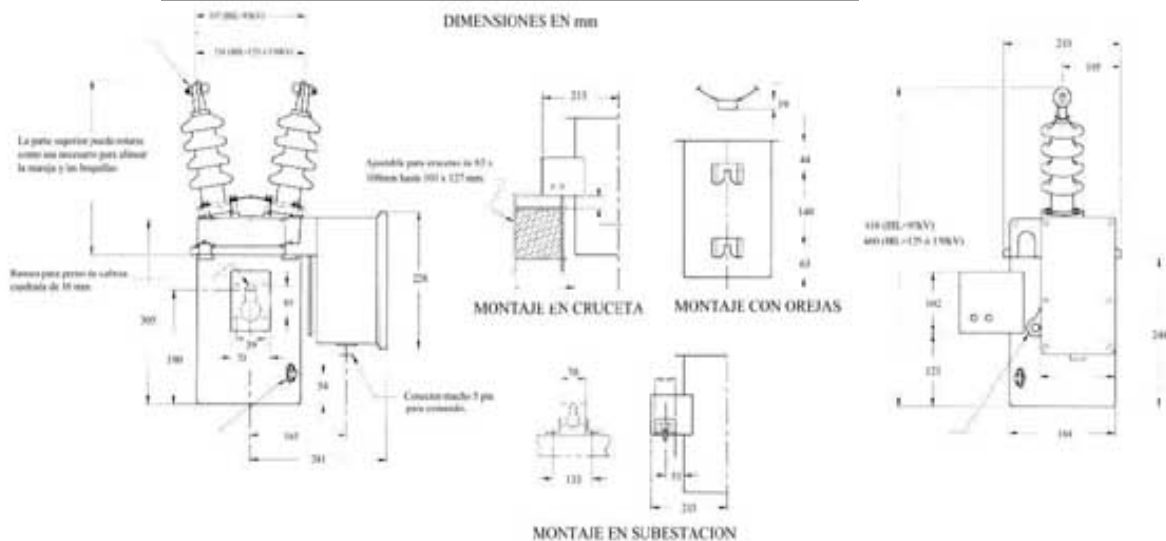
Descripción Tipo Esp. No.

Interruptor Monopolar, 14,4 kV,

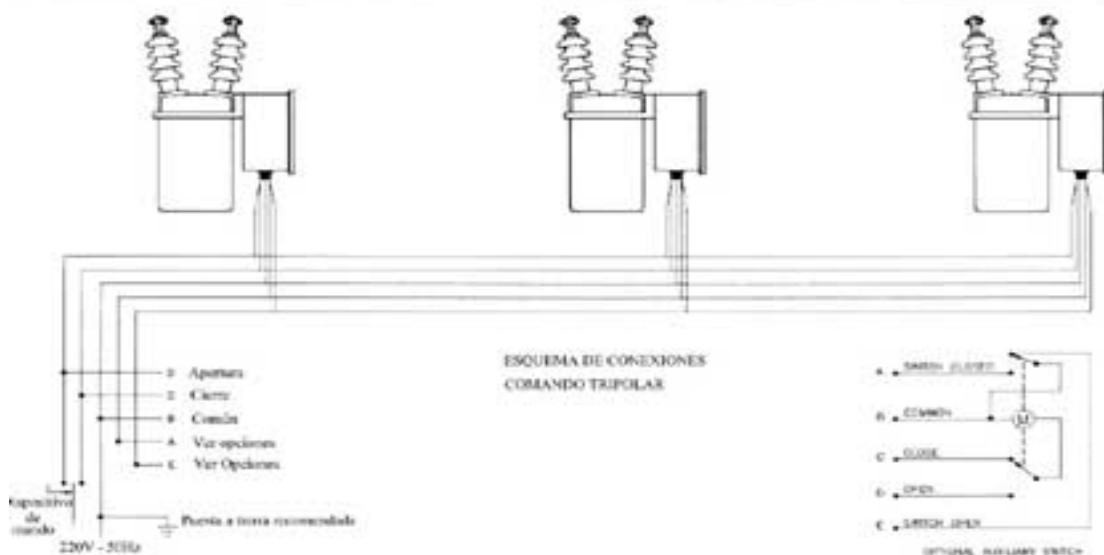
ACCESORIOS

DESCRIPCION	Esp. No.
Contador Mecánico (1 00.000 ciclos)	6612
Juego de Calentador para Caja de Motor	6637
Tapas de Boquilla Aisladora (2)	6690
Juego para Montaje en Cruceta	6656
Juego para Montaje en Subestación	6665
Interruptor de Retención	6673
Interruptor Auxiliar	6684
Receptáculo de 6 Clavijas	6698

Caja de Empalme Multi - interruptor, Aluminio	6702
Caja de Empalme Multi-Interruptor, Plástico	6772
Tapón de Enchufe de 5 Clavijas	6714
Tapón de Enchufe de 6 Clavijas	6725
Motor de 240 Voltios	6737
Pararrayos para Motor	6743



Esquema de Conexiones



9.8 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Multímetros, esto es, instrumentos que por medio de un dial pueden utilizarse para medir la diferencia de potencial, la intensidad de corriente o la resistencia; normalmente pueden preseleccionarse en una gran variedad de rangos de modo que se pueden utilizar ohmímetros de laboratorio relativamente baratos para medir resistencias desde fracciones de ohmio hasta varios millones de ohmios (megohmios).

Los ohmmetros se utilizan mucho para detección de fallos en circuitos eléctricos. Un ingeniero eléctrico conoce los valores aproximados de resistencia que deben existir entre determinados puntos del circuito y puede comprobarlos fácilmente con el ohmmetro.

Medidores eléctricos, instrumentos que miden magnitudes eléctricas, como intensidad de corriente, carga, potencial, energía, resistencia eléctrica, capacidad e inductancia. El resultado de estas medidas se expresa normalmente en una unidad eléctrica estándar: amperios, culombios, voltios, julios, ohmios, faradios o henrios (véase Unidades eléctricas). Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un elevado número de fuentes.

MECANISMOS BÁSICOS DE LOS MEDIDORES

Las magnitudes eléctricas no se pueden medir por observación directa y por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, uno de los primeros instrumentos de medida que se



inventó, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina por la que circula una corriente eléctrica produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la intensidad de la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento provocado por una resistencia conductora son algunas de las propiedades de la electricidad utilizadas para obtener mediciones analógicas.

CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas de los medidores eléctricos se calibran de acuerdo con los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohmio, el amperio, el voltio o el vatio.

PATRONES PRINCIPALES Y MEDIDAS ABSOLUTAS

Los patrones principales del ohmio y el amperio se basan en definiciones de estas unidades aceptadas a nivel internacional y basadas en la masa, la longitud del conductor y el tiempo. Las técnicas de medición que utilizan estas unidades básicas son precisas y reproducibles. Por ejemplo, las medidas absolutas de amperios implican la utilización de una especie de balanza que mide la fuerza que se produce entre un conjunto de bobinas fijas y una bobina móvil. Estas mediciones absolutas de intensidad de corriente y diferencia de potencial tienen su aplicación principal en el laboratorio, mientras que en la mayoría de los casos se utilizan medidas relativas. Todos los medidores que se describen en los párrafos siguientes permiten hacer lecturas relativas.

MEDIDORES ELÉCTRICOS

Medidores eléctricos, instrumentos que miden magnitudes eléctricas, como intensidad de corriente, carga, potencial, energía, resistencia eléctrica, capacidad e inductancia. El resultado de estas medidas se expresa normalmente en una unidad eléctrica estándar: amperios, culombios, voltios, julios, ohmios, faradios o henrios (véase Unidades eléctricas). Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un elevado número de fuentes.

MECANISMOS BÁSICOS DE LOS MEDIDORES

Las magnitudes eléctricas no se pueden medir por observación directa y por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, uno de los primeros instrumentos de medida que se inventó, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina por la que circula una corriente eléctrica produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la intensidad de la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento provocado por una resistencia conductora son algunas de las propiedades de la electricidad utilizadas para obtener mediciones analógicas.



CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES

9.9 RED DE TIERRA

Introducción

La construcción de una central hidroeléctrica implica desarrollar una serie de obras ciclópeas algunas de las cuales deben estar precedidas por pequeñas obras que construidas en el momento oportuno minimizan las dificultades, pero dejadas para después se pueden convertir en obras irrealizables.

El problema que planteamos es la red de tierra, que debe estar planeada y conceptualmente integrada a la obra antes de comenzar la construcción de grandes obras, en particular el edificio de la central.

El sistema de tierra tiene particularidades y debe considerarse formado por: edificio (de hormigón armado y en gran parte enterrado) que guía la descarga aguas debajo de los difusores tubería forzada de aducción con las correspondientes obras de anclaje red de tierra superficial de estación eléctrica y alrededor del edificio.

La red de tierra superficial es la obra principal de puesta a tierra, las restantes son dispensoras de hecho, que los consideramos auxiliares.

Esta red de tierra superficial cubre el área de la estación eléctrica y se desarrolla alrededor del edificio, y se la conecta con los dispersores auxiliares citados.

La función de la red de tierra es drenar las corrientes de falla que se pueden presentar. Red de tierra y dispersores auxiliares deben cubrir el área de la central eléctrica, estación eléctrica y áreas aledañas, ofreciendo seguridad a personas y cosas.

Corrientes de falla

La instalación esta formada por varios sistemas eléctricos, en cada uno de ellos se pueden presentar fallas, pero solo algunos implican corrientes a drenar por la red de tierra.

Los sistemas son: sistema de 13.8 kV de generación, los generadores presentan corrientes de falla a tierra limitadas, por otra parte estas corrientes en cualquier punto ocurran retornan al neutro a través de caminos metálicos. Como estas corrientes son limitadas pueden ocurrir fallas bifásicas a tierra, también estas serán conducidas a través de los conductores metálicos que se instalan en el edificio.

Sistema de 0.4 kV de alimentación de servicios auxiliares, también retornan al neutro a través de caminos metálicos.

