

DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE  
CONTROL DISTRIBUIDO FOXBORO

LUIS ALBEIRO HERNÁNDEZ SANTOS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2014

DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE  
CONTROL DISTRIBUIDO FOXBORO

LUIS ALBEIRO HERNÁNDEZ SANTOS

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

Director

RICARDO ANDRES NEIRA PERDOMO  
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

GRACIAS A DIOS Y A MI FAMILIA POR EL APOYO INCONDICIONAL Y EN ESPECIAL A MI ESPOSA QUE HA SIDO MI MOTOR EN TODO ESTE PROCESO.

A MI EMPRESA POR EL TIEMPO DADO, YA QUE CADA 15 DIAS ME PROPORCIONARON LOS VIAJES PARA LLEGAR A CLASE PUNTUALMENTE.

A MI DIRECTOR POR EL TIEMPO DEDICADO, SU APOYO Y AMISTAD.

A TODOS MIS MAESTROS QUE HICIERON PARTE DE ESTA FORMACION Y QUE ADEMAS DE CONOCIMIENTOS NOS ENTREGARON HERRAMIENTAS PARA LA VIDA DIARIA.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>1. CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS</b> .....	18
<b>1.1 MARCO CONTEXTUAL</b> .....	18
1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Control. ....	19
1.1.2 Sistemas de Control Electrónicos. ....	21
1.1.3 Automatización Industrial. ....	22
<b>1.2 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL</b> .....	24
1.2.1 Tipos de Industria. ....	24
1.2.2 Ventajas y Desventajas. ....	25
<b>1.3 NUEVAS TENDENCIAS</b> .....	26
1.3.1 En el Mundo.....	27
1.3.2 En Colombia. ....	28
<b>1.4 FOXBORO</b> .....	29
1.4.1 Foxboro y su sistema de control I/A Series.....	29
1.4.2 Experiencia dentro de las industrias en las que tiene participación.....	30
1.4.3 Red de Control I/A Series. ....	31
1.4.4 Software de la serie I/A.....	36
<b>1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	37
<b>1.6 OBJETIVOS</b> .....	38
1.6.1 Objetivo General. ....	38
1.6.2 Objetivos Específicos.....	38

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>39</b>
<b>2.1 SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2 TEORIA DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.1 Ventajas del mantenimiento Inteligente.....</b>	<b>46</b>
<b>2.4 ESTÁNDAR ISA 95 .....</b>	<b>47</b>
<b>2.5 ASSET MANAGEMENT EN LA PRODUCCION.....</b>	<b>47</b>
<b>2.5.1 Asset Management Invensys Process Systems. ....</b>	<b>48</b>
<b>2.5.2 Beneficios del Asset Management a nivel de planta. ....</b>	<b>49</b>
<b>3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMAS DE CONTROL FOXBORO .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1.1 Frecuencia del mantenimiento preventivo. ....</b>	<b>54</b>
<b>3.1.2 Frecuencia máxima de la aplicación del mantenimiento preventivo. ....</b>	<b>55</b>
<b>3.2 DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4 HOJA DE VIDA .....</b>	<b>56</b>
<b>3.5 EQUIPOS USADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS SISTEMAS FOXBORO.....</b>	<b>56</b>
<b>4. SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1 LA SEGURIDAD EN LA INFORMACIÓN EN EL DESARROLLO EMPRESARIAL.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE COPIAS DE SEGURIDAD Y SU VERIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL FOXBORO Y EN GENERAL. ....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.1 Volumen de información a copiar. ....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.2 Tiempo disponible para efectuar la copia.....</b>	<b>64</b>

<b>4.2.3 Medio utilizado.....</b>	<b>64</b>
<b>4.2.4 Frecuencia de realización de copias de seguridad.....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.5 Planificación de la copia. ....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.6 Medidas de Seguridad.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.7 Clasificación de respaldos.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.9 Dispositivos de almacenamiento .....</b>	<b>69</b>
<b>4.3. SYMANTEC SYSTEM RECOVERY .....</b>	<b>72</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>75</b>
<b>WEBGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Lazo de control automático con retroalimentación.....	20
Figura 2. Avance de la Automatización vs Participación Físico-Humana.....	23
Figura 3. Evolución de los procesos de fabricación. ....	23
Figura 4. La nube de la red de control. ....	28
Figura 5. Red de control MESH. ....	32
Figura 6. Topología de red de control lineal.....	33
Figura 7. Procesador de control FCP270.....	34
Figura 8. Módulos de campo.....	34
Figura 9. Servidor principal de Aplicaciones AW y Host Red MESH.....	35
Figura 10. Estación de operación para el sistema de control I/A. ....	35
Figura 11. Instrumentación Foxboro. ....	36
Figura 12. Pirámide Niveles del Sistema de Control.....	40
Figura 13. Red local Sistema de Control.....	41
Figura 14. Tipos de mantenimiento más comunes.....	42
Figura 15. Ciclo del mantenimiento preventivo. ....	45
Figura 16. Pirámide ISA 95.....	47
Figura 17. Causas de pérdida de información. ....	60

## LISTAS DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Ventajas y desventajas de la Automatización Industrial.....	26
Tabla 2. Evolución de la Gestión del Mantenimiento. ....	41
Tabla 3. Ventajas y desventajas de los tipos de respaldo.....	68
Tabla 4. Ejemplo de una secuencia de respaldo.....	69

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A .....	77

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO FOXBORO.

**AUTOR:** LUIS ALBEIRO HERNÁNDEZ SANTOS

**PALABRAS CLAVES:** DCS, HMI, PLC, SCADA, BACKUP.

**DESCRIPCIÓN:** En nuestro país el desarrollo de todo tipo de industria ha tenido un lento crecimiento, principalmente, porque las políticas gubernamentales implementadas para contribuir con este propósito no han sido las más acertadas. De este modo, dicha tarea ha recaído en los propios industriales que desean competir y que cuentan con capacidad de inversión, ya sea local o extranjera, y que han permitido que en Colombia se tenga tecnología y maquinaria adecuada para la producción. De igual forma, han contribuido a hacer más eficiente y segura dicha actividad a través de la implementación de Sistemas de Control Distribuido, a mediana o gran escala, que en la mayoría de los casos está sujeta al poder adquisitivo con el que cuentan las empresas. Esto no ha permitido la masificación y por ende no ha generado una cultura en Colombia para intercambiar, proponer e implementar rutinas de mantenimiento de los sistemas de control, por eso, con esta monografía se quiere sentar la base para el mantenimiento preventivo no solo de sistemas de control Foxboro si no para todo tipo de marcas, equipos y sin importar el tipo de industrial al cual pertenezcan, así como crear rutinas para asegurar la información asociada a la continuidad del negocio, que ha sido subvalorada, y teniendo en cuenta lo que cuesta la pérdida o fuga de la información de una empresa este sería el primer punto a tener en cuenta al momento de plantear el nuevo paso de crecimiento en una empresa.

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Ricardo Andrés Neira Perdomo

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN OF PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM AND STORAGE INFORMATION FOR DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM FOXBORO.

**AUTHOR:** LUIS ALBEIRO HERNÁNDEZ SANTOS

**KEY WORDS:** DCS, HMI, PLC, SCADA, BACKUP.

**DESCRIPTION:** In our country the development of all types of industry growth has been slow primarily because government policies implemented to contribute to this purpose have not been the most successful. Thus, the task has fallen to the industrialists themselves they want to compete and have investment capacity, whether local or foreign, and in Colombia have allowed adequate technology and production machinery is taken. Similarly, have helped to streamline and secure the activity through the implementation of Distributed Control Systems, a medium or large scale, which in most cases is subject to the purchasing power that companies have. This has prevented the mass and thus has not generated a culture in Colombia to exchange, propose and implement routine maintenance of the control systems, therefore, this monograph is to provide a basis for preventive maintenance systems not only Foxboro control if not all brands, teams and regardless of the type of industry they belong to, and create routines to ensure the information associated with business continuity, which has been undervalued, and taking into account the cost loss or leakage of information in a company this would be the first item to consider when framing the new step of growth in a company.

\* Work Degree

\*\* School of Physics and Mechanical. School of Mechanical Engineering. Specialization in Maintenance Management. Director: Ricardo Andrés Perdomo Neira

## GLOSARIO

- ✓ PLC: Controlado Lógico programable
- ✓ DCS: Sistema de Control Distribuido
- ✓ SCADA: Control supervisor y adquisición de datos.
- ✓ HMI: Interfaz Hombre maquina
- ✓ BACKUP: Respaldo electrónico de un archivo o información.
- ✓ PROCESADOR: En todos los ambientes es el encargado del manejo de los datos o instrucciones.
- ✓ SISTEMA OPERATIVO: Es un programa o conjunto de programas que en un sistema informático gestiona los recursos de hardware y provee servicios a los programas de aplicación.
- ✓ SENSOR: Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas
- ✓ CONTROLADOR: Elemento que según programación previa ejecuta una acción deseada.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad todo a nuestro alrededor, en lo que respecta a la industria de cualquier tipo, tiene para su correcto funcionamiento un sistema de control asociado tanto para la producción como la seguridad, de tal manera que el correcto funcionamiento está asociado a la disponibilidad de un adecuado sistema de control. Es por eso, que se pensaría en la existencia de un estricto seguimiento a la manutención de los equipos asociados a dicha tarea basados en las herramientas de diagnóstico que el mismo sistema ofrece.

A lo largo de este trabajo más que un procedimiento o manual de mantenimiento se pretende demostrar la importancia de los sistemas de control, así como las facilidades, herramientas implementadas para la elaboración de un plan de mantenimiento. Adicional, a todo el terreno que existe para mejorar las pocas prácticas que en el momento se usan, está la ayuda que nos ofrece la evolución de la tecnología y la aparición de tendencias que requieren acciones inmediatas para ser competentes.

Los costos asociados a la implementación de un sistema de control por pequeño que sea son elevados. De este modo, el continuo avance de la tecnología hace que en tan solo un par de años lo que se compró como la solución definitiva ya no lo es y para competir se requiere de la implementación de mejoras, de tal manera que contar con un plan de mantenimiento que además de velar por la integridad y fiabilidad de los activos, el sistema, tenga otra función como es la de comparar lo actualmente instalado y poder tener un plan de mejora parcial y no tener que reemplazar todo el sistema.

Para complementar un programa de mantenimiento preventivo, asociado a un sistema de control, es necesario darle importancia a la continuidad del negocio. Esto se logra con una política para la elaboración de respaldos de la información,

que requiere un compromiso de la organización, puesto que demanda tiempos y adquisición de equipos que, generalmente, tienen costos elevados.

# 1. CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS

## 1.1 MARCO CONTEXTUAL

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante la época de la segunda revolución industrial. La masificación de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento de sus ventajas alrededor el mundo.

El control automático de procesos se usa fundamentalmente para reducir el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control que en la mayoría de los casos es alto. Además hay muchas ganancias intangibles, como la eliminación de mano de obra no calificada, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado, la eliminación de errores provocados por desatención del operario de turno es otra contribución positiva del uso del control automático.

El principio del control automático es el empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, lo cual siempre vista resulta muy simple. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas, en la industria de la fabricación de alimentos y prácticamente todos los procesos de producción industrial.

El desarrollo de la tecnología ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas pocos años eran imposibles de analizar o controlar.

Es necesaria la comprensión del principio del control automático en la ingeniería, por ser su uso tan común como el uso de los principios de electricidad o termodinámica, siendo por lo tanto, una parte de primordial importancia dentro de

la esfera del conocimiento de ingeniería. También son tema de estudio los aparatos para control automático, los cuales emplean el principio de realimentación para mejorar su funcionamiento.

En resumen el control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

### **1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Control.**

Los diferentes tipos de sistemas de control pueden clasificarse en sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. La distinción entre ambos, está determinada por la acción de control, que es la que finalmente activa al sistema para producir la salida.

Un sistema de control de lazo abierto, es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida; Por ejemplo, podemos decir que un tostador automático, es un sistema de control de lazo abierto, que está controlado por un regulador de tiempo. El tiempo requerido para hacer las tostadas, debe ser anticipado por el usuario quien no forma parte del sistema. El control sobre la calidad de las tostadas (salida), es interrumpido una vez que se ha determinado el tiempo, el que constituye tanto la entrada, como la acción de control.

Por el contrario, un sistema de control de lazo cerrado, es aquel en el que la acción del control, es en cierto modo dependiente de la salida; Por ejemplo, un mecanismo de piloto automático y el avión que controla, forman un control de lazo cerrado. Su objetivo, es mantener una dirección específica del avión, a pesar de los cambios atmosféricos. El sistema ejecutará su tarea midiendo continuamente la

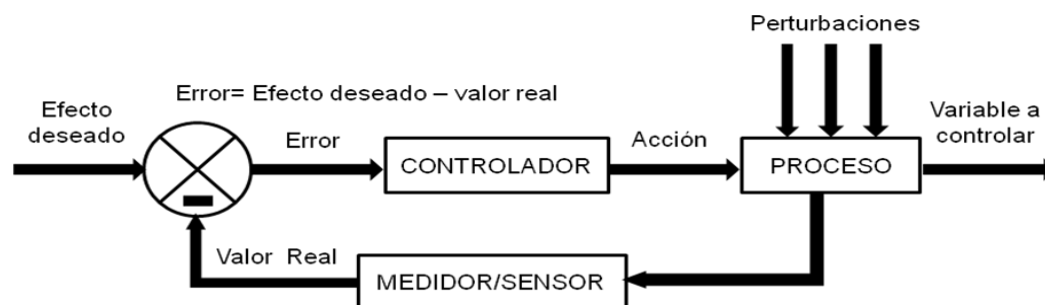
dirección instantánea del avión y ajustando automáticamente las superficies de dirección del mismo (timón, aletas, etc.) de modo que la dirección instantánea coincida con la especificada. El piloto u operador, quien fija con anterioridad el piloto automático, no forma parte del sistema de control.

