

**ESTADO DEL ARTE SOBRE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN LA
CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS, ENFOCADO EN LA INDUSTRIA
“MALTERIA TROPICAL”**

**DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA
JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

2008

Cartagena, Septiembre 06 de 2008

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS

Ingenierías Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias

Estimados Señores:

La presente tiene como objeto presentarles la monografía titulada “Estado del arte sobre la automatización industrial en la ciudad de Cartagena de indias, enfocado en la industria Maltería Tropical”, como requisito para optar por el título de ingenieros electrónicos.

Cordialmente,

Danilo Rafael Torres De la Rosa

Julio Ernesto Martelo Castaño

AUTORIZACION

Cartagena de indias D.T. y C., Sábado 06 de Septiembre de 2008

DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA, identificado con la Cedula de Ciudadanía # 1.047.371.133 de Cartagena, Autorizo a la **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR** para el uso de mi monografía titulada “**Estado del arte sobre la automatización industrial en la ciudad de Cartagena de indias, enfocado en la industria Maltería Tropical**” y para su publicación en el catalogo online de la biblioteca.

DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA

C.C. # 1.047.371.133 de Cartagena

Debe registrarse esta autorización ante un notario público.

AUTORIZACION

Cartagena de indias D.T. y C., Sábado 06 de Septiembre de 2008

JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO, identificado con la Cedula de Ciudadanía # 73.007.292 de Cartagena, Autorizo a la **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR** para el uso de mi monografía titulada “**Estado del arte sobre la automatización industrial en la ciudad de Cartagena de indias, enfocado en la industria Maltería Tropical**” y para su publicación en el catalogo online de la biblioteca.

JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO

C.C. # 73.007292 de Cartagena

Debe registrarse esta autorización ante un notario público.

Cartagena, Septiembre 06 de 2008

Señores

Dirección de Programa

Ingenierías Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias

Estimados Señores:

A través de la presente me complace presentar el trabajo de monografía desarrollado por los estudiantes Danilo Rafael Torres De la Rosa y Julio Ernesto Martelo Castaño titulado “Estado del arte sobre la automatización industrial en la ciudad de Cartagena de indias, enfocado en la industria Maltería Tropical”. Esta monografía es presentada como requisito para optar por el titulo de ingenieros electrónicos en el marco del Minor en Automatización industrial. El presente documento ha sido revisado y aprobado por mi parte como director del trabajo.

Cordialmente,

Msc Jorge Duque Pardo

Profesor Asociado

Universidad Tecnológica de Bolívar

ARTICULO 105

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, Septiembre de 2008

AGRADECIMIENTOS

Les damos las gracias a los ingenieros de la planta Maltería Tropical de Cartagena por toda la colaboración brindada durante la realización de la monografía, y de igual manera a nuestro director de monografía Ingeniero Jorge Duque por dirigirnos en todo el proceso.

A todas aquellas personas que no mencionamos, que de una u otra forma nos colaboraron para que esta monografía fuera un éxito.

¡Muchas gracias!

Cartagena, Septiembre de 2008

Dedicatoria de **Danilo Rafael Torres De la Rosa**

Los logros que he conseguido durante mi vida son gracia a la bendición de Dios, con El y el apoyo sincero y desinteresado de mis padres y demás familiares culmino una etapa de mi vida con la satisfacción del deber cumplido, gracias a Ellos y a todos en los que en cierto modo se convierte en pilares de mi formación, por su confianza plena y motivación en todo momento.

Cartagena, Septiembre de 2008

Dedicatoria de **Julio Ernesto Martelo Castaño**

Los logros que he conseguido durante mi vida son gracia a la bendición de Dios, con El y el apoyo sincero y desinteresado de mis padres y demás familiares culmino una etapa de mi vida con la satisfacción del deber cumplido, gracias a Ellos y a todos en los que en cierto modo se convierte en pilares de mi formación, por su confianza plena y motivación en todo momento.