Sistema de 13.2 kV de alimentación de los servicios de la presa, la red eléctrica sale de la red de tierra de la central y se aleja, fallas a tierra alejadas dan lugar a corrientes drenadas por la red de tierra.

Sistema de alta tensión (132 o 220 kV) formado por una o dos líneas.



La mayor corriente de cortocircuito que debe ser drenada a tierra se presenta por fallas en el sistema de alta tensión, fallas en el sistema de 13.2 kV (de alimentación de los servicios de presa) que también implican corrientes drenadas a tierra, son de mínima importancia.

Las fallas del sistema de alta tensión que se producen en la central implican drenar el aporte de la red (sistema de 132 o 220 kV) a la cual esta conectada la central, este valor crece con el aumento de potencia de cortocircuito en San Juan.

Fallas a lo largo de la línea implican drenar el aporte de la central, que se reduce a medida que la falla se aleja de la central.

Las corrientes de falla se han calculado y se presentan los resultados en la memoria de cálculo de corrientes de cortocircuito en el sistema.

Las corrientes de falla retornan a través de la tierra (son drenadas por la red de tierra, los dispersores de hecho, y otras obras unidas metálicamente al dispersor principal) y los cables de guarda de las líneas, debiendo evaluarse para cada condición de falla de interés cual es la corriente drenada por la red de tierra, valor que define las condiciones de funcionamiento, que deben garantizar la seguridad de personas y cosas en la red de tierra y en su proximidad.

Resistividad del terreno

Los aspectos a considerar para la red de tierra son dos, su resistencia y las tensiones de paso y de contacto. Ambos aspectos dependen directamente de la resistividad del terreno.

La resistividad que influye es del terreno próximo al dispersor, y en un tamaño del orden de 3 a cinco veces las dimensiones de las obras consideradas.

Algunas consideraciones sobre la situación de la geología del subsuelo son importantes, ya que ayudan a definir un mejor modelo del suelo, o justificar el uso de un modelo simplificado.

Los resultados de mediciones que frecuentemente se hacen con 4 jabalinas (método de Wenner) permiten desarrollar modelos del suelo de resistividad uniforme, o modelos de dos capas (cada una de resistividad uniforme y la superior de espesor dado).

Estos modelos deben ser representativos del suelo en un área con un radio de (al menos) 3 o 4 veces el tamaño de la red de tierra involucrada. Un primer estudio realizado fija un valor medio de resistividad del terreno en 280 ohm.m

Insistimos en que los valores de resistividad del terreno son un dato fundamental en la evaluación de interés, y este valor debe obtenerse de mediciones representativas en distintos puntos del área cubierta por las obras.

Resistencia de la red de tierra

Se propone evaluar la resistencia de puesta a tierra por sucesivas aproximaciones iniciando de modelos mas simples que utilizan formulas elementales, y luego avanzando hacia modelos mas complejos que utilizan métodos derivados de la teoría de campos.

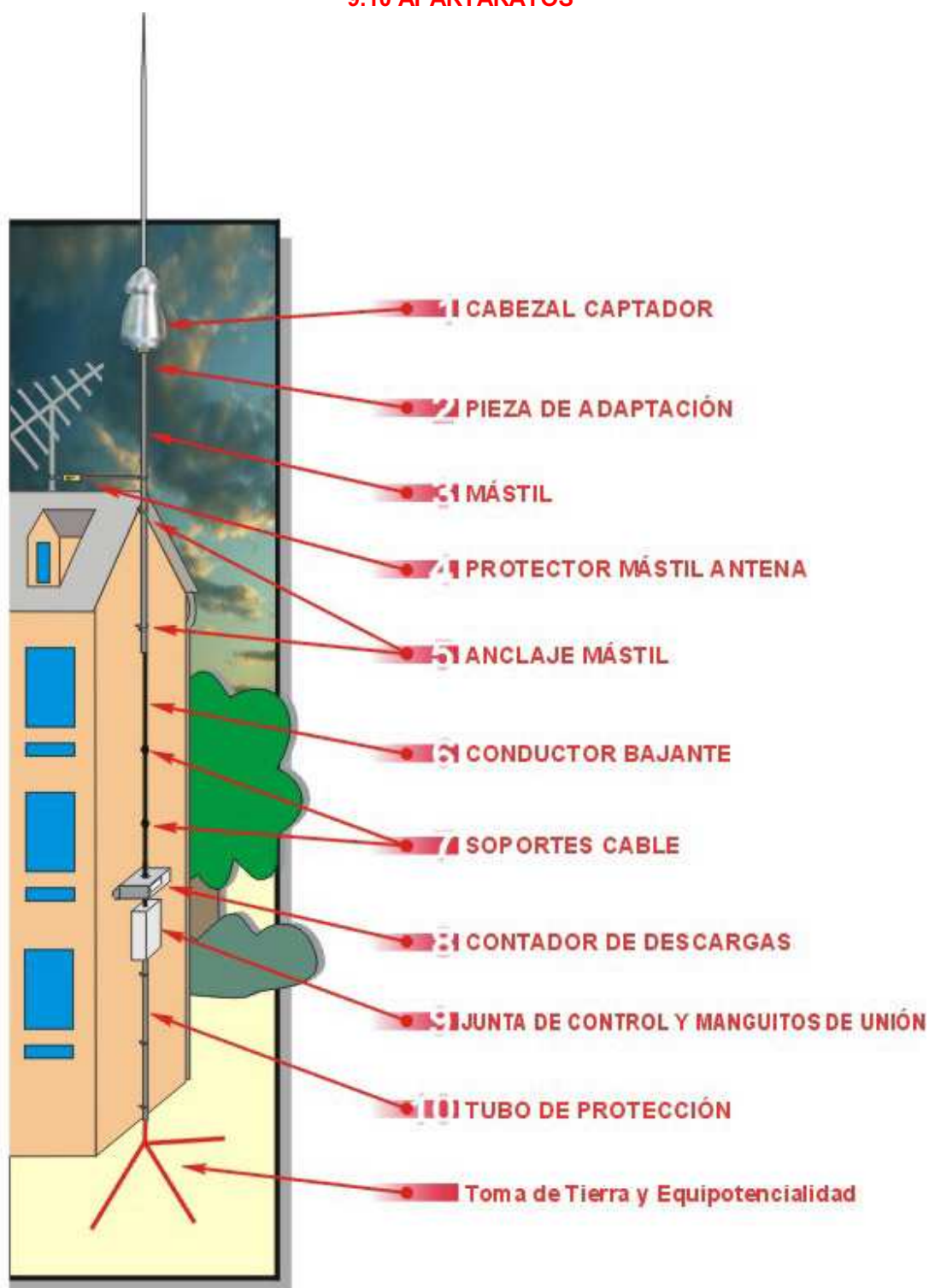


Los elementos a considerar son:

- [1] la red de tierra propiamente dicha (metálica)
- [2] el edificio principal (hormigón armado)
- [3] la platea de descarga del lado aguas abajo (hormigón armado)
- [4] el apoyo final del codo de la tubería forzada (hormigón armado)
- [5] los soportes y anclajes de la tubería forzada (hormigón armado)
- [6] la tubería que penetra en la montaña (metálica)



9.10 APARTARAYOS





- 1.- CABEZAL PORTADOR** Los Pararrayos con Dispositivo de Cebado **nimbus**, emiten impulsos de alta tensión, asegurando la formación anticipada del trazador ascendente, aumentando el radio de cobertura frente a un pararrayos convencional.
- 2.- PIEZA DE APAPTACIÓN** La pieza de adaptación permite acoplar el pararrayos **nimbus** al mástil. Existen dos modelos, una para acoplar a mástiles de 3 y 6 metros y otra para mástiles de 9 metros. (No necesaria para punta Franklin).
- 3.- MÁSTIL** Elemento alargable para dar la altura necesaria al cabezal captador del pararrayos para cubrir el radio de acción de la zona a proteger. Modelos de 3, 6 y 9 metros.
- 4.- PROTECTOR MÁSTIL ANTENA** Elemento para la puesta a tierra instantánea del mástil de antena en el momento de la de la caída del rayo. Permanece aislado en condiciones normales.
- 5.- ANCLAJE MÁSTIL** Su función es la sujeción del mástil, existiendo diferentes tipos de anclajes: para la colocación mediante tornillo o para empotrar.
- 6.- CONDUCTOR BAJANTE** Elemento conductor destinado a encaminar la corriente de rayo desde el cabezal captador hasta la toma de tierra.
- 7.- SOPORTES CABLE** Fija el conductor de bajada en toda su trayectoria para evitar movimientos del mismo.
- 8.- CONTADOR DESCARGAS** Indica los impactos de rayo recibidos por la instalación de protección. Recomendado por la norma UNE 21186 1996.
- 9.- JUNTA DE CONTROL Y MANGUITOS DE UNIÓN** La junta de control junto con los manguitos permite desconectar la toma de tierra con el fin de efectuar la medida de la resistencia.
- 10.- TUBO DE PROTECCIÓN** Tubo de chapa galvanizada de 2 m. para evitar los choques mecánicos contra el conductor del bajante.

Toma de tierra y Equipotencialidad

Sistema de toma de tierra: existen varias configuraciones para la realización de una toma de tierra, dependiendo de la construcción y los materiales empleados.



UNIDAD X

VIBRACIONES

10.05 INTRODUCCION ACERCA DE LAS VIBRACIONES MECANICAS.

10.1 SE ADMINISTRA MATERIALES Y RECURSOS HUMANOS.

10.2. PLANEACIÓN DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

10.3 ORGANIZACIÓN.

10.4 EJECUCIÓN

10.5 CONTROLES Y FORMAS CON REGISTROS ASÍ COMO CAPTURACIÓN PERTINENTE PARA TENER UNA AMPLIA INFORMACIÓN DE CADA EQUIPO.

10.6 RENOVACIÓN Y VIGILANCIA INNOVADORA DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS PARA UN MEJOR CONTROL DEL MANTENIMIENTO.



