

**ADQUISICIÓN DE DATOS DE PISO PLANTA PARA
APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO**

**CARLOS ALBERTO MORALES SANABRIA
DALADIER SANABRIA TOLOSA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

**ADQUISICIÓN DE DATOS DE PISO PLANTA PARA
APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO**

**CARLOS ALBERTO MORALES SANABRIA
DALADIER SANABRIA TOLOSA**

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título
de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Carlos Rozo
Ingeniero mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Carlos Yesid Rozo Alvarez, Ingeniero Mecánico , Por su valiosa colaboración.

Adriana Villanueva, Diseñadora Grafica, por su aporte incondicional en el acondicionamiento de la Monografía.

A todos los Profesores del postgrado, por los conocimientos transmitidos.

CONTENIDO

Pag.

INTRODUCCIÓN

1. CONCEPTOS BÁSICOS	2
2 TECNOLOGÍAS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN PLANTA	6
2.1 SENSORES	6
2.2 ACTUADORES	8
2.3 PLCS O AUTÓMATAS PROGRAMABLES	11
2.3.1 Lenguajes de Programación	14
2.3.2 Campos de Aplicación	15
2.4 CONCEPTOS SOBRE REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS	15
2.4.1 Medios de transmisión de una red	15
2.4.2 Topología de Redes	16
2.5 REDES INDUSTRIALES	19
2.6 REDES LAN INDUSTRIALES	21
2.6.1 Map	21
2.6.2 Ethernet	21
2.7 BUSES DE CAMPO	21
2.7.1 Modbus modicon	21
2.7.2 Bitbus	21
2.7.3 Profibus	22
2.7.4 S bus	22
2.7.5 Fib	22
2.7.6 Mil-STD- 1553B	22
2.7.7 AS-I	22
2.8 REDES DE COMUNICACIÓN	22
2.8.1 Ethernet / LP	22
2.8.2 ControlNet	22

2.8.3	Device Net	23
2.8.4	Data Highway Plus	23
2.8.5	DH-485	23
2.8.6	D F 1	23
2.9	BASE DE DATOS	26
2.9.1	Base datos relacionados	26
2.9.2	Programa de adquisición de datos iFIX	27
2.9.3	Wonderware	30
3	UTILIZACIÓN EN MANTENIMIENTO	33
3.1	ÍNDICES DE GESTIÓN	35
3.1.1	Confiabilidad	36
3.1.2	Mantenibilidad	37
3.1.3	Disponibilidad	38
3.1.4	Relaciones Matemáticas	39
3.2	ANALISIS DE FALLA	43
3.2.1	Método de los cinco por qué?	44
3.2.2	Método de causa –efecto. Espina de pescado	45
3.2.3	Arbol lógico de fallas	46
3.3	METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO	47
3.3.1	Mantenimiento Productivo Total TPM.	48
3.3.2	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM.	51
3.4	ACCIONES DE MANTENIMIENTO	56
3.4.1	Mantenimiento Correctivo	56
3.4.2	Mantenimiento Predictivo	56
3.4.3	Inspecciones	57
4.	MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD AMBIENTAL	58
4.1	FUNDAMENTOS DE SALUD OCUPACIONAL	58
4.2	MANTENIMIENTO Y SALUD OCUPACIONAL	60
4.2.1	Mantenimiento Deficiente	60
4.2.2	Riesgos en labores de Mantenimiento	60
5.	CONCLUSIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de sensores transductores.	8
Tabla 2. Características de los distintos tipos de actuadores.	10
Tabla 3. Tipos de PLC.	12
Tabla 4. Medios de Transmisión.	16
Tabla 5. Netlinx Arquitectura abierta.	24
Tabla 6. Redes Establecidas.	25

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representación de la base de Piso Planta.	2
Figura 2. Modelos teórico de la base de Piso Planta.	3
Figura 3. Niveles en una red Industrial.	20
Figura 4. Configuración de Ifix.	28
Figura 5. Representación en bloques de industrial SQL.	32
Figura 6. Modelo de Gestión.	34
Figura 7. Diagrama de funcionabilidad de una máquina.	37
Figura 8. Diagrama de tiempo incierto de recuperación de funcionamiento del equipo.	38
Figura 9. Gráfica de condiciones de trabajo de un equipo.	39
Figura 10. Curva de la bañera.	41
Figura 11. Ejemplo del método de los porqué?.	45
Figura 12. Ejemplo de diagrama de espina de pescado.	46
Figura 13. Configuración general de un árbol lógico.	47
Figura 14. Grupo de trabajo.	54

RESUMEN

TITULO: ADQUISICIÓN DE DATOS DE PISO PLANTA PARA APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO

AUTORES: CARLOS ALBERTO MORALES SANABRIA, DALADIER SANABRIA TOLOSA

PALABRAS CLAVES: INDUSTRIA, DATOS, ADQUISICIÓN, BASES, INDICES, MODELOS DE GESTION.

DESCRIPCIÓN: Este estudio pretende que la pequeña industria tenga Información básica de cómo puede llegar a automatizar su planta. Se incluye toda la información acerca del tema relacionado con tipos de sensores, actuadores, PLC's Redes de bajo nivel

Para la mediana la industria en este estudio teórico se puede encontrar información acerca de redes Industriales, protocolos de comunicación y programas especializados de adquisición de datos de piso planta.

Las empresas que están automatizadas y tienen una base de datos de piso planta se muestra como es posible utilizar estos datos en gestión de Mantenimiento en donde se explica como calcular los principales índices de gestión (disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad).

Otra Ventaja al utilizar la base de piso planta es el análisis de fallas, la cual es una tarea de mantenimiento que permite encontrar causas raíz de problemas en las maquinas con el fin de evitar que se repitan. Se muestran las tres principales Método de cinco por que?, Método de causa – efecto y árbol lógico de fallas.

Finalmente se incluye un breve estudio sobre algunas metodologías de mantenimiento tales como RCM y TPM, para que se tenga la posibilidad de aplicar alguno de ellos de acuerdo a la necesidad de cada industria y/o planta.

De igual manera se proporciona información sobre las principales actividades de mantenimiento (correctivo, preventivo e inspecciones) con las cuales el encargado de la gestión de mantenimiento tiene una herramienta para aplicar alguno de ellos según vea la necesidad o criticidad de sus maquinas.

SUMMARY

TITLE: ACQUISITION DATA OF FLOOR PLANTS TO APPLICATION IN MAINTENANCE

AUTHORS: CARLOS ALBERTO MORALES SANABRIA, DALADIER SANABRIA TOLOSA

KEY WORDS: Industry, data, acquisition, bases, index, management models.

DESCRIPTION: This study provide basic information to small industry about how can get to automatic its plant. All the information is included about the subject related to types of sensors, actuators, PLCs , networks of low level is included.

The medium industry can find in this theoretical study information about industrial networks, communication protocols and programs specialized for data acquisition of floor plant.

For the companies that are automated and have a data base of floor plants, is possible to find information about how is possible to use these data in the maintenance management for calculating the main index of management (maintenibility, availability and reliability).

Another advantage when using the data base of floor plants is the analysis of failures, which is a maintenance task that allows to find the root causes of problems in the machines with the purpose of avoiding that its repetition. Are three the main methods: Method of five why? , Method of cause-effect and tree logic of failures.

Finally a brief study on some methodologies of maintenance such as RCM and TPM, is include so that the industry has the possibility of applying some of them according to the necessity of each one and/or its plants.

At the same time information about the main activities of maintenance as they are: (corrective, preventive and inspection) is provided, with which, the responsible of the maintenance management has a tool to apply some of them according to see the necessity or critical status of its machines.

INTRODUCCION

La falta de conocimiento de las tecnologías de adquisición de datos de piso planta en algunos casos (mediana Industria) y en otros el desaprovechamiento de esta tecnología en gestión de mantenimiento (usada solo para índices y control de producción). Esto con lleva a que el mejoramiento continuo que la globalización de hoy lo exige, no crezca a la misma rata de los mercados internacionales, haciendo que la industria nacional pierda competitividad.

Desde esta perspectiva se pretende mostrar la factibilidad de implantar un sistema de adquisición de datos de piso planta en cualquier industria con una mínima inversión utilizando tecnología de punta y ser más competitivos a nivel mundial.

En este estudio se pretende que la pequeña industria tenga Información básica de cómo puede llegar a automatizar su planta. Se incluye toda la información acerca del tema relacionado con tipos de sensores, como elegirlos de acuerdo a la necesidad de cada aplicación, para lo cual se incluyen tablas comparativas de cada uno de estos elementos, igualmente este documento tiene la clasificación de actuadores con sus especificaciones técnicas. Tipos de PLC's con sus especificaciones técnicas, capacidad y fabricantes. Redes de bajo nivel, dentro de las cuales se muestran las de uso mas generalizado en la actualidad. Algunos protocolos de comunicación de bajo nivel usados en la industria.

Para la mediana la industria en este estudio teórico se puede encontrar información acerca de redes Industriales, protocolos de comunicación y programas especializados de adquisición de datos de piso planta.

Para las empresas que están mas automatizadas y tienen una base de datos de piso planta se muestra como es posible utilizar estos datos para la gestión de Mantenimiento en donde se explica como aplicar los principales índices de gestión (disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad) y no solo para la gestión de producción.

Con la anterior información se indica como puede llegar a ser la infraestructura para la adquisición de datos de piso planta, sus partes y sus relaciones.

Otra ayuda que se tiene al utilizar la base de piso planta es el análisis de fallas, la cual es una tarea de mantenimiento que permite encontrar causas raíz de problemas en las maquinas con el fin de evitar que se repitan y ocasionen paradas frecuentes por la misma causa; por esta razón se incluyen las principales metodologías para este tipo de análisis, como son: Método de cinco por que?, Método de causa – efecto y árbol lógico de fallas.

Finalmente se incluye un breve estudio sobre algunas metodologías de mantenimiento tales como RCM y TPM, para que se tenga la posibilidad de aplicar alguno de ellos de acuerdo a la necesidad de cada industria y/o planta.

Estas metodologías ayudan a facilitar la gestión de mantenimiento, pues permiten estructurar y vigilar todo lo relacionado con los activos, incrementando la eficiencia tanto del personal técnico y operario como de la maquina. Con la información que se adquiere al aplicar una metodología de mantenimiento proporciona un plan específico y de acuerdo a la necesidad de la planta.

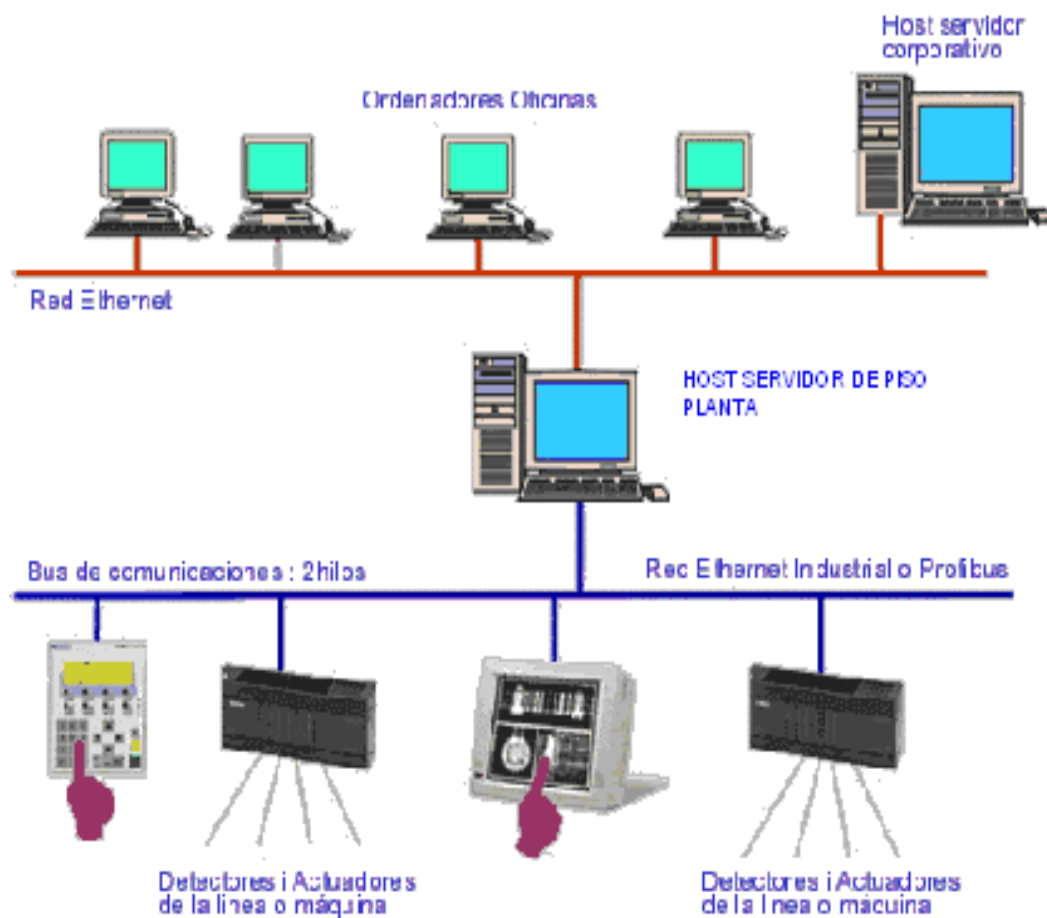
De igual manera se proporciona información sobre las principales actividades de mantenimiento (correctivo, preventivo e inspecciones) con las cuales el encargado de la gestión de mantenimiento tiene una herramienta para aplicar alguno de ellos según vea la necesidad o criticidad de sus maquinas.

Teniendo en cuenta las exigencias ambientales y de seguridad que plantea la industria actual a nivel mundial se proporciona algunos aspectos básicos sobre medio ambiente y seguridad industrial. La base da datos ayuda al mantenimiento por lo tanto mejora la seguridad industrial y ayuda a evitar desperdicios innecesarios al medio ambiente.

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE BASE DE PISO PLANTA

La base de piso planta recoge la información directamente de los elementos físicos de la maquina en tiempo real como se muestra en la figura 1:

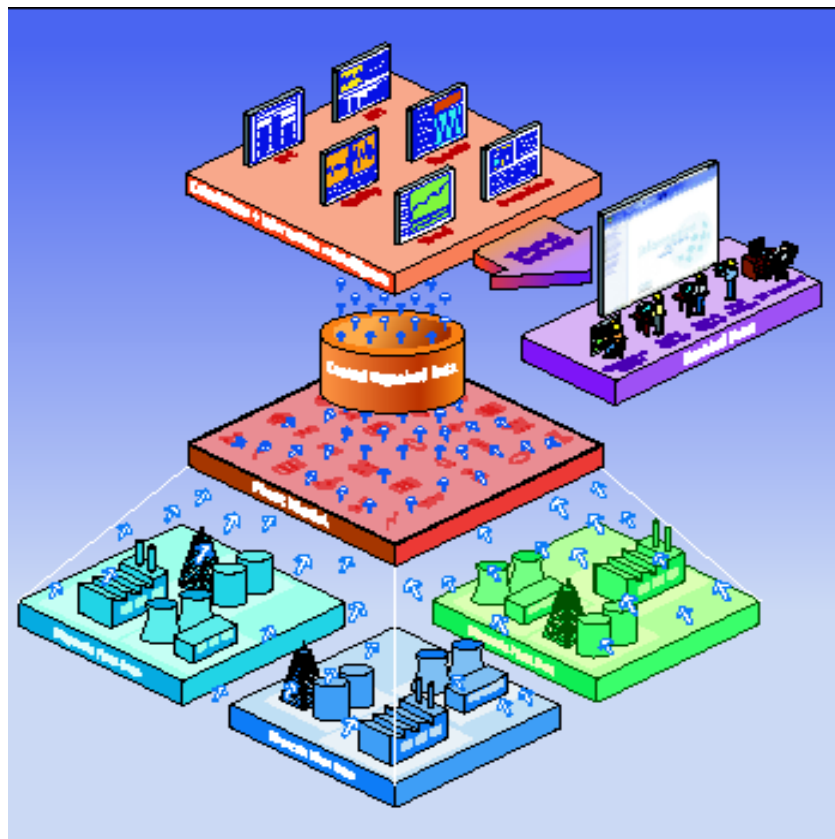
Figura 1. Representación de la base de piso planta



Esta información se convierte en datos de piso que son almacenados en el servidor de piso planta para ser luego colocados en la red corporativa o en Internet. Posteriormente estos datos son utilizados para generar reportes, tener datos históricos, hacer análisis de fallas y programar periodos de mantenimiento preventivo.