**ESTADO DEL ARTE SOBRE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN LA
CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS, ENFOCADO EN LA INDUSTRIA
“MALTERIA TROPICAL”**

Integrantes:

Danilo Rafael Torres De la Rosa

Julio Ernesto Martelo Castaño

Director:

MSc Jorge Duque Pardo

**Universidad Tecnológica de Bolívar
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Cartagena de indias D.T y C.**

2008

TABLA DE CONTENIDO

Introducción

Glosario

1. Identificación de la empresa.....	7
2. Descripción del proceso industrial	8
2.1 Descripción de la automatización aplicada a proceso.....	12
2.1.1 Instrumentación o elementos finales de control.....	13
2.1.1.1 Válvulas y Actuadores.....	13
2.1.1.2 Sensores.....	13
2.1.2.3 Transmisores de presión.....	15
2.1.2 Controladores.....	16
2.1.2.1 Descripción de los dispositivos lógicos programables PLC's GE FAPUC.....	16
2.1.2.2 Red Genios.....	18
2.1.2.3 LogicMaster. Software para Programación de PLC GE FAPUC.....	18
2.1.3 Sistema SCADA.....	20
2.1.3.1 Descripción des sistema supervisor Proficy HMI / SCADA – CIMPLICITY.....	20
2.1.4 Sistema de ejecución de mantenimiento MES.....	21
2.1.5 Planeamiento de recursos de la empresa ERP.....	22
3. Estado del arte.....	24

4. Análisis de la automatización en la empresa.....	43
5. Análisis de encuesta del perfil profesional.....	45
6. Conclusiones.....	48
7. Bibliografía.....	49

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Maltería Tropical.....</i>	7
<i>Figura 2. Esquema General del proceso Industrial.....</i>	8
<i>Figura 3. Sensor vibratorio.....</i>	14
<i>Figura 4. Representación de sensores inductivos utilizados en proceso.....</i>	15
<i>Figura 5. Transmisor de presión.....</i>	15
<i>Figura 6. Configuración de Supervisión y Control de planta.....</i>	16
<i>Figura 7. PLC's GE Fanuc.....</i>	17
<i>Figura 8. Arquitectura Genius Redundante.....</i>	18
<i>Figura 9. Visualización Principal software Logic Master.....</i>	19
<i>Figura 10. Proficy HMI/SCADA – CIMPLICITY.....</i>	21
<i>Figura 11. Empresa Maltería tropical vista como un sistema.....</i>	24
<i>Figura 12. Relación entre tipos de productos y soluciones tecnológicas.....</i>	25
<i>Figura 13. Pirámide de la Automatización.....</i>	26
<i>Figura 14. Resumen estado del arte.....</i>	42

INTRODUCCIÓN

La automatización de los diferentes procesos industriales ha alcanzado una importancia significativa para el desarrollo sostenible de una empresa, por lo anterior en este documento se plasma un estado del arte enfocado al estudio del nivel de automatización y el rol de los ingenieros en los diferentes campos de aplicación en la industria Maltería Tropical, direccionando el análisis de un proceso de producción específico, y globalizando los resultados obtenidos a la industria en general.

Para desarrollar un estado del arte, que posea un planeamiento más acorde con la realidad, se realiza un análisis basado en, la etapa de recopilación de información, en la cual se obtienen las diferentes características de la empresa y del proceso seleccionado, la etapa de análisis de la información, donde se estructura y se evalúa la información para contrarrestar el índice o nivel de automatización real con el planteamiento teórico basado en la pirámide de la automatización; con la anterior ya desarrollado, se pasa a la etapa de planteamiento de la problemática y las posibles soluciones, en donde se enumeran las diferentes falencias en los distintos niveles del proceso estudiado y se sugieren posibles soluciones viables con el fin de obtener alternativas que suplan las necesidades requeridas en cuanto al nivel de automatización, control e instrumentación.

GLOSARIO

Batch: Extranjerismo utilizado para señalar que el proceso se realiza por lotes.

Giracleur: Maquina o dispositivo rotativo utilizado para el nivelado de elementos sólidos, como granos entre otros. Dentro del proceso de maltaje de la cebada cumple la función de descargue del grano de la tina hacia el tostador.

Malta verde: Es la denominación que adquiere la cebada cuando sufre un proceso de germinación.

Recetas: Es un protocolo de producción específico para un determinado lote, el cual contiene los set point de las variables que influyen en proceso.