10.05 INTRODUCCION A LAS VIBRACIONES

El aumento permanente de las potencias en máquinas, junto con una disminución simultánea de gasto de materiales, y la alta exigencia de calidad y productividad industrial, hacen que el análisis dinámico de las vibraciones mecánicas en máquinas e instalaciones industriales sea cada vez más exacto. El Ingeniero debe ser capaz de trabajar sobre vibraciones, calcularlas, medirlas, analizar el origen de ellas y aplicar correctivos. Hace más o menos 40 años, la temática de vibraciones mecánicas se constituyó en parte integral de la formación de ingenieros mecánicos en los países industrializados. El fenómeno de las vibraciones mecánicas debe ser tenido en cuenta para el diseño, la producción y el empleo de maquinaria y equipos de automatización. Así lo exige un rápido desarrollo tecnológico del país. Aunque este artículo se enfoca hacia las vibraciones en sistemas mecánicos, el texto y los métodos analíticos empleados son compatibles con el estudio de vibraciones en sistemas no mecánicos.

10. 1 DEFINICION DE VIBRACIÓN

No existe una definición bien exacta de VIBRACION; más sin embargo, se pueden considerar como vibraciones, las variaciones periódicas temporales de diferentes magnitudes. Específicamente, una vibración mecánica es el movimiento de una película o de un cuerpo que oscila alrededor de una posición de equilibrio. Al intervalo de tiempo necesario para que el sistema efectúe un ciclo completo de movimiento se le llama PERIODO de la vibración. El número de ciclos por unidad de tiempo define la FRECUENCIA del movimiento y el desplazamiento máximo del sistema desde su posición de equilibrio se llama AMPLITUD de la vibración.

10.2 CAUSAS DE LAS VIBRACIONES MECANICAS

Son muchas, pero básicamente las vibraciones se encuentran estrechamente relacionadas con tolerancias de mecanización, desajustes, movimientos relativos entre superficies en contacto, desbalances de piezas en rotación u oscilación, etc.; es decir, todo el campo de la técnica. Los fenómenos anteriormente mencionados producen casi siempre un desplazamiento del sistema desde su posición de equilibrio estable originando una vibración mecánica.

10.3 CONSECUENCIAS DE LAS VIBRACIONES

La mayor parte de vibraciones en máquinas y estructuras son indeseables porque aumentan los esfuerzos y las tensiones y por las pérdidas de energía que las acompañan. Además, son fuente de desgaste de materiales, de daños por fatiga y de movimientos y ruidos molestos. " Todo sistema mecánico tiene características elásticas, de amortiguamiento y de oposición al movimiento; unas de mayor o menor grado a otras; pero es debido a que los sistemas tienen esas características lo que hace que el sistema vibre cuando es sometido a una perturbación ". " Toda perturbación se puede controlar, siempre y cuando anexemos bloques de control cuya función de transferencia sea igual o invertida a la función de transferencia del sistema ". " Si la perturbación tiene una frecuencia igual a la frecuencia natural del sistema, la amplitud de la respuesta puede exceder la capacidad física del mismo, ocasionando su destrucción "

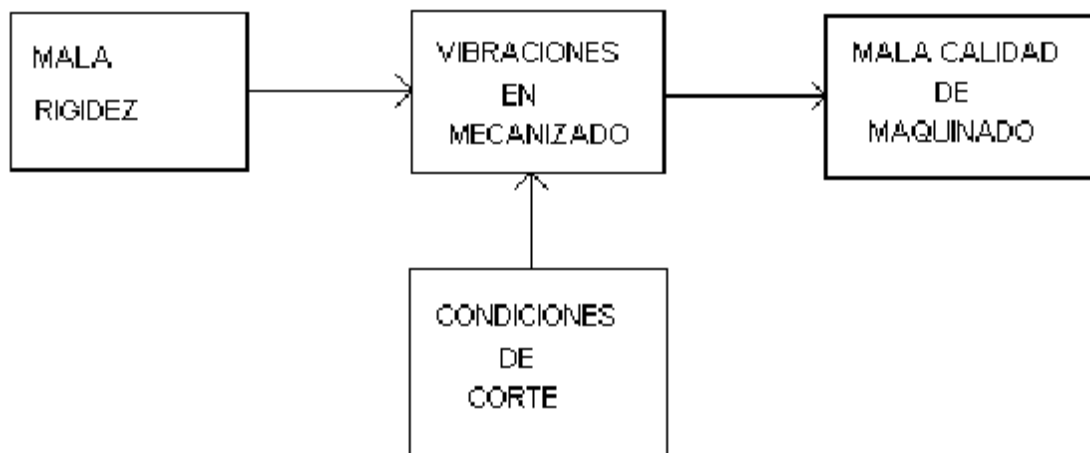


10.5 INFLUENCIA DE LAS VIBRACIONES MECANICAS EN LA OPERATIVIDAD DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.

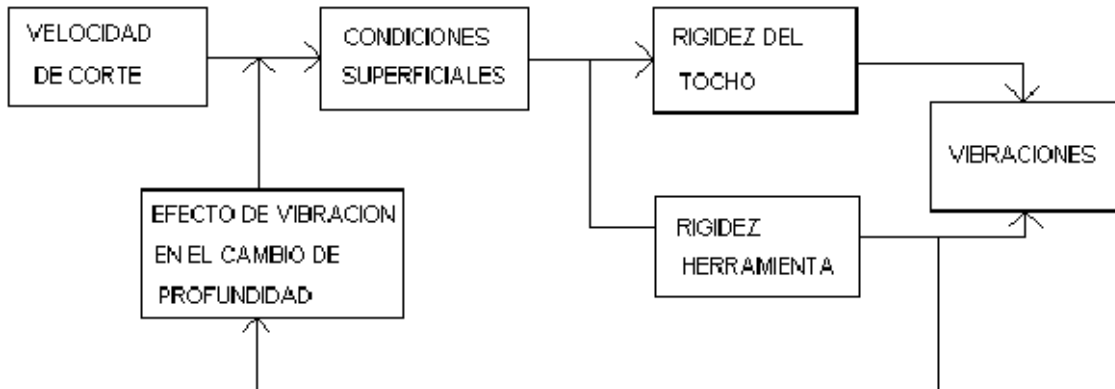
Las vibraciones mecánicas representan un factor de gran influencia en la calidad del trabajo que se realiza con máquinas herramientas. La rigidez de los órganos de trabajo y de sus apoyos en la máquina herramienta, se define como la capacidad del sistema para resistir cargas exteriores, asimilando las deformaciones elásticas admisibles sin alterar considerablemente la capacidad de trabajo del sistema. El coeficiente de rigidez se puede determinar mediante la siguiente ecuación;

$$J = \frac{P}{\Delta y} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Deformación}}$$

Las deformaciones provocadas en el sistema provocan variación de la mutua disposición del instrumento cortante y la pieza, lo cual genera error en su mecanizado. Cuando un sistema tiene buenas condiciones de rigidez, se minimizan las causas y los efectos de las vibraciones.

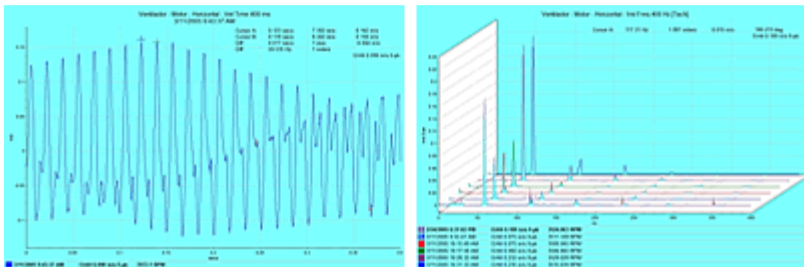


Diagramación de causa efecto de las vibraciones en Máquinas Herramientas. Se debe hacer notar que la pretensión principal de la presentación de los modelos físicos y teóricos sobre las vibraciones en las máquinas herramientas, es tener el acopio apropiado de conceptos que posibilitan entender el discurrir de dinámica del proceso de maquinado. La rigidez en un proceso de maquinado depende de las condiciones geométricas, la elasticidad del material y el sistema de sujeción de las herramientas y el tocho a tallar, tal como lo indica la figura 1. Las condiciones operativas del corte dependen de la velocidad de la herramienta, la profundidad del corte y las condiciones superficiales de la pieza a tallar. (Entendemos como condiciones superficiales la interacción geométrica entre las dos superficies).



10.6 ANALISIS DE LAS VIBRACIONES

El análisis de vibraciones se emplea para determinar la condición del equipo rotatorio, identificando los problemas en su etapa incipiente antes de que causen fallas graves y paros no programados. Estos problemas pueden ser: rodamientos deteriorados o defectuosos, soldadura mecánica, desalineamiento, desbalance, problemas eléctricos en el equipo motriz, etc.



Este tipo de diagnóstico oportuno evita pérdidas de producción, daños a equipos, el uso de recursos humanos extraordinarios y empleo de materiales, todo esto redundando en una mejor confiabilidad, disponibilidad y rentabilidad.

Los analizadores de vibración digitales, además de registrar la forma de onda del movimiento del equipo rotatorio, la cual es muy compleja debido a las fuerzas que actúan, tienen la capacidad a través de una transformación matemática, de proporcionar la respuesta del sistema a las diferentes frecuencias en las que actúan dichas fuerzas. Este espectro en el dominio de la frecuencia es una representación gráfica del movimiento de la máquina como una función de la frecuencia. Esta habilidad permite el diagnóstico preciso del origen de la vibración.

El reporte de resultados contiene las amplitudes de la vibración total, las gráficas de la vibración en el dominio de la frecuencia y las gráficas de la forma de onda. Para cada equipo se hace un diagnóstico de su estado operativo y en caso de existir vibraciones anormales, de la causa y recomendaciones para su corrección.



El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las 3 consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc. Parámetros de las vibraciones.

- Frecuencia: Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de Vibración se usan los CPM (ciclos por segundo) o HZ (hercios).

- Desplazamiento: Es la distancia total que describe el elemento vibrante, desde un extremo al otro de su movimiento.

- Velocidad y Aceleración: Como valor relacional de los anteriores. - Dirección: Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacionales Tipos de vibraciones.