Una de las claves para que la base de piso sea efectiva, es la adecuada presentación de los datos con la ayuda de una buena base de datos y herramientas de análisis como Excel, Word y otros programas especializados para el análisis estadístico. Los programas especializados de adquisición de datos traen programas que grafican los datos análogos como temperaturas, presiones etc.

Figura 2. Modelo teórico de la Base de Piso Planta.



La base de piso planta toma los datos crudos de los sensores y dispositivos de bajo nivel directamente del computador de la maquina o del plc (control Lógico Programable). Esto se realiza por intermedio de una red de bajo nivel y por un programa que corre en el computador que se llama I/O Server esta interfaz se comunica directamente con el plc de la maquina y si son varias a través de la red de bajo nivel. Debido a que existe gran cantidad de marcas de dispositivos, esta interfaz tiene que ser abierta es decir tiene que soportar casi todos los protocolos de comunicación y sobre todo poder configurar los nodos o puntos de adquisición de una manera variada como por ejemplo datos de tipo ASCII, boléanos, Hexadesimal, decimal, etc.

Estos datos son almacenados luego en el motor de la base de datos. La cual debe ser industrial y poseer una compresión de datos adecuada.

DATOS

En cualquier sistema de gestión, la adquisición de datos en tiempo real y de alta calidad es básica en la toma de decisiones. En la industria manufacturera los datos de fallas, datos de operación. Etc. Llevados a una sola base de datos proporcionan la fuente de información para los gerentes líderes de la organización. Pero si esos datos son tomados erróneamente dan información incorrecta que puede llevar a la toma de decisiones que no son el reflejo de la realidad. Por ejemplo si la estrategia gerencial se basa en TPM. Los datos de fallas, de velocidad y de calidad proporcionan la información para el cálculo del índice de gestión que es la eficiencia global de producción. Pero si por el contrario se utiliza el modelo de confiabilidad los datos de fallas y la hora en que ocurrió la falla, así como el tiempo de reparación proporcionan la alimentación de los índices de la confiabilidad que son el tiempo medio entre fallas, disponibilidad, confiabilidad etc. Estos índices proporcionan la visión que debe tener el gerente de su sistema y que tan estable esta.

Por otro lado cuando los sistemas se salen de control hay que mirar e identificar lo mas rápidamente la causa raíz del problema, aunque no solo la información nos lleva a encontrar esta causa raíz, es una fuente bien importante para generar hipótesis que nos lleven a encontrar la solución al problema.

Hay varias formas de adquirir estos datos: una es en forma manual. Cuando ocurre una falla el operador de la maquina reporta la falla en una hoja y la hora en ocurrió así como el tiempo de duración, los datos de calidad etc. La otra forma es la adquisición automática, la cual debe ser sencilla, es decir, los datos deben ser presentados fácilmente y comprensible por todas las personas que utilizan el sistema debido a que en la realidad sistemas complejos hacen que las personas empiecen a olvidar para que es en realidad el sistema.

Los datos subidos de planta deben ser los necesarios para el desarrollo de la actividad normal de la planta datos operacionales y datos de tiempos de parada y operación de maquinas, así como tiempo de duración total de operación de maquinas, las fallas más representativas, datos de calidad, velocidades de maquinas, consumo de insumos. Los datos deben ser representados en programas que todas las personas conozcan como Excel, Word etc.

2. TECNOLOGIAS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

2.1 SENSORES

En todo proceso de automatización se necesita conocer las magnitudes el estado de las señales en la planta para saber como va el proceso que se esta controlando .Los sensores o transductores son los que se encargan de convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica, ya sea en forma analógica o digital, para que el sistema de control pueda leerla o interpretarla. Como lo que mas nos interesa en este estudio son los traductores que se emplean para conectar a autómatas programables, a través de interfaces adecuadas, podemos en ellos distinguir tres partes:

- Elemento sensor o captador. Que convierte la variación de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).
- Tratamiento de la señal. Cuando existe, es la encargada de modificar la señal obtenida a través del transductor para lograr una señal adecuada (filtrado, amplificación, etc.).
- Etapa de salida. Compuesta por los circuitos necesarios para poder adaptar la señal al nivel requerido para la carga.

2.1.1 Clasificación. Según el tipo de señal de salida, es decir, la forma de codificar la magnitud medida, se clasifican en:

- **Analógicos:** Son aquellos que proporcionan un valor de tensión o corriente entre un rango previamente establecido (normalmente 0-10 V o 4-20 mA).
- **Digitales:** Son aquellos que proporcionan una señal codificada en pulsos o en alguna codificación digital (como BCD, binario, etc.).
- **Todo-Nada:** Son aquellos que únicamente poseen dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada.

2.1.2 Transductores industriales. Algunos de los transductores utilizados más frecuentemente en la industria son:

- **Interruptor de proximidad.** Los interruptores de proximidad abren o cierran un circuito eléctrico en función de la presencia o ausencia de un objeto en su zona de detección. En general se utilizan para controlar el movimiento y/o posicionamiento de maquinas, detección de presencia o ausencia de piezas, controlar el tamaño de piezas, etc.
- **Encoder.** El encoder se utiliza para detectar la posición angular de ejes. Existen también dos tipos:
- **Sensor de presión, Piezo resistivo.** Los sensores de presión están constituidos por galgas piezorresistivas que forman puentes de resistencias, las cuales su valor depende de la presión ejercida sobre el dispositivo.
- **Final de carrera.** En los finales de carrera se produce la apertura o cierre de uno o varios contactos eléctricos por acción mecánica. Son utilizados principalmente para controlar el movimiento y posicionamiento de maquinas.
- **Fotoceldas.** Las fotoceldas reaccionan ante las variaciones de intensidad luminosa por interrupción del rayo que produce un emisor o por la reflexión. Se utilizan en la detección de piezas, barreras para la seguridad de personal, etc.

En la siguiente foto se muestra los diferentes sensores industriales:

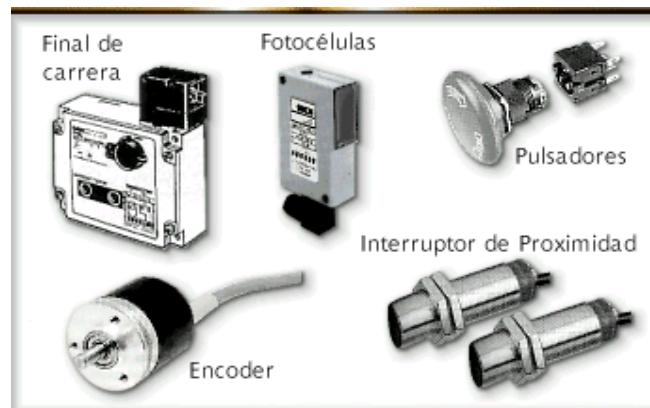


Tabla 1. RESUMEN DE SENSORES – TRANSDUCTORES

Magnitud a detectar	sensor / Transductor	Característica
Posición lineal o Angular	Potenciómetro Encoders Sincro y resolver	Analógico Digital Analógico
Desplazamiento o deformación	Transformador diferencial Galga extensiométrico	Analógico Analógico
Velocidad lineal o angular	Dinamo tacometrica Encoders Detector inductivo u óptico	Analógico Digital Digital
Aceleración	Acelerómetro sensor de velocidad + calculador	Analógico Digital
Fuerza y par	Medición directa por galgas o trafos diferenciales	Analógico
Presión	Membrana + detector Desplazamiento piezoeléctrico	Analógico Analógico
Caudal	De turbina Magnético	Analógico Analógico
Temperatura	Termopar Resistencias PT100 Resistencias NTC Resistencias PTC Bimetallitos	Analógico Analógico Analógico Todo-Nada Todo-Nada
Presencia o Proximidad	Inductivo Capacitivo Óptico U/ultrasónico	Todo-Nada Analógico Todo- Nada Todo-Nada Analógico Analógico
Táctil	Matriz de contactos Piel artificial Matriz capacitiva, Piezoeléctrica u óptica	Todo-Nada Analógico Todo-Nada Todo-Nada
Sistema de visión artificial	Cámaras CCD Cámara de video y tratamiento de imagen	Procesamiento digital por puntos o píxeles

2.2 ACTUADORES

Los actuadores tienen como misión general el movimiento de los elementos de una maquina de acuerdo a las ordenes dadas por la unidad de control (PLC).

CLASIFICACIÓN: De acuerdo al tipo de energía utilizada pueden ser:

- **Actuadores Neumáticos.** Utilizan aire comprimido (entre 5 y 10 bar) y son recomendados para el control de movimientos rápidos; pero su precisión es limitada.
- **Actuadores Hidráulicos.** Utilizan aceites minerales a una presión comprendida entre 50 y 100 bar y en ocasiones hasta los 300 bar; con este tipo de actuador se logra una mayor precisión.
- **Actuadores Eléctricos.** Utilizan energía eléctrica y son los mas usados en la actualidad debido a la facilidad de control. Los hay de corriente continua (DC), de corriente alterna (CA) y paso a paso.

En la siguiente foto se muestra los principales tipos de actuadores:



Tabla 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ACTUADORES

	Neumático	Hidráulico	Eléctrico
Energía	Aire a presión (5-10 bar)	Aceite mineral (50-100 bar)	Corriente eléctrica
Opciones	Cilindros Motor de paletas Motor de pistones	Cilindros Motor de paletas Motor de pistones axiales	Corriente continua Corriente al terna Motor paso a paso
Ventajas	Baratos Rápidos Sencillos Robustos	Rápidos Alta relación Potencia – peso Autolubricantes Alta capacidad de carga Estabilidad frente a cargas estáticas	Precisos Fiables Fácil control Sencilla instalación silenciosos
Desventajas	Difícil control continuo Instalación especial (compresor, filtros) Ruidosos	Difícil mantenimiento Instalación especial (filtros, eliminación de aire) Frecuentes fugas Costosos	Potencia limitada

2.3 PLC'S O AUTÓMATAS PROGRAMABLES

El PLC (**Controlador Lógico Programable**) o Autómata Programable, es un dispositivo electrónico capaz de estructurar y procesar la información que recibe de los elementos conectados a las entradas tales como:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de Proximidad
- Fococeldas
- RTD
- Termistores
- Sensores IC
- Termopares

Estos dispositivos entregan una nueva información en las salidas para controlar dispositivos actuadores como:

- Contactares
- Electro válvulas
- Variadores de velocidad
- Motores
- Lámparas
- Alarmas

El PLC simplifico los procesos industriales y doto a la industria de modernas herramientas para su desarrollo.

Actualmente se encuentran en el mercado equipos muy seguros en las gamas baja, media y alta, suministrados por diversos fabricantes. La tabla 3 muestra un cuadro comparativo de algunos de los PLC's más utilizados en bajas y medias prestaciones industriales.

Los PLC de baja gama se utilizan para hacer transferencias de energía entre el proveedor y una planta de emergencia, para aplicaciones en el hogar (abrir la cochera). Los PLC de gama media se pueden utilizar para automatizar pequeñas máquinas por ejemplo túneles termoencogibles, pasterizadoras de productos. Los PLC de gama alta nos ayudan a automatizar máquinas mucho más complejas y que contengan gran cantidad de actuadores y sensores. En la actualidad todos los PLC en todas las gamas tienen incorporado puertos de comunicación con los cuales se puede hacer redes industriales que son la base para crear información de piso.

Tabla 3. TIPOS DE PLC

Fabricantes	Autómatas / Series
<u>ABB</u>	Series Prontic T200/CS31
	Serie Micro
<u>AEG-Modicon</u>	Serie Compact 984
<u>AFEISA</u>	Series 984-385/485/685/785
<u>Alfa Laval</u>	Satt Con
<u>Allen Bradley (Rokwell)</u>	Serie PLC-2
<u>Allen Bradley</u>	SLC-500, SLC-5/01 y /02
	Series PLC-5 y PLC-3
<u>B&R</u>	Series MCPP
Digital	Varias series
Eliop (casa española)	Serie 3000
	PLC64 (controles 8025 y 8030)
<u>Fagor Automation (casa española)</u>	PLCI (controles 8025, 8030 y 800)
<u>Fuji Electric</u>	PLC (control 8050)
	Series Micrex y Flex
	Micro y Serie 90-20
<u>GE-Fanuc</u>	Serie 90-30
	Serie 90-70
	Power Mater
	Series EC/ECL, H-Board y H200/250/252
<u>Hitachi</u>	Serie H302/702/2002
	Hidic/Hizac
<u>Izumi (IDEC)</u>	Series FA-2/2J/3S
<u>Keyence</u>	Micro 3
<u>Klockner Moeller</u>	Keyence KZ-300
<u>Klockner Moeller USA</u>	PS3, PS306, PS4-101/201/401
	PS24
	PS316 y Serie 620
<u>Koyo</u>	Kostac
	PLC Direct
Landis & Gyr	SAIA-PC
Matsushita	Mewnet FP
Mitsubishi	Series Melsec A/F/FX/Q
<u>Omron</u>	SP10/16/20
<u>Omron España</u>	C20/C20K/C28K/C40K/C60K
	C20H/C28H/C40H/C60H
	CPM1/CPM1A

TABLA 3. TIPOS DE PLC (continuación)

Fabricantes	Autómatas / Series
	CQM1 C200H/C200HS/C200HALPHA CVM1/CV500/CV1000/CV2000
Pilz	Serie PSS-3x
	Promodul-F
	Promodul-U
Schleicher	microLine
Sharp	New Satellite
Shinko	Selmart
	S5-90U
	S5-95U
	S5-95F
	S5-100U
	S5-101U
	S5-115
	S5-135
	S5-155
	S7-200/300/400
	Teleperm XP/SP
Siemens AUT	LOGO!
	Series 190 y 290
Sprecher	Series 390, 490, 590 y 690
Square D Company	Sy/max 50
Telemecanique (Grupo Shneider)	TSX-07 (TSXNANO)
Grupo Shneider España	TSX-17
	TSX-37 (TSX MICRO)
	TSX-47
	TSX-57 (TSX PREMIUN)
	TSX-67
	TSX-87
	TSX-MODICOM QUANTUN
	TSX-107
	TSX P47
	TPMX P47
	TPMX P67
	TPMX P87
Toshiba	M20/M40, EX100
	PROSEC EX/T

TABLA 3. TIPOS DE PLC (continuación)

Fabricantes	Autómatas / Series
Toyota	Toyopuc-pc2
Yaskawa	Memcon-SC
Yokogawa	Serie Factory ACE
	PK2400 Series
	PK2300 Series
	PK2200 Series (Little Star)
	PK2100 Series (Rugged Giant)
	LP3100 Series
	BL1700 Series
	BL1600 Series (Little-G)
	BL1500 Series (Micro-G2)
	BL1200 Series (Little PLC)
	BL1100 Series (Little Giant)
	BL1000 Series (Tiny Giant)

2.3.1 Lenguajes de Programación. Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron por la necesidad de sustituir a los cuadros de maniobra contruidos con contactores y relees, por lo tanto, la comunicación hombre – maquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje debería ser interpretado con facilidad por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relees.

- **Lenguaje a contactos (LD).** Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.
- **Lenguaje por lista de instrucciones (IL).** En los autómatas de gama baja es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemonicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También se puede decir que este tipo de lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

- **Grafcet (SFC).** Es el llamado grafico de orden etapa transición. Fue diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Es muy fácil de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. También se puede utilizar para resolver problemas de automatización de forma teórica para posteriormente convertirlo a plano de contactos.

2.3.2 Campos de Aplicación de los PLC's Un autómatas programable suele debe ser empleado en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

Espacio reducido.
 Procesos de producción periódicamente cambiantes.
 Procesos secuenciales.
 Maquinaria de procesos variables.
 Instalaciones de procesos complejos y amplios.
 Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Algunas de las tareas encargadas en la automatización a los PLC's y en las cuales son la solución ideal tenemos:

Líneas de ensamblaje.
 Sistemas de embalaje.
 Maquinas expendedoras.
 Controles de bombas.
 Mezclador
 Equipos de tratamiento y manipulación de material.
 Maquinarias para trabajar madera.
 Sector automotriz.
 Paletizadoras.
 Maquinas textiles.
 Maquinas herramientas.
 Embotelladoras, etc.