Los sistemas de control a lazo abierto tienen dos rasgos sobresalientes:

- ✓ La habilidad que tienen para ejecutar una acción con exactitud, está determinada por su calibración, lo que significa establecer o restablecer una relación entre la entrada y la salida, con el fin de obtener del sistema, la exactitud deseada.
- ✓ Estos sistemas no tienen el problema de la inestabilidad, que presentan los sistemas de lazo cerrado.

Pero por otra parte el lazo realimentado (ver figura 1) es una propiedad de un sistema de lazo cerrado que permite que la salida o cualquier otra variable controlada del sistema sea comparada con la entrada al sistema o con una entrada a cualquier componente interno del mismo con un subsistema, de manera tal que se pueda establecer una acción de control apropiada como función la diferencia entre la entrada y la salida.

Figura 1. Lazo de control automático con retroalimentación.



Los rasgos más importantes que la presencia de realimentación imparte a un sistema son:

- ✓ Aumento de la exactitud, como la habilidad para reproducir la entrada fielmente.
- ✓ Reducción de la sensibilidad de la salida, correspondiente a una determinada entrada, ante variaciones en las características del sistema.
- ✓ Efectos reducidos de la no linealidad y de la distorsión.
- ✓ Aumento del intervalo de frecuencias (de la entrada) en el cual el sistema responde satisfactoriamente (aumento del ancho de Banda).
- ✓ Tendencia a la oscilación o a la inestabilidad.

### **1.1.2 Sistemas de Control Electrónicos.**

Los cuatro componentes básicos de los sistemas de control son los sensores, los transmisores, los controladores y los elementos finales de control, dichos componentes desempeñan las tres operaciones básicas de todo sistema de control: medición (M), decisión (D) y acción (A), los cuales se definen a continuación:

- ✓ Sensor: se conoce como el elemento primario.
- ✓ Transmisor: se conoce como elemento secundario.
- ✓ Controlador: es el cerebro del sistema de control.
- ✓ Elemento final de control: frecuentemente se trata de una válvula de control aunque no siempre, ya que otros elementos finales de control comúnmente utilizados son las bombas de velocidad variable, los motores eléctricos entre otros.

La importancia de estos componentes reside en que realizan las tres operaciones básicas que deben estar presentes en todo sistema de control; estas operaciones son:

- ✓ Medición (M): la medición de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transmisor.

- ✓ Decisión (D): con base en la medición, el controlador decide que hacer para mantener la variable en el valor que se desea.
- ✓ Acción (A): como resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente ésta es realizada por el elemento final de control.

### **1.1.3 Automatización Industrial.**

La Automatización Industrial se puede entender como la facultad de autonomía o acción de operar por sí solo que poseen los procesos industriales y donde las actividades de producción son realizadas a través de acciones autónomas y la participación de fuerza física humana es mínima y la de la inteligencia artificial, máxima. Recordemos que ésta es producto de la inteligencia natural, pero su manifestación en los sistemas de control es mediante la programación en los distintos tipos de procesadores, por lo que es artificial<sup>1</sup>.

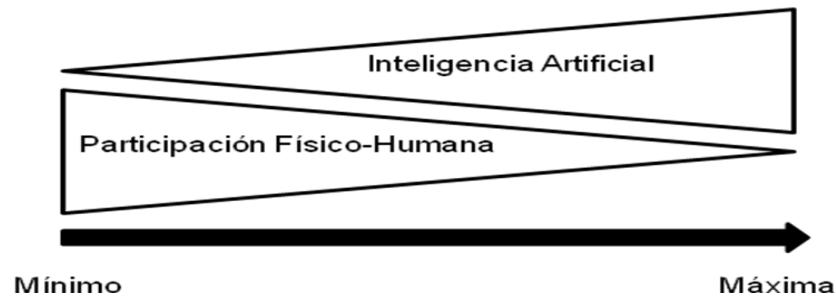
Los grados de participación se pueden ver en la figura 2, en la que se muestra que a mayor nivel de automatización, hay un mayor nivel de inteligencia y menor nivel de intervención físico humana.

La Automatización Industrial debe su desarrollo a la necesidad de mejoras al producto y a su proceso de fabricación. Asociado al producto terminado o no, se tienen parámetros como cantidad, calidad, mercado, métodos de producción, gestión y planificación de la producción, economía de producción y otros. Es aquí donde la Automatización toma sentido y se despliega en toda su expresión.

---

<sup>1</sup> Revista Electro Industria: Hacia un Concepto Moderno de la Automatización Industrial. Chile. Marzo, 2004.

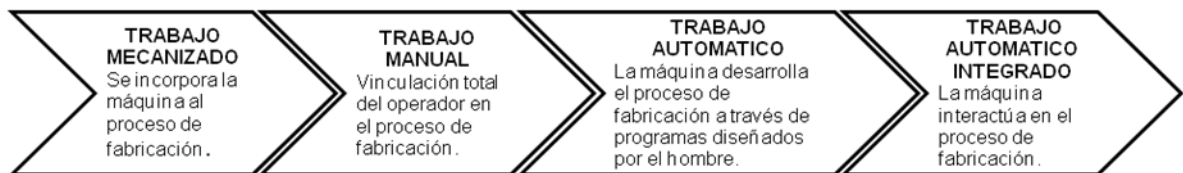
Figura 2. Avance de la Automatización vs Participación Físico-Humana.



Cortesía: Revista Electro Industria.

Para mediados del siglo XX, la automatización había existido por muchos años en una pequeña escala, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura. Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición (y evolución) de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de cómputo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de los sesentas. Antes de ese tiempo, las computadoras industriales eran exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas. Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas rutinarias o comunes y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos.

Figura 3. Evolución de los procesos de fabricación.



En los últimos años, la Automatización participó en las dos últimas revoluciones industriales de las tres que existen a la fecha. En la primera, las operaciones industriales pasaron a ser más mentales y creativas, con lo que se logró un mejor control de los procesos. En la segunda, la informática y las comunicaciones son componentes de un sistema altamente automatizado, realizando la integración total de un sistema de producción, uniendo la gestión empresarial con las funciones de campo o terreno comúnmente llamadas actividades de producción.

## **1.2 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

Los Sistemas de Control se manifiestan desde un sistema muy simple con solo una variable hasta un sistema altamente complejo, multivariable y/o multitarea. Este grado de complejidad se dará según el tipo de instrumentación a usar, el tipo de procesamiento y los alcances que se desea dar a la automatización. Estos alcances dependerán de situaciones tales como la Supervisión y Control de la Producción (integración global del Sistema de Producción), Control de Procesos Industriales (manejo y regulación de variables del sistema), Sistemas de Seguridad en la Producción (alarmas del sistema, protección de personas y dispositivos dentro del proceso productivo), Métodos de Producción (tipo On-Off, secuencias, discontinua, continua, producción por unidad, por lotes o Batch, por masa o volumen) y finalmente, el factor económico que tiene que ver con la inversión destinada a la implementación del sistema de control.

**1.2.1 Tipos de Industria.** Normalmente en el sector industrial donde su filosofía es conseguir producir mucho por poco, para de este modo ser más competitivos en un mercado cada vez más exigente, se ha convertido en el principal cliente de los Sistemas de Control, además que el hecho de entrar al mundo de la Automatización Industrial se convierte en el punto de partida en la redefinición del futuro de toda empresa, estando a la vanguardia con la tecnología así como con la mano de obra, para pertenecer a una nueva era de mayor competitividad.

Hoy en día es posible automatizar cualquier tipo de actividad, de manera que se pueden automatizar las actividades por ejemplo de soldadura, también la de gestión de un almacén, es decir, tanto actividades productivas como las actividades de manejo de información.

**1.2.2 Ventajas y Desventajas.** En este aspecto son más las ventajas que las desventajas en lo que respecta a la cantidad pero dependiendo el punto de vista de donde se mire y la ponderación que se le da cada una pueden tener más peso unas que otras en la toma final de la decisión.

La mayoría de las grandes industrias en el mundo insertan dentro de sus procesos de producción la tecnología necesaria para que el mercado ponga sus ojos primero en ellas. Si bien automatizar no es un paso fácil de emprender, ya que los costos son elevados, su empresa logrará conseguir un camino hacia la excelencia de forma acelerada porque la automatización cumplirá con enfocarla a:

- ✓ Aumentar la cuota de mercado.
- ✓ Mejorar la capacidad de satisfacer las necesidades del cliente.
- ✓ Desarrollar nuevos mercados y públicos objetivos.
- ✓ Reducir el costo del producto.

A continuación la tabla comparativa nos muestra las principales características de la automatización industrial en cualquier tipo de industria o sector:

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la Automatización Industrial.

Ventajas	Desventajas
1. Mejora la productividad de la empresa, reduciendo costos de producción y mejorando la calidad de la misma.	1. La automatización resultará en la dominación o sometimiento del ser humano por la máquina.
2. Mejora las condiciones de trabajo del personal suprimiendo los trabajos riesgosos e incrementando la seguridad.	2. Habrá una reducción en la fuerza laboral, con el resultante desempleo.
3. Realiza las operaciones imposibles de controlar manualmente.	3. La automatización reduce el poder de compra.
4. Mejora la disponibilidad de los productos entregando lo necesario en el momento indicado.	4. Alta inversión económica inicial.
5. Integra gestión y producción.	
6. Mejora el cumplimiento de las normas medioambientales.	
7. Simplifica el mantenimiento, de forma que al operarlo no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.	
8. Facilita la operación de equipos y maquinaria representado en menor tiempo para la capacitación de operadores.	
9. El crecimiento de la industria de la automatización provee por si misma oportunidades de empleo.	

### 1.3 NUEVAS TENDENCIAS

Las herramientas de ingeniería y los productos de automatización actuales son muy diferentes comparados con los apenas lanzados hace 10 años, esta evolución es debida a las nuevas necesidades en el mundo de la automatización industrial.

La automatización industrial ha evolucionado siendo capaz de suministrar hoy en día equipos y sistemas más eficientes y competitivos para satisfacer las siguientes necesidades: flexibilidad y escalabilidad de los productos y soluciones, comunicaciones y conectividad remota, disponer de productos que funcionen en condiciones extremas, la importancia creciente de la seguridad en máquinas, soluciones de Motion Control para aplicaciones que puedan requerir mucha

velocidad y precisión, trazabilidad para mantenimiento preventivo y eficiencia energética e integración más fácil y más rápida.

Por otra parte se incorpora el concepto de Calidad Total con cuatro etapas básicas:

- ✓ Producir bienes y/o servicios que se entreguen tal y como se generan.
- ✓ Entregar productos y proporcionar productos sin defectos y repitiendo los que no cumplen con las especificaciones.
- ✓ Producir con cero defectos bienes y/o servicios controlando los procesos de elaboración.
- ✓ Producir con cero defectos bienes y/o servicios controlando los procesos de elaboración incorporando las necesidades del cliente al diseño y elaboración de los mismos.

### **1.3.1 En el Mundo.**

El concepto de la Industria 4.0 encamina a desarrollar e introducir tecnologías, normas y modelos de negocio que permitan que la cuarta revolución industrial tenga un gran impacto en la capacidad competitiva de las empresas y "El sector industrial se encuentra en la cúspide de una masiva agitación, la próxima revolución industrial se caracterizará por la creación de redes y la Internet"<sup>2</sup>., por otra parte siguen evolucionando tendencias impulsadas por el avance de la tecnología en software, en hardware y las necesidades del mercado tales como:

- ✓ Incremento de la simulación en la Automatización.
- ✓ Diagnósticos y pronósticos avanzados.
- ✓ Sistema Conectado de Automatización.
- ✓ Cloud Computing en Automatización: La idea de un intercambio de datos conectando la planta con clientes y proveedores (por no hablar de las finanzas

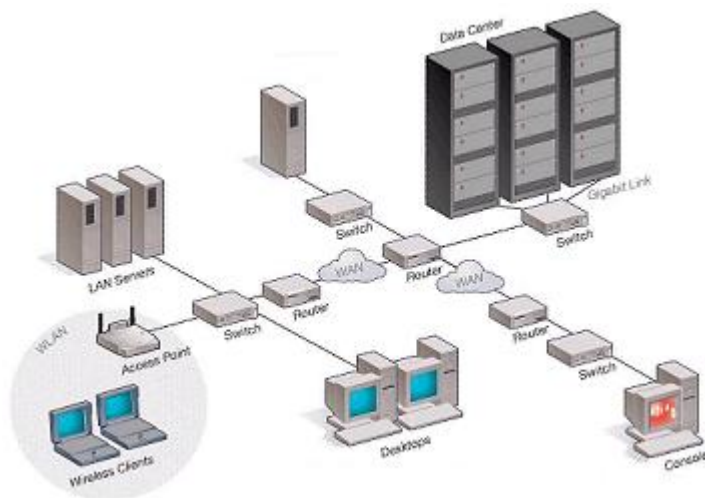
---

<sup>2</sup> Revista Reportero Industrial: Sobre la Industria 4.0 ¿Qué pensamos en América Latina?. Bogotá. Mayo, 2014.

y el departamento de ventas de la oficina principal) era impensable pocos años atrás. La planta había sido siempre un búnker, utilizando su propia tecnología exclusiva de los sistemas de control.