Vibración libre: causada por un sistema vibra debido a una excitación instantánea.

Vibración forzada: causada por un sistema vibra debida a una excitación constante las causas de las vibraciones mecánicas

A continuación detallamos las razones más habituales por las que una máquina o elemento de la misma puede llegar a vibrar.

Vibración debida al Desequilibrado (maquinaria rotativa).

Vibración debida a la Falta de Alineamiento (maquinaria rotativa)

Vibración debida a la Excentricidad (maquinaria rotativa).

Vibración debida a la Falla de Rodamientos y cojinetes.

Vibración debida a problemas de engranajes y correas de Transmisión (holguras, falta de lubricación, roces, etc.)

10.7 ANALISIS DE LUBRICANTES

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según: Análisis Iniciales: se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación Análisis Rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros Análisis de Emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según: Contaminación con agua Sólidos (filtros y sellos defectuosos). Uso de un producto inadecuado Equipos Bombas de extracción Envases para muestras Etiquetas de identificación Formatos Este método asegura que tendremos: Máxima reducción de los costos operativos. Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste. Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado. Mínima generación de efluentes. En cada muestra podemos conseguir o



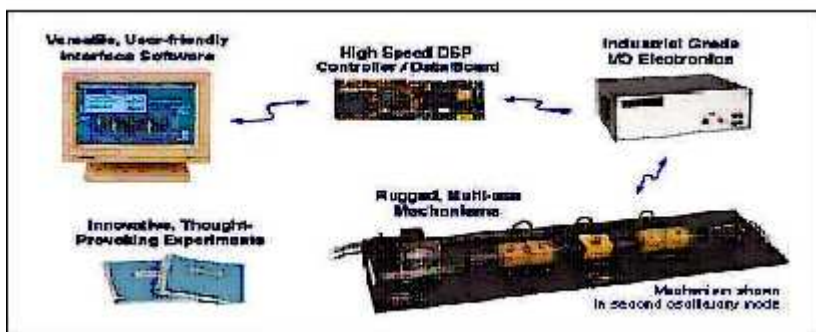
estudiar los siguientes factores que afectan a nuestra maquina: Elementos de desgaste: Hierro, Cromo, Molibdeno, Aluminio, Cobre, Estaño, Plomo. 4Conteo de partículas: Determinación de la limpieza, ferografía. Contaminantes: Silicio, Sodio, Agua, Combustible, Hollín, Oxidación, Nitración, Sulfatos, Nitratos. Aditivos y condiciones del lubricante: Magnesio, Calcio, Zinc, Fósforo, Boro, Azufre, Viscosidad. Gráficos e historial: Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo. De este modo, mediante la implementación de técnicas ampliamente investigadas y experimentadas, y con la utilización de equipos de la más avanzada tecnología, se logrará disminuir drásticamente: Tiempo perdido en producción en razón de desperfectos mecánicos. Desgaste de las máquinas y sus componentes. Horas hombre dedicadas al mantenimiento. Consumo general de lubricantes 3. Análisis por ultrasonido. Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano. Ultrasonido pasivo: Es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada. El Ultrasonido permite: Detección de fricción en maquinas rotativas. Detección de fallas y/o fugas en válvulas. Detección de fugas de fluidos. Pérdidas de vacío. Detección de "arco eléctrico". Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos. Se denomina Ultrasonido Pasivo a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes. El sonido cuya frecuencia está por encima del rango de captación del oído humano (20-a-20.000 Hertz) se considera ultrasonido. Casi todas las fricciones mecánicas, arcos eléctricos y fugas de presión o vacío producen ultrasonido en un rango aproximado a los 40 Khz Frecuencia con características muy aprovechables en el Mantenimiento Predictivo, puesto que las ondas sonoras son de corta longitud atenuándose rápidamente sin producir rebotes. Por esta razón, el ruido ambiental por más intenso que sea, no interfiere en la detección del ultrasonido. Además, la alta direccionalidad del ultrasonido en 40 Khz. permite con rapidez y precisión la ubicación de la falla. La aplicación del análisis por ultrasonido se hace indispensable especialmente en la detección de fallas existentes en equipos rotantes que giran a velocidades inferiores a las 300 RPM, donde la técnica de medición de vibraciones se transforma en un procedimiento ineficiente. De modo que la medición de ultrasonido es en ocasiones complementaria con la medición de vibraciones, que se utiliza eficientemente sobre equipos rotantes que giran a velocidades superiores a las 300 RPM. Al igual que en el resto del mundo industrializado, la actividad industrial en nuestro País tiene la imperiosa necesidad de lograr el perfil competitivo que le permita insertarse en la economía globalizada. En consecuencia, toda tecnología orientada al ahorro de energía y/o mano de obra es de especial interés para cualquier Empresa. 4. Termografía. La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

10.8 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA VIBRACION

Las vibraciones que se van a medir pueden clasificarse como: Vibraciones periódicas. Vibraciones de choque o transitorias. Vibraciones aleatorias o estadísticas. De éstas, el movimiento periódico es el más conocido, y los instrumentos para medir la frecuencia, amplitud, velocidad, aceleración o pendiente de onda, están bien evolucionados. En la medición de choques las mismas cantidades mencionadas anteriormente pueden ser interesantes; sin embargo, en general, las aceleraciones pico son muy importantes. En el caso de los movimientos aleatorios, es deseable un espectro de frecuencias de los valores cuadráticos medios, y la instrumentación para esas mediciones son muy complejos y de evolución algo reciente. El sistema sísmico resorte – masa representa el elemento básico transductor de muchos instrumentos para medir la vibración. Según sean los límites de



frecuencias utilizados, el desplazamiento, la velocidad o la aceleración, se indica por el movimiento relativo de la masa suspendida con respecto a su punto de fijación. Como las vibraciones son muchas veces demasiado pequeñas para la indicación mecánica, el movimiento relativo se convierte, en general, a tensión eléctrica (voltaje) por el movimiento de una bobina en campo magnético. Dichas señales se pueden procesar en una Estación de Trabajo Asistida por Computador o WorkStation







CUESTIONARIO

CORRESPONDIENTES A CADA UNIDAD

UNIDAD I INTRODUCCION AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

UNIDAD II RELACION DEL MANTENIMIENTO CON LA PRODUCCION

UNIDAD III EL PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL MANTENIMIENTO

UNIDAD IV HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS

UNIDAD V SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

UNIDAD VI SEGURIDAD Y ERGONOMIA EN EL MANTENIMIENTO

UNIDAD VII LUBRICACION



UNIDAD I INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

R. Es la actividad humana que conserva la calidad de servicio que presentan las máquinas, instalaciones, edificios, manejando conceptos de seguridad eficiencia y economía.

2. ¿CUAL ES LA FINALIDAD DE LA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO?

R. Mejorar las técnicas de mantenimiento que rijan una empresa o factoría laboral

3. ¿CUÁL ES EL PERFIL DEL INGENIERO DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO?

- a) presentación
- b) buenos modales
- c) puntualidad
- d) boleta de calificación
- e) conocimientos de computación
- f) conocimientos de inglés
- g) facilidad de palabra
- h) capacidad de relacionarse
- i) Conocimientos del problema: matemático aplicable a nuestro trabajo, sociedad y estado y por ende de México.

4. ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO?

Mantener un equipo, dar confiabilidad a la empresa y a los operadores, su importancia es tal que le permite obtener grandes volúmenes de producción con grados de calidad y de excelencia.

5. ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO?

- Analizar las instalaciones y equipos de la planta, apoyándose en catálogos, planos, instructivos, conferencias y pláticas con el personal que labora.
- Utilizar la totalidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos de la planta. Este objetivo va dirigido a alcanzar el 100 % de productividad en operación de los equipos.
- Mantener en buen estado los equipos de trabajo de tal forma que se puedan cumplir los programas de producción.
- Efectuar programas de mantenimiento preventivo en todos los equipos y servicios generales que participan en la producción de una planta, así como todo lo relacionado al confort de los trabajadores.
- Mantener las buenas relaciones humanas con jefes, compañeros y subalternos.
- Mantener en constante capacitación al personal subalterno, dando el ejemplo.
- Mantenerse actualizado con las innovaciones de los cambios tecnológicos.



6. ¿EL MATERIAL DE APOYO QUE PERMITE EL APRENDIZAJE DE LAS FUNCIONES DE LOS EQUIPOS SON LOS CATALOGOS DE?

- a) De montaje
- b) De operación
- c) De producción
- d) De mantenimiento
- e) De refacciones
- f) De lubricantes
- g) De problemas, fallas y soluciones.

7. ¿COMO NACE UNA FABRICA?

- ✖ Ante proyectos parciales de todas las disciplinas (topógrafos, civiles, mecánicos, eléctricos, electrónicos, instrumentistas y computacionales) estos anteproyectos son consecuencia de haber efectuado con anterioridad un estudio de mercados para la fabricación o venta de un proyecto.
- ✖ Aprobación de los proyectos por un jefe responsable (el más capaz de la compañía en el aspecto técnico).
- ✖ Organización administrativa, técnica y legal.
- ✖ Ingeniero Topográfico.
- ✖ Ingeniero Civil.
- ✖ Ingeniero Mecánico.
- ✖ Ingeniero Eléctrico.
- ✖ Ingeniero Electrónico.
- ✖ Ingeniero Instrumentista.
- ✖ Ingeniero en Computación.
- ✖ Ingeniero de Pruebas.
- ✖ Ingeniero en Correcciones.
- ✖ Volver a probar los equipos.
- ✖ Recepción de los equipos por parte de producción.
- ✖ Recepción de los equipos por parte de mantenimiento.

8. ¿CUÁNTOS TRABAJOS PUEDE EFECTUAR UN INGENIERO MECÁNICO?

- Ingeniero Estimador.
- Ingeniero de Montaje.
- Ingeniero Almacenista.
- Ingeniero de Operación.
- ingeniero de Mantenimiento.
- Ingeniero Calculista.
- Jefatura de departamento.