2.4 CONCEPTOS SOBRE REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS

2.4.1 Medios De Transmisión De Una RED. Para formar la red se deben enlazar los distintos sistemas de la misma mediante algún tipo de enlace. La correcta selección de este tipo de conexión es muy importante, ya que de acuerdo a las necesidades y el entorno se deberá emplear un específico tipo de enlace.

Para esto se debe tener en cuenta las siguientes características:

- . Pérdidas de señal según el medio físico que va a utilizar.
- . Interferencias en la señal debido al entorno de trabajo.
- . Capacidad de transporte de información del medio.
- . Longitud máxima de cada segmento o línea del medio,
- . Flexibilidad.

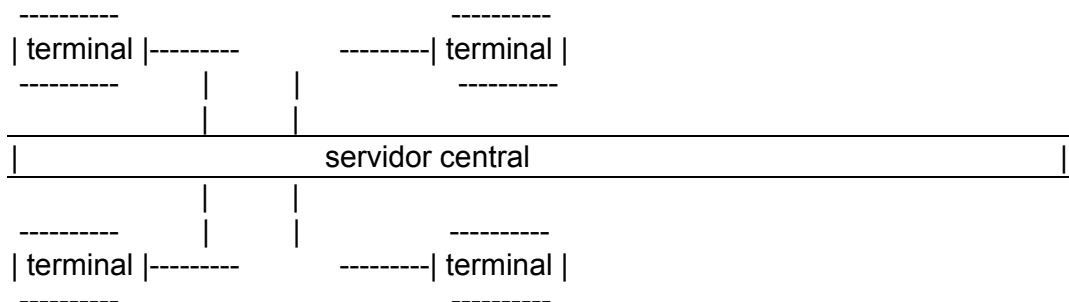
A continuación se muestran los medios mas frecuentemente utilizados y sus Características.

Tabla 4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

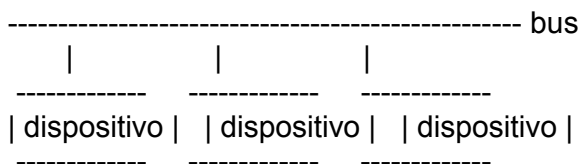
Medio	Capacidad	Pérdidas por Interferencias	Longitud Típica	coste	Flexibilidad física
coaxial grueso	alta	bajas	500 m	medio	baja
coaxial fino	alta	bajas	200 m	bajo	media
par trenzado sin apantallar	media/baja	muy altas	20-30 m	muy bajo	alta
par trenzado apantallado	media	altas	100 m	bajo	alta
fibra optica	muy alta	muy bajas ninguna	500 m - 100 Km	alto	media
Radio	media/alta	medias	10 m - 10 Km	medio	muy alta

2.4.2 Topología de redes. Se denomina topología de una red a la forma de conectar sus nodos físicamente. Según la topología obtendremos una estructura en forma de figura geométrica:

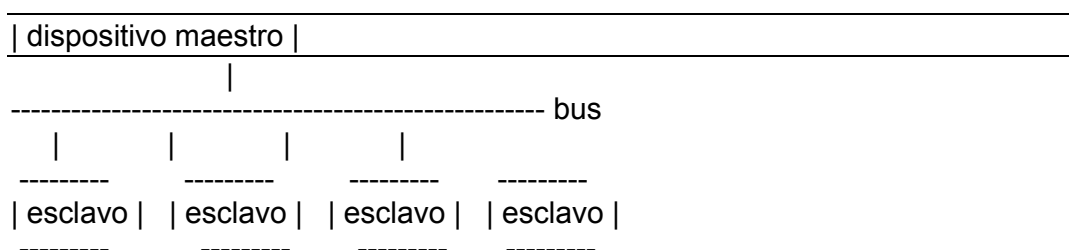
- **Topología en estrella.** En esta configuración cada nodo/terminal está conectada a un servidor central por medio de un enlace punto a punto dedicado. Los mensajes son transmitidos al servidor central y desde allí son retransmitidos al terminal al que van destinados.



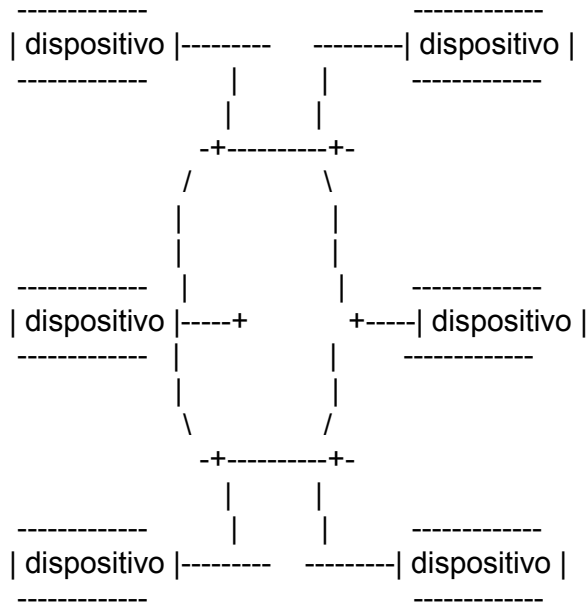
- **Topología en bus.** En este caso existe un sólo enlace de comunicaciones, llamado bus, al cual se conectan directamente todos los dispositivos. Existen dos formas de comunicación en esta topología:
- **Por colisión:** cuando un dispositivo desea comunicar con otro, deposita un mensaje en el bus indicando a qué dispositivo va destinado. Mientras un dispositivo está transmitiendo el resto se limitan a escuchar, pero es posible que en el momento de comenzar la transmisión dos dispositivos lo hagan de forma simultánea. Se dice entonces que se ha producido una colisión, anulándose ambos mensajes. Esta es la configuración empleada en red Ethernet, por ejemplo.



Maestro/esclavo: existe un dispositivo (maestro) que indica cuando puede comunicar cada dispositivo (esclavos). Esta es la forma más extendida en redes de ámbito industrial.



- **Topología en árbol.** Se constituye de varias topologías en bus, formando una estructura arbórea. La estructura comienza en un dispositivo denominado cabecera, desde el cual parten dos o más buses, cada uno de los cuales, en su extremo, pueden dar origen a dos o más buses, y así sucesivamente.
- **Topología en anillo.** Una red en anillo consta de dispositivos distribuidos alrededor de un medio de transmisión en forma de anillo, al cual se conectan a través de un pequeño repetidor que interrumpe el canal.



En este caso la información viaja desde el dispositivo emisor al adyacente. Cuando un dispositivo recibe una información, la examina para ver si está destinada a él, y si no es así, la pasa al siguiente. El sentido de recorrido siempre es el mismo (en el de las agujas del reloj o al contrario), y la transmisión se efectúa por mensajes de tamaño limitado (paquetes).

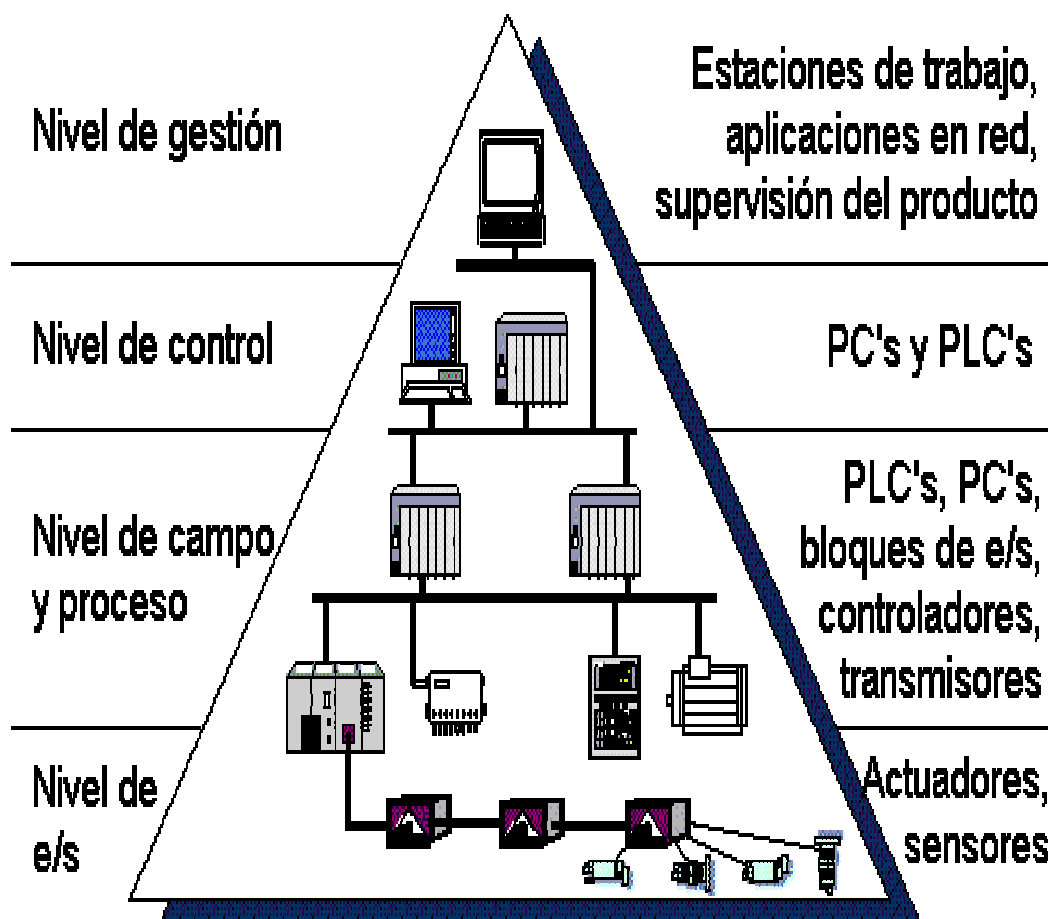
2.5 REDES INDUSTRIALES

En una empresa se encuentran una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una maquina o una parte especifica de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores/transductores, actuadores, etc. En la red industrial se ha establecido la forma de comunicar todos estos dispositivos, con el fin de aumentar el rendimiento y la productividad.

2.5.1 Niveles en una red industrial. Los equipos y dispositivos que se tienen en una empresa se deben agrupar jerárquicamente con el fin de establecer las mas adecuadas conexiones en cada área, por esta razón se identifican cuatro niveles dentro de una red industrial, a saber:

- **Nivel de gestión.** Es el nivel mas alto y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fabrica e incluso de varias fabricas. Las maquinas que se conectan en este nivel suelen ser estaciones de trabajo que sirven de enlace entre el proceso de producción y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, inventarios, etc. Aquí se emplea una red de tipo LAN o WAN.
- **Nivel de control.** Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. En este nivel se ubican los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados a diseño, control de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red tipo LAN.
- **Nivel de campo y proceso.** Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PIC, etc) dentro de subredes. En el nivel mas alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo.
- **Nivel de E/S.** Es el nivel mas próximo al proceso. Aquí es donde están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión.

Figura 3. Niveles en una red industrial.



2.6 REDES LAN INDUSTRIALES

Son las redes mas elevadas jerárquicamente y los estándares mas conocidos y extendidos son dos:

2.6.1 Map. (Manufacturing Automation Protocol): Es un producto especialmente diseñado para el entorno industrial, lo que hace que sea de mayor éxito en LAN industriales. Fue impulsado por General Motors y normalizado por el IEEE. No actúa a nivel de bus de campo, pero establece caminos hacia estos buses mediante terminales. También permite integración con redes WAN.

2.6.2 Ethernet. Diseñada por Xerox Corporation y registrada posteriormente junto con Digital e Intel. Es compatible con el modelo OSI (Open System Interconnection) en los niveles 1, 2 y 3 (el ultimo a través de puentes). Admite topologías en Bus o Árbol con comunicación semiduplex. Las velocidades van desde 10 Mbits/s hasta 100 Mbits/s. Es uno de los estándares de red que se desarrolla mas rápidamente, debido a su uso en redes ofimáticas.

2.7 BUSES DE CAMPO

Es el nivel mas simple y mas cercano al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Esta basado en procesadores simples y utiliza un protocolo mínimo para gestionar el enlace entre ellos. Los buses de campo mas recientes permiten la comunicación con buses de mayor jerarquía y mas potentes. Algunos de los buses de campo mas importantes son los siguientes:

2.7.1 Modbus Modicon. Marca registrada de GOULD INC. Define un protocolo de comunicación de topología Maestro-esclavo. Su principal inconveniente es que no esta reconocido por ninguna norma internacional.

2.7.2 Bitbus. Marca registrada por Intel. De bajo coste y altas prestaciones. Intel cedió a dominio publico el estándar, por lo que se considera un estándar abierto. Esta reconocido por la norma IEEE 1118. Es un bus sincrónico, cuyo protocolo se gestiona completamente mediante el microcontrolador 8044. Es un sistema de comunicación serie.

2.7.3 Profibus. Impulsado por fabricantes alemanes. El protocolo esta reconocido por la norma DIN 19.245. Su área de aplicación abarca manufacturación de procesos y automatización de edificios.

2.7.4 S-bus. No es un bus de campo como tal, sino un sistema multiplexor/demultiplexor que permite la conexión de E/S remotas a través de dos pares trenzados.

2.7.5 FIB. (Factory Instrumentation Bus): impulsado por fabricantes y por organismos oficiales franceses.

2.7.6 MIL-STD-1553B. Adoptado por algunos fabricantes en USA.

2.7.7 AS-I (Actuator sensor Interface), es una simple red para la conexión de sensores binarios y actuadores en el nivel de e/s en la red industrial.

2.8 REDES DE COMUNICACIÓN

La flexibilidad y rendimiento de las redes son: Estabilidad y confiabilidad (ver Tablas 5 y 6).

2.8.1 EtherNet/IP. Protocolo de comunicación abierta para la industria, recolección adquisición y control de datos

EtherNet/IP, es la misma red usada por la web y por casi todos los sistemas de e-mail, para el piso planta este protocolo de red provee los datos de piso planta y la red de negocios de la empresa porque esta hace posible el acceso fácil a la información por intermedio del sistema de información de la compañía. EtherNet/IP utiliza el estándar EtherNet TCP/IP – incluye el protocolo, chips, y medio de comunicación y agrega el IP, protocolo industrial, basado en la arquitectura netlinx.

2.8.2 ControlNet. Es una red de alta Velocidad (5Mbit/seg), de aceptable rendimiento y confiabilidad de los datos.

ControlNet es una red abierta manejada por ControlNet International, Ltd., es una red de control en tiempo real que provee una alta velocidad de transporte en tiempo y en datos incluyendo carga y descarga de programación y configuración de datos y mensajes de igual a igual todo en uno, único medio físico de conexión.

ControlNet es altamente determinística porque tiene la habilidad de predecir con confiabilidad cuando los datos fueron liberados. ControlNet es también conocida por su repetibilidad natural que garantiza que el tiempo de transmisión constante no se vea afectado por dispositivos conectados o por salida de datos de la red estos son requerimientos críticos que conllevan a la confiabilidad, sincronización y coordinación en tiempo real.

2.8.3 DeviceNet. Red de bajo costo, rápida instalación y reducido tiempo de falla. DeviceNet es una red abierta manejada por Open DeviceNet Vendor Association compuesta por mas de 400 compañías Basada en Tecnología Controller área Network (CAN) y basada en el modelo productor consumidor , es una solución de bajo costo efectiva para conectar dispositivos de bajo nivel en la industria. DeviceNet network permite conectar dispositivos controladores directamente de piso planta. Sin necesidad de cablear dispositivos dentro de módulos I/O. esta directa conectividad reduce el costo y tiempo de cableado. DeviceNet's es capaz de trabajar con 64 nodos usa un simple cable que puede llegar hasta 500mts de su sistema de control.

2.8.4 Data Highway Plus. La red de highway plus es una red de área local diseñada para soportar programación remota para aplicaciones en piso planta. Soporta hasta 64 nodos dentro de la red.

2.8.5 DH – 485. DH-485 es red de área local diseñada para aplicaciones de piso planta le permite conectar hasta 32 dispositivos incluyendo controladores SLC y micrologix. Dispositivos HMI y computadores personales .

2.8.6 DF1. DF1 es un protocolo maestro / esclavo para transporte de datos en comunicación serial para interfaces RS232, RS 422, RS485 .