Sobreprensador: Equipo que consta de un motor primario y un grupo de paletas helicoidales, se utiliza para la inyección de aire a presiones considerables. Dentro del proceso del maltaje de la cebada cumple como principal función mantener el grano en constante movimiento para que se efectúe sobre este una limpieza homogénea.

Trascilación: Es un tipo de maniobra realizada entre silos, que consistes en seleccionar un silo origen, del cual se toma el contenido y se transporta a otro, para hacer algún tipo de proceso con él. Esta operación dentro del proceso del maltaje de la cebada se utiliza para pasar de los silos de almacenamiento de malta hacia los utilizados en operaciones de descargue para transporte vía camión

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Maltería tropical, empresa inaugurada en el año de 1992 y localizada en la ciudad de Cartagena de Indias, en el sector industrial de Mamonal, perteneciente al grupo internacional SAB MILLER, es considerada como una de las más importantes en el sector de la producción de cebada malteada, elemento esencial en la elaboración de la cerveza.

La empresa cuenta con una capacidad instalada para el procesamiento, en cuanto a materia prima de 225000 toneladas de cebada al año con la cual se obtiene una producción que oscila alrededor de 150000 toneladas de malta anuales, que constituirían a su vez la materia prima para la elaboración de 22 millones de hecto litros de cerveza.

Figura1. Maltería Tropical

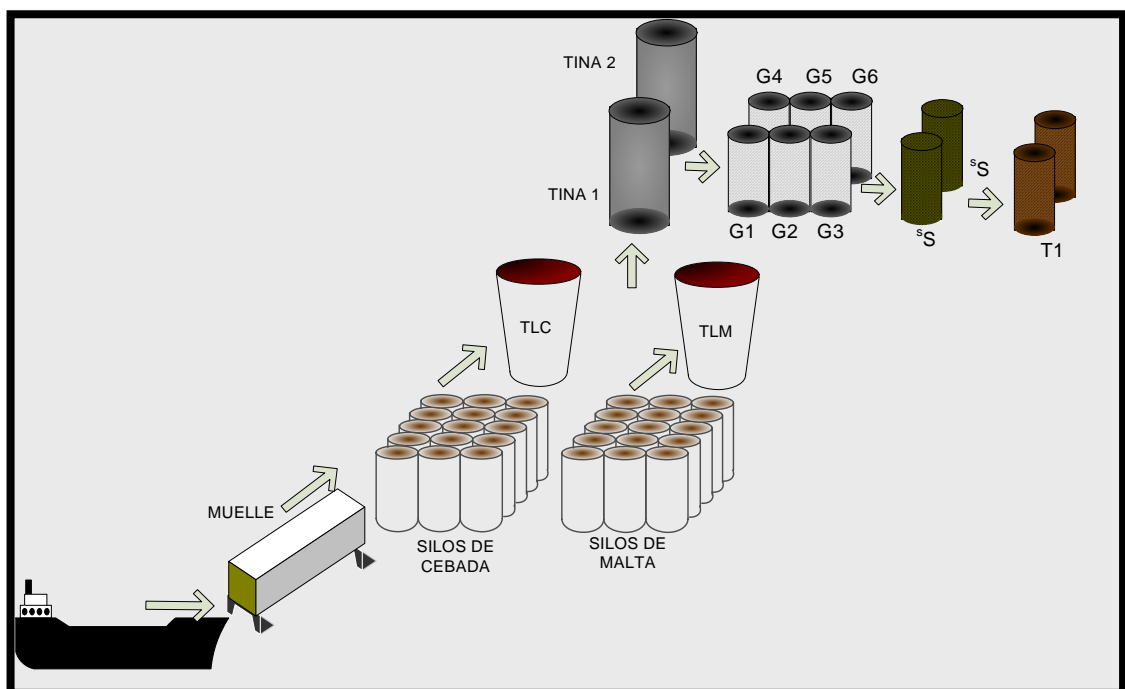


Fuente: www.skyscrapercity.com

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL

La empresa Maltería tropical, tiene como proceso industrial, el maltaje de la cebada, la cual constituye por ende la principal materia prima para la misma; Este proceso se realiza mediante diferentes etapas bien definidas, las cuales son: Desembarco, Almacenamiento, Limpieza de la cebada, Germinación, Tostación, Limpieza de malta, Distribución del producto final (Ver figura 2).