Ahora que la planta está totalmente conectada, el siguiente gran paso en la tecnología de la planta proviene de la nube. Esto ya ha ocurrido en cierta medida con el control remoto. Los fabricantes son necesarios que se puedan ejecutar actualizaciones a la vez que se van presentando<sup>3</sup>.

Figura 4. La nube de la red de control.



Cortesía: Automatizar.org.

✓ Incrementar la eficiencia energética en motores y actuadores.

**1.3.2 En Colombia.** Es el segundo país de Suramérica con mayor inversión extranjera después de Brasil, se ha convertido en líder regional en la aplicación de procesos de automatización industrial.

<sup>3</sup> Revista Automatizar.org. En: Las 5 tendencias top de Automatización industrial y Control para el año 2012. México. Abril, 2012.

Prueba de que la industria colombiana está a la vanguardia en Latinoamérica es que "el producto interno bruto sobrepasó al de Argentina", convirtiendo a la nación andina en la segunda economía de Suramérica tras Brasil.

Colombia tiene TLC vigentes con Estados Unidos, Chile, el Triángulo Centroamericano (El Salvador, Guatemala, Honduras), EFTA (cuatro países de Europa) y Canadá; suscritos con Corea del Sur, la Unión Europea y Costa Rica, y en negociación con Panamá, Turquía e Israel<sup>4</sup>.

Por otro lado, los expertos coinciden que la ausencia de políticas por parte del estado ha sido clave, en la cada vez más amplia brecha tecnológica que separa a las grandes industrias del país frente a ese inmenso porcentaje que aún no disfruta de las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías, y que a luz de los mercados de la región, parecen incapaces de competir en materia de costos y producción<sup>5</sup>.

## **1.4 FOXBORO**

El Foxboro Company es un fabricante líder de controles industriales. La empresa fabrica y suministra equipos para el monitoreo y la automatización de procesos en industrias tales como la del papel, alimentos, farmacéutica, minería, electricidad, agua, la industria del desarrollo científico, petróleo y gas. Fundada en Nueva Inglaterra en los primeros años del siglo XX, Foxboro creció como resultado de la continua innovación en los productos que ofrece.

### **1.4.1 Foxboro y su sistema de control I/A Series.**

Durante décadas, el sistema de control distribuido I/A Series® Foxboro ha ayudado a dar forma a la industria y ha cambiado la forma en que sus clientes trabajan,

---

<sup>4</sup> Periódico Portafolio. En: Colombia lidera procesos de automatización en la región. Bogotá. Abril, 2003.

<sup>5</sup> Revista Reportero Industrial. En: Automatización industrial: del vapor a la luz. Bogotá. Junio, 2014.

mejorando con orgullo las operaciones en toda la planta, el rendimiento y la utilización de los activos de la empresa. Hoy en día el sistema I/A Series se ha convertido en un sistema de automatización de procesos. En estos momentos estrena en el mercado el nuevo Foxboro Evo que amplía la probada tecnología Foxboro I/A Series y hace uso de su experiencia en soluciones de seguridad Triconex para proteger aún más la integridad operativa de las plantas, mejorar la visión operativa de su gente hacia el futuro. Foxboro Evo extiende la filosofía actual continuamente, manteniendo la interoperabilidad multi-generación y la garantía de actualizaciones fáciles para los clientes I/A Series con base instalada, principales ventajas:

- ✓ Menores costos de cableado de campo.
- ✓ Alto rendimiento, precisión y rápidas actualizaciones.
- ✓ Reducción del número de componentes mejorando la fiabilidad y la calidad.
- ✓ Desarrollo de funciones clave para aplicaciones de Entrada/Salida.
- ✓ Soluciones remotas, locales, universales y módulos de E/S de seguridad intrínseca.
- ✓ Redundante de la red Ethernet para el bus de campo.
- ✓ Módulos intercambiables en caliente.
- ✓ Esquemas de control discretos, continuo, por lotes.
- ✓ La integración de los datos de toda la planta.
- ✓ Robustez Ambiental.

#### **1.4.2 Experiencia dentro de las industrias en las que tiene participación.**

Invensys ofrece capacidades de ingeniería y sistemas rentables, de bajo riesgo y de amplio alcance que cumplen con las demandas únicas de industrias tales como:

- ✓ Química
- ✓ Gestión de Edificios
- ✓ Alimentos y Bebidas

- ✓ Procesamiento de Hidrocarburos.
- ✓ Ciencias de la Vida.
- ✓ Metales, minerales y minería.
- ✓ Nuclear.
- ✓ Generación de Energía.
- ✓ Pulpa y Papel.
- ✓ Transportes.
- ✓ Petróleo y Gas - Exploración y Producción.
- ✓ Agua y Aguas residuales.

#### **1.4.3 Red de Control I/A Series.**

- ✓ Red MESH. La red de control de MESH es una red Fast Ethernet conmutada basada en estándares (Gigabit Ethernet) IEEE 802.3u (Fast Ethernet) y IEEE 802.3z. La red de control Mesh se compone de un número de conmutadores Ethernet conectados en una configuración de malla.

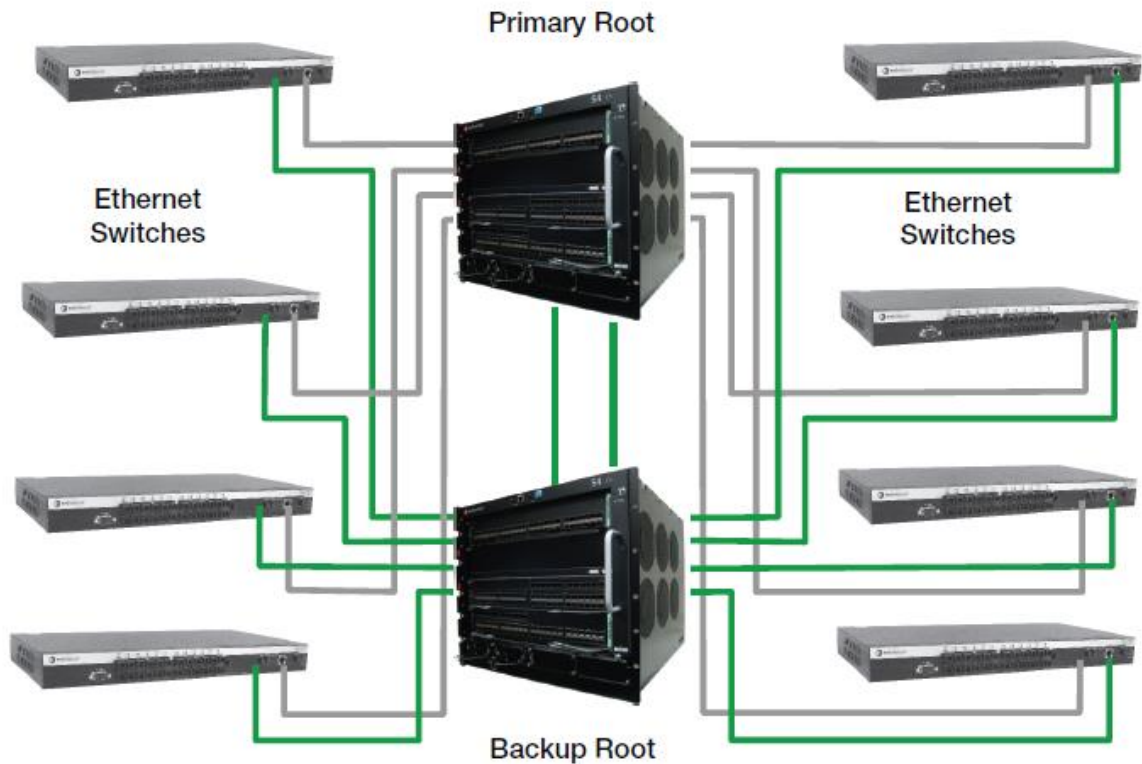
La configuración de la red de control Mesh permite una alta disponibilidad al proporcionar datos redundantes caminos y eliminando puntos únicos de falla causados por fallos de enlace de componentes. La flexibilidad de la arquitectura le permite diseñar una configuración de red que se adapte a las necesidades del sistema de control.

Las configuraciones pueden ser tan simple como una estación de trabajo y controlador conectado con un solo par de los interruptores, o tan complejo como un multi-switch, red de control full mesh, que comunica en velocidades de hasta 1 Gigabit por segundo.

La arquitectura de la red de control MESH integra potentes estaciones de control y estaciones de trabajo en una red de 100 Mb / 1 Gb Ethernet. Estas estaciones de control, estaciones de trabajo y redes comprenden sistemas

escalables para el control de procesos, control de procesos y la integración con la información industrial sistemas de gestión<sup>6</sup>, un simple ejemplo de esta red se expone a continuación:

Figura 5. Red de control MESH.



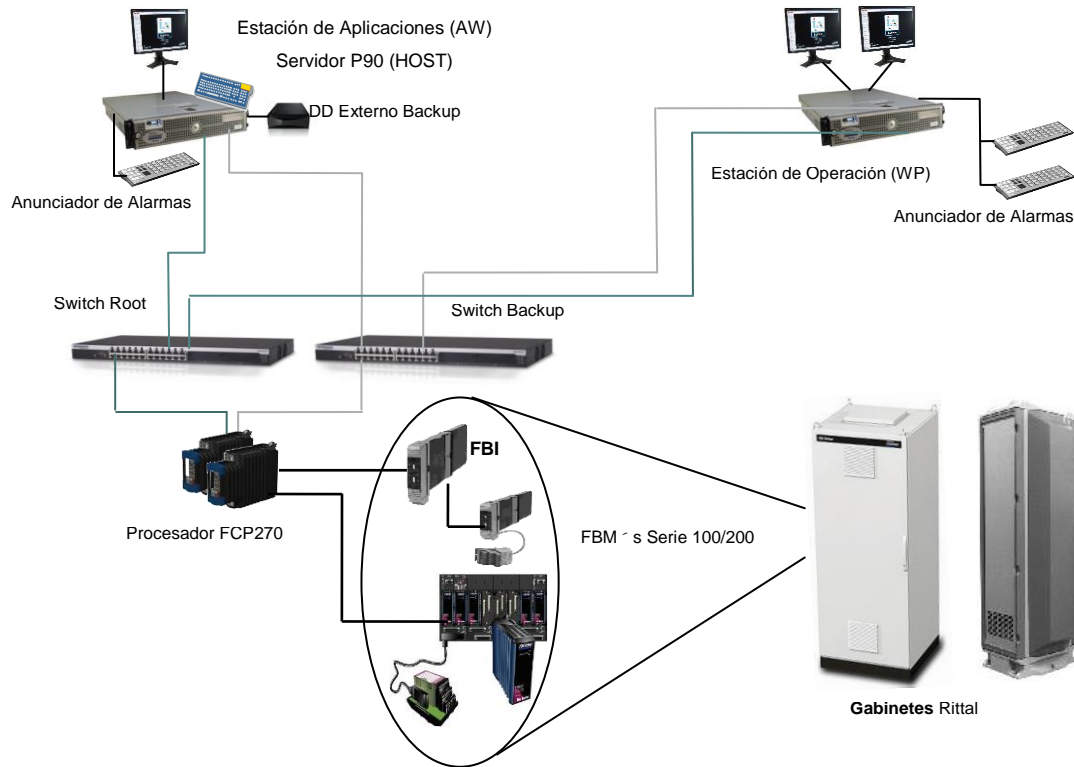
Cortesía: The MESH Control Network Architecture Guide, B0700AZ.

- ✓ **Arquitectura Red de Control I/A.** Es la red de control típica (ver figura 6) usada en la mayoría de las redes Foxboro para aplicaciones de mediana capacidad la cual consta de un servidor de aplicaciones, estación de operación, una pareja de Switch's de la red MESH (Root/Backup), un controlador, módulos de campo (FBM's) y gabinetes para organización del cableado de campo e instalación de equipos de la red de control, con esta red

<sup>6</sup> FOXBORO: The MESH Control Network Architecture Guide. Houston, 11 Agosto, 2011, B0700AZ, p. 1.

es posible la configuración de más de 1000 lazos de control dependiendo de las necesidades del cliente, la limitante está dada por las características de la aplicación a implementar.

Figura 6. Topología de red de control lineal.



Cortesía: The MESH Control Network Architecture Guide, B0700AZ.

- ✓ **Procesador de Control (CP).** Es el principal componente del sistema de control I/A series el cual contiene la inteligencia o estrategia del control automático del proceso que es diseñada por la ingeniería del cliente o un tercero siguiendo una necesidad específica. Un CP controla las variables de proceso usando algoritmos matemáticos además de desempeñar funciones específicas para el diagnóstico, generación de alarmas, manejo de la redundancia del sistema por mencionar algunas de las tantas características que lo convierten en uno de los más robustos del mercado.