9. ¿CUÁLES SON LAS INGENIERÍAS QUE MAS SE DESTACAN? Y ¿CUÁLES SON LAS MÁS IMPORTANTES?



- Ingeniero estimador
- Ingeniero de montaje
- Ingeniero almacenista
- Ingeniero de operación
- Ingeniero de mantenimiento
- Ingeniero calculista
- Jefatura de departamento
- Ingeniero investigador
- Ingeniero investigador de pruebas de proyectos parciales
- Ingeniero investigador de proyectos totales
- Ingeniero de docencia (nivel licenciatura , nivel doctorado
- Ingeniero de control de calidad
- Ingeniero de seguridad industrial
- Ingeniero de ventas
- Ingeniero de asistencia técnica
- Ingeniero supervisor
- Ingeniero de producción
- Ingeniero contratista
- Ingeniero de diseño
- Ingeniero de proceso
- Ingeniero de maestría (estudios)
- Ingeniero con doctorado
- Ingeniero investigador de campo.

10. UNO DE LOS OBJETIVOS DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO ES:

Proporcionar seguridad en lo equipos y en los operadores trabajadores

11. GRADOS POR LOS QUE ATRAVIESA UNA INDUSTRIA

- ☐ Mecanización Artesanal
- ☐ Instrumento
- ☐ Automatización
- ☐ Computacional
- ☐ Cibernética – Robótica

12. MENCIONA UN LEMA QUE DEBE TENER SIEMPRE UN INGENIERO DE MANTENIMIENTO:

Capacitación y mantenimiento la llave del éxito

13. UNA CARATERÍSTICA DE UN INGENIERO DE PLANTA



Ser celoso de las actividades que realiza y comprometerse con si mismo a una constante superación que vendrá a beneficio de él y de la empresa para la cual trabaja.

14. MENCIONA LAS DOS RAMAS EN QUE SE DIVIDE EL MANTENIMIENTO PARA SU ESTUDIO:

Mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo

15. MENCIONA CUÁL ES EL OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Disminuir el costo material de la producción, reduciendo el tiempo de paro en la producción por medio de inspecciones arreglos y reparación controlados, para asegurar un continuo funcionamiento en la maquinaria.

16. MENCIONA CUÁL ES EL OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

R. Solucionar anomalías en los equipos, máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla o error se ha dejado de prestar la calidad del servicio para que fueran diseñadas.

17. LA INSPECCIÓN OCULAR DE LA MAQUINARIA PARA DETECTAR SI HAY PIEZAS SUELTAS ES UNA DE LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO:

R. Mantenimiento Preventivo

18. MENCIONA LAS TRES ACTIVIDADES QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

- ✓ Análisis de olores o ruidos extraños en las máquinas
- ✓ Localización de la falla inmediata
- ✓ reparación necesaria en la maquinaria.

19. EN QUE CONSISTE LA CALIDAD DE SERVICIOS

En el grado de satisfacción que se logra dar a una necesidad mediante la prestación de un servicio en relación directa con las expectativas del receptor directo.

20. QUE DEBE TOMAR EN CONSIDERACIÓN UNA EMPRESA AL COMPRAR UN EQUIPO.

La calidad del producto
Las refacciones suministradas y la capacitación



UNIDAD II RELACION DEL MANTENIMIENTO CON LA PRODUCCIÓN

1. CUALES SON LOS SERVICIOS GENERALES DE UNA EMPRESA QUE ESTAN VICULADOS CON LA PRODUCCIÓN.

Energía eléctrica y agua cruda

2. CUALES SON LOS ELEMENTOS IMPLICA CONFORMAR UNA EMPRESA RELACIONADA CON LOS SERVICIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

- redes de alta tensión
- redes de baja tensión
- subestaciones de intemperie
- alumbrado a talleres
- naves de producción
- alumbrado a pasillo y carreteras
- alumbrado a oficinas

3. PORQUÉ ES IMPORTANTE EL SERVICIO DE AGUA CRUDA PARA UNA EMPRESA

Porque sirve para la producción y enfriamiento de los equipos, alimenta las plantas de tratamiento de agua y los servicios generales de oficina

4. MENCIONA UNA LIMITANTE QUE IMPIDE UBICAR UNA EMPRESA.

Encontrase alejada de los servicios municipales, por la falta principalmente de agua.

5. CUAL ES LA DIFERENCIA ENTRE LAS TUBERIAS DE AGUA CRUDA Y LAS DE AGUA TRATADA.

En que las primeras se pintan de color verde y las segundas de color azul

6. MENCIONA LOS CATALOGOS MÁS IMPORTANTES DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

- de montaje
- de operación
- de mantenimiento
- de lubricación
- de refacciones importantes
- de refacciones sugeridas por el proveedor
- de preguntas y respuestas de las principales anomalías con las posibles causas

7. CUANDO SE LE CONSIDERA A UNA FABRICA 100% EFICIENTE



Cuando se trabaja 330 días al año al 100% de su capacidad, 30 días destinados a mantenimiento y 5 días por festividades.

8. COMO INFLUYE EL MANTENIMIENTO EN LA SEGURIDAD DEL TRABAJADOR EN LOS EQUIPOS

Cuando este sabe que existen programas adecuados de mantenimiento preventivo que prevén daños a los equipos y al personal.

9. PORQUE EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ES EL ENIMIGO NÚMERO UNO DE TODO UN DEPARTAMENTO.

Porque quiere decir que no se está ejecutando en tiempo y forma mano de obra y materiales así como las tendencias adecuadas a las diferentes actividades del mantenimiento preventivo.

10. MENCIONA UN FACTOR DE RIESGO MORTAL PARA EL TRABAJADOR

No utilizar el equipo adecuado de acuerdo al trabajo que va a realizar.

11. PORQUE LA CAPACITACIÓN DE LOS INGENIEROS DE MANTENIMIENTO, PRODUCCIÓN Y FINANZA DEBE SER AFIN.

Porque existen problemas por el polvo, viento, salitre, humedad, posición por donde sale y se oculta el sol, mecánica del suelo y nivel freático que afecta los tres servicios.

12. QUE INCLUYE UN BUEN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los medios adecuados para levantar las piezas (vigas de maniobra o en casos sencillos una oreja con un hueco)

13. MENCIONA ALGUNAS DE LAS FABRICAS QUE TRABAJAN LAS 24 HRS. AL DÍA

- ✓ Fabricas de altos hornos
- ✓ hornos de coque
- ✓ fabricas de cemento
- ✓ refinerías de petróleo

14. QUE ES UNA CARTA DE LUBRICACIÓN

El estudio que realizan los fabricantes de aceite para tener la aceptación y la referencia de los consumidores



UNIDAD III. PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL MANTENIMIENTO.

1. CÓMO SE IMPLANTA UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

- ❖ Inventario de equipo por fabril, talleres, almacenes.
- ❖ Catálogos por equipos en orden alfabético
- ❖ Planos finales de montaje por la firma del Ingeniero responsable
- ❖ Plano de diagrama de flujo
- ❖ Carta de lubricación

2. QUE INCLUYE UNA CARTA DE LUBRICACIÓN

- ☐ Tres proveedores en que sus productos sean equivalentes y satisfagan las necesidades de lubricación
- ☐ Cantidad de litros que lleva el equipo
- ☐ Modo de aplicar la grasa
- ☐ Frecuencia de cambio de aceite
- ☐ Observaciones

3. MENCIONA LOS PASOS DE UN PROCESO ADMINISTRATIVO

Planear, Organizar, Ejecutar, Control, Medición, Métodos de retroalimentación

4. PORQUE LA PLANEACIÓN ES LA PARTE MAS IMPORTANTE DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

Porque si no se tiene ningún plan es lógico que no tenga nada que organizar, ejecutar y controlar y por lo tanto no existirá la administración.

5. CUAL ES EL OBJETIVO PRINCIPAL QUE DEBE TENER CLARO TODO EL PERSONAL DE UNA COMPAÑÍA.

Conservar en condiciones seguras eficientes y económicas la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones, talleres y edificios de la compañía.

6. QUE PASOS INVOLUCRA UNA PLANEACIÓN



Objetivos, políticas, procedimientos, programas y presupuestos.

7. A QUE LE LLAMA OBJETIVO

Al resultado final que se desee llegar

8. EN QUE CONSISTEN LAS POLITICAS DE UNA EMPRESA.

A las normas que limitan las acciones gerenciales y que pueden ser escritas, verbales o simplemente o sobre entendidas.

9. POR QUE ES IMPORTANTE ESTABLECER POLÍTICAS EN UNA EMPRESA.

Por que proporcionan orientación a la administración para poder conquistar el objetivo dentro de los límites que imponen los recursos de la empresa o fabrica, considerados en la planeación.

10. QUE SON LOS PROCEDIMIENTOS.

Una serie de labores interrelacionadas cronológicamente y las cuales constituyen la forma de efectuar un trabajo.

11. EN QUE CONSISTEN LOS PROGRAMAS.

En enlistar o graficar claramente las líneas de conducta que han de seguirse para alcanzar el objetivo indicando quien debe de hacer cada trabajo, cundo empezarlo y cuando terminarlo.

12. COMO SE LES LLAMA A LOS FORMATOS ESPECIALMENTE TRAZADOS Y QUE MUESTRAN LAS NECESIDADES O RESULTADOS FUTUROS ALOS QUE SE PRESUPONE LLEGAR.

Presupuesto.

13. CUALES SON LAS NECESIDADES QUE DEBEN SATISFACER A UN CLIENTE.

Calidad, precio, facilidades, tiempo de entrega y servicio.

14. A QUE SE LE LLAMA ORGANIZACIÓN.

A la estructura y forma de un complejo previamente planeado, disponiendo los recursos de la fábrica de tal forma que esta pueda funcionar según lo previsto en la planeación.

15. DONDE SON DESARROLLADOS LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO ESCENCIALES EN LA MAYORIA DE LAS EMPRESAS.



- ☐ En equipos electrónicos,
- ☐ Equipos electromecánicos
- ☐ Equipos eléctricos
- ☐ Equipos mecánicos
- ☐ Edificios

16. POR QUE ES NECESARIO CONTAR CON CONTRATISTA DE MANTENIMIENTO.

Por cuestiones no conviene que todas las labores queden a cargo del personal de la misma compañía.