FIGURA 2. Esquema General del proceso Industrial.



Fuente: Maltería Tropical

Etapas de desembarco: Es en la cual el proceso adquiere su inicio, recibiendo la materia prima principal, la cual es obtenida de importación y desembarcada en una muelle propiedad de la empresa ubicado en la bahía de Cartagena; esta

es transportada hasta los silos de almacenamiento mediante un sistema de bandas transportadoras.

Etapa de Almacenamiento: Esta etapa se basa en dos fase, en la primera, la cebada proveniente del muelle se almacena en 20 silos, luego de esta operación, se pasa a la segunda fase, en la cual se abastecen tres tolvas de uso diario, con capacidad de 380 toneladas, las cuales se utilizan para la realización de los diferentes *batch* de producción.

Etapa de limpieza de la cebada: La materia prima que llega a este punto no ha sufrido procesamiento alguno, por consiguiente cuenta, además de impurezas, con otros tipos de granos o cereales (garbanzos, maíz) que no son concernientes al proceso; Estos son separados en una maquina limpiadora de cebada ubicada en la misma torre de limpieza de cebada (TLC); luego de esto, mediante la utilización de captadores de polvo colocados debajo de las tolvas, se lleva por medio de tornillos sin fin o transportadores horizontales, a alguna de las dos tinas de remojo.

La etapa de limpieza de cebada cuenta con tareas específicas denominadas recetas, que determinan y definen un batch de paso a remojo, dentro de estas operaciones encontramos, trafilación, limpieza de cebada, limpieza sin limpiadora y trafilación sin by pass, además se elige de que silo se toma la ceba y hacia cual de las dos tinas de remojo existentes en la actualidad se deposita, lo anterior es realizado mediante la determinación de cual transportador horizontal se pone en funcionamiento.

El grano en la tina es sometido a un proceso en el cual, se vierten 400 m³ de agua en una primera fase, a una temperatura por protocolo de 16 °C. Con el paso de tiempo el agua depositada es desocupada por medio de un piso en malla perforado, conjunto a esta operación se realiza un proceso de extracción

o ventilación de CO₂ durante 9 h; Luego de que finaliza la primera fase se repite la anterior actividad, durando en su totalidad el proceso anteriormente descrito, aproximadamente 28 horas.

Dentro de cada fase de remojo el agua es sometida a oxigenación, de igual forma el grano se mantiene en constante movimiento interno, operación realizada mediante un sobreprensador, que con la ayuda de una sustancia alcalina (específicamente cal), la cual además de poseer unas propiedades para la limpieza de la cebada, genera un burbujeo que ayuda a homogenizar la mezcla; estas actividades definen a su vez un tipo de receta específico, el cual se encuentra determinado por un protocolo de producción, y se basa en la determinación del tiempo total, intervalos del burbujeo y descanso, al igual que el número de los mismos los cuales varían entre 1 y 9 burbujeos definidos por intervalo.

Finalizado el proceso de burbujeo y las etapas de escurrido, la distribución del grano dentro de la tina de remojo no es uniforme, por lo anterior se utiliza un Giracler, el cual nivela el grano para que el proceso de ventilación sea homogéneo y la extracción de CO₂ sea la más adecuada; Este instrumento a su vez ayuda al descargue del grano, debido a que permite que los que se encuentran ubicados en la periferia se dirijan al centro de la tina, se conduzca a la tolva de descargue, y pasen a germinación.

Germinación: Para la etapa de germinación, se cuenta con 6 germinadores ubicados debajo de las tinajas de remojo, distribuidos de la siguiente manera: Tres germinadores en la torre 1, correspondientes por ende a la tina de remojo 1 y los restantes tres ubicados en la torre 2, correspondientes a la tina de remojo 2 (ver figura 2).