Figura 7. Procesador de control FCP270.



Cortesía: The MESH Control Network Architecture Guide, B0700AZ.

- ✓ **Módulos de campo.** El procesador de control CP envía y recibe señales al proceso mediante módulos de bus de campo (FBM's ver figura 8), estos módulos tienen diversas características relacionadas con el tipo de aplicación, cableado, alimentación AC ó DC, además de distintas formas de intercambiar la información con la instrumentación de campo como 4-20 mA, Hart, Fieldbus, Modbus, Profibus, FoxCom (Protocolo propietario Foxboro) entre otros.

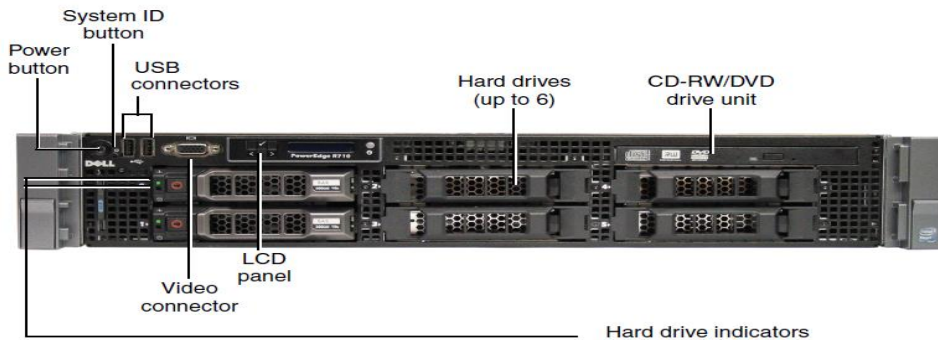
Figura 8. Módulos de campo.



Cortesía: The MESH Control Network Architecture Guide, B0700AZ.

- ✓ **Servidor de aplicaciones AW y Host de Red MESH.** Tiene las cualidades de una estación de operación (WP) completa (ver figura 9), pero que además cumple la función de ser el host, servidor o administrador de la red MESH y aplicaciones de diagnóstico de monitoreo de terceros, historizador e intercambio de datos, es la estación después del CP con más importancia dentro de la red de control.

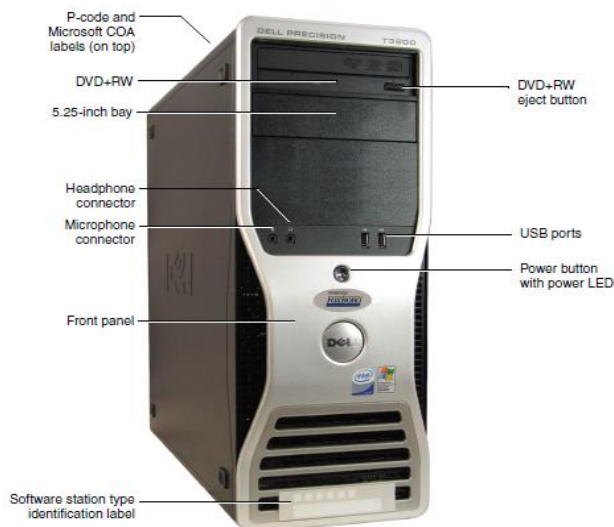
Figura 9. Servidor principal de Aplicaciones AW y Host Red MESH.



Cortesía: Hardware and Software Specific Instructions for Model P90 (R710), B0700FK.

- ✓ **Estación de Operación (WP).** Actúa como la interface humana (ver figura 10), suministrando un vínculo entre el operador y las funciones del sistema. Un WP controla las aplicaciones graficas para el monitoreo y toma de decisiones por medio del uso de dispositivos periféricos como los teclados, anunciador de alarmas, teclado y disco duro externo para el respaldo de las aplicaciones y de su sistema operativo.

Figura 10. Estación de operación para el sistema de control I/A.



Cortesía: Hardware and Software Specific Instructions for Model P92 Workstation (T3500), B0700DU.

- ✓ **Instrumentación de Campo Foxboro.** Es el elemento encargado del envío y recepción de las variables reales, las cuales alimentan al CP quien a su vez de encarga de comparar y generar la acción deseada por el operador o la programación previamente configurada.

Figura 11. Instrumentación Foxboro.



Cortesía: The MESH Control Network Architecture Guide, B0700AZ.

#### **1.4.4 Software de la serie I/A.**

El sistema I/A es una combinación sofisticada de software y hardware que provee un control de proceso óptimo y capacidad para un amplio rango de aplicaciones, se puede configurar para cumplir requerimientos específicos y necesidades de manejo de la planta y permite la distribución su funcionalidad en más de una estación de operación.

Debido a la gran cantidad de software I/A este se clasifica en categorías según su funcionalidad de esta manera:

- ✓ Interface Humana (Estación de Trabajo).
- ✓ Control Integrado (Operación de proceso)
- ✓ Diagnostico, manejo y mantenimiento de la Red MESH.
- ✓ Herramientas de configuración e base de datos.
- ✓ Herramientas de configuración de redes de comunicación.
- ✓ Herramientas para la configuración de Instrumentación.
- ✓ Sistema Operativo.
- ✓ Control de producción y administración.

Aspectos sobresalientes del software I/A:

- ✓ Interface humana amistosa, que emplea menús, gráficos personalizados y herramientas de ayuda para satisfacer la necesidad del cliente.
- ✓ Herramientas para construir gráficos interactivos para el control y administración.
- ✓ Software de históricos para la recolección de tendencias y alarmas que son disponibles en cualquier momento y según su configuración estarán disponibles por un tiempo determinado.
- ✓ Sistema operativo basado en Windows XP, Server 2003 y Server 2008 los cuales son de dominio de todo el mundo.
- ✓ Habilidad para correr aplicaciones de software de terceros.
- ✓ Facilidad para la Conexión Remota.
- ✓ Herramientas para el manejo y diagnostico de Activos en tiempo real.
- ✓ Herramientas para el intercambio de información con terceros.
- ✓ Fácil manejo de las herramientas para configuración de bases de datos.

## **1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Invensys Process Systems es una empresa dedicada al desarrollo de Sistemas de Control Distribuido para diversos tipos de industrias a nivel mundial y que en

Colombia desde hace mas de 10 años bajo su representación Invensys Process Systems Colombia Ltda. ha venido trabajando hasta convertirse en la empresa con mayor cantidad de Sistemas de Control instalados en el país en diversos sectores Industriales y con múltiples aplicaciones ha visto en sus clientes la ausencia de confianza y/o necesidad para la implementación y desarrollo de planes de mantenimiento para sus sistemas, por tal razón pretende afianzar en la creación de un modelo que mantenimiento preventivo aplicable a todos los tipos de industria y lograr así la disponibilidad y eficiencia de sus equipos en todo momento.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo General.**

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y almacenamiento de la información para los sistemas de Control Distribuido Foxboro.

### **1.6.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Elaborar un procedimiento para el Mantenimiento Preventivo de los sistemas de Control Distribuido Foxboro sin importar el cliente, el tamaño de su sistema o aplicaciones.
  
- ✓ Elaborar un procedimiento claro y completo para la elaboración, seguimiento y almacenamiento de copias de seguridad de la información relacionada con cada unos de los Sistemas de Control Foxboro del cliente.

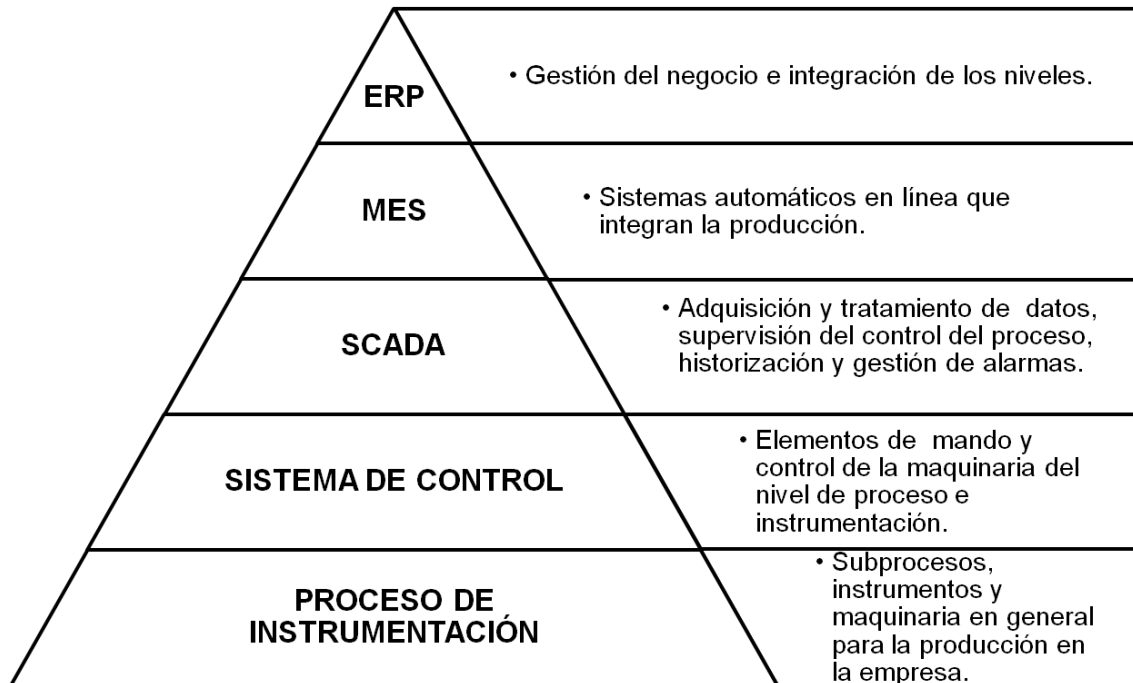
## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO**

Existe un concepto fundamental y muy actual en torno a la automatización industrial y es el de DCS (Sistema de Control distribuido). Un sistema de control distribuido está formado por varios niveles de automatización que van desde un mínimo de 3 hasta 5. Los mismos se denominan: nivel de campo o proceso de instrumentación donde se encuentran los sensores y actuadores, nivel de control o sistema de control donde se encuentran los PLC's, Procesadores o las Estaciones de Automatización, nivel de supervisión o SCADA donde se encuentran las Estaciones de Operación y los Servidores de Proceso, nivel MES donde se encuentran PCs con software especializado para la distribución de toda la información de planta así como la generación de reportes y el nivel ERP donde se

encuentran igualmente PCs con software especializado para la planificación y administración de la producción de toda la industria o empresa, ver figura 12.

Figura 12. Pirámide Niveles del Sistema de Control.



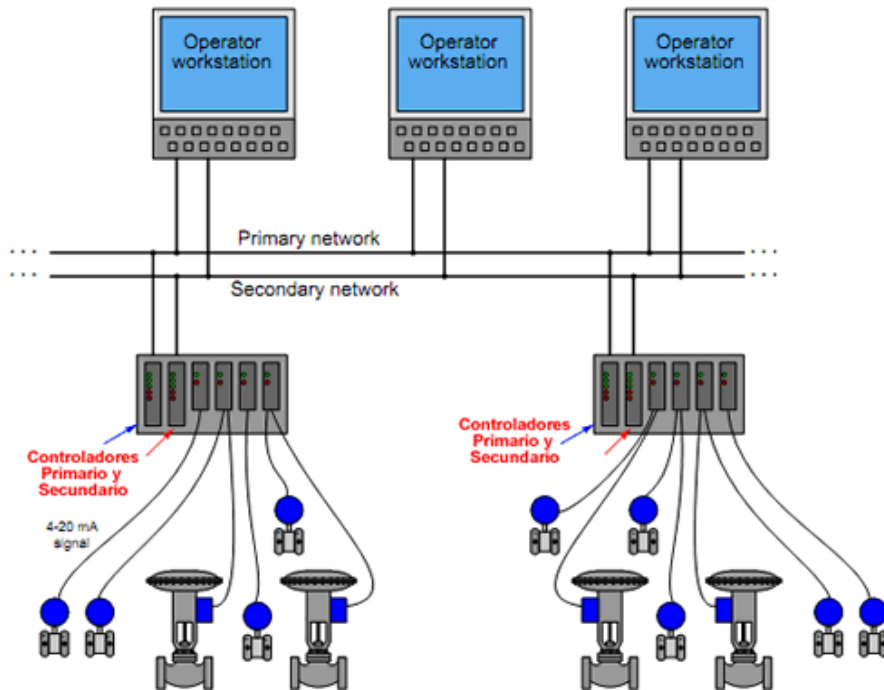
Cortesía: Estandar ISA 95.

Se utilizan computadoras especializadas y tarjetas de entradas y salidas tanto analógicas como digitales para leer entradas de campo a través de sensores y para generar a través de su programa salidas hacia el campo a través de actuadores ver figura 13. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial, los principales componentes son los siguientes:

- ✓ **Interfaces hombre-máquina.** Las interfaces hombre-máquina (HMI) o interfaces hombre-computadora (CHI) suelen emplearse para comunicarse con los Procesadores y/o con otras computadoras para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma. El personal de servicio que monitorea y

controla estas interfaces es conocido como ingeniero de la estación y el personal que opera directamente en la HMI o SCADA (Sistema de Control y Adquisición de Datos) es conocido como personal de operación.

Figura 13. Red local Sistema de Control.