Tabla 5. NETLINX ARQUITECTURA ABIERTA

	EtherNet/IP	ControlNet	DeviceNet
Máxima longitud de Segmento	10.000m	1 Km. en coaxial 3 Km. en fibra	100m, 250m, 500m
Máxima Longitud	Ilimitado	30 Km. en coaxial 30 Km. en fibra	4 Km. (con repetidores)
Máximo numero de nodos	1024	99	64
Rata	10 Mbps, 100Mbps	5 Mbps	125, 250, o 500 Kbps
Medio	cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, vía radio	Cable Coaxial Fibra Óptica	2 pares trenzados protegidos
Potencia de los dispositivos	De fuente independiente	De fuente independiente	24 VDC / 8 Amps.
Standard	IEEE 8023	IEC 61158 CENELEC EN50170	IEC 62026 CENELEC EN50325
Organización	ControlNet International	ControlNet International	Open DeviceNet Vendors assoc.
	Open DeviceNet Vendors Assoc.		

Tabla 6. REDES ESTABLECIDAS

	Universal Remote I/O	Data Highway Plus	DH - 485
Máxima longitud de segmento	N/A (cadena margarita)	100 ft	
Máxima longitud	10.000 ft	10.000 ft	4000 ft
Máximo número de nodos	1 scanner 32 Nodos	64	32
Rata	57.6, 115.2 o 230.4 Kbps	57.6 o 230.4 Kbps Token passing	19.2 Kbps Token passing
Medio	Par coaxial protegido	Par coaxial protegido	Belden 3106 ^a
Potencia de los dispositivos	De fuente independiente	De fuente independiente	De fuente independiente

2.9 BASE DE DATOS

La base de datos de piso establece el Puente entre los datos crudos en tiempo real de los activos y la información abierta y flexible del ambiente de negocios.

Los datos de proceso son algún tipo de información relevante a la ejecución del proceso. Los siguientes tipos de información son considerados como de proceso:

- Dato en tiempo real que es el valor actual del tag
- Dato histórico que fue el valor del tag el pasado lunes
- Dato resumen que es el promedio de cada cinco tags
- Dato evento cuando y que caldera se disparo
- Configuración de datos cuantos I/O server estoy usando y cuales son sus tipos

En general para mejorar el rendimiento y la calidad mientras se reducen costos la información adquirida debe estar disponible para su análisis. Los datos de planta son analizados para determinar:

- Análisis, diagnostico y optimización de procesos
- Ayuda para el Mantenimiento preventivo y predictivo de los activos
- Calidad en los productos y procesos
- Salud y seguridad Industrial e Impacto Ambiental.
- Reportes de producción
- Análisis de Fallas

2.9.1 Base de datos relacionales. En el sistema de base de datos relacionales la información es almacenada en múltiples tablas que son relacionadas. El acceso a estas tablas es más rápido que si toda la información estuviera almacenada en una única tabla. Microsoft SQL Server es un ejemplo de una base de datos relacional.

Una base de datos relacional no es una solución viable para almacenar datos de planta por alguna de las siguientes limitaciones:

- No pueda manejar el volumen de datos producidos por la planta
- No pueda manejar la rata de almacenamiento de los datos de planta
- SQL no maneje efectivamente datos de series de tiempo

Las plantas industriales tienen cientos de tags, todos cambiando a diferentes ratas, resultados históricos de la planta de varios meses están almacenados en una base datos relacional en cientos de Gigabytes de datos. Por ejemplo, una planta con 10.000 variables, cambiando a un promedio de cada 2 segundos esta generando 5.000 valores por segundo, 5.000 series de datos deben ser insertados por lo tanto en la base datos cada segundo para un almacenamiento completo, es una velocidad insostenible para una base de datos relacional normal como Oracle o SQL Server.

Una vez se tenga automatizada la planta es posible implementar un sistema de adquisición de datos con un programa que tome la información de piso y la almacene en una base de datos única. Existen muchos de estos programas en el mercado. Adicionalmente en Colombia se puede hacer un programa de estos para una pequeña planta a continuación reseñamos algunos de estos programas:

2.9.2 Programa de adquisición de Datos IFIX. El programa recolecta procesa y distribuye datos en tiempo real con una comparable flexibilidad y escalabilidad. LA arquitectura IFIX habilita los usuarios para manejar múltiples clientes incluyendo clientes vía Internet.

La característica mas Importante de IFIX es el aumento en funcionabilidad y el fácil uso, incluyendo características creadas específicamente para direccionar firmas electrónicas, también hacer auditorias avanzadas que regulan la industria. Esta funcionabilidad hace que el usuario pueda introducir nuevos niveles de seguridad y responsabilidad dentro de la organización sin importar el tipo de industria.

❖ **Opciones De Configuración Del Sistema Ifix.**

- **Servidor de IFIX**

El servidor de ifix conecta las entradas y salidas físicas y mantiene las base de datos del proceso. Una gran variedad de tags están disponibles incluyendo entradas y salidas análogas y digitales, cálculos, alarmas, totalizadores, temporizadores, funciones de control continuo y funciones control estadístico, comandos SQL, y más. Cada servidor hace posible los datos en tiempo real y datos requeridos por las aplicaciones del computador cliente, u otras aplicaciones del usuario. Las aplicaciones incluyen graficas en tiempo real, tendencias, reportes, batch, y muchas otras. Estas aplicaciones pueden correr en el mismo computador servidor o en cualquier numero de servidores o computadores clientes en una LAN, intranet o internet.

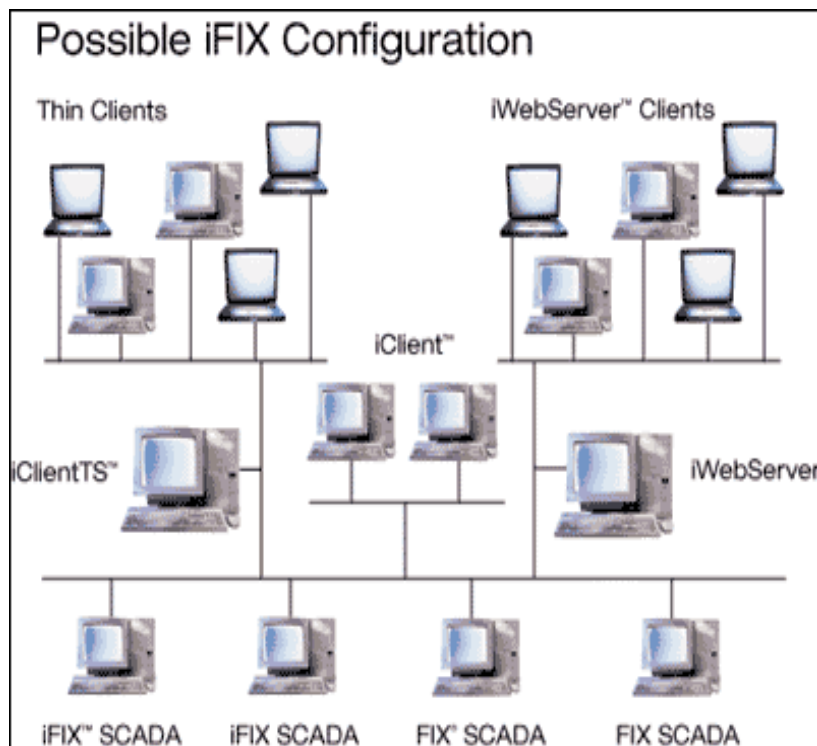
- **ICliente**

Es el cliente estándar, este es instalado en el computador cliente, con una autorización apropiada, el usuario tiene un completo acceso a todos los datos de la red. Todas las aplicaciones pueden correr en Icliente, incluyendo tendencias, alarmas y reportes. Y, los usuarios pueden ejecutar desarrollos en línea incluyendo construcción de graficas y agregando tags al servidor.

- **Servidor Iweb**

Iweb es una aplicación que muestra las pantallas de Ifix a través de la red de internet.

Figura 4. configuración de Ifix



❖ **Componentes adicionales de ifix.**

- **Idowntime**

Es un programa para detectar las ineficiencias en la producción que afectan el negocio y sacar el mayor provecho de los equipos instalados.

Este es flexible y potente para identificar los eventos de parada aleatorios, revela las ineficiencias escondidas relacionadas con los equipos. Sintoniza el negocio para mejorar la utilización de los activos.

- **Herramienta Dynamo de iFIX**

Es usada para agregar bloque de funciones a la base de datos iFIX en tiempo real, la documentación y los códigos muestra, para crear una base de datos dynamo usa programación en C.

Una vez instalada proporciona una variedad de de grandes capacidades que incluyen:

- Fácil configuración para cada dispositivo específico tal como bombas, motores, válvulas, y controladores PID.crea y mapea directamente desde un solo tag todos los parámetros de los equipos
- Agrega nuevas funciones específicas (Controladores PID) o algoritmos especializados incluyendo funciones de control propietario.
- Simplifica la configuración y conexión de dispositivos inteligentes (bus de campo)

- **Herramientas de integración iFIX**

Contiene las siguientes funciones principales:

HDR, reporte histórico de datos

HDA, acceso histórico de datos

EDA, fácil acceso a la base de datos

- **Reporte histórico de datos**

HDR es un programa ejecutable que provee un camino fácil para generar reportes, este extrae datos históricos de archivos iFIX y los exporta a archivos CSV (coma separada variable).La salida de HDR puede ser usada directamente o puede ser fácilmente importada por un paquete tal como Microsoft Excel.

- **Acceso histórico de datos**

HDA entrega al usuario la capacidad de escribir interfaces de cliente y gráficos. Que puedan ser leídos y procesar datos de los datos históricos de iFIX.

- **Fácil acceso a la base de datos**

EDA para visual Basic, C y C++, permite al usuario escribir interfaces de cliente que puedan ser leídas, escribir y procesar datos en la base de datos existente.

- **Ventajas de iFIX**

Potente arquitectura distribuida Cliente-Servidor

Recolecta, procesa y distribuye datos en tiempo real con incomparable flexibilidad y escalabilidad. La arquitectura de iFIX habilita a los usuarios para tener múltiples clientes.

- **Sistema rápido de desarrollo y despliegue**

Esta propiedad de iFIX proporciona una adición fácil y rápida de cualquier aplicación hecha por ejemplo en Visual Basic. Adicionalmente tiene un drive de animación experto.

- **Integración de aplicaciones simplificada**

iFIX tiene una tecnología de seguridad patentada. En la cual se pueden introducir aplicaciones de otros fabricantes sin el ambiente iFIX. Sin comprometer la confiabilidad de su sistema.

❖ **Aumento de Seguridad y Responsabilidad**

iFIX tiene una gran seguridad y capacidad de firmas electrónicas diseñado para habilitar la restricción de acceso y con una gran variedad de niveles y sus principales características son:

Terminal servidor
Visual Basic Incluido
Recolector histórico
Firma electrónica y funcionabilidad de registro electrónico
Sincronización para seguridad windows
Tiempo real y tendencias históricas
Fácil acceso a la base de datos sin necesidad de conocimiento de SQL
Colección y manejo de datos
Reportes amplios
Manejo de Alarmas
Funcionalidad de contador de Alarmas
Seguridad basada en nodo
Trabaja en red
Configuración on-line
Visualización de procesos
OLE para control de procesos
Soporta control Activex
Control supervisorio
Grafico orientado a objetos
Arquitectura conecte y resuelva

2.9.3 Wonderware. Este programa del fabricante Wonderware toma la base de datos de Microsoft SQL server y la convierte en Industrial SQL server. Adquiere datos en tiempo real con gran resolución y captura datos también en tiempo no real, es decir datos en forma manual. Las bases de datos relacionales convencionales no son adecuadas para la demanda de ambientes de planta las cuales requieren altas velocidades de adquisición y datos basados en series de tiempo.

El servidor histórico de SQL combina las pantalla de usuario final, recolección de datos de alta velocidad con extensiones de tiempo para una base de datos relacional de Microsoft SQL integrado.

El servidor histórico de SQL es fácil de utilizar y define como los datos son adquiridos, almacenados y recuperados todos los datos sin importar su fuente

o tiempo de entrada son totalmente integrados a una sola base de datos de planta.

Wonderware tiene la capacidad de reconfiguración dinámica que permite a todos los usuarios fácil cambio de la configuración de recolección de datos históricos sin interrumpir la recolección de datos o dañar la secuencia de datos del proceso.

La configuración de la base de datos industrial SQL puede ser importada o exportada en su totalidad. En general los usuarios pueden editar los archivos de configuración con Microsoft Excel permitiéndoles rápidamente cambiar los valores de ingeniería.

Industrial SQL server usa el servicio de adquisición de datos (IDAS), para adquirir datos desde servidores I/O distribuidos a lo largo de la planta . IDAS puede correr remotamente y en una configuración redundante, esto es, si la red de la planta falla no afecta severamente la recolección de los datos. IDAS puede ser configurado para almacenar datos durante una pérdida de un nodo primario de Industrial SQL server

Industrial SQL server tiene la propiedad de que si la conexión del nodo servidor se pierde entonces se activa la función de almacenamiento y envío. El dato es almacenado localmente en el nodo IDAS hasta que la conexión sea restablecida. No se pierde el dato y esta tarea puede ser configurada rápidamente. En la figura 5. se muestra una representación en bloques.

❖ **Administración Flexible y segura**

Industrial SQL server provee una consola amigable basada en Manejo de consola de Microsoft, esta consola puede ser accedida por cualquiera en la red incluyendo al administrador del sistema. Este manejo de la consola provee un servicio de administración sencillo y flexible. La recolección de datos nunca son interrumpidos cuando se configura o administra el sistema.

Wonderware integra varios programas aplicativos son los siguientes:

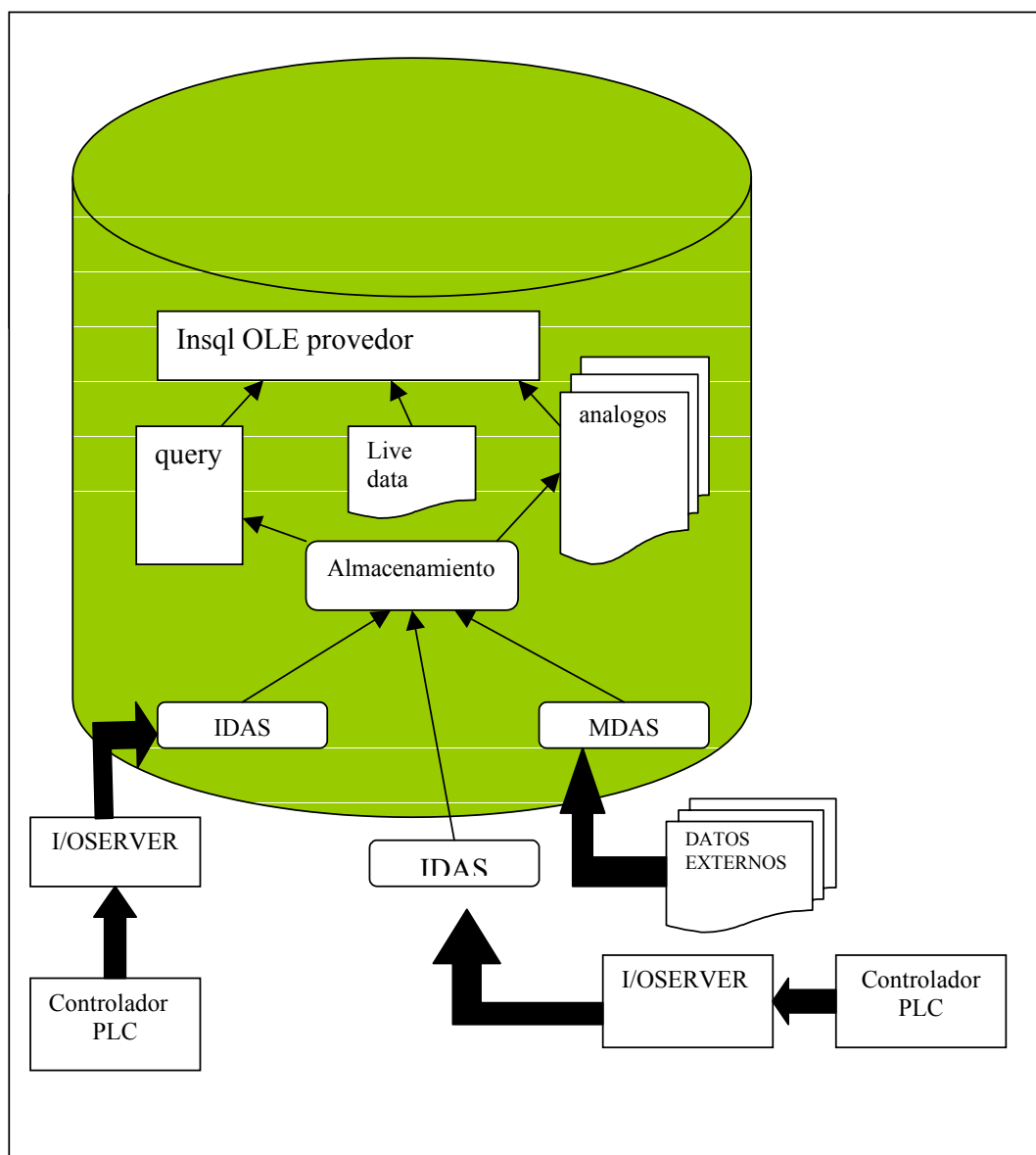
Active Factory Analiza datos en tiempo real e históricos para detectar pequeñas pero costosas pérdidas de producción.