El proceso de germinación es uno de los principales en el maltaje de la cebada, en este, se obtiene lo denominado malta verde por medio del siguiente proceso: Mediante un sistema de compuertas de carga ubicadas en la parte superior de cada germinador se deposita el grano proveniente de la tina de remojo aprovechando la fuerza de la gravedad. En este punto del proceso el grano es enfriado desde 17 a 12 grados Celsius de acuerdo a un protocolo de producción durante un tiempo de 96 a 108 horas dependientes de la cantidad de grano que se tenga en planta.

El proceso de enfriamiento es realizado por medio de la utilización de amoníaco líquido el cual circula por un sistema de tuberías a muy baja temperatura, por tanto el aire que entra al germinador por medio de ventiladores de tiro forzado y pasa por difusores o evaporadores, transfieren frío hacia las cámaras del germinador.

Por consideraciones del proceso, para lograr un enfriamiento uniforme se dispone de un sistema mecánico el cual consta de 24 helicoides dispuesto verticalmente en todo el radio del germinador, este sistema realiza un barrido de 360 grados el cual es controlado por medio de sensores de posicionamiento, el uso de estos radica en que el giro no puede ser mayor debido a la conformación del cableado que alimenta el sistema, con este proceso el grano toma una posición desde arriba hacia abajo sumada al movimiento de traslación realizado por el sistema.

Tostación: El grano sale del proceso de germinación mediante una tolva de descarga, para esto se utiliza un Giracleur que posiciona el grano desde el centro a la periferia, mediante movimiento rotativo en dirección horaria; el grano en este punto se encuentra alojado en una cámara de tostación en la cual se le suministra calor por medio de ventiladores centrífugos de tiros forzados los cuales impulsan el aire a través de un radiador por el cual circula vapor

saturado que es generado en una cámara interior. Este proceso tiene una duración de 28 horas aproximadamente y al igual que la etapa de germinación cuenta con ciertas características definidas por protocolos las cuales hacen parte de una receta específica, entre esta cabe mencionar: Temperatura bajo capa, la cual es la temperatura en la que se encuentra la cámara interior; Duración de la etapa, y velocidad del ventilador. En la actualidad se manejan siete etapas para el proceso de tostación, finalizando esto, se utiliza el mismo Giracleur operando en sentido inverso, para realizar el descargue del grano.

Limpieza de malta: El grano que se obtiene después de la etapa de tostación cuenta con agentes que no son utilizados para el proceso cervecero, por lo tanto amerita un lavado, el cual es realizado en la torre de limpieza de malta, esta etapa posee las mismas características y listado de operaciones que en la etapa de limpieza de cebada.

Distribución del producto final: Una vez obtenido la malta con todas las características propias estipuladas según protocolo de producción, se depositan, en 10 silos con capacidad de 1350 toneladas; finalizada la fase de almacenaje se procede a distribución, la cual puede ser de dos tipos: Despache vía camión o exportación, para la primera se dispone de cinco silos dentro de los utilizados para almacenaje que pueden realizar operaciones de descargue. La exportación se realiza utilizando los mismos equipos de transporte para el recibo de la materia prima para situar la cebada desde los silos de almacenamiento hasta el muelle.

2.1 Descripción de la automatización aplicada a proceso

La automatización es una herramienta que se encuentra ligada a todas las etapas y niveles del un proceso industrial, así como, de todas las áreas de una empresa como tal; por consiguiente para describir los elementos que

componen la misma en la empresa Maltería Tropical, se deben mencionar basados en el concepto de la pirámide de automatización, de esta forma se logra abarcar cada elemento por separado para luego analizar su interrelación.

2.1.1 Instrumentación o elementos finales de control

Los elementos que conforman el grupo denominado instrumentación son: las válvulas y actuadores, sensores, transmisores, entre otros.

2.1.1.1 Válvulas y Actuadores

Maltería Tropical posee dentro de la familia de válvulas de control, un sistema compuesto por instrumentos de tipo proporcional, dispuestos para regular el caudal de un fluido. Dentro del proceso industrial, se hace necesaria la utilización de válvulas en el sistema de enfriamiento del aire en la etapa de germinación, en la cual, la posición de la misma determina el flujo de amoníaco líquido correspondiente al grado de temperatura necesario dentro de cada fase. El actuador que gobierna estas válvulas es de tipo eléctrico, el cual es controlado por medio de un lazo de control PID

Para controlar el flujo de agua que se deposita en la tina de remojo en la etapa de limpieza de la cebada, se utilizan válvulas de mando directo o manual, estas desempeñan como primordial función, la apertura y cierre del suministro.