Cortesía: Catalogo sistema de control Foxboro.

## 2.2 TEORIA DEL MANTENIMIENTO

Se entiende por Gestión del mantenimiento la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico.

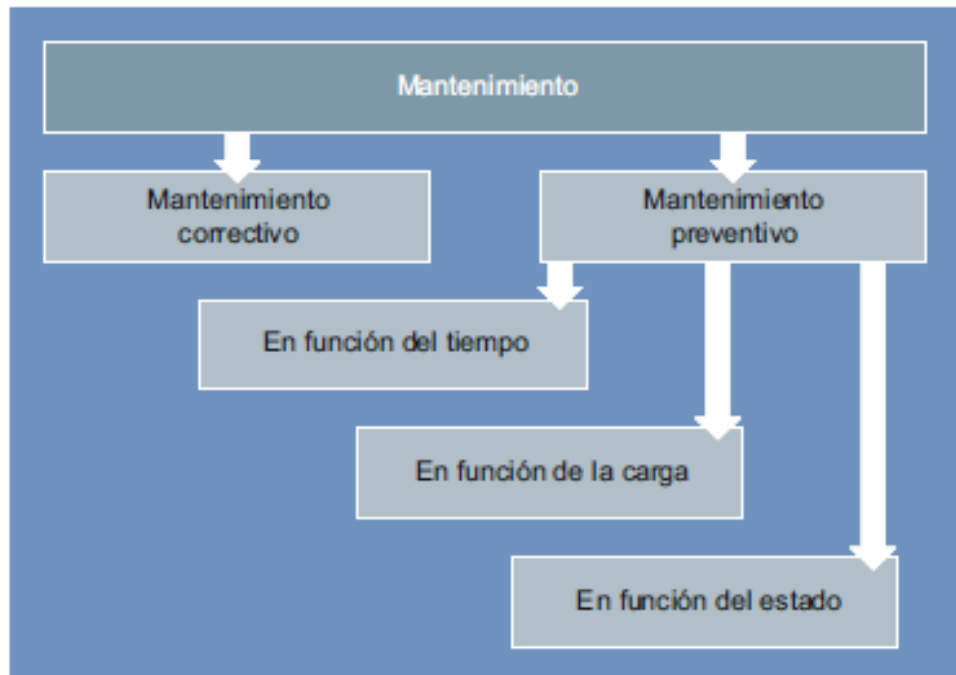
Tabla 2. Evolución de la Gestión del Mantenimiento.

Fecha	Descripción
Antes de 1914	El mantenimiento estaba en un segundo plano.
1914-1930	Surge la necesidad de las primeras reparaciones.
1930-1950	Gestión del mantenimiento enfocado en las maquinas.
1950-1960	Gestión del mantenimiento enfocado en la producción.
1960-1980	Gestión del mantenimiento enfocado en la productividad.
1980-1999	Gestión del mantenimiento enfocado en la competitividad.
2000- hoy	Gestión de mantenimiento hacia la organización e innovación tecnología Industrial, terotecnología y mejora continua.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión de mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos q conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnostico inicial integral, tener muy claro con que instrumentos se cuenta y cuales faltan por desarrollar, en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera de los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

**Figura 14. Tipos de mantenimiento más comunes.**



Cortesía: Productos y funciones para un mantenimiento eficiente en la automatización de procesos.

### **2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas. Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

Puede prevenir que las fallas ocurran en mal momento, sensar cuando la falla está próxima a ocurrir y repararla antes de que ocurra el daño.

Cada vez que un equipo es intervenido, está expuesto a un daño potencial, es excesivamente costoso reemplazar componentes prematuramente.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- ✓ Parte a inspeccionar.
- ✓ Instante en que debe inspeccionarse.
- ✓ Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- ✓ Prevenir las fallas.
- ✓ Detectar el comienzo de la falla.
- ✓ Descubrir una falla oculta.

Desafortunadamente, no es posible prevenir todas las fallas de los equipos, pero eso no significa que nuestra habilidad para realizar las tareas de mantenimiento preventivo deba terminar allí. Evitar que una pequeña avería se convierta en un daño mayor, puede hacerse por medio de la detección y prevención oportuna de la avería. La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para tal fin.

El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden

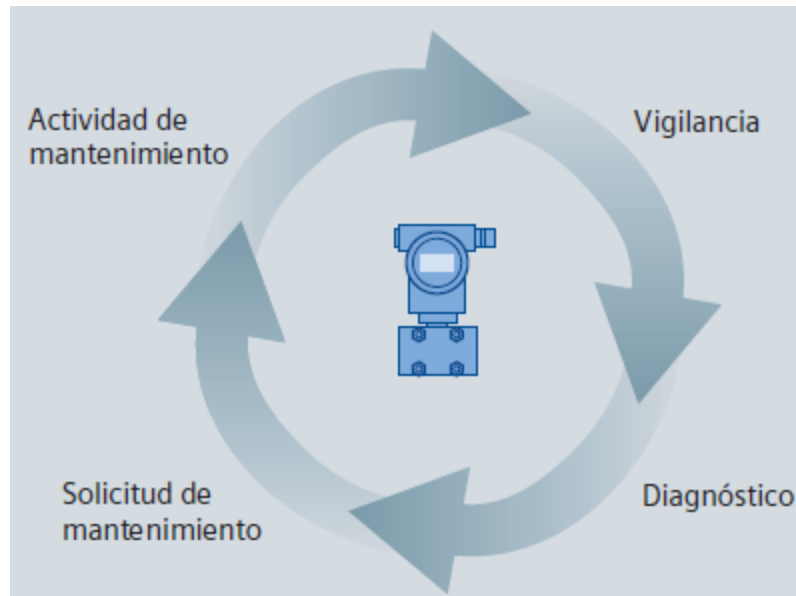
ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- ✓ Número de identificación del equipo.
- ✓ Nombre del equipo.
- ✓ Producto/Grupo/Clase de equipo.
- ✓ Localización.
- ✓ Uso de lecturas de medida.
- ✓ Intervalos de mantenimiento.
- ✓ Uso por día.
- ✓ Ultimo mantenimiento preventivo vencido.
- ✓ Siguiete mantenimiento preventivo vencido.
- ✓ Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.
- ✓ Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.
- ✓ Partes requeridas.

Figura 15. Ciclo del mantenimiento preventivo.



Cortesía: Productos y funciones para un mantenimiento eficiente en la automatización de procesos.

### **2.3.1 Ventajas del mantenimiento Inteligente.**

La monitorización continua de la planta:

- ✓ Reduce el riesgo de fallo y aumenta la disponibilidad.
- ✓ Convierte el mantenimiento en un proceso panificable.

La aplicación optimizada de recursos de mantenimiento

- ✓ Aumenta la calidad del mantenimiento.
- ✓ Aporta ahorro en los costos.

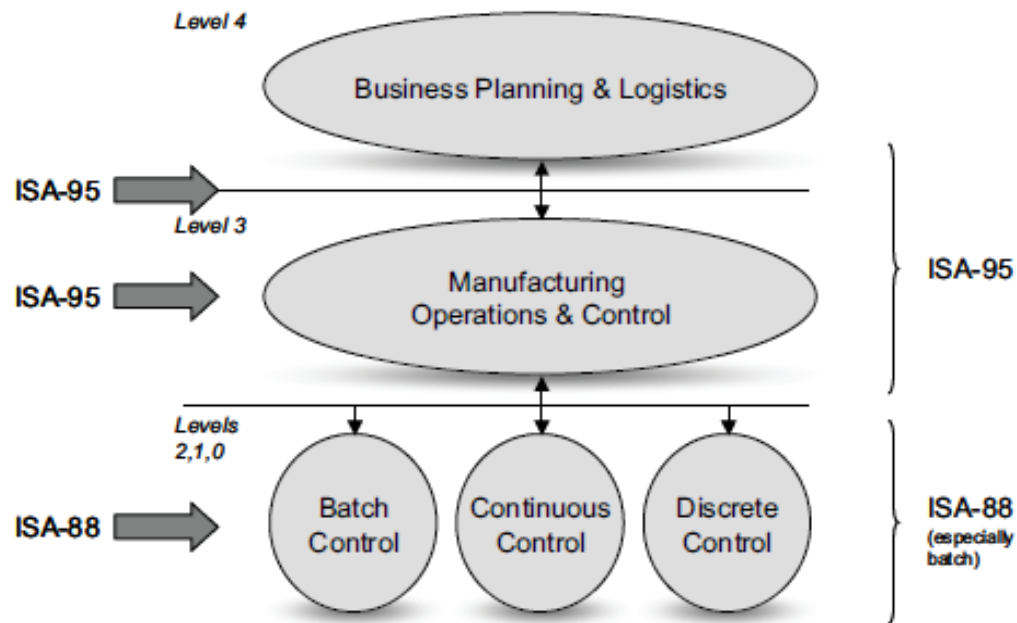
El ahorro de costos resulta:

- ✓ Del propio mantenimiento y porque además se evitan costos derivados.

## 2.4 ESTÁNDAR ISA 95

Según el Estándar ISA 95 el área de mantenimiento está incluido en el nivel 3 (ver figura 16) de la pirámide llamado Manufactura, Operación y Control, de esta manera genera las recomendaciones a tener en cuenta para la elaboración del plan de mantenimiento de un sistema de control.

Figura 16. Pirámide ISA 95.



Cortesía: Comparison of the scope and focus of ISA-88 and ISA-95.

## 2.5 ASSET MANAGEMENT EN LA PRODUCCION

El término Asset Management "gestión de activos" procede del ámbito de la economía y sirve para designar el Asset Management fijos y circulantes de una empresa. A ellos pertenecen las unidades de producción con sus componentes tales como aparatos, máquinas, tuberías, etc. y los dispositivos y equipos para su automatización. Reciben el nombre de activos y en un contexto de producción, la Asset Management comprende todas las actividades y medidas que sirven para conservar o aumentar el valor de una planta. En este caso se trata de Asset Management a nivel de planta.

### **2.5.1 Asset Management Invensys Process Systems.**

Las unidades de producción son activos financieros significativos que deben ser gestionados y mantenidos para producir la salida económica óptima. En situaciones extremas, los activos pueden ser optimizados para maximizar la disponibilidad de cualquiera o de utilización, aunque ninguno de estos extremos producirá el rendimiento económico óptimo.

Las soluciones de gestión de activos de Invensys proporcionan gestión para el mantenimiento, repuestos y gestión del inventario de los repuestos, así como capacidad para realizar las compras. Cuando se combina con el monitoreo basado en la condición, Invensys tiene una posición única para ofrecer a los clientes en tiempo real respuestas para ayudar a reducir los costos sin dejar de maximizar la fiabilidad y el rendimiento de los activos. La solución gestión global de los activos ayuda a los clientes a obtener un rendimiento óptimo de todos sus activos-personas, procesos y equipo de esta manera permitiendo cierto la excelencia de activos.

Esta herramienta integrada ayuda al comisionamiento, configuración y mantenimiento de sus equipos de campo a lo largo del ciclo de vida de su planta sin importar el tipo de dispositivo, el proveedor o el protocolo utilizado. También permite poner la planta en línea más rápido con asistentes de puesta intuitivas que eliminan las conjeturas y la monotonía manual de puesta en marcha del dispositivo. Mueva sus operaciones a un modelo de mantenimiento predictivo para ayudar a detectar problemas antes de que ocurran y rápidamente tomar medidas correctivas sin tiempo de inactividad. Realizar diagnósticos directamente desde las estaciones de trabajo para el análisis y remediación seguro y rápido.

Características Principales:

- ✓ Mejores tiempos de producción y menor tiempo para reparar.
- ✓ Reducción de Normalización y el costo.
- ✓ Reducir el desperdicio y duplicar el esfuerzo de mantenimiento.

- ✓ Integración de dispositivos en toda la instalación.
- ✓ Prevención y análisis de incidentes.
- ✓ Gestión y seguimiento de la operación de mantenimiento.

#### Principales Beneficios:

- ✓ Base de datos única entre DCS y los dispositivos de campo para intercambio de la información.
- ✓ Capacidad para hacer más rápida la solución de problemas y resolución de problemas a través de una función de administración de dispositivos de campo, que soporta todos los protocolos.
- ✓ Diagnóstico avanzado específicamente para el dispositivo ya sea con la interfaz del proveedor del instrumento o con la interfaz genérica del sistema apropiada para el tipo de instrumento.
- ✓ Alertas de mantenimiento contextualizados y flujos de trabajo guiados por mejorar el establecimiento de prioridades.
- ✓ La integración de órdenes de trabajo y seguimiento de desempeño de los empleados.
- ✓ Presentación de informes móviles, cuadros de control y análisis.

#### **2.5.2 Beneficios del Asset Management a nivel de planta.**

El Asset Management a nivel de planta permite al operario de mantenimiento:

- ✓ Identificar y evaluar de forma unívoca los activos, es decir, la unidad de producción y sus componentes, tomar las medidas adecuadas en caso de que se produzcan desviaciones del estado o condición deseado o esperado.

Gracias a la monitorización, es decir el registro y la evaluación de magnitudes de estado, se puede determinar la condición de un componente o de un equipo.

Por ejemplo si no se dispone de señales del sensor, lo que provoca el diagnóstico "Rotura de cable", este diagnóstico activa una demanda de mantenimiento que tiene como consecuencia una reparación, es decir, la sustitución del cable roto.