Análisis DT este programa calcula el OEE efectividad global de equipo y analiza las tendencias de pérdida de tiempo para ayudar al gerente de planta a mejorar la eficiencia y calidad de la misma.

Análisis QI este programa provee un eficiente control estadístico del proceso (SPC) y una gran funcionabilidad para maximizar la calidad del producto.

Suite Voyager este programa provee información de la planta vía web. Dando al personal de la planta información exacta que Ellos necesitan para optimización de la planta.

Figura 5. Representación en bloques de Industrial SQL



3. UTILIZACIÓN EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO

La base de datos de piso planta no dice que modelo de gestión podemos utilizar eso depende de cada organización o compañía, pero lo que si nos ayuda claramente es en la gestión de la información clara y precisa, en el análisis de causa de las fallas así como en identificar partes del activo que se pueden cambiar antes que ocurra una avería por ejemplo si una temperatura entrada análoga de 4 a 20 miliamperios tiene con una fluctuación aleatoria que saca al sistema de funcionamiento del contexto operacional, pero por periodo de tiempo demasiado pequeño que no perceptible al operador indica que posiblemente el elemento o sensor esta deteriorándose (pt-100, termocupla etc.) lo que podríamos hacer antes de que ocurra la falla es cambiar este elemento.

Esto se logra con solo mirar la variable durante un periodo de tiempo razonable, Estamos cambiando el periodo de Mantenimiento preventivo. Así también la información de la base de piso planta nos ayuda a identificar la causa raíz de las fallas en el activo para buscar soluciones económicamente viables y eficaces que eviten las paradas en el futuro por la misma causa.

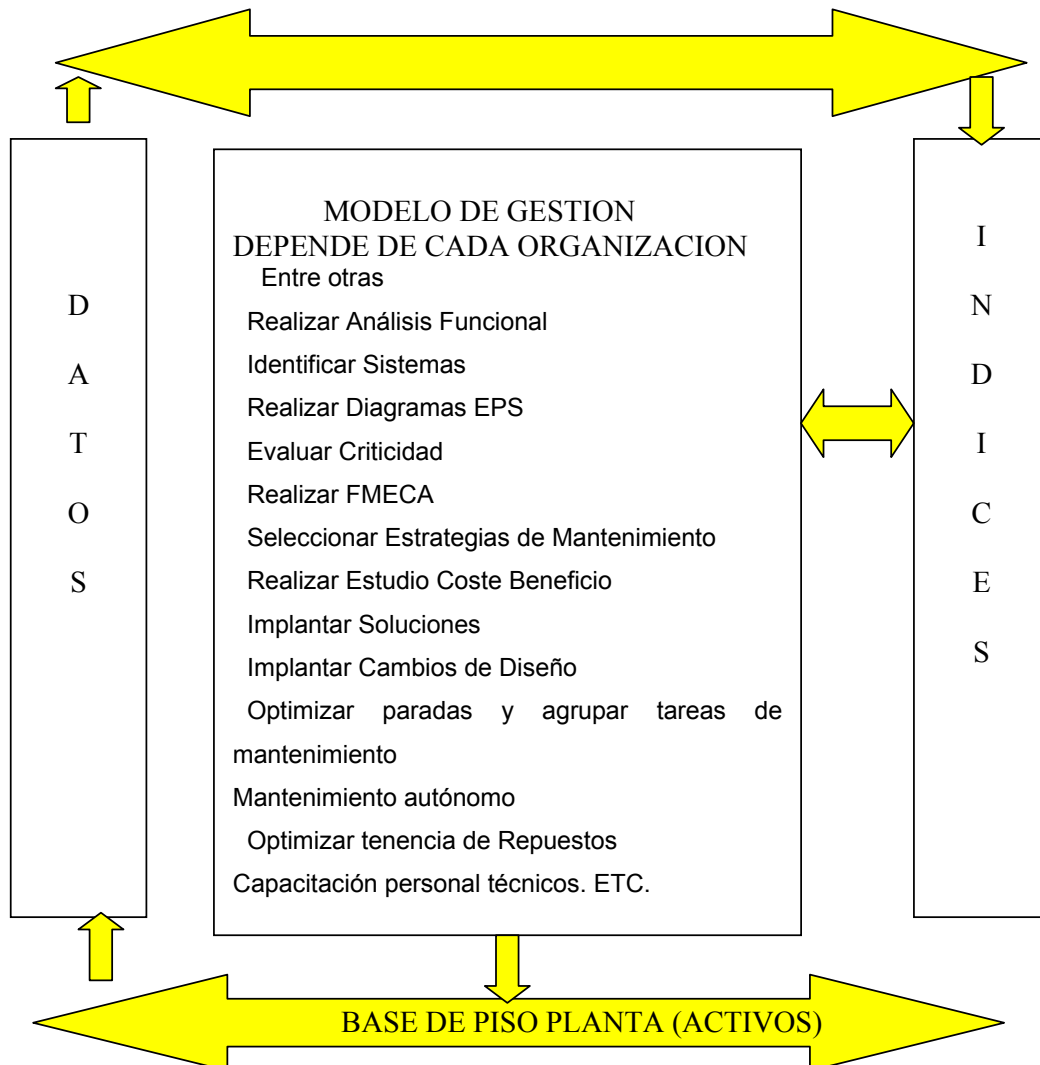
En la figura 6. se representa un modelo de gestión donde se muestra una posible configuración de un modelo de gestión, en la que se quiere resaltar la importancia de la interrelación entre la base de piso planta que proporciona los datos en tiempo real de los activos y los índices de gestión calculados a partir de estos datos.

Lo anterior da una visión real de lo que pasa en la planta para poder retroalimentar a través de una gestión de mantenimiento que depende de cada organización y que debe incluir entre otras:

- Realizar análisis funcional.
- Identificar sistemas.
- Realizar diagramas EPS.
- Evaluar criticidad.
- Realizar FMECA.
- Selección de estrategias de mantenimiento.
- Realizar estudio de costo beneficio.

- Implantar soluciones.
- Implantar cambios de diseño si es necesario.
- Mantenimiento autónomo.
- Análisis de fallas.

Figura 6. Modelo de gestión



3.1 INDICES DE GESTION

En Mantenimiento como en todos los procesos administrativos se deben llevar índices de gestión es decir como va el sistema y dependiendo de esto se toman acciones correctivas o mejorativas en cada uno de los sistemas o subsistemas de las maquinas o por que no en las personas que mantienen dichas maquinas, por que pueden existir problemas de capacitación, actitud o otros factores externos que afectan el buen funcionamiento de los sistemas. podemos entonces observar que el mantenimiento mas que un bien es un servicio que prestan ciertas personas a un cliente ya sea interno o externo, por lo tanto este debe ser medido con criterios internacionales de calidad y cumplimiento así como uno muy importante costos. Pero para poder hacer los índices necesitamos datos. Muchos de estos datos son sacados de las ordenes de Mantenimiento. pero lo referente con el desempeño propio de la maquina en producción tiene que ser sacada o bien por el operario o por un forma de adquisición de datos. Es decir la adquisición de datos no tiene que entrar en conflicto con el sistema de gestión de mantenimiento. Debido que este puede ser alimentado con los datos de la base de datos para que las acciones correctivas o planeadas de Mantenimiento sea eficaces y correspondan a la realidad haciendo que todas las intervenciones de mantenimiento sean efectivas es decir una gestión clara y asertiva pero sobre todo se vea como una inversión y no como un gasto.

Por otro lado la estrategia está compuesta por las metodologías que se desarrollan con el fin de evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica el desarrollo de índices, rendimientos e indicadores que permitan medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o internacionales. Es la guía que permite alcanzar el grado de éxito propuesto.

De esta manera existen tres actores en una actividad industrial que son:

- Mantenimiento: como ya hemos referido anteriormente es el conjunto de personas que ofrecen o prestan un servicio de conservación del activo.
- Producción : Es básicamente la empresa o departamento que requiere el servicio de Mantenimiento para sus activos con tal de producir bienes o servicios.
- Parque Industrial : Es el conjunto de activos o líneas de producción utilizadas para producir bienes o servicios. Estos son los elementos donde se aplican las acciones del mantenimiento.

La mantenibilidad es el estudio de la relación entre el mantenedor y el activo o parque industrial. La confiabilidad estudia la relación en el Producción y Maquina. La disponibilidad estudia la relación entre los tres actores productor Maquina Mantenedor.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

3.1.1 Confiabilidad. La probabilidad de que un equipo¹ desempeñe satisfactoriamente las funciones para las que fue diseñado, durante el período de tiempo especificado y bajo las condiciones de operación dadas se define como confiabilidad

Este índice nos permite con base de datos operativos para el mantenimiento, estudiar el comportamiento del equipo en operación permitiendo aislar componentes con problemas, diseñar políticas de mantenimiento además encontrar el tiempo económico de cambio de partes y por supuesto establecer frecuencias para mantenimiento preventivo.

Probabilidad es una fracción o porcentaje que significa el numero de veces que ocurre un evento, dividido por el numero total de intentos, ejemplo la probabilidad que un equipo funcione bien durante 85 horas es 0.75 (o 75%), indica que el equipo funcionara bien durante 75 veces de 100 intentos por al menos 85 horas.

Desempeño satisfactorio este elemento es muy importante, debemos conocer las condiciones cuantitativas y cualitativas que definen las funciones que el sistema debe lograr normalmente presentados en las especificaciones del sistema. Cualquier alteración de las especificaciones técnicas de diseño que afecten el funcionamiento correcto del equipo debe ser considerada como falla. Un ejemplo es: Un automóvil que fue diseñado para transporte, se desempeñará satisfactoriamente así el radio o las luces estén averiadas.

Periodo de tiempo es muy importante saber cual es el periodo de tiempo o intervalo y debe ser plenamente especificado puede estar basado en calendario , en horas de operación, en ciclos o inclusive en otros tipos de medidas como contadores de kilómetros etc.

Condiciones de operación dadas estas condiciones son la ubicación geográfica donde se espera que el equipo funcione, Medio Ambiente, vibraciones, transporte, almacenamiento, empaque. Etc.

¹ ROJAS, Jaime. Introducción a la Confiabilidad. Bogot á: Universidad de los Andes. 1975.

La confiabilidad tiene que ver mucho con el diseño y con el mantenimiento, para los países desarrollados esta medida los ayuda a mejorar sus diseños. En los países en vía de desarrollo se tiene que empezar a trabajar fuertemente en estos conceptos con el fin de mejorar el mantenimiento y mas aun con la nueva complejidad de las Maquinas modernas.

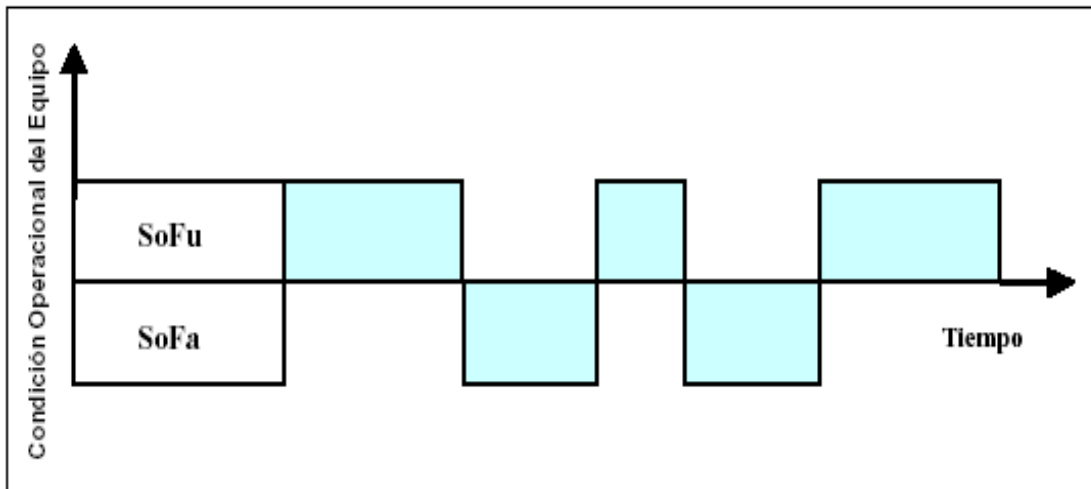
Esta medida no va en contra vía e ninguna metodología de mantenimiento todas se pueden medir con la confiabilidad.

3.1.2 Mantenibilidad. La mantenibilidad de un equipo es la probabilidad de que un dispositivo sea devuelto a un estado en el que pueda cumplir su misión en un tiempo dado, luego de la aparición de una falla y cuando el mantenimiento es realizado en un determinado período de tiempo, al nivel deseado de confianza, con el personal especificado, las habilidades necesarias, el equipo indicado, los datos técnicos, manuales de operación y mantenimiento, el departamento de soporte de mantenimiento y bajo las condiciones ambientales especificadas².

Podemos observar en el diagrama básicamente el estado de funcionamiento o de no funcionamiento de una maquina este diagrama lo puede generar la base de datos de piso adicionalmente nos puede indicar el tiempo de parada de la maquina como las horas de inicio. (ver figura 7).

Figura 7. Diagrama de funcionalidad de una Maquina

² KELLY, A. y HARRIS, M.J. Gestión del mantenimiento industrial. Madrid: Fundaciones Repsol. 1998.



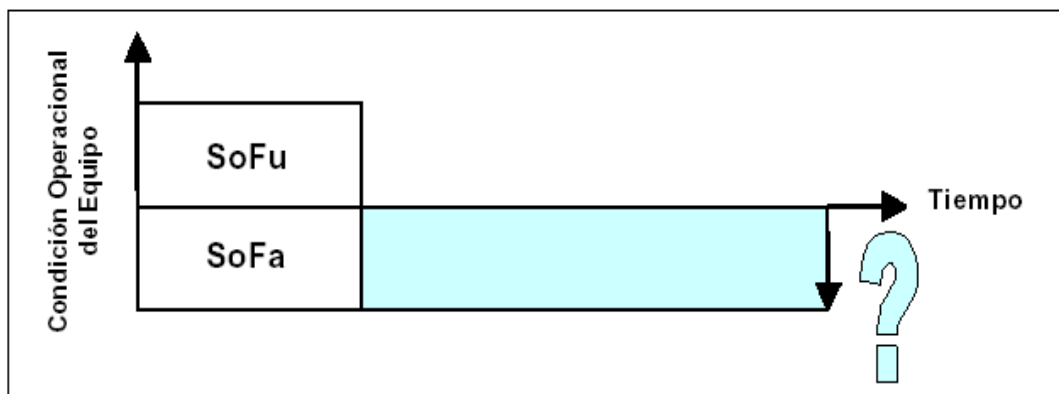
Donde SoFa es state of Failure (estado de falla)

SoFu es State of Functioning (estado de funcionamiento)

La Mantenibilidad es una función del diseño también, pero tiene que ver con el equipo de mantenedores y la experiencia que estos tengan debido a que en mantenimiento la experiencia es de vital importancia ya que no solo basta con el conocimiento teórico del equipo. Es decir tiene que ver con el tiempo SoFa es la habilidad de los mantenedores en reparar lo mas rápidamente la falla y prevenirla en el futuro.