2.1.1.2 Sensores

El grupo de instrumentos sensores con los que cuenta Maltería Tropical es diverso, seleccionados de acuerdo a la variable a manejar, y a las características externas del proceso.

Dentro de las variables específicas que ameritan ser sensadas, para el control eficaz del proceso encontramos: temperatura, nivel, posición y flujo, para esto se utilizan elementos basados en distintos principios físicos que generen el resultado esperado, entre ellos encontramos RTD, sensores vibratorios y sensores inductivos.

RTD's: Este tipo de sensores eléctricos son utilizados en gran medida dentro del proceso industrial para la medición de la temperatura en calderas y en proceso, manejando para la primera un rango inferior a 300 °C, y para la segunda medición entre 12 y 85 °C.

Sensores vibratorios: Este tipo de sensores son de tipo capacitivo para detención de paso de sólidos, de acuerdo a una variación en su frecuencia natural de oscilación. Están ubicados en el paso del grano hacia la tina de remojo, con la finalidad de detectar el desplazamiento del mismo, para ejercer control sobre las válvulas que vierten agua en la tina de remojo (Ver figura 3).

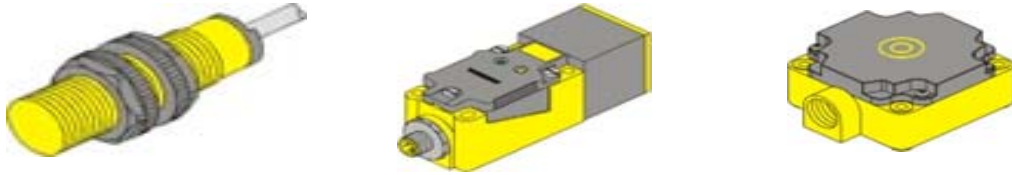
FIGURA 3. Sensor vibratorio



Fuente: www.industriaaldia.com

Sensores inductivos: Son utilizados para darle redundancia al sistema de detección de posición de las compuertas que le dan paso al grano hacia los silos de almacenaje. Su implementación permite conocer simplemente los estados: abierto o cerrado, lo que permite regular de manera emergente el accionamiento de los motores que controlan dichas compuertas (ver figura4).

FIGURA 4. Representación de sensores inductivos utilizados en proceso



Fuente: www.turck.com.mx

Sensores ultrasonido: Son utilizados como elementos principales para sensar la posición de apertura de las compuertas o válvulas que sirven de ductos para que el grano se dirija hacia los silos de almacenaje o hacia la tina de remojo. Debido al principio físico que se fundamenta permite conocer de manera porcentual y constante la apertura de las válvulas y compuertas, permitiendo esto modular el flujo de grano por hora que se maneja en proceso.

2.1.2.3 Transmisores de presión: Son utilizados en el proceso para medir la presión manométrica y diferencial en las diferentes etapas del proceso, se encuentran ubicados en calderas, cuarto de maquinas y en la línea de agua a presión constante para riego de germinadores. Los equipos que se encuentran instalados manejan una presión máxima de trabajo de 150 PSI (ver figura 5).