Esta detección a tiempo genera la actividad para la sustitución del cable defectuoso lo devuelve el componente al estado deseado y cierra el circuito de mantenimiento. De este modo, el Asset Management a nivel de planta constituye la base para incrementar la productividad.

A pesar de que las tareas del operador y del mantenedor son muy distintas, es conveniente y necesario facilitar la información para ambos dentro del sistema de control de procesos, no con sistemas distintos.

Para ello existen diferentes motivos:

- ✓ Visualización homogénea de todos los componentes y equipos.
- ✓ Ninguna limitación al seleccionar los dispositivos de campo.
- ✓ Tanto para la automatización como para el mantenimiento son relevantes las mismas fuentes de información (dispositivos de campo).
- ✓ Existe una estrecha interacción entre las funciones de automatización y las de Asset Management, ya que la forma de operar la planta en un momento dado es importante para evaluar la condición de un componente.
- ✓ Los datos de ingeniería destinados a la automatización también pueden ser utilizados para el mantenimiento.
- ✓ Simplificación a la hora de manejar el sistema, ya que los usuarios sólo tienen que dominar las herramientas de ingeniería, manejo y visualización de un único sistema.

La Agrupación Sistemas de Control de Procesos de la Industria Química y Farmacéutica Alemana (NAMUR) ha formulado los requisitos esenciales (NE 91) desde el punto de vista del usuario.

Ella concede gran importancia a la integración de la Asset Management a nivel de planta en el sistema de control:

- ✓ La Asset Management a nivel de planta es parte integrante del sistema de control de procesos.
- ✓ Registro y evaluación del estado de los activos
- ✓ Integración de todos los activos (equipos de control de procesos y componentes de la planta).
- ✓ Separación de la información relevante para el mantenimiento y de la información de proceso.
- ✓ Visualización homogénea de todos los activos.
- ✓ Ninguna limitación al seleccionar los dispositivos de campo.

Además se desea (NE 107) que todos los dispositivos de campo entreguen mensajes uniformes sobre su estado; a saber:

- ✓ Correcto.

No se conocen limitaciones funcionales

- ✓ Inseguro.

Funcionamiento fuera del rango especificado

- ✓ Fallo del equipo.

Es necesario un mantenimiento

- ✓ Necesidad de mantenimiento

Control de funciones (valor de proceso manipulado)

- ✓ Control de funciones, manejo local.

Fallo (valor de proceso no válido)

También es de tener en cuenta que se deben satisfacer los requisitos de los usuarios y al mismo tiempo evitar saturar con información a los distintos grupos de

usuarios, es decir operadores de planta y mantenedores, la información generada se divide, para ello, la estación de operación se debe complementar con una estación dedicada al mantenimiento. La información relevante para el mantenimiento no aparece en la estación del operador, esta se presenta agrupada en la estación al efecto. En la estación de operador y en la de mantenimiento, se utilizan las mismas herramientas de interfaz hombre-máquina, y su filosofía es totalmente idéntica.

### **3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMAS DE CONTROL FOXBORO**

El mantenimiento preventivo es un procedimiento que se realiza de manera periódica, para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos, logrando que se encuentren en óptimas condiciones durante su tiempo de vida útil, este procedimiento puede ser complementado si se tienen las posibilidades económicas y/o de infraestructura con un Software de Asset Management visto en el capítulo anterior, ya que el uno se convierte en el complemento del otro.

#### **3.1. PROCEDIMIENTO GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Debido a la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos electrónicos de un sistema de control Foxboro, se han determinado algunos pasos generales que debe poseer la rutina de mantenimiento con un periodo máximo de 12 meses sin tener en cuenta la periodicidad de los respaldos de la información del sistema de control total que en el capítulo 4 se detallan:

- ✓ Inspección del estado de todos los equipos en la red de control mediante el Software System Manager.
- ✓ Elaboración de un documento de la inspección inicial para el soporte y seguimiento durante el mantenimiento.
- ✓ Inspección visual de los equipos.
- ✓ Inspección de condiciones ambientales del equipo: Humedad, vibraciones mecánicas, polvo, seguridad de la instalación eléctrica, temperatura.
- ✓ Inspección interna del equipo.
- ✓ Elaboración de Backup's o respaldos de las bases de datos del control y comunicaciones, interfaz grafica y sistema operativo de todos equipos de computo que confirman el sistema.
- ✓ Revisión y Backup's de los históricos de tendencias y alarmas.

- ✓ Elaboración de Backup's de la configuración de los Switch's de la red MESH.
- ✓ Implementación de las actualizaciones del sistema suministradas por fábrica.
- ✓ Actualización de las aplicaciones de antivirus de todos los equipos de cómputo.
- ✓ Limpieza externa e interna de los equipos.
- ✓ Reemplazo de ciertas partes del equipo.
- ✓ Inspección de los sistemas de puesta a tierra.
- ✓ Pruebas de funcionamiento.
- ✓ Elaboración del reporte de mantenimiento y entrega de respaldos de todo el sistema.

### **3.1.1 Frecuencia del mantenimiento preventivo.**

Estos equipos deben estar sujetos a un programa de inspecciones, mantenimiento o verificación de su funcionamiento, sólo si existen varias razones que lo sustenten, como por ejemplo:

- ✓ Prevenir fallas en el equipo o en las instalaciones eléctricas del centro de salud.
- ✓ Mantener el buen estado del equipo, para que éste pueda ser operado con normalidad durante su tiempo de vida útil.
- ✓ Minimizar el tiempo del equipo fuera de funcionamiento.
- ✓ Corregir problemas de operación menores, antes que ellos resulten en fallas mayores del sistema o resultados imprecisos.
- ✓ Evitar reparaciones excesivamente costosas al proveer mantenimiento a intervalos periódicos.
- ✓ Producir un ahorro, de modo que el gasto en mantenimiento de un equipo durante su vida útil sea muy inferior a la adquisición de uno nuevo.
- ✓ Reducir la cantidad de repuestos de reserva.
- ✓ Cumplir con códigos, estándares y regulaciones o las recomendaciones rigurosas de los fabricantes.

- ✓ Reducir los riesgos de shock eléctrico en operadores, técnicos y visitantes.

### **3.1.2 Frecuencia máxima de la aplicación del mantenimiento preventivo.**

- ✓ Limpieza de hardware: Cada 12 meses.
- ✓ Backup Bases de Datos: Cada 6 meses.
- ✓ Backup Sistema Operativo Equipos de Computo: Semanal.
- ✓ Actualización Antivirus Equipos de Computo: Mensual.
- ✓ Comparación y actualizaciones de fábrica: Mensual.
- ✓ Revisión de tendencias e Históricos: Mensual.

### **3.2 DOCUMENTACIÓN**

Cada equipo debe contar con una hoja de vida y de especificaciones técnicas, donde se encuentre el documento inicial de aceptación del equipo (puesta en funcionamiento), su información básica y de las intervenciones hechas o mantenimiento realizado al mismo sea éste preventivo o correctivo, y de los repuestos utilizados.

La documentación se debe llevar tanto en hojas físicas como en archivo digital.

### **3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Antes de cualquier mantenimiento se deben revisar las especificaciones técnicas de los equipos o programas, cuya información deberá ser de fácil entendimiento y con el seguimiento de las posibles actualizaciones, además de destinar un lugar adecuado para su almacenamiento y detallar lo siguiente:

- ✓ Nombre del equipo.
- ✓ Modelo.

- ✓ Fabricante.
- ✓ Número de serie.
- ✓ Área de ubicación
- ✓ Código del equipo.
- ✓ Tipo de manuales del equipo, los cuales pueden ser de operación, de diagramas y de listas de partes.
- ✓ Requerimientos técnicos del equipo: Voltaje de alimentación, corriente, potencia, características físicas.
- ✓ Especificaciones y requerimientos técnicos de componentes o accesorios de los distintos fabricantes.
- ✓ Duración de la garantía.
- ✓ Frecuencia con la cual se debe realizar el mantenimiento al equipo y a sus componentes o accesorios.

### **3.4 HOJA DE VIDA**

En un documento la información básica que se debe suministrar para realizar un buen seguimiento en determinado equipo o software es el siguiente:

- ✓ Nombre del equipo.
- ✓ Serial y/o número de parte.
- ✓ Fecha de la puesta en funcionamiento.
- ✓ Fechas de las intervenciones realizadas al equipo.
- ✓ Tipo de trabajo realizado.
- ✓ Repuestos utilizados.
- ✓ Nombre de la persona que realizó el trabajo.
- ✓ La aprobación firmada por la persona que requirió el trabajo.

### **3.5 EQUIPOS USADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENIVO DE LOS SISTEMAS FOXBORO.**

Estos equipos pueden variar dependiendo del cliente o el sistema a mantener, pero no afectan el sentido o la forma del plan de mantenimiento:

- ✓ Procesadores de Control (CP's).
- ✓ Equipos de Computo.
- ✓ Módulos de entrada y salida (FBM's).
- ✓ Módulos de Comunicación.
- ✓ HMI's y pantallas de operación.
- ✓ Gabinetes para la instalación de equipos.
- ✓ Switch's de la Red MESH y terceros.
- ✓ Consolas de operación.
- ✓ Impresoras.
- ✓ Marquillado de señales de campo.
- ✓ Fuentes de 24 VAC y 110 VVAC.
- ✓ Cableado de potencia e instrumentación.
- ✓ Sistemas de iluminación.
- ✓ Todos los sistemas de puesta a tierra.
- ✓ Sistemas de presurización de Gabinetes.
- ✓ Cornetas para alarmas sonoras y/o visuales.
- ✓ Identificación de equipos.

## **4. SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN**

### **4.1 LA SEGURIDAD EN LA INFORMACIÓN EN EL DESARROLLO EMPRESARIAL.**

En la actual era de internet, el activo más importante de cualquier empresa es la información, tanto en organizaciones públicas como privadas. Es por eso que cada vez es más importante el puesto del responsable de seguridad, quien se encarga de mantener a salvo la estrategia de la compañía, Protegiendo la información de la misma. Una buena inversión en seguridad representa un gran beneficio. Y es que asegurar que la información esté disponible en todo momento es de gran importancia para las empresas.

La inversión en seguridad debe ser acorde con el valor de la información a proteger y las pérdidas generadas a consecuencia de una caída de los sistemas es una buena forma de calcularlo.

El Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) de España define la seguridad informática como la disciplina que incluye técnicas, aplicaciones y dispositivos que garantizan la autenticidad, integridad y privacidad de la información contenida dentro de un sistema informático, así como su transmisión.

En un estudio sobre seguridad de la información y continuidad de negocio en las empresas españolas efectuado por INTECO en 2012, las empresas participantes (2.250 entrevistas a responsables de seguridad) presentaban un notable grado de implantación de herramientas de seguridad básicas, tales como programas antivirus (96,1%) y cortafuegos (75,4%). Un 56% de las empresas tiene personal destinado a la seguridad de la información (un 21% mediante personal interno y un 35,3% mediante empresa externa).

El estudio aclara que para las empresas aún está pendiente la adopción de estrategias y planes de continuidad de negocio que les ayude a recuperar su actividad en casos de crisis. Tanto por el desconocimiento de los beneficios que conlleva disponer de una seguridad planificada, como de la falta de consideración de estos planes como inversión.

Los problemas de seguridad más comunes son el malware (14,7%) y el spam (11,9%), por otro lado, las caídas y averías en los sistemas de soporte son los que más provocan interrupciones en la actividad (15,2%). Cuando se presentan este tipo de problemas, el 38,5% de las empresas asume una actitud proactiva incorporando herramientas y medidas de seguridad, pero las actuaciones a nivel organizativo o estratégico son minoritarias.

En casi la mitad de los casos, quienes resuelven los incidentes son los técnicos internos de las empresas, sin embargo no es menor el porcentaje de las que se apoyan en un servicio externo (40,9%).

En el estudio realizado destacan algunas recomendaciones tales como: la necesidad de avanzar en la sensibilización sobre los riesgos de seguridad de la información; fomentar la incorporación de buenas prácticas para los miembros de la organización; adoptar estrategias de continuidad de negocio para asegurar la resistencia de la organización ante una crisis o desastre; acudir a profesionales externos que solventen la falta de recursos internos sin renunciar a la seguridad, o mantenerse actualizados acerca de las novedades en temas de riesgo de seguridad y medidas de protección.

Con todo esto resulta increíble de esto es la falta de precauciones que solemos tener al confiar al núcleo de nuestros negocios al sistema de almacenamiento, Si el monitor, la memoria e incluso la CPU del equipos de computo dejan de funcionar, simplemente lo reemplazamos, y no hay mayores dificultades. Pero si falla el disco duro, el daño puede ser irreversible, puede significar la pérdida total de nuestra información. Es principalmente por esta razón, por la que se debe respaldar la

información importante. Si esto le sucediera a una empresa, las pérdidas económicas podrían ser cuantiosas. Los negocios de todos los tipos y tamaños confían en la información computarizada para facilitar su operación y algunos daños serían:

- ✓ Pérdida de oportunidades de negocio.
- ✓ Clientes decepcionados.
- ✓ Reputación perdida, etc.

La tecnología no está exenta de fallas o errores, y los respaldos de información son utilizados como un plan de contingencia en caso de que una falla o error se presente.