En los equipos de diseño hay mas preocupación en cuanto al estado de funcionamiento. pero esta mentalidad ha ido cambiando debido a que por ejemplo los militares y las agencias aeroespaciales han venido trabajando en el termino de mantenibilidad muy fuertemente.

Figura 8. Diagrama de tiempo incierto de recuperación del funcionamiento del equipo



El tiempo de recuperación de la falla del equipo es tan importante como la confiabilidad debido a que entre mas grande sea el tiempo de recuperación de función habilidad del equipo mas costosa es la parada de maquina y no solo económicamente (ver figura 8). Afecta moralmente al equipo de mantenedores y algunas veces como los militares la vida de los mismos. Entre mejor y mas rápido se repare un equipo la reducción de costos de mantenimiento baja. Se pueden llevar ordenes de mantenimiento con tiempos muy exactos de reparación. Todo esto se logra con datos precisos y bien tomados en la ejecución del mantenimiento este índice se saca mas por experiencia.

3.1.3 Disponibilidad. La probabilidad de que el equipo esté operando satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), tiempo administrativo y tiempo logístico se define disponibilidad³

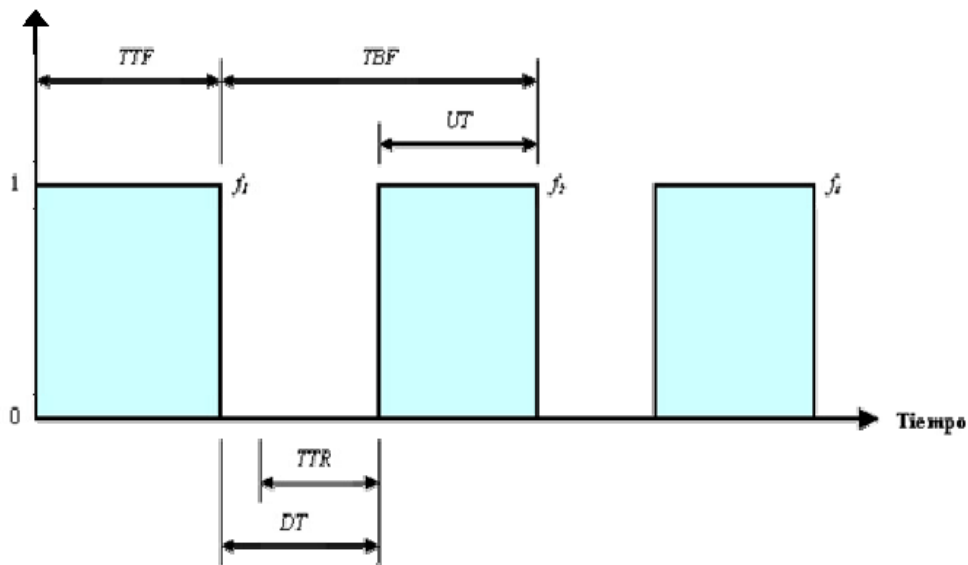
Este índice es una cualidad de la función habilidad de un equipo. Es decir estar siempre disponible para su operación es tan importante como la confiabilidad, hay dos maneras básicamente una es que el equipo sea fácilmente recuperable después de una falla y la otra es diseñar equipos mas confiables pero esto por supuesto eleva su costo haciéndolo imposible de comprar.

3.1.4 Relaciones Matemáticas.

En la figura 9. se muestran las condiciones de trabajo de un equipo, en el periodo 1 el equipo está en producción, en el periodo 0 está en falla.

Figura 9. Grafica de condiciones de trabajo de un equipo.

³ KELLY, A. y HARRIS, M.J. Gestión del mantenimiento industria. Madrid: Fundaciones Repsol . 1998.



Donde:

1 = Condición operacional del equipo.

0 = Condición no operacional del equipo.

F_i = Falla i -ésima.

TTF = Time to Fail, tiempo hasta fallar (usado en equipos no reparables, que sólo fallan una vez).

TBF = Time between failures o tiempo entre fallas.

UT = Up time o tiempo operativo entre fallas.

DT = Down time o tiempo no operativo entre fallas.

TTR = Time to repair o tiempo necesario para reparar.

De aquí se derivan los siguientes parámetros para un número de fallas = m .

MTBF = Mean time between failures, tiempo medio entre fallas = $\sum \frac{TBF}{M}$

MUT = Mean up time, tiempo medio de funcionamiento entre fallas = $\sum \frac{UT}{M}$

MDT = Mean down time, tiempo medio de indisponibilidad entre fallas = $\sum \frac{DT}{M}$

MTTR = Mean time to repair, tiempo medio de reparación = $\sum \frac{TTR}{M}$

❖ Confiabilidad

La relación matemática que expresa la confiabilidad esta representada por la siguiente expresión :

$$R = e^{-\left(\frac{\tau}{MTBF}\right)^\beta}$$

Donde R es la confiabilidad
 τ es el tiempo
 β da la forma de la curva

El parámetro β permite a la distribución de Weibull tomar diversas formas, parámetros β menores a 1 son característicos de los equipos en períodos de mortalidad infantil (tasa de falla decreciente); con valores cercanos a uno, de equipos en períodos de vida útil (tasa de falla constante y aleatoria); y con valores mayores a 1, de equipos en períodos de desgaste (tasa de falla creciente)⁴, En la siguiente tabla se muestra un resumen de los períodos de la curva de la bañera (figura 10), asociados al parámetro β de la distribución Weibull. La curva de la bañera nos indica el periodo en el que se encuentra la máquina para planificar el mantenimiento que debemos hacer.

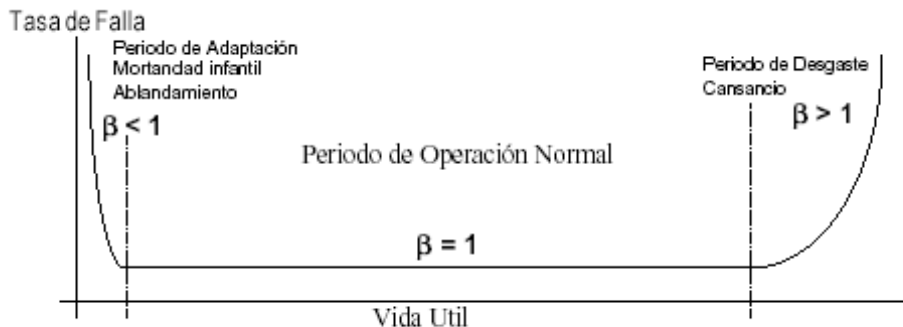
Valor de β Característica

$1 < \beta$ Tasa de falla decreciente (Mortalidad infantil)

$1 = \beta$ Tasa de falla constante (Vida útil)

$1 > \beta$ Tasa de falla creciente (Desgaste)

Figura 10. Curva de la Bañera



La confiabilidad se puede hallar con programas especializados, estadísticos a partir de datos en un archivo plano, estos datos son proporcionados por la base de piso planta tiempos de parada de producción de las maquinas. También es

⁴(Weibull Distribution Internet,2000).en: <http://www.weibul.com>

posible que con un desarrollo en excel para una cantidad no muy grande de datos se pueda calcular la confiabilidad así como β y MTBF.

Podemos entonces Hallando no solo la confiabilidad sino también β podemos organizar el tipo de mantenimiento que debemos efectuar en dicha maquina.

Si $\beta < 1$ el activo esta en periodo infantil las acciones de Mantenimiento deben estar orientadas a mantenimiento correctivo o modificaciones, chequeos de calidad de Equipos o Montajes. Pueden estar asociadas las fallas a defectos de materiales o de fabricación, montajes Ajustes o construcciones defectuosas, malas reparaciones etc.

Si $\beta = 1$ se encuentra en la fase de madurez aquí las acciones de Mantenimiento deben estar orientadas a vigilar y controlar todas las variables técnicas y humanas de operación, podemos utilizar la base de piso planta para monitorear fallas aleatorias, también utilizar tecnologías de predictivo como vibraciones y termografía, etc , Las fallas en esta periodo pueden ser asociadas a sobrecarga de los equipos, cambio constante en la operación de los equipos, errores Humanos, Medio Ambiente y mala operación es aquí donde la base de piso planta nos proporciona la información detalla y en tiempo real de condiciones operacionales como velocidades de maquinas etc.

Si $\beta > 1$ el desgaste de la maquina es excesivo por lo tanto es necesario entrar a utilizar mantenimiento preventivo y mejorativo cambiando partes por nuevas inspeccionando con regularidad los componentes críticos de la maquina utilizando las vibraciones debido a que la corrosión y el desgaste, fatiga vejez de los elementos son los principales elementos que intervienen en las fallas de los activos es prudente utilizar tecnología de punta ni solo para detectar las posibles causas de las fallas sino para efectuar cambios en las maquinas por ejemplo sistemas mecánicos antiguos por sistemas mecánico electrónico moderno

Como se ha descrito la tasa de fallas como β nos indican cual es la mejor manera de aplicar mantenimiento esto hace que se ahorre dinero en mantenimiento preventivos innecesarios. Por lo general las compañías son muy dadas a aplicar mantenimiento preventivo desde que la maquina es instalada esto provoca que la vida útil del activo se vea decrementado como consecuencia de intervenciones no justificadas de los mecanismos. La base de piso recolecta la información y nos ayuda a preservar la vida útil del equipo. Ahorrando dinero que es que cualquier Gerente de planta quiere.

❖ **Mantenibilidad**

La Mantenibilidad esta asociada con el tiempo de reparación o de puesta en marcha de un equipo después de una falla es decir la velocidad con que un equipo es retornado a sus condiciones normales de operación después de que haya ocurrido una falla la representación matemática es la siguiente:

$$M = 1 - e^{-\frac{t}{MTTR}}$$

Podemos incluir los siguientes variables que influyen en el tiempo para reparar

- Tiempo que se tome para diagnosticar la causa de la falla
- El tiempo para consecución de partes necesarias para la adecuada reparación
- Tiempo que se toma en tener acceso a la parte o partes en falla
- El tiempo en remover el componente en falla y remplazarlo
- El tiempo necesario para retornar el sistema a modo de operación
- El tiempo para verificar que el sistema este en funcionamiento con las especificaciones de operación
- El tiempo asociado con el sistema y llevarlo a operación normal de operación

Estos tiempos son en caso de un equipo que entra en falla durante la operación normal, Pero si miramos también los tiempos de reparación en mantenimiento preventivo, aquí si se debe tener una adecuada planeación para minimizar los tiempos de ejecución de la tarea de mantenimiento en esta planeación debemos incluir materiales, equipos, herramientas, Procedimientos etc. Esto con el fin de mejorar los tiempos de ejecución del mantenimiento además esto mejora la motivación de los mantenedores.

Por lo tanto es preferible tener en la Planta un Planeador de Mantenimiento que puede ser un técnico.

• Disponibilidad

La disponibilidad esta relacionada con el tiempo medio entre fallas y tiempo medio entre reparación

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Esta disponibilidad esta representada para reparación de fallas.

Podemos decir también que la disponibilidad puede estar expresada por el numero de horas calendario en el periodo considerado con el numero de horas de intervención por mantenimiento (Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo y otros Servicios)⁵

⁵ TAVARES. Lourival Augusto. Administración moderna de mantenimiento. En: <http://www.mantenimientomundial.com>. 2000

$$DISP = \frac{\sum (HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

La disponibilidad de un equipo representa el porcentaje del tiempo en que quedo a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad. Los datos para el calculo de estos índices se pueden sacar directamente de la base de datos de piso planta.

3.2 Análisis De Falla

Otro de las tareas de mantenimiento donde la base de piso planta nos puede proporcionar una ayuda invaluable es en el análisis de las fallas, encontrar la falla raíz del problema esto se logra con los datos, conocimientos, experiencia y metodologías. Miraremos algunas metodologías para encontrar fallas, pero los datos de fallas sacados de la base de piso planta nos proporcionan la información verídica de lo que posiblemente este fallando en la maquina esta información debe ser analizada con cualquier método de búsqueda de causa raíz:

- Cinco por qué
- Espina de pescado
- Árbol lógico de fallas

Normalmente las fallas se solucionan utilizando muchas veces la experiencia, la intuición etc. Pero estas soluciones no buscan que la falla no vuelva a pasar, solo a solucionar la falla y a volver al equipo a su modo de operación lo mas rápido posible, es necesario entonces conformar un equipo de búsqueda de fallas investigación de la falla la causa raíz del problema, al encontrar la causa raíz del problema podemos dar soluciones definitivas que llevan a que esta falla se pueda prevenir en el futuro.

Durante el desarrollo estructurado de los métodos de análisis de fallas, se debe tener un conocimiento profundo del funcionamiento del equipo a analizar, de todos los componentes que éste tiene y de las variables que pueden afectarlo, así como una comunicación completa con los operadores del equipo y una fácil interpretación de los dispositivos y sistemas de monitoreo de variables, si existen.

3.2.1 Método de los Cinco “Por Qué?”

El método consiste en formular una sucesión de preguntas sobre la falla, que vayan encontrando las causas, y las causas de esas causas, resolviendo todas

estas cuestiones se logra encontrar la causa raíz. Las preguntas⁶ las puede formular el investigador hacia sí mismo, hacia las personas que operan y que están en contacto con el equipo, o frente a los equipos de monitoreo de las variables que se tengan. Por esta razón este método es muy bueno para todos los mantenedores lo apliquen es una manera sencilla de cuestionarse sobre lo sucedido con esto se va adquiriendo una mentalidad investigativa.

EL mantenedor debe estarse preguntando acerca de la falla hasta por intermedio de estas detecte completamente cual es la causa raíz del problema.

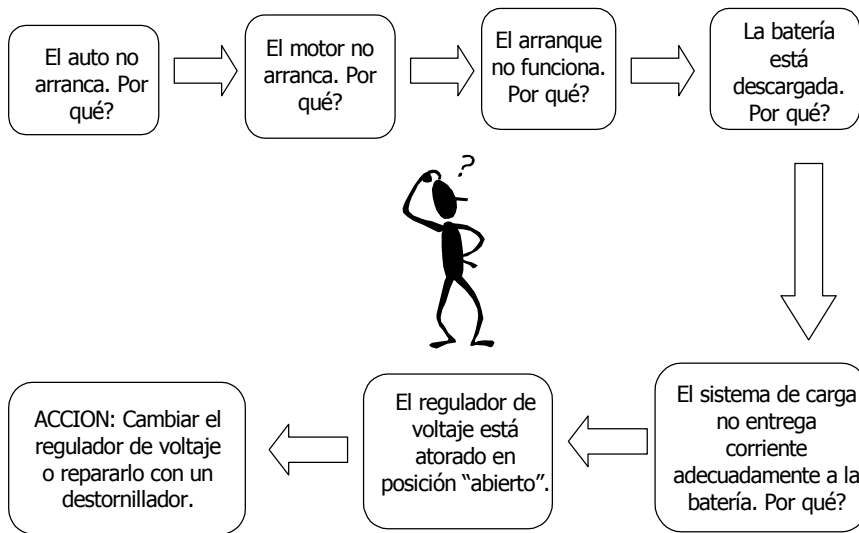
Un ejemplo del uso de los “por qué” se cita a continuación, en un caso tan simple como la avería de un automóvil. (figura 11)

Este ejemplo muestra claramente que para poder llegar a la causa raíz es necesario seguir cuestionándose lo que hace este método mas de practica que de lógica.

Este tipo de método limita al mantenedor a un solo camino no se puede sacar algún tipo de ramificaciones, por lo general cuando existe una falla, y mas en las maquinas modernas detectar o encontrar la causa raíz puede ser un poco mas complejo.

Figura 11. Ejemplo del Método de los “Por qué

⁶GALINDO Cárdenas, Alberto. Análisis y diagnóstico de fallas utilizando la metodología del árbol lógico de fallas. Bogotá: 2000. Monografía Especialización Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.