17. MENCIONE QUE ELEMENTOS INTEGRAN EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

Un mecánico, un eléctrico, un soldador, un instrumentista y un electrónico.

18. QUE SIGNIFICA EJECUTAR DESDE EL PUNTO DE VISTA ADMINISTRATIVO.

Es la acción que realiza el administrador para que sus subordinados se propongan a alcanzar los objetivos establecidos en la planeación y estructurados por la organización.

19. COMO DEBE DESARROLLARSE UNA BUENA EJECUCIÓN.

Con limpieza, con orden de almacenaje y con frecuencias de catalogo.

20. POR QUE ES IMPORTANTE LA COMUNICACIÓN EN UNA EMPRESA.

Por que ayuda a conseguir el entendimiento de problemas mutuos, por lo que desarrolla el sentimiento de cooperación y facilita la coordinación.

21. QUE ES EL CONTROL DE EQUIPO.

Es la comprobación de que las personas o artefactos estén llevando a cabo lo planeado, con sin desviaciones a al norma predeterminada.

22. A QUE SE LE DENOMINA MAQUINA.

A todo equipo o artefacto capaz de transformar un tipo de energía en otro.

23. POR QUE SON INDISPENSABLES LAS ORDENES DE TRABAJO.

Por que llevan un record de lo equipos y el personal que los ejecuta, y así poder llevar los costos correspondientes para una mayor visualización.



UNIDAD IV. HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS.

1. QUE SE ENTIENDE POR MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Es la técnica que permite prever las fallas y la reparación o el reemplazo justamente antes de que se produzca la falla.

2. CUAL ES SU OBJETIVO PRINCIPAL. Establecer un sistema práctico que permita definir con precisión las condiciones del equipo mecánico diagnosticando con anticipación las posibles fallas que podrían ocasionar daños mayores.

3. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE MANTENIMIENTO EN MAQUINARIAS.

Periódico, progresivo, analítico, sintomático, continuo, mixto y dirigido.

4. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO PERIODICO.

Es el que deberá cambiar determinadas piezas sin importar su estado, inspeccionar otras y proceder conforme el análisis de ellas, limpiar, lubricar, etc.

5. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO PROGRESIVO.

Realizar trabajos al equipo en forma racional y progresista bajo un programa que aproveche el tiempo en que este no este prestando servicio.

6. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO ANALÍTICO.

En intervenir el equipo hasta el momento en que el análisis de la estadística de fallas recomendadas por el fabricante indique la necesidad de efectuar labores de mantenimiento.

7. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO SINTOMATICO.

En las labores enfocadas al arreglo de fallas detectadas por medio del estudio de los síntomas observados en el funcionamiento de un nuevo equipo.

8. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO CONTINUO.

En las labores ejecutadas en forma muy frecuente y estable al equipo siendo estas necesarias o no se basa en el concepto de que mientras mejor atendida este la maquina su funcionamiento será optimo.

9. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO MIXTO.

La aplicación de labores preventivas y correctivas de cualquier tipo pero al mismo tiempo.

10. EN QUE CONSISTE EL MANTENIMIENTO DIRIGIDO.

En este sistema se diseña después de realizar estudios minuciosos y exhaustivos para cada maquina una orden de trabajo especifica en la cual se determina las labores de mantenimiento



que esta necesita tomando en consideración un principio básico que es el de tocar con la mente antes que con las manos.

11. EN QUE CONSISTE LA INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO.

En verificar que los trabajos estén llevando acabo según lo esperado, esto implica vigilar y examinar la actuación de nuestros subalternos.

12. MENCIONA LOS FORMATOS QUE SE UTILIZAN EN LA INSPECCIÓN.

Programa anual y mensual de visitas, programa de inspección, cuotas y control de notas.

13. QUE ES EL INDICE DE CONFIABILIDAD.

Es una cifra relativa obtenida para representar la confiabilidad o seguridad de una pieza particular del equipo.

14. PARA QUE SIRVE LA GRAFICA DE PARETTO.

Para visualizar la importancia relativa de los problemas a resolver con el objeto de atacarlos, controlar las distintas soluciones e identificar la causa básica de determinado problema de alta prioridad.

15. EN QUE CONSISTE LA GRAFICA DE PARETTO.

En una gráfica de barras verticales, la cual indica que el problema debe resolverse primero y el orden en que debe prestarse atención a los demás.

16. PARA LA DETECCIÓN ANALÍTICA DE FALLAS EXISTEN VARIOS TIPOS DE INSTRUMENTOS. MENCIONA EN QUE CONSISTEN LOS INSTRUMENTOS ÓPTICOS.

En analizar visualmente alguna anomalía o situación en particular de algún equipo.

17. MENCIONA LAS DOS CLASES DE INSTRUMENTOS ÓPTICOS QUE EXISTEN.

El estroboscopio y las cámaras de reconocimiento.

18. QUE ES UNA TRANSMISIÓN.

Es el corazón de una maquina que normalmente estas formado por poleas, reductores y sprockts.

19. CUAL ES LA DIFERENCIA ENTRE UN ENGRANE Y UN SPROCKTS.

En que el primero hace contacto para transmitir movimiento y el segundo transmite movimiento a través de una cadena.

20. QUE ES UN REDUCTOR.

Es un elemento de transmisión de movimiento y forma parte de las transmisión de la maquina.



UNIDAD V. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

1. CUAL ES EL SIGNIFICADO E INTERPRETACIÓN DE UNA TAREA.

Realizar un esfuerzo físico en donde ponemos en juego nuestras habilidades teóricas específicas y prácticas.

2. MENCIONE UNA ACTIVIDAD FÍSICA EN TRABAJADOR DE MANTENIMIENTO

Puede ser una el realizar una rutina de inspección siguiendo el diagrama d flujo del proceso y por medio de observación, platicas con los operadores de un equipo detectar anomalías que pongan en peligro al mismo.

3. CUALES SON LAS OBLIGACIONES QUE TIENE UN OPERADOR.

Detectar anomalías ruidos excesos de temperaturas alarmas que estén accionándose e informar de inmediato al supervisor de producción de turno y al supervisor de mantenimiento de turno.

4. QUE SE ENTIENDE POR RUTINA.

Una trayectoria de actividades que se le asigna a una persona.

5. CUAL ES EL PRIMER OBJETIVO DE UNTRABAJADOR DE MANTENIMIENTO.

Especializarse en una actividad, rutina que beneficia a la conservación de un equipo.

6. QUE ES LO QUE PERMITE LAS RUTINAS AL TRABAJADOR.

Que realice la misma actividad con menos desgaste físico, reduzca tiempos, dinero y esfuerzo.

7. CUAL ES EL LEMA DE LA EMPRESA CUANDO EXISTE UNA ALTA PRODUCCIÓN Y BAJOS COSTOS.

“Mantenimiento productivo total”

8. MENCIONE EL PRIMER PASO PARA EL CONTROL DE LOS MATERIALES.

Consiste en inventariar y catalogar todas las piezas de repuesto que se encuentran dispersas en la fábrica. (Inclusive las que se encuentran guardadas en los armarios de los mecánicos).

9. QUE SE NECESITA PARA LEVANTAR UN INVENTARIO FISICO DE MATERIAL DE ALMACEN.

Se necesita de planeación y organización, la cual debe ser de alguien que este familiarizado con la maquina y el equipo de la fabrica.



10. QUE ES LO QUE NECESITA ESTA PERSONA PARA LLEVAR A CABO SU LABOR.

El tiempo suficiente y la ayuda humana adecuada para llevar a cabo una labor minuciosa y precisa, así como contar con el material impreso (catálogos y fotografías) necesarias para la identificación de las piezas.

11. MENCIONE EL SEGUNDO PASO UNA VEZ REALIZADO EL INVENTARIO FISICO.

El siguiente paso será decidir que piezas y accesorios conviene seguir teniendo en existencia así como también que cantidades máximas y mínimas deben fijarse para cada artículo.

12. EN QUE SE BASARÁ LA DETERMINACIÓN DE LOS RENGLONES DE EXISTENCIA Y SUS MONTOS.

En el empleo que se espera y en los plazos de entrega de los proveedores.

13. MENCIONE EL TERCER PASO QUE SEGUIRA UNA VEZ ELABORADA LA LISTA DE LAS PIEZAS.

Se pasará a elaborar un análisis de costos, a efecto de determinar la inversión total que presentarán.

UNIDAD VI. SEGURIDAD Y ERGONOMIA EN EL MANTENIMIENTO.

1. QUE SE ENTIENDE POR SEGURIDAD.

Es la encargada de que no se dañen los equipos o el trabajador.

2. QUE SE ENTIENDE POR ERGONOMIA.

Es una disciplina de las comunicaciones reciprocas entre el hombre y su entorno socio técnico.

3. CUAL ES PAPEL DEL ERGÓNOMO.

El de aplicar sus conocimientos y su experiencia en lo concerniente a la interacción del hombre con su ambiente, para asegurarse de que éste es el adecuado para él.

4. COMO SE LE CONSIDERA A LA SUPERVISIÓN.

Como el proceso por medio del cual se detecta el componente defectuoso y se rechaza.

5. MENCIONE QUE FACTORES SE AFECTAN CON LA SUPERVISIÓN.

Factores del sujeto, factores físicos, factores organizacionales.



6. CUALES SON LOS FACTORES DEL SUJETO.

Agudeza visual, edad, experiencia, personalidad, inteligencia y sexo.

7. CUALES SON LOS FACTORES FISICOS.

Iluminación, lugar de trabajo, ruido de fondo, música de fondo.

8. CUALES SON LOS FACTORES ORGANIZACIONALES.

Numero de supervisores, entretenimiento, selección, horas de turno, incentivos, rotación de trabajo.

9. COMO SE LE CONSIDERA AL BUEN DISEÑO DEL MANTENIMIENTO.

Como un estado mental más que un procedimiento establecido.