Asimismo, hay empresas, que por la naturaleza del sector en el que operan pueden permitirse la más mínima interrupción informática.

Las interrupciones se presentan de formas muy variadas: virus informáticos, fallos de electricidad, errores de hardware y software, caídas de red, hackers, errores humanos, incendios, inundaciones, etc. (ver figura 17). Y aunque no se pueda prevenir cada una de estas interrupciones, la empresa sí puede prepararse para evitar las consecuencias que éstas puedan tener sobre su negocio. Del tiempo que tarde en reaccionar una empresa dependerá la gravedad de sus consecuencias.

Figura 17. Causas de pérdida de información.



Cortesía: IBM

Como, donde, periodicidad y revisión de la calidad de la información deben ser las palabras claves para una grande, media o pequeña empresa que maneje su información en un medio electrónico y en este caso con respecto a la información relacionada con el sistema de control o DCS tiene aun más relevancia por los altos costos que implica una ingeniería relacionada, Foxboro trae una herramienta embebida en sus sistemas sin importar la versión o el sistema operativo para la elaboración de respaldos en línea llamada **Symantec System Recovery** que a lo largo de este capítulo estaremos explicando.

Respalda la información significa copiar el contenido lógico de nuestro sistema informático a un medio que cumpla con una serie de exigencias:

**4.1.1 Confiabilidad.** Minimizar las probabilidades de error ya que muchos medios magnéticos como las cintas de respaldo, los disquetes o discos duros tienen probabilidades de error o son particularmente sensibles a campos magnéticos, elementos todos que atentan contra la información que hemos respaldado allí.

Otras veces la falta de confiabilidad se genera al rehusar los medios magnéticos, las cintas en particular tienen una vida útil concreta y el sistema I/A para versiones con sistema operativo Unix Solaris 8 aun requiere este tipo de respaldo. Es común que se subestime este factor y se reutilicen más allá de su vida útil con resultados nefastos, particularmente porque casi siempre se descubre su falta de confiabilidad en el peor momento y cuando es necesario recuperar la información.

**4.1.2 Seguridad del respaldo.** Tan pronto se realiza el respaldo de información, el soporte que almacena este respaldo debe ser desconectado de la computadora y almacenado en un lugar seguro tanto desde el punto de vista de sus requerimientos técnicos como humedad, temperatura, campos magnéticos, como de su seguridad física y lógica. No es de gran utilidad respaldar la información y dejar el respaldo conectado a la computadora donde potencialmente puede haber un ataque de cualquier índole que lo afecte.

**4.1.3 La restauración de la información.** Es necesario probar la confiabilidad del sistema de respaldo no sólo para respaldar sino que también para recuperar. Hay sistemas de respaldo que aparentemente no tienen ninguna falla al generar el respaldo de la información pero que fallan completamente al recuperar estos datos al sistema informático. Esto depende de la efectividad y calidad del sistema que realiza el respaldo y la recuperación.

Esto nos lleva a que un sistema de respaldo y recuperación de información tiene que ser probado y eficiente.

**4.1.4 Seguridad física y lógica.** Puede llegar a ser necesario eliminar los medios de entrada/salida innecesarios en algunos sistemas informáticos, tales como disqueteras, CD-Room o bloquear los puertos USB (Ver Anexo 1) que no son necesarios y dejar solo los periféricos como el teclado y el mouse, para evitar posible infecciones con virus traídos desde el exterior de la empresa por el personal, o la extracción de información de la empresa.

Las copias de seguridad son uno de los elementos más importantes y que requieren mayor atención a la hora de definir las medidas de seguridad del sistema de información, la misión de las mismas es la recuperación de los archivos o sistema operativo al estado inmediatamente anterior al momento de realización de la copia.

## **4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE COPIAS DE SEGURIDAD Y SU VERIFICACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL FOXBORO Y EN GENERAL.**

La realización de las copias de seguridad debe basarse en un análisis previo del sistema de información, en el que se definen las medidas técnicas que puedan condicionar la realización de las copias de seguridad, a continuación se enumeran los puntos críticos a tener en cuenta y la variedad de procedimientos a seguir:

### **4.2.1 Volumen de información a copiar.**

Condicionará las decisiones que se tomen sobre la política de copias de seguridad, en una primera consideración está compuesto por el conjunto de datos que deben estar incluidos en la copia de seguridad, sin embargo, se pueden adoptar diferentes estrategias respecto a la forma de la copia que condicionan el volumen de información a copiar, para ello la copia puede ser:

- ✓ **Copiar sólo los datos:** Poco recomendable, ya que en caso de incidencia, será preciso recuperar el entorno que proporcionan los programas para acceder a los mismos, influye negativamente en el plazo de recuperación del sistema.
- ✓ **Copia completa:** Recomendable, si el soporte, tiempo de copia y frecuencia lo permiten, incluye una copia de datos y programas, restaurando el sistema al momento anterior a la copia.
- ✓ **Copia incremental:** Solamente se almacenan las modificaciones realizadas desde la última copia de seguridad, con lo que es necesario mantener la copia

original sobre la que restaurar el resto de copias. Utilizan un mínimo espacio de almacenamiento y minimizan el tipo de desarrollo, a costa de una recuperación más complicada y en este caso Symantec System Recovery en todas sus versiones permite la programación de dicha tarea con respecto a la necesidad que hayamos detectado previamente.

- ✓ **Copia diferencial:** Básicamente parecido como a la incremental, pero en vez de solamente modificaciones, se almacenan los archivos completos que han sido modificados, para esta opción también necesita la copia original.

#### **4.2.2 Tiempo disponible para efectuar la copia.**

El tiempo disponible para efectuar la copia de seguridad es importante, ya que el soporte utilizado, unidad de grabación y volumen de datos a almacenar, puede hacer que el proceso de grabación de los datos dure horas y teniendo en cuenta que mientras se efectúa el proceso es conveniente no realizar accesos o modificaciones sobre los datos objeto de la copia, este proceso ha de planificarse para que suponga un contratiempo en el funcionamiento habitual del sistema de información, Symantec System Recovery permite hacer copias en línea, pero la recomendación para la elaboración de un buen respaldo es suspender las tareas del I/A y luego de esto si realizar dicha copia.

#### **4.2.3 Medio utilizado.**

Es la primera decisión a tomar cuando se planea una estrategia de copia de seguridad, sin embargo esta decisión estará condicionada por un conjunto de variables, tales como la frecuencia de realización, el volumen de datos a copiar, la disponibilidad de la copia, el tiempo de recuperación del sistema, etc.

Entre los medios más habituales, podemos encontrar las cintas magnéticas, discos compactos, grabadoras de CD-ROM, Discos Duros externos o internos o cualquier dispositivo capaz de almacenar los datos que se pretenden almacenar.

La estimación del costo de un medio de almacenamiento para las copias de seguridad no se basa simplemente en el precio de las unidades de cinta o de disco, el costo de la unidad de grabación es también muy importante, ya que puede establecer importantes diferencias en la inversión inicial.

La unidad será fija o extraíble, es otra decisión importante, ya que la copia de seguridad se puede realizar sobre otro disco duro del sistema de información o bien mediante los elementos descritos anteriormente.

Una vez definidas las medidas de índole técnica, quedan por definir las medidas organizativas ya que de nada sirve el mejor soporte si las copias no se realizan de acuerdo a un plan de copias de seguridad.

La política de copias de seguridad debe garantizar la reconstrucción de los ficheros en el estado en que se encontraban al tiempo de producirse la pérdida o destrucción.

#### **4.2.4 Frecuencia de realización de copias de seguridad.**

La realización de copias de seguridad debe realizarse diariamente, éste es el principio que debe regir la planificación de las copias, sin embargo, existen condicionantes, tales como la frecuencia de actualización de los datos, el volumen de datos modificados, etc., que pueden hacer que las copias se realicen cada más tiempo.

#### **4.2.5 Planificación de la copia.**

Las copias de seguridad se pueden realizar en diferentes momentos del día, incluso en diferentes días, pero siempre se han de realizar de acuerdo a un criterio

y este nunca puede ser "cuando el responsable lo recuerda", si es posible la copia se debe realizar de forma automática por un programa de copia, según la configuración de éste se podrá realizar un día concreto, diariamente, semanalmente, mensualmente, a una hora concreta, cuando el sistema esté inactivo, todos estos y muchos más parámetros están presente en Symantec y la tarea se limita a revisar si el programa cumple con su función.

- ✓ **Mecanismos de comprobación.** Se deben definir mecanismos de comprobación de las copias de seguridad, aunque los propios programas que las efectúan suelen disponer de ellos para verificar el estado de la copia, es conveniente planificar dentro de las tareas de seguridad la restauración de una parte de la copia o de la copia completa periódicamente, como mecanismo de prueba y garantía.
  
- ✓ **Responsable del proceso.** La mejor forma de controlar los procesos que se desarrollan en el sistema de información, aunque estos estén desarrollados en una parte importante por el propio sistema, es que exista un responsable de la supervisión, para ello se debe designar a una persona que incluya entre sus funciones la supervisión del proceso de copias de seguridad, el almacenamiento de los soportes empleados en un lugar designado a tal fin e incluso de la verificación de que las copias se han realizado correctamente.

Además se debe considerar en la realización de las copias de seguridad, el uso de diferentes soportes para almacenar los datos, entre las diferentes posibilidades que se presentan en función del número de soportes empleados, se puede considerar la siguiente:

Un posible esquema de copia de seguridad sería realizar una copia de seguridad completa cada mes y se guárdala durante un año y preferentemente

en algún sitio seguro ajeno a la empresa, una copia de seguridad completa semanalmente que se guarda durante un mes y copias de seguridad diarias, que se guardan durante una semana y que pueden ser completas, incrementales o diferenciales. Con este sistema se pueden utilizar 7 soportes que garantizan un alto nivel de seguridad en cuanto a recuperaciones de datos.

También se recomienda guardar las copias de seguridad en un lugar alejado, como, por ejemplo una caja de seguridad o cualquier otro sitio asegurado contra incendios, para que, en caso de que se produzca algún desastre como un incendio, los datos se encuentren protegidos.

#### **4.2.6 Medidas de Seguridad.**

Respecto a las copias de seguridad, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

Deberá existir un usuario del sistema, entre cuyas funciones esté la de verificar la correcta aplicación de los procedimientos de realización de las copias de respaldo y recuperación de los datos.

Los procedimientos establecidos para la realización de las copias de seguridad deberán garantizar su reconstrucción en el estado en que se encontraban al tiempo de producirse la pérdida o destrucción.

Deberán realizarse copias de respaldo al menos semanalmente, salvo que en dicho periodo no se hubiera producido ninguna actualización de los datos.

#### **4.2.7 Clasificación de respaldos.**

Dependiendo del denominado archive bit, el cual indica un punto de respaldo y puede existir por archivo o por bloque de información (típicamente 4096 bytes) y es activado cada vez que dicha información es modificada se tienen tres tipos de respaldos así:

- ✓ **Respaldo Completo (Full).** Guarda todos los archivos que sean especificados al tiempo de ejecutarse el respaldo. El archive bit es eliminado de todos los archivos (o bloques), indicando que todos los archivos ya han sido respaldados.
- ✓ **Respaldo de Incremento (Incremental).** Cuando se lleva a cabo un Respaldo de Incremento, sólo aquellos archivos que tengan el archive bit serán respaldados; estos archivos (o bloques) son los que han sido modificados después de un respaldo completo. Además cada respaldo de Incremento que se lleve a cabo también eliminará el archive bit de estos archivos (o bloques) respaldados.
- ✓ **Respaldo Diferencial (Differential).** Este respaldo es muy similar al respaldo de incremento, la diferencia radica en que el archive bit permanece intacto.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de los tipos de respaldo.

Respaldo	Archivos de Respaldo	Archive bit	Ventajas	Desventajas
Completo	Todos	Eliminado en todos los archivos	La única opción es recuperar toda la información	Tiempo de ejecución
Incremental	Archivos con archive bit activo	Eliminado en los archivos que se respaldan	Velocidad	Requiere del último respaldo completo y de todos los respaldos de Incremento que le siguieron para recuperar el Sistema
Diferencial	Archivos con archive bit activo	Intacto	Sólo requiere del último respaldo completo y del último respaldo diferencial	Ocupa mayor espacio en discos comparado con respaldos de Incremento diferencial

#### 4.2.8 Secuencia de Respaldo GFS (Grandfather-Father-Son).

Esta secuencia de respaldo es una de las más utilizadas y consiste en respaldos completos cada semana y respaldos de incremento o diferenciales cada día de la semana, por ejemplo suponiendo la siguiente semana se puede tener:

Tabla 4. Ejemplo de una secuencia de respaldo.

Domingo (1)	Lunes (2)	Martes (3)	Miércoles (4)	Jueves (5)	Viernes (6)	Sábado (7)
Diferencial/ de Incremento o NADA	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Completo	Diferencial/ de Incremento o NADA
Domingo (8)	Lunes (9)	Martes (10)	Miércoles (11)	Jueves (12)	Viernes (13)	Sábado (14)
Diferencial/ de Incremento o NADA	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Diferencial/ de Incremento	Completo	Diferencial/ de Incremento o NADA

En caso de fallar el Sistema en Jueves (12) será necesario el respaldo completo del Viernes (6) y si se utilizaron respaldos diferenciales sólo el respaldo diferencial del Miércoles (11). Si se utilizaron Respaldos de Incremento se necesitaran todos los respaldos de Incremento desde el Sábado (7) hasta el Miércoles (11), además que los respaldos completos de cada Viernes deben pasan a formar parte del archivo mensual de Información.