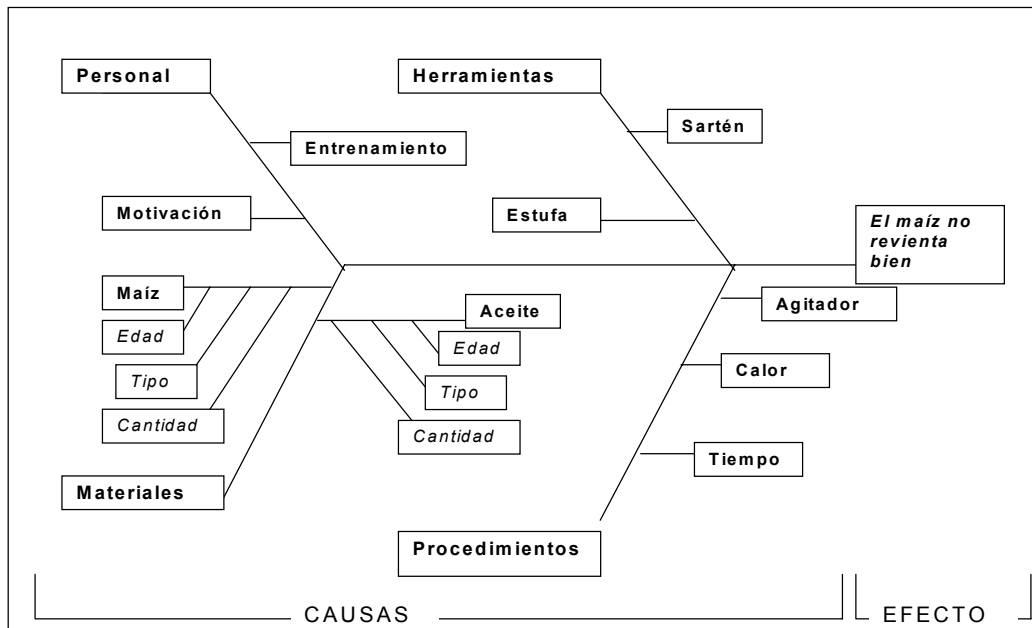
3.2.2 Método de Causa-Efecto. Espina de Pescado

El método de Causa - Efecto se basa en el agrupamiento de las posibles causas de la falla en tópicos principales, los más comunes planteados son:

1. Personal.
2. Materiales.
3. Herramientas.
4. Procedimientos.

Es posible que la falla haya sido causada por una combinación de algunas partes de estos grandes grupos, y eso es lo que se ilustra en la (figura 12.), se pretende llegar a la **causa raíz**, por la confluencia de causas que hacen parte de los grupos principales, se divide cada uno de los grupos en todas las partes que puedan afectar el resultado final, se parte de todas las posibles causas hacia la falla.

Figura 12. Ejemplo de diagrama de espina de pescado

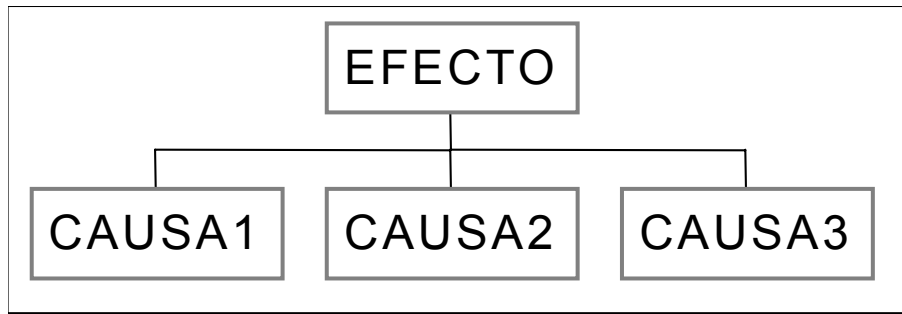


En este método se tienen que contemplar todos los aspectos o elementos que pueden influir en la falla del sistema. Es posible que la base de piso planta nos proporcione información mas clara acerca de la falla que nos pueda conducir a encontrar la causa raíz del problema, ejemplo en los materiales o en personal puede que la falla ocurra siempre que este el mismo operario lo que daría una clara idea de falta de capacitación.

3.2.3 Árbol Lógico de fallas

Finalmente, el método del árbol lógico de falla utiliza la técnica de bloques y niveles para ubicar las causas y efectos, y los relaciona mediante símbolos que se asemejan a las compuertas lógicas AND, OR y NOT. Por ejemplo, el maíz puede no reventar por causa del aceite, puede que esté muy frío o muy caliente, en un árbol lógico estas causas se relacionarían con un conector OR. La falla se divide en ramas que son sus causas, formando un nivel o bloque principal, cada causa se subdivide en otras y así sucesivamente hasta que se llega a la causa raíz, o a la combinación de causas raíz. La configuración general se observa en la (figura 13).

Figura 13. Configuración General de un Árbol Lógico



Como ya se ha descrito anteriormente la metodología de cinco porque es sencilla, solo requiere mucha practica, pero la metodología del árbol de fallas es mucho mas compleja y es para eventos que requieran mayor complejidad en su análisis. La Base de datos es ideal para este metodología y nos proporciona información real de los eventos que han ocurrido en el pasado.

3.3 METODOLOGÍAS PARA MANTENIMIENTO

Como ya lo hemos reseñado, la base de piso y planta es una ayuda a la gestión de mantenimiento, la organización y las metodologías de mantenimiento dependen de cada organización. Se puede decir que con el avance de las tecnologías modernas y la construcción de máquinas mucho mas inteligentes donde encontrar una falla requiere de grandes esfuerzos técnicos, administrativos y de repuestos esto hace que los tiempos medios entre fallas y los tiempos medios de reparación sean deficientes como consecuencia del desconocimiento de las maquinas, fallas ocultas, condiciones de operación, errores humanos, entre otros. Por lo tanto utilizar metodologías de mantenimiento se hace necesario hoy en día.

Existen muchas de estas metodologías, pero para este estudio se escogieron las dos mas importantes.

3.3.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM). *TPM es la sigla de "Total Productive Maintenance" (Mantenimiento Productivo Total) y es una técnica desarrollada en el Japón en la década de 1970, como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.*

Tiene como concepto básico "la reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración y mejora de las personas y de los

equipos", con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y el cambio de la postura organizacional. Aplicado a la industria se puede interpretar como: **"Conservación de los medios de producción por todos"**

El TPM es una técnica que promueve un trabajo donde están siempre unidos, según los mismos objetivos: el Hombre, la Máquina y la Empresa.

De esta manera, el trabajo de conservación de los medios de producción, pasa a ser preocupación y acción de todos, desde el director hasta el operador del proceso (o servicio).

El TPM compromete la eficacia de la propia estructura orgánica de la empresa, por medio de mejoras a ser introducidas e incorporadas, tanto en las personas como en los equipos.

❖ **Son objetivos del TPM:**

1. Constituir una estructura empresarial que busque la máxima eficiencia del sistema de producción (o servicio) - rendimiento global;
2. Constituir, en el propio local de trabajo, mecanismos para prevenir las diversas pérdidas, obteniendo el cero accidente, el mínimo de defectos y el mínimo de fallas, teniendo como objetivo: disminuir el costo del ciclo de vida del sistema de producción;
3. Comprometer a todos los departamentos, comenzando por el de producción (operación + mantenimiento) extendiéndose a los de desarrollo, ventas, administración etc. (incluyendo terceros);
4. Contar con la participación de todos, desde los directores hasta los operarios de primera línea;
5. Obtener la pérdida cero por medio de actividades simultaneas de pequeños grupos;
6. Mejorar la calidad del personal (operadores, mantenedores e ingenieros);
7. Mejorar la calidad de los equipos, a través de la maximización de su eficiencia y de su ciclo de vida útil;
8. Mejorar los resultados alcanzados por la empresa (ventas, satisfacción del cliente, imagen etc.)⁷.

De esta forma, se puede considerar que el TPM promoverá:

- Mejoramiento del personal, a través del cambio de mentalidad de todos, la

⁷TAVARES.Jourival Augusto. Administración Moderna de Mantenimiento. En: <http://www.mantenimientomundial.com>. 2000

adopción del mantenimiento espontáneo por los operadores, la capacitación del personal de mantenimiento y el estímulo a la revisión del proyecto de máquinas, con el objetivo de mejorar su vida útil y su mantenibilidad;

- Mejoramiento de máquinas e instalaciones: a través de la mejora de la eficiencia global, de la eficiencia técnica y del factor de utilización;

- Mejoramiento de la cultura empresarial, a través de la eliminación de tiempos de espera, resultados económicos y creación de un trabajo seguro, agradable y sin polución;

El TPM se basa en ocho pilares

1. Mantenimiento Preventivo
2. Mejoras individuales en los equipos
3. Proyectos MP/LCC (Mantenimiento Preventivo - Maintenance Prevention / Costo del Ciclo de Vida - Life Cycle Cost)
4. Educación y capacitación.
5. Mantenimiento de la calidad.
6. Control administrativo
7. Medio ambiente, seguridad e higiene
8. Mantenimiento autónomo

❖ Índice de Gestion de TPM.

La Eficiencia global de producción es calculada, a través del producto de la Tasa de Disponibilidad Operacional (DP) por la Tasa de Desempeño Operacional (Rendimiento Operacional, RO) y por el Índice de Calidad (Tasa de productos aprobados, IC), o sea:

$$EG = DP \times RO \times IC \times 100$$

A su vez, la tasa de disponibilidad operacional mediante la siguiente relación:

La tasa de Desempeño Operacional (Rendimiento), es obtenida por el producto de la Tasa Operacional Nominal (producto de la cantidad producida por el tiempo del ciclo real, dividido por la diferencia entre el tiempo de carga y el tiempo de paradas) y la Tasa de Velocidad Operativa (relación entre el tiempo de ciclo real y el tiempo de ciclo ideal), o sea:

$$RO = \text{Tasa de operación neta} \times \text{Tasa de velocidad operativa}$$



$$TON = \frac{\text{Capacidad Pr oducida} * \text{TiempoDeCiclo Re al}}{\text{TiempoDeC arg a} - \text{TiempoDeParada}} \quad TOV = \frac{\text{TiempoDeCiclo Re al}}{\text{TiempoDeCiclo Ideal}}$$

El Índice de Calidad es obtenido por la relación entre la calidad de los productos aceptables [Cantidad de insumos - (pérdida de partida + pérdida por defectos del proceso + pérdidas de productos ensayo)] y la cantidad total de insumos, o sea:

$$IC = \frac{CantidadDeProductosAceptables}{CantidadTotalDeInsumos}$$

Los resultados normalmente encontrados, cuando se hace este análisis, están entre los 30 y 50% y muestran, en cuanto se podría incrementar la productividad en el aspecto de rendimiento.

Sin embargo, en forma especial, se debe considerar que la mayoría de las actividades desarrolladas por los operadores, pueden ser de mucho desgaste, por lo que un aumento del ritmo de productividad, puede generar acciones inseguras por el cansancio y un consecuente accidente.

TPM debe ser una filosofía que debe venir de la alta Gerencia y ser irradiada hacia toda la Organización

❖ **Resultados Prácticos.**

El estudio de causas primarias de problemas, que afectan la operatividad de las máquinas, lleva a la conclusión, que la ausencia de la higiene es preponderante. En consecuencia, es fundamental la concientización de todos, en lo concerniente a la importancia de la limpieza y de la organización de todas las áreas, para la reducción de los problemas, a través de su detección en estado embrionario, además de crear un ambiente que impide su desarrollo.

Como recomendaciones para la aplicación del TPM se destacan:

- Elección de un área piloto;
- Concientización de los grupos de supervisores, encargados y operadores;
- Planificación estratégica para el complejo industrial;
- Proceso educativo para supervisores en todos los niveles de gestión;
- Capacitación de operadores en actividades básicas de mantenimiento (Limpieza, lubricación, medición y pequeños ajustes);
- Monitoreo de los resultados.

❖ **Conclusiones**

- ☑ El objetivo del TPM, es hacer con que las personas cambien sus ideas y/o comportamiento, implicando en una alteración de la cultura general de la empresa. Para conseguir esto, es indispensable que todos los empleados participen en todos los niveles y en especial, en los niveles superiores.
- ☑ El TPM es un tipo de administración participativa, que incluye a todos los

trabajadores y enfatiza el respeto al ser humano.

☑ Es necesario que los canales de comunicación de abajo para arriba, estén abiertos, para recibir opiniones, sugerencias y propuestas.

☑ Las actividades del TPM, deben ser implantadas por pequeños grupos constituidos por los miembros de todos los departamentos, incluso los administrativos y de mantenimiento, y no solamente por el personal de operación.

☑ En primer lugar, son los gerentes y supervisores que deben liderar, las actividades destinadas a la obtención de la eficiencia operacional de los equipos.

☑ La implantación del "Jishu hazen" (mantenimiento autónomo realizado por el operador), requiere que los equipos, obras e instalaciones estén bajo control y en perfecto estado.

☑ El TPM es implantado "top-down" (de arriba para abajo).

☑ El TPM busca obtener resultados, no solamente a través de los operadores, sino de toda la organización.

3.3.2 Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad. RCM fue desarrollo en primera instancia para la industria de la aviación mas tarde y debido a su éxito en esta industria fue incorporado al Departamento de Defensa de los Estados Unidos en varias aplicaciones militares.

RCM es un proceso utilizado para determinar que debe hacerse para asegurar que todo activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que en su actual contexto operacional.⁸

RCM Es un método organizado, lógico y documentado, para construir o modificar un plan de mantenimiento, conservando un balance óptimo entre su costo y la confiabilidad del servicio. Con el advenimiento de máquinas más complejas la unión de la electrónica y la mecánica hace que el mantenimiento enfrente nuevos desafíos y que requiera nuevas técnicas para mantener los activos en su contexto operacional, por ello RCM provee un sistema que permite que los usuarios puedan responder a estos desafíos en forma simple y rápida. Esto se debe a que en ningún momento pierde de vista que el mantenimiento es para preservar las funciones de los activos físicos.

RCM responde a siete preguntas básicas en el activo o sistema que se intenta analizar:

- ¿Cuales son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre una falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?

⁸ MOUBRAY, John. Reliability-Centred Maintenance. 2 ed. New York: Industrial Press Inc. 1997. 7

- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

❖ **Funciones y parámetros de funcionamiento.**

Antes de poder definir qué proceso aplicar necesitamos hacer dos cosas:

- Determinar qué es lo que los usuarios quieren que haga el activo.
- Asegurar que sea capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Entonces el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Estas funciones se dividen en dos categorías:

- Funciones primarias
- Funciones secundarias

❖ **Fallas funcionales.** Para mantenimiento es importante abordar el manejo apropiado de una falla, sin embargo, antes de poder aplicar herramientas apropiadas para el manejo de una falla, necesitamos identificar qué fallas pueden ocurrir. RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identifica las circunstancias que llevan a la falla.
- Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

Para RCM los estados de falla son conocidos como fallas funcionales debido a que hacen que el activo no pueda cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

❖ **Modos de falla.** Una vez que se ha identificado la falla funcional, necesitamos identificar todos los hechos que pueden haber causado cada estado de falla. Los modos de fallas posibles incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto operacional. El listado debe incluir fallas causadas por errores humanos, errores de diseño, entre otros.

❖ **Efectos de falla.** El cuarto paso del RCM consiste en hacer un listado de los efectos de falla, que describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla. Esta descripción debe incluir:

- Qué evidencia (sí la hay) de que la falla ha ocurrido.
- De qué modo representa una amenaza para la seguridad y el medio ambiente.
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si la hay).
- Qué daños físicos (sí los hay) han sido causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

El proceso de identificar las funciones, fallas funcionales, modos de falla, y efectos de falla trae asombrosas y muchas veces apasionantes oportunidades de mejorar el desempeño y la seguridad, así como también de eliminar el desperdicio.

❖ **Consecuencias de la falla.** Un punto fuerte de RCM es que se reconoce que las consecuencias de las fallas son más importantes que sus aspectos técnicos. De hecho reconoce que la única razón para hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es evitar las fallas por sí mismas sino evitar o reducir las consecuencias de las fallas. RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos:

- Consecuencias de fallas ocultas.
- Consecuencias ambientales y para la seguridad.
- Consecuencias operacionales.
- Consecuencias no operacionales.

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis en la idea de que toda falla es negativa y debe ser prevenida. Esto hace que se focalice la atención sobre las actividades del mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización y resta importancia a aquellas que tienen escaso efecto. Lo que nos alienta a pensar de una manera más amplia acerca de las diferentes maneras de manejar las fallas, mas que concentrarnos en prevenir las fallas. Las técnicas de manejo de fallas se divide en dos categorías:

- Tareas proactivas. Estas tareas se emprenden antes de que ocurra la falla. Y se conoce como mantenimiento preventivo.
- Acciones a falta de. Estas tratan directamente con el estado de la falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Estas acciones son: Búsqueda de falla, rediseñar, y mantenimiento a rotura.