10. POR QUE NO ES FACTIBLE DISEÑAR UNA MAQUINA QUE DESARROLLE EL TRABAJO DE UN SUPERVISOR.

Porque solo es factible si uno o dos tipos específicos de fallas se presentan en cualquier tipo único de producto.

UNIDAD VII LUBRICACIÓN

1. CUAL ES EL OBJETO DE LA LUBRICACIÓN

Es reducir la fricción, el desgaste, y el calentamiento de partes de maquina en contacto que tengan movimiento relativo entre si.

2. MENCIONE LAS APLICACIONES QUE REQUIEREN LA LUBRICACIÓN

En un cojinete de deslizamiento, en un seguidor o contraleva, en engranes, etc.

3. QUE TIPOS DE LUBRICACIÓN EXISTEN.

Hidrodinámica, hidrostática, elasto-hidrodinámica, de capa limite, de película sólida.

4. EN QUE CONSISTE LA LUBRICACIÓN HIDRODINAMICA.

Consiste en que las superficies de carga de un cojinete están separadas por una capa de sustancia lubricante relativamente gruesa, de modo que se impide el contacto directo de metal a metal.

5. COMO SE LE CONOCE TAMBIEN A LA LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA.

Se le conoce como lubricación copiosa de película completa.

6. EN QUE CONSISTE LA LUBRICACIÓN HIDROSTÁTICA.



Se obtiene introduciendo el lubricante, que a veces es aire o agua en el área de carga a una presión lo bastante elevada para separar las superficies con una capa relativamente gruesa de lubricante. Así a diferencia de la lubricación hidrodinámica, no requiere del movimiento de una superficie respecto a otra.

7. CUAL ES LA DIFERENCIA ENTRE LUBRICACIÓN HIDRODINAMICA Y LUBRICACIÓN HIDROSTATICA.

Que no requiere del movimiento de una superficie respecto a otra.

8. EN QUE CONSISTE LA LUBRICACIÓN ELASTOHIDRODINÁMICA.

Consiste cuando algunos elementos simples o deslizantes deben operar a temperaturas extremas, por lo que de usarse un lubricante sólido, como el grafito o el disulfuro de molibdeno, por que los aceites ordinarios de origen mineral no dan resultados satisfactorios.

9. QUE ES LA VISCOSIDAD.

Es por consiguiente una medida de la resistencia africcional interna del fluido.

10. COMO SE LLAMA EL INSTRUMENTO PARA DETERMINAR LA VISCOSIDAD.

Viscosímetro Saybolt Universal.

11. EN QUE CONSISTE EL METODO DE MEDICIÓN DEL VISCOSÍMETRO.

En medir el tiempo en segundos para que 60 ml. de lubricante a una temperatura especificada escurra a través de un tubo de 17.6 mm de diámetro y 12.25 mm de longitud.

12. QUE TIPOS DE LUBRICANTE EXISTEN.

Sólidos, líquidos, y gases.

13. CUALES SON LOS LUBRICANTES MÁS IMPORTANTES.

Son los aceites de petróleo, que ordinariamente contienen uno o más aditivos que mejoran algunas propiedades.

14. CUALES SON LAS FINALIDADES DE LOS ADITIVOS.

Reducir la velocidad de oxidación, conservar limpias las superficies de un motor de combustión interna manteniendo en suspensión las partículas insolubles, reducir la corrosión, para medir la formación de espuma beneficiosa cuando el aceite es sometido a un abatido intenso, para bajar el punto de congelación, para mejorar el índice de viscosidad.

15. MENCIONE LAS FINALIDADES DE LOS LUBRICANTES.

- ☐ Reducir al mínimo los esfuerzos producidos por la fricción.
- ☐ Impedir el contacto directo entre metales.
- ☐ Disminuir el desgaste.
- ☐ Impedir la oxidación de las piezas.
- ☐ Eliminar impurezas producidas por el polvo, partículas metálicas, humedad, carbón, etc.



- Refrigerar internamente la maquina a través de sus partes lubricadas.
- Ayudar al estancamiento del pistón con el cilindro por los huelgos que existen en los componentes a través de una película de lubricante.
- Reducir el ruido.

16. MENCIONE LOS FACTORES DE LA LUBRICACIÓN

- ✕ El pulimento de las superficies en contacto.
- ✕ La naturaleza y dureza de los materiales que componen las partes acopladas.
- ✕ El huelgo o tolerancia existente en el acoplamiento.
- ✕ El uso correcto del lubricante.
- ✕ El medio de presión que produce el gradiente (bomba de lubricación)

17. MENCIONE LOS BENEFICIOS DE LA LUBRICACIÓN.

Mayor tiempo de vida útil en equipos y maquinas
Menor costo de mantenimiento
Mayor rendimiento o eficiencia en la maquina
Mayor facilidad de operación
Reducción de tiempos muertos
Mayor confiabilidad en la maquina.

18. CARACTERÍSTICAS O PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES.

- Viscosidad
- Punto de inflamabilidad
- Grado de carbonización
- Punto de congelación
- Grado de acidez
- Oxidación
- Composición

19. MENCIONE LAS PROPIEDADES ESPECIALES DE LOS LUBRICANTES.

- Movilidad para reducir la fricción y el desgaste.
- Habilidad para proteger contra la herrumbre.
- Acción detergente – dispersante.
- Agentes contra la formación de espuma.
- Resistencia a la oxidación.

20. CUALES SON LOS PASOS A SEGUIR PARA SELECCIONAR UN LUBRICANTE.

- Los requerimientos de aplicación.
- Las consideraciones de costo.
- Las preferencias.
- Elementos semilubricados y no lubricados.



- Maquinas con poca atención de mantenimiento, difícil o costoso.
- Cojinetes sinterizados.
- Plásticos. (nylon. Teflón.)

21. CUALES SON LOS DOS SSITEMAS DE UNIDADES QUE EXISTEN.

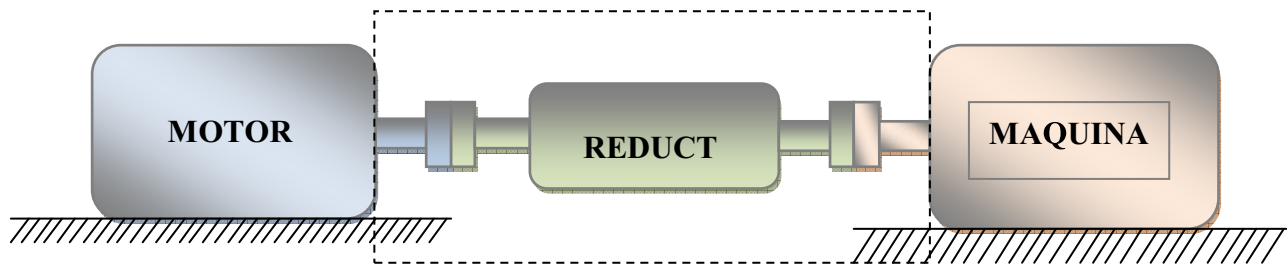
El sistema ingles (lb., pulg., ft.) y el sistema internacional (m, Kg. cm.)



REDUCTORES

EJERCICIO 1

Una maquina gira a 40 rpm y va acoplada a un reductor X y a un motor de 4 polos. ¿Qué capacidad debe tener el reductor?



$$\text{Reductor} = \frac{1750 \text{ rpm}}{40} = 43.75$$

$$CRT = 43.75 - 1$$

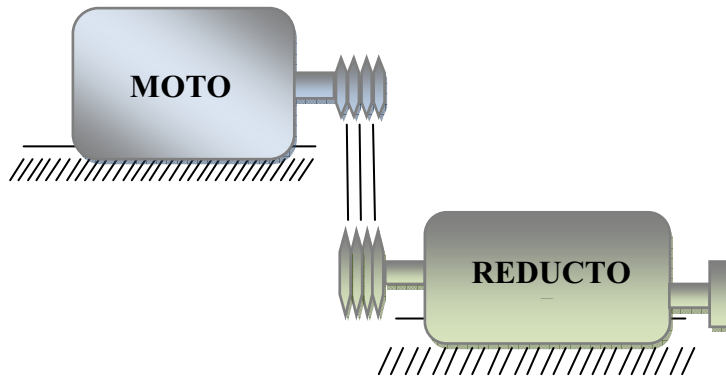
EJERCICIO 2

Motor de 4 polos.

Diámetro de la polea del motor 7 pulgadas.

Diámetro de la polea del reductor 9 pulgadas.

¿Velocidad lineal de cada polea en ft/min?



$$rpm = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

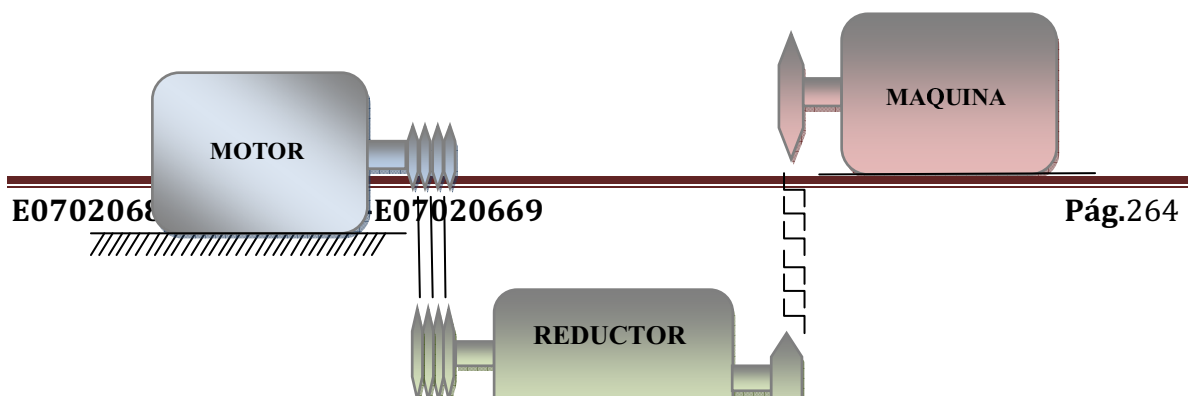
$$V = \pi dn = \pi \left(\frac{7}{12} \right) 1750 = 3207.04 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