#### 4.2.9 Dispositivos de almacenamiento

- ✓ **EI HDD.** Es el medio preferido, pero presentan algunas debilidades ya que son muy delicados, frágiles y si se caen muy probablemente se rompan o los cabezales, se rayen los platos y la pérdida de los datos será inminente.

Actualmente la mayoría de los HDD tienen una función que consiste en que si se desconecta su alimentación, automáticamente los brazos de lectura/escritura se recorren a su lugar fuera de los platos para evitar ser rayados.

La velocidad de transferencia de datos, ya sea lectura o escritura, depende de las RPM del disco, con uno de 5400 RPM y un archivo de 100MB, un HDD tarda en copiar o escribir 100MB en aproximadamente 5-10seg.

En pocas palabras, es el más rápido por el momento y al alcance de todos, la durabilidad del archivo antes de que se borre del HDD por no usarlo o por viejo es de 3 a 7 años regularmente. Tomando en cuenta el cuidado que se le haya dado. Los cuidados a tener son no mojar, ni caer, ni poner objetos encima, mucho menos acercarse a imanes, podemos detectar su falla si tiene ruidos al estar funcionando.

La seguridad para hacer un respaldo en una escala de 0 a 10 es de 8 y tomando en cuenta la velocidad de transferencia y seguridad de almacenamiento este medio es muy eficiente y veloz, pero es muy delicado y frágil ya que con una caída de unos 30cm puede quedar inservible y la reparación es cara y muchas veces no se pueden sacar todos los datos.

- ✓ **SSD:** El sucesor del HDD con la ventaja que es menos delicado, soporta más las caídas, no soporta los campos magnéticos y no emite ruido alguno como los HDD. No tienen partes mecánicas que necesiten reemplazo o fallen.

El SSD es un conjunto de memorias flash y por el momento son menos eficientes que los HDD, para un archivo de 100MB un SSD tarda en copiar o escribir 100MB en aproximadamente 20seg, la durabilidad del archivo no está muy definido, es menos delicado pero aun no reemplaza el HDD, no necesita tantos cuidados como un HDD pero aun no se producen en masa. Estos medios aun no se implementan en las PC porque son más lentos que sus antecesores, la seguridad para hacer un respaldo en una escala de 0 a 10 es de 7.

- ✓ **Memoria USB.** Este medio es muy eficiente y rápido es económico a comparación de un SSD, casi no presenta problemas y se puede llevar a todos lados, no soporta los campos magnéticos, se puede perder con facilidad, es ligero y hay una gran variedad de capacidades de almacenamiento pero no tan grandes como las del HDD. La velocidad de lectura/escritura depende del puerto en el que se conectó, pero actualmente la mayoría son USB 2.0, un

archivo de 100MB un una USB tarda en copiar o escribir 100MB es de aproximadamente 10seg.

La durabilidad del archivo es de 5 a 10 años, dependiendo del cuidado que se le dé y soporta caídas, un tanto resistente a humedad, no hace ruido ni tiene partes móviles. La seguridad para hacer un respaldo en una escala de 0 a 10 es de 8.

- ✓ **CD-R.** Este medio es barato, pero una vez llegado al tope de su capacidad, no se puede hacer nada. Este medio es de solo escritura, se graba una vez y ya no se puede formatear y volver a grabar, la velocidad de transferencia es media y tiende a fallar., se raya fácilmente y se estropea si se moja y es delicado ante los imanes, el calor y la humedad, su capacidad es baja, no llega ni al GB, se pueden perder muchos de estos por haberse grabado mal. Un archivo de 100MB tarda en copiar o escribir 100MB en aproximadamente 20seg.

La durabilidad del archivo es de 5-7 años y una vez grabado no se puede eliminar el contenido. La seguridad para hacer un respaldo en una escala de 0 a 10 es de 6.5.

- ✓ **CD-RW.** Este medio es barato, con baja capacidad de almacenamiento y la misma inestabilidad que un CD-R normal, pero en caso de error puede ser borrado hasta el sistema de archivos., tiene la misma durabilidad de archivos que un CD-R, además de un límite de grabaciones hasta que se vuelve inestable.

Después de grabar, puede borrarse o editarse su contenido, la velocidad de transferencia es media y tiende a fallar, se raya fácilmente y se estropea si se moja y es delicado ante los imanes, el calor y la humedad. Su capacidad es baja, no llega ni al GB y un archivo de 100MB en CD-RW tarda en copiar o escribir 100MB en aproximadamente 30seg.

Es un medio igual de inestable que el CD-R, pero éste puede ser borrado y volver a grabarlo. Este medio no es muy seguro y la seguridad para hacer un respaldo en una escala de 0 a 10 es de 7.5.

- ✓ **Las cintas DAT (Digital Audio Tape).** Tiene un acceso sigue siendo secuencial, pero la transferencia de datos de lectura y escritura continua puede llegar a superar 1 MB/s., sin embargo el precio es un tanto elevado lo que no lo hace tan usado en la actualidad.

Respaldo en línea: Existen servicios que nos ayudan a mantener un orden en nuestros respaldos pero no son recomendados para los equipos y la información de sistemas de control ya que torna vulnerable la red de control ante cualquier ataque informático, estos tipos de respaldo se pueden clasificar en:

Software de respaldo tradicional: Con estos productos se pueden elegir los archivos o carpetas a guardar, seleccionar un dispositivo de almacenamiento y ejecutar el respaldo sin ayuda.

Software de respaldo de fondo: Ideal para los usuarios que no tienen una disciplina en respaldar su información. Estos programas hacen una copia de los archivos en forma automática

Los servicios de respaldo en Internet tienen muchas ventajas: guardan la información fuera del lugar de trabajo y evitan tener que intercambiar medios.

#### **4.3. SYMANTEC SYSTEM RECOVERY**

Symantec System Recovery es el software instalado en los sistemas de control Foxboro el cual proporciona una recuperación completa del sistema en tan solo unos minutos, incluso en hardware diferente, reinstalación completa del equipo sin necesidad de ningún software previo, localizaciones remotas o entornos virtuales para, de esta forma, minimizar el tiempo de inactividad de la empresa con las siguientes características:

- ✓ **Un dispositivo USB all-in-one para copia de seguridad y recuperación.** con las nuevas prestaciones del asistente, los clientes pueden transformar con facilidad un dispositivo USB en un Symantec System Recovery Disk arrancable y en un dispositivo de almacenamiento de copia de seguridad, para crear un dispositivo USB all-in-one para copia de seguridad y recuperación para ayudar a reducir el tiempo de arranque y acelerar el proceso de recuperación.
  
- ✓ **Gestión centralizada mejorada.** Symantec System Recovery Management Solution es una solución muy escalable diseñada para gestionar de forma centralizada una gran cantidad de clientes desde un único servidor de gestión. La solución Symantec System Recovery Management se puede ahora instalar y albergar en entornos Windows Server 2008 R2 de 64-bit.
  
- ✓ **Asistente mejorado y personalizable de disco de recuperación.** se ha incorporado una flexibilidad adicional al asistente de disco de recuperación personalizable y ahora incluye una opción para elegir una imagen ISO como fuente para un disco de recuperación personalizado. Esto resulta especialmente útil para las grandes organizaciones que ya utilizan una versión personalizada del Symantec System Recovery Disk y que estarían encantadas de utilizarla como fuente para modificaciones futuras en su entorno de recuperación.
  
- ✓ **Soporte de la plataforma.** Symantec System Recovery incluye soporte actualizado para las últimas versiones y aplicaciones de Microsoft Windows, Linux, VMware, Microsoft Hyper-V y Citrix XenServer.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ No existen limitaciones para mejorar las maneras y prácticas de implementar nuestro plan de mantenimiento.
- ✓ El mejor aliado para mejorar nuestros planes y resultados en el manteniendo es el avance de las tecnologías y herramientas relacionadas, pero al mismo tiempo puede ser un enemigo si no le damos el uso adecuado.
- ✓ La protección de la información en las empresas aun no hace parte de los pilares en los cuales deberían basarse la robustez y crecimiento cuando sea el caso.
- ✓ El complemento de un plan de mantenimiento con una herramienta de manejo de activos basada en Asset Management puede entregar resultados sorprendentes y que pueden cambiar la el concepto que hasta ahora se tiene de programación y rutinas de mantenimiento, ya que la anomalía es detectada en línea y puede generar una acción antes de que se genere una anomalía.
- ✓ El desarrollo e implementación de Sistemas de Control Industrial aun no tienen la valoración o merecimiento correspondiente con las prestaciones e importancia en la producción y seguridad tanto de la planta como los empleados.
- ✓ Hay quienes aun no creen en el mantenimiento de equipos electrónicos y no saben lo que podrían obtener al implementarlo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ISA: Enterprise-Control System Integration - Part 1: Models and Terminology, Houston, 2010.

ISA: Technical Conference Integrating ISA-88 And ISA-95 - ISA, Houston, 2007.

Siemens: Productos y funciones para un mantenimiento eficiente en la automatización de procesos, México, Abril, 2010.

## WEBGRAFÍA

Gestión del Rendimiento de Activos; Invensys Software  
<http://software.invensys.com/solutions/asset-management/asset-performance-management/>

Blog de Búsqueda para monografías <http://www.monografias.com/>

Página web Empresa SYMANTEC; Estados Unidos. <http://www.symantec.com/>

Página web de la Sociedad Internacional de Automatización <https://www.isa.org/>

## ANEXOS

### Anexo A

Existen al menos tres métodos para bloquear los puertos USB en Sistemas Operativos Windows y brindar de esta manera la protección tanto de la información o como del infección del sistema ante un virus o amenaza del sistema.

#### ✓ **Método 1.**

1. Pulsar la combinación de teclas Win + R (correspondiente al cuadro de diálogo “Ejecutar”) e introducimos “Regedit”, el editor del registro de Windows.
2. Navegamos hasta “HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\UsbStor” y cambiamos su valor numérico 3 por 4.
3. Si queremos volver a habilitar el acceso a las unidades USB, volveremos al punto anterior, y cambiaremos el 4 por un 3.

#### ✓ **Método 2.**

Cosiste en desactivar los puertos USB desde la configuración BIOS.

Buscar el Menú relacionado con los puertos USB de nuestro sistema y desactivarlos en la casilla correspondiente de verificación, si queremos asegurarnos de que nadie modifica nuestra configuración de BIOS, deberemos asegurarnos previamente que protegemos su acceso con contraseña.

#### ✓ **Método 3**

Desactivar los puertos USB desde el administrador de dispositivos

1. Abrimos el administrador de dispositivos: Mi Equipo – Propiedades del Sistema – Administrador de dispositivos.
2. Accedemos a “Controladores de bus serie universal” que nos listará todos los puertos USB de nuestro sistema.
3. Desactivamos los puertos en su correspondiente casilla de verificación.

✓ **Método 4**

### Deshabilitar los puertos USB en Windows XP

Para deshabilitar el uso de dispositivos de almacenamiento USB, utilice uno o varios procedimientos según se indica a continuación, siempre que resulte adecuado a su situación:

Si un dispositivo de almacenamiento USB aún no se ha instalado en el equipo o si un dispositivo de almacenamiento USB aún no se ha instalado en el equipo, asigne los permisos de denegación del usuario o del grupo a los siguientes archivos:

- ✓ Pulsar la combinación de teclas Win + R (correspondiente al cuadro de diálogo “Ejecutar”) e introducimos
- ✓ %SystemRoot%\Inf\Usbstor.pnf
- ✓ %SystemRoot%\Inf\Usbstor.inf

Cuando se lleva a cabo esta tarea, los usuarios no pueden instalar un dispositivo de almacenamiento USB en el equipo. Para asignar permisos de denegación del usuario o del grupo a los archivos Usbstor.pnf y Usbstor.inf, siga estos pasos:

1. Inicie el Explorador de Windows y, a continuación, busque la carpeta %SystemRoot%\Inf.

2. Haga clic con el botón secundario del mouse en el archivo Usbstor.pnf y luego haga clic en Propiedades.
3. Haga clic en la ficha Seguridad.
4. En la lista Nombres de grupos o usuarios, haga clic en el usuario o grupo al que desee asignar los permisos de denegación. (En resumidas cuentas es Denegar los permisos para todos los usuarios menos para System, toca hacerlos para los dos archivos Usbtor.pnf y Usbtor.inf, by ORE)
5. En el listado Permisos para Nombre de usuario o Nombre de grupo, haga clic para seleccionar la casilla de verificación Denegar junto a Control total y luego haga clic en Aceptar.

#### Nota

Asimismo, agregue la cuenta Sistema al listado de Denegación.

6. Haga clic con el botón secundario del mouse en el archivo Usbstor.inf y luego haga clic en Propiedades.
7. Haga clic en la ficha Seguridad.
8. En la lista Nombres de grupos o usuarios, haga clic en el usuario o grupo al que desee asignar los permisos de denegación.
9. En el listado Permisos para Nombre de usuario o Nombre de grupo, haga clic para seleccionar la casilla de verificación Denegar junto a Control total y luego haga clic en Aceptar.