- **Aplicación Del Proceso De RCM.** Antes de comenzar a analizar los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos de cualquier organización, necesitamos saber de qué activos se trata y decidir cuales de ellos serán sometidos al proceso de revisión de RCM. Esto significa que debe prepararse un registro de plantas.

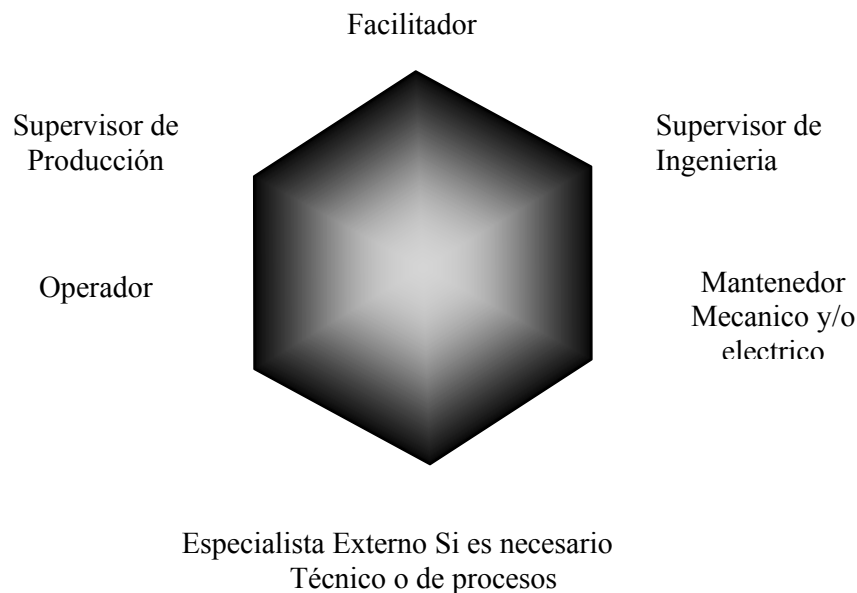
Si es aplicado correctamente, RCM logra grandes mejoras en la efectividad del mantenimiento y lo hace sorprendentemente rápido, pero la aplicación exitosa de RCM depende de un meticuloso planeamiento y preparación. Los elementos centrales del proceso de planeamiento son:

- Decidir que activos físicos se les va a aplicar el proceso de RCM.
- Evaluar los recursos requeridos para aplicar el proceso a los activos seleccionados.
- En los casos en que los beneficios justifiquen la inversión, decidir detalladamente quien realizará cada análisis, cuando se hará, dónde y organizar que el personal reciba el entrenamiento apropiado.

- Asegurar una clara comprensión del contexto operacional de cada activo físico.

RCM en la práctica, el personal de mantenimiento no puede responder a las siete preguntas por sí solo, muchas de las respuestas, si no la mayoría solo las puede dar el personal de producción o de operaciones, por esta razón deben formarse pequeños grupos para el análisis de los activos. Este grupo debe ser multidisciplinario y debe incluir un facilitador, un ingeniero de supervisión, un mantenedor, un especialista externo si es necesario, un operador y un supervisor de operaciones. (Ver figura 14).

Figura 14. Grupo de trabajo



Si es aplicado correctamente un análisis de RCM da tres resultados tangibles:

- Planes de mantenimiento a ser realizados por el Departamento de Mantenimiento.
- Procedimientos de operación realizados por los operadores.
- Una lista de cambios que deben hacerse al diseño del activo físico.

Inmediatamente después de haber completado el análisis, los gerentes responsables del activo deben comprobar que las decisiones tomadas por el grupo son razonables y definibles, luego deben ser implementadas las

recomendaciones incorporando planes de mantenimiento a los sistemas de control y planeamiento.

❖ **Ventajas Del RCM.**

- Mayor seguridad industrial e integridad ambiental.
- Mejoramiento del funcionamiento operacional (producción, calidad y servicio al cliente).
- Mayor costo eficacia del mantenimiento.
- Mayor vida útil de los componentes costosos.
- Un registro de base de datos comprensible.
- Mayor motivación del personal.
- Mejor trabajo en equipo.

❖ **Conclusiones**

- RCM es una metodología basada en el contexto operacional, es decir le importa mucho mas la consecuencia de la falla que ella misma.
- El método plantea un análisis centrado en la realidad debido a que los grupos de trabajo dan una visión más integral del activo.
- RCM da resultados rápidamente, si se aplica por supuesto bien el análisis.
- Los planes de mantenimiento que dan como resultado el análisis propone no solamente mantenimiento preventivo sino en muchos casos mejoras en los activos o cambios técnicos en ellos, y pueden dar cambios en los procedimientos de operación.

3.4 ACCIONES DE MANTENIMIENTO

En el mantenimiento existen maneras de corregir o prevenir las fallas. Básicamente mantenimiento tiene que ver con restablecer una unidad en falla a la condición operacional o que unidades no en falla continúen en su condición operacional de diseño. Por supuesto Mantenimiento juega un rol importante en la vida útil del activo. Generalmente Mantenimiento pueden ser divididos dentro de tres tipos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Inspecciones

3.4.1 Mantenimiento Correctivo. Esta acción de mantenimiento significa restaurar el equipo en falla a su condición operacional y usualmente consiste en cambiar o reparar el componente responsable de la falla del sistema y en el menor tiempo posible. La base de datos nos ayuda a determinar el componente o componentes en falla mucho más rápido debido a que nos proporciona la falla exacta con los sensores directamente colocados en la maquina. Mantenimiento correctivo tiene básicamente tres pasos:

Diagnostico del problema : el técnico de Mantenimiento debe detectar las partes en falla o en su defecto saber que es lo que causa la falla del sistema. Con ayuda de la información de piso el técnico diagnostica la causa del problema o falla.

Reparar o cambiar los componentes que causan la falla del sistema una vez determinado la cusa de la falla. Se debe remplazar o cambiar o reparar los componentes en falla.

Verificación de la acción de reparación una vez los componentes han sido cambiados o reparados los técnicos deben verificar que el sistema esta en condiciones operativas. La información de piso es una herramienta de apoyo para determinar que las condiciones operativas del sistema han sido reestablecidas.

3.4.2 Mantenimiento preventivo. Este tipo de acciones son planeadas por calendario o por contadores de maquinas y ayudan a la prevención de fallas y paradas menores, es una practica de cambiar partes de sistemas y subsistemas antes de que estas fallen y puedan ocasionar fallas en producción. Como este tipo de mantenimiento esta basado en la experiencia de los Ingenieros y técnicos de mantenimiento, pero también se pueden hallar las frecuencias de mantenimiento mirando el comportamiento pasado del sistema. Es aquí donde los datos históricos de la base de datos proporciona información de periodos anteriores y nos pueden dar una idea más clara de como debemos programar los tiempos de mantenimiento preventivo del próximo periodo. Esta acción de Mantenimiento se puede subdividir en otras muchas mas que lo que hacen es lo mismo prevenir la falla, o ser proactivo y estimar el intervalo exacto de cambio de la parte que posiblemente va a causar la falla. Entre algunas divisiones tenemos Mantenimiento basado en Condición, Mantenimiento Predictivo y otros.

El mantenimiento basado en condición utiliza herramientas de alta tecnología, como equipos de análisis de vibraciones, termografía, entre otros; con estos equipos se puede conocer la tendencia de una variable y con patrones

establecidos por el fabricante, se puede predecir cuando hay que cambiar el elemento antes de que se dañe, evitando paradas en producción.

En general, las técnicas de monitoreo de condición son realmente eficaces cuando son apropiadas, pero cuando son inapropiadas pueden representar una pérdida de tiempo costosa y a veces desalentadora, por eso es importante conocer en qué periodo se encuentra la máquina para así tener criterio de evaluación si las tareas a condición son técnicamente factibles.

3.4.3 Inspecciones. Las inspecciones son para descubrir fallas ocultas (también llamadas fallas latentes).

En general esta acción de mantenimiento no actúa sobre el componente a menos que este se encuentre dañado o defectuoso. En cuyo caso se inicializa una acción de Mantenimiento correctiva. Sin embargo puede ser que una parcial restauración del ítem inspeccionado pueda llevarse a cabo durante una inspección. Por ejemplo cuando se chequea un motor de aceite en un automóvil entre los periodos de cambio de aceite puede ser que se adicione aceite para mantener el nivel adecuado.

4. MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD AMBIENTAL.

Uno de los aspectos básicos que más influye en la generación de patologías asociadas a la ocupación es el deficiente mantenimiento de los equipos, herramientas e instalaciones locativas.

Los trabajadores de mantenimiento son los más expuestos a la mayoría de riesgos presentes en estos sitios, asociados con la alta responsabilidad. Un deficiente o inadecuado mantenimiento conlleva, además de los daños prematuros de los equipos, herramientas e instalaciones, a condiciones de trabajo de alto riesgo para todo el personal del centro de trabajo. La base de datos hace que la información mejore el Mantenimiento por lo tanto mejora la seguridad industrial y Ayuda a evitar desperdicios al medio ambiente

4.1 FUNDAMENTOS DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

- **Salud:** Es el completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedad o invalidez (OMS).
- **Salud Ocupacional:** Área de la salud orientada a promover y mantener el mayor grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, protegiéndolos en su empleo de todos los agentes perjudiciales para la salud, en suma, adaptar el trabajo al hombre en su actividad. (OMS/OIT).
- **Accidente de Trabajo:** Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que a su vez produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. (Decreto 1295 de 1994 del Ministerio de trabajo y Seguridad Social).
- **Ausentismo:** Condición de ausente del trabajo. Se denomina al número de horas programadas, que se deja de trabajar como consecuencia de los accidentes de trabajo o las enfermedades profesionales.
- **Condiciones de Salud:** Característica de orden físico, mental y social que forman el entorno de la vida de un individuo. Se puede agregar y analizar las características de varios individuos, con el fin de establecer las prioridades de salud de un colectivo.
- **Condiciones de Trabajo:** Conjunto de características de la tarea, del entorno y de la organización del trabajo, las cuales interactúan produciendo alternativas positivas o negativas sobre la salud del trabajador que la ejerce.
- **Cronograma :** Registro pormenorizado del plan de acción del programa, en el cual se inscriben las tareas, los responsables y las fechas precisas de realización.
- **Enfermedad Profesional:** Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar y que haya sido determinado como enfermedad profesional por el gobierno nacional.

- **Riesgo:** Es la probabilidad de ocurrencia de un hecho negativo o consecuencia negativa para la salud de los trabajadores o seguridad del ambiente de trabajo, generada por la exposición a los factores de riesgo. Por ejemplo, si el factor de riesgo es el ruido, el riesgo o consecuencia es la hipoacusia.
- **Factor de Riesgo:** Es esa condición o evento, del ambiente, de la organización, o de la persona, capaz de contribuir al desarrollo de la contingencia ó siniestro. (enfermedad o accidente)
- **Grado de Peligrosidad:** Relación matemática obtenida del producto entre la probabilidad de ocurrencia, la intensidad de la exposición y las consecuencias más probables derivadas de una condición de Riesgo específica.
- **Grado de Riesgo:** Relación matemática entre la concentración, intensidad o el tiempo de exposición a un factor de riesgo, con la concentración, intensidad o tiempo de exposición permitidos.
- **Trabajador de mantenimiento:** Es la persona que presta sus servicios en labores de reparación de equipos, maquinaria e instalaciones locativas, así como los trabajadores de servicios generales.
- **Incidente de Trabajo:** Evento imprevisto que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, sin consecuencias directas para la salud del trabajador.
- **Diagnóstico de Condiciones de Trabajo o Panorama de Factores de Riesgo:** Método dinámico para la obtención de información sobre las condiciones de riesgo laboral, así como para el conocimiento de la exposición a que estén sometidos los distintos grupos de trabajadores.
- **Programa de Salud Ocupacional de Empresa:** Es la planeación, organización y evaluación de las actividades de salud que desarrolla la empresa tendientes a preservar, mantener y mejorar la condición de salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones, las cuales deben ser desarrolladas en los sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria.

4.2 MANTENIMIENTO Y SALUD OCUPACIONAL

La relación de las actividades de Mantenimiento con Salud Ocupacional y Seguridad Industrial se presenta en dos vías, los riesgos que se generan por el deficiente mantenimiento de herramienta, equipos, máquinas e instalaciones y

por otro lado los riesgos a que están expuestos los trabajadores que desempeñan las labores de mantenimiento.

4.2.1 Mantenimiento Deficiente: Es el responsable de la generación o potenciación de gran parte de los factores de riesgo presentes en los sitios de trabajo, entre los que se encuentran los siguientes:

❖ ***En higiene industrial***

- Niveles de ruido superiores a los límites normales.
- Contaminación química con polvos, humos o vapores, por fugas en los cierres y empaques.
- Deficiente iluminación.
- Temperaturas fuera de los límites normales, por fugas de frío o calor. [4]
- Factores Ergonómicos inadecuados.
- Potenciamiento del riesgo biológico.

❖ ***En Seguridad Industrial***

- Accidentalidad por partes y equipos defectuosos.
- Potenciación del riesgo de accidente por condiciones de higiene industrial adversas, como niveles de ruido mayores de lo normal, altas o bajas temperaturas, deficiente iluminación.
- Alta carga mental, por maquinas y equipos defectuosos, potenciando el factor de riesgo de accidente.

4.2.2 Riesgos en Labores de Mantenimiento:

❖ ***En higiene industrial***

- Los sistemas de atenuación de ruido se desconectan.
- Mayor exposición a ruido, temperaturas extremas y demás factores de riesgo.
- Alta presión psicológica de la labor.
- Todos los factores de riesgo se encuentran presentes.

❖ ***En Seguridad Industrial***

- Mayor accidentalidad por las difíciles condiciones en que se realiza la labor, no se pueden usar los sistemas de protección en la fuente, como las guardas y pantallas.
- Los sistemas de control de riesgos en el medio, como cabinas, pantallas, entre otros, se hacen inoperantes.
- Los mecanismos de seguridad se desactivan.

- El mantenimiento se realiza en horarios nocturnos y días festivos, aumentando las condiciones que propician el accidente de trabajo.
- Alto riesgo eléctrico.

5. CONCLUSIONES

- Para la mediana industria es posible implementar este tipo de tecnología paso a paso primero mirando el tipo de automatización en la planta y el tipo de controladores disponibles para después definir que tipo de red se puede colocar.
- Conociendo la tecnología de que hay para la adquisición de datos entre otros sensores, transductores, PLC's, Redes de bajo nivel. Es posible automatizar cualquier tipo de planta; conociendo las necesidades de la misma y no incurrir en costos innecesarios y tecnologías no convenientes.
- Al conocer los principios básicos de las bases de datos industriales entendemos que la utilización en Mantenimiento de esta tecnología da a la compañía una ventaja competitiva, ya que es posible tener la información en tiempo real de lo que esta pasando en la planta, con esta información es posible que la gerencia y en general todos los miembros de la organización pueda hacer innovaciones constantes cada día, esto es, una parte importante de la competitividad.
- El poder contar con una herramienta como son los programas para la adquisición de datos de piso planta permite calcular índices de gestión reales que indican el comportamiento y tendencia de los activos para poder implementar metodologías apropiadas de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

KELLY, A. y HARRIS, M.J. Gestión del mantenimiento industria. Madrid: Fundaciones Repsol . 1998.

ROJAS, Jaime. Introducción a la Confiabilidad. Bogotá: Universidad de los Andes. 1975.

Weibull Distribution Internet. en: <http://www.weibul.com> . 2000

TAVARES, Lourival Augusto. Administración moderna de mantenimiento. En: <http://www.mantenimientomundial.com> . 2000.

GALINDO Cárdenas, Alberto. Análisis y diagnóstico de fallas utilizando la metodología del árbol lógico de fallas. Bogotá: 2000. Monografía Especialización Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.

MOUBRAY, John. Reliability-Centred Maintenance. 2 ed. New York: Industrial Press Inc. 1997. P 5-14.

NAVARRO, Luis. Et al. Gestión Integral de Mantenimiento. Barcelona: Marcombo Boixareu Editores. 1977.

BALCELLA, Joseph; ROMERAL, José Luis. Autómatas Programables. Barcelona: Boixareu Editores.