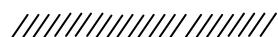
$$n = \frac{3207.04}{\pi \left(\frac{9}{12} \right)} = 1361.11$$

$$V = \pi \left(\frac{9}{12} \right) 1361.11 = 3207.04 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

EJERCICIO 3

Motor de 4 polos, Polea 1 = 6 pulgadas, polea 2 = 8 pulgadas. El reductor tiene una capacidad de reducción (CRR) de 50:1, sprocket 1 = 30 dientes, Sprocket 2 = 90 dientes. La maquina produce 500 artículos. ¿Qué le pasa a la producción si la polea de 6 pulgadas es cambiada por una de 5 pulgadas?





$$T_3 = \frac{90}{30} T_1 = \frac{8 \text{ pulg.}}{7 \text{ pulg.}} > 1 \text{ (Tren reductor)}$$

$$V_{\Phi 1} = rpm = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{1750 \text{ rpm}}{\frac{8 \text{ pulg.}}{6 \text{ pulg.}}} = 1312.5 \text{ rpm}$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{1312.5 \text{ rpm}}{50} = 26.25 \text{ rpm}$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{26.25 \text{ rpm}}{\frac{90}{30}} = 8.75 \text{ rpm}$$

$$CRT = T_1 \times T_2 \times T_3 = 200$$

En la siguiente fórmula HP = Potencia

$$Hp = \frac{WQH}{520} 520 \frac{ft - plg}{Seg} = Hp$$

$$W = \frac{lb}{ft^3} Q = Gasto = \frac{ft^3}{seg}$$

$$H = altura = ft$$

EJERCICIO 4



Encontrar los Hp para subir un gasto de agua a u tanque a 100 lt/seg a una altura de 40 metros.

$$Q = 100 \frac{lt}{seg} = 0.1 \frac{m^3}{seg} \left(\frac{(3.28)^3 ft^3}{1m^3} \right) = 3.52 \frac{ft^3}{seg}$$

$$H = 40m \left(\frac{3.28ft}{1m} \right) = 131.2ft$$

$$W = 1000 \frac{kg}{m^3} \left(\frac{2.2lb}{1kg} \right) \left(\frac{1m^3}{(3.28)^3 ft^3} \right) = 62.34 \frac{lb}{ft^3}$$

$$Hp = \frac{(62.34)(3.52)(131.2)}{520} = 55.3$$

EJERCICIO 5

¿Cuántas veces gira la flecha de un motor de 4 polos en una fábrica que trabaja al 100% de su capacidad?

ROTOR DEL MOTOR

$$RPM = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750 rpm$$

RODAMIENTO

$$Veces que gira = 1700 \frac{rev}{min} (475200min) = 831600000 rev$$

$$330 dias \left(24 \frac{hrs}{min} \right) = 7920 hrs$$

$$7920 hrs \left(\frac{60 min}{1 hr} \right) = 475200 min$$

EJERCICIO 6

Encontrar los HP para subir un fluido que tiene una densidad de 1500 kg/m³ manejando un gasto de 50 lts/seg y elevando a una altura de 9m.

$$Hp = \frac{WQH}{520} \frac{ft - plg}{Seg} = 1 Hp$$

$$W = 1500 \frac{kg}{m^3} \left(\frac{2.2lb}{kg} \right) \left(\frac{(0.0254)^3 m^3}{1 plg^3} \right) \left(\frac{1 plg^3}{(12)^3 ft^3} \right) = 93.5173 \frac{lb}{ft^3}$$



$$H = 9m \left(\frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) = 29.52 \text{ ft}$$

$$Q = 50 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \right) \left(\frac{(3.28)^3 \text{ ft}^3}{1 \text{ m}^3} \right) = 1.7643 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

$$HP = \frac{93.51(1.7643)(29.52)}{520} = 11.04 \text{ HP}$$

EJERCICIO 7

Un motor de 6 polos con juego de poleas: polea 1 = 5 pulgadas, polea 2 = 8 pulgadas. Datos del reductor son:

2A mueve 2A₁

2B mueve 2B₁

2C mueve 2C₁

A = 20 Dientes.

B = 30 Dientes.

C = 40 Dientes.

A₁ = 30 Dientes.

B₁ = 90 Dientes.

C₁ = 120 Dientes.

Si a la salida del reductor hay un juego de sprockets:

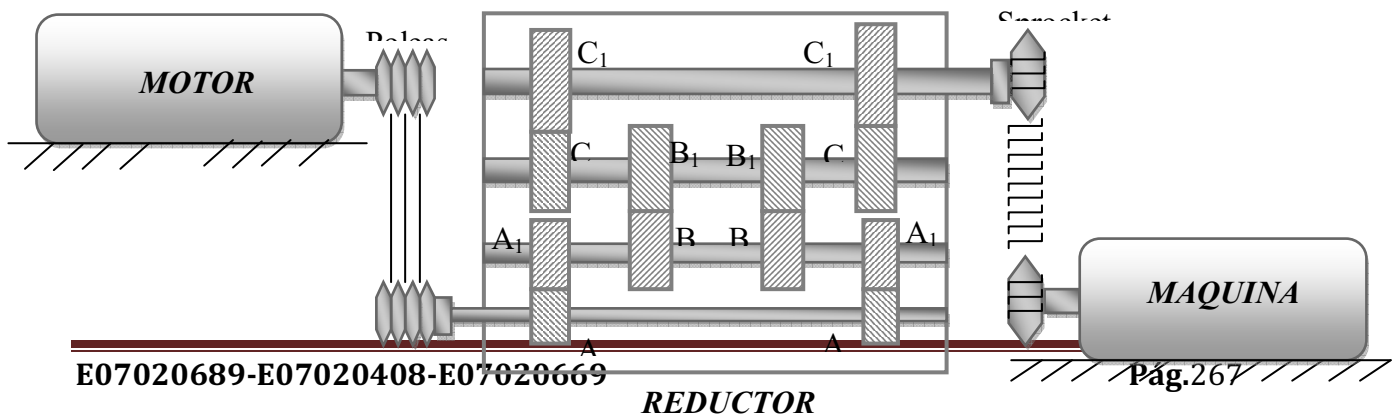
Sprocket 1 = 40 dientes, sprocket 2 = 160 dientes

Encontrar:

- Dibujo de transmisión.
- Velocidades entre todas las flechas.
- Velocidad de la maquina.

SOLUCION:

a)





b)

$$V_{\Phi 1} = rpm = \frac{120(60)}{6} - 50 = 1150 \text{ rpm}$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$V_{\Phi 2} = \frac{V_{\Phi 1}}{T_1} = \frac{1150}{1.6} = 718.75 \text{ rpm}$$

$$T_2 = \frac{A_1}{A} = \frac{30}{20} = 1.5$$

$$V_{\Phi 3} = \frac{V_{\Phi 2}}{T_2} = \frac{718.75}{1.5} = 479.16 \text{ rpm}$$

$$T_3 = \frac{B_1}{B} = \frac{90}{30} = 3$$

$$V_{\Phi 4} = \frac{V_{\Phi 3}}{T_3} = \frac{479.16}{3} = 159.72 \text{ rpm}$$

$$T_4 = \frac{C_1}{C} = \frac{120}{40} = 3$$

$$V_{\Phi 5} = \frac{V_{\Phi 4}}{T_4} = \frac{159.72}{3} = 53.24 \text{ rpm}$$

$$T_5 = \frac{S_2}{S_1} = \frac{160}{40} = 4$$

$$V_{\Phi 6} = \frac{V_{\Phi 5}}{T_5} = \frac{53.24}{4} = 13.31 \text{ rpm}$$

c)



$$C. R. R. = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5$$

$$C. R. R. = 1.6 \times 1.5 \times 3 \times 3 \times 4$$

$$C. R. R. = 86.4$$

$$\text{velocidad}_{\text{maquina}} = \frac{\text{rpm}}{C. R. R.} = \frac{1150}{86.4} = 13.3 \text{ rpm}$$

EJERCICIO 8

Una maquina produce 7000 piezas al día con la siguiente transmisión: motor de 4 polos, polea 1 = 6 pulgadas, $T_1 = 1.4$, reductor; A= 20 dientes, $A_1 = 80$ dientes, B= 80 dientes, $B_1 = 120$ dientes, C= 100 dientes, $C_1 = 200$ dientes, D=200 dientes, $D_1 = 400$ dientes.

- a) Velocidad de la maquina.
- b) Cambiar la relación de $t_1 = 2$, dejando t_1 identica.

a)

$$V_1 = \frac{120(60)}{4} - 50 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_A = \frac{A_1}{A} = \frac{80}{20} = 4$$

$$T_B = \frac{B_1}{B} = \frac{120}{80} = 1.5$$

$$T_C = \frac{C_1}{C} = \frac{200}{100} = 2$$

$$T_D = \frac{D_1}{D} = \frac{400}{200} = 2$$

$$T_1 = 1.4 T_2 = \frac{24}{1} = 24$$

$$CRT = (1.4)(24) = 33.6$$

$$V_2 = \frac{1750}{1.4} = 1250 \text{ rpm}$$



$$V_3 = \frac{1250}{24} = 52.083 \text{ rpm}$$

$$\text{C. R. R.} = T_A \times T_B \times T_C \times T_D$$

$$\text{C. R. R.} = 4 \times 1.5 \times 2 \times 2$$

$$\text{C. R. R.} = 24$$

$$\text{velocidad}_{\text{maquina}} = \frac{\text{rpm}}{\text{C. R. R.}} = \frac{1750}{33.6} = 52.083 \text{ rpm}$$

b)

$$T_1 = 2T_1 = 1.4T_1 = \frac{P_2}{P_1} \therefore P_2 = (T_1)(P_1) = (2)(6) = 12$$

$$T_1 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{12}{6} = 2 \text{ CRT} = (2)(36) = 72$$

$$\frac{52.08}{24.30} = \frac{7000}{4374.8}$$