Figura 5. Transmisor de presión

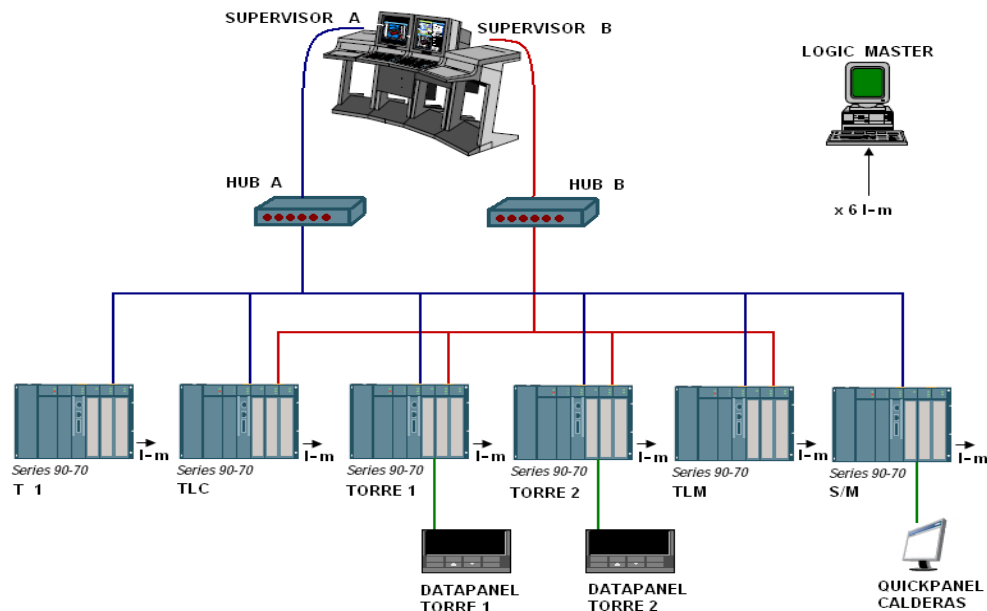


Fuente: www.emersonprocess.com

2.1.2 Controladores

Los dispositivos de control utilizados en el proceso son básicamente PLC marca GE Fanuc interconectados mediante una red Genius redundante. Dentro del sistema se cuenta con PLC independientes que controlan: “T-1”, Torre de limpieza de cebada, Torre 1 y Torre 2, en las cuales se encuentra la tina de remojo 1 y 2 el grupo de germinadores y tostadores respectivamente, Torre de limpieza de malta, cuarto de maquinas y calderas “S/M”.

FIGURA 6. Configuración de Supervisión y Control de planta



Fuente: Documento “Configuración de control de planta” elaborado por Oscar Salazar

2.1.2.1 Descripción de los dispositivos lógicos programables PLC’s GE Fanuc

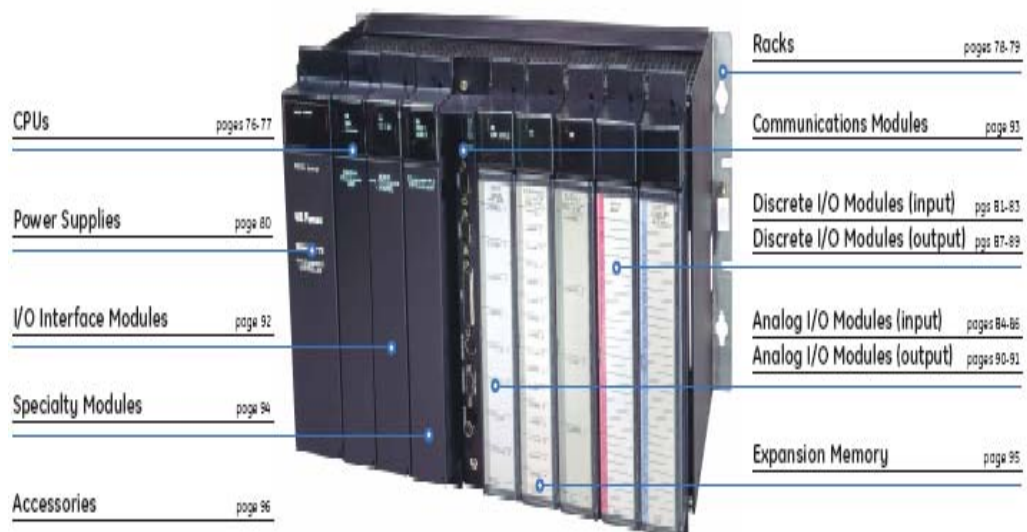
Maltería tropical trabaja con una gama alta de PLC de la serie 90-70, los cuales han sido diseñados para aplicaciones complejas, tales como: sistemas

modulares triples redundantes, procesamiento de alta velocidad, y aplicaciones que requieren un gran número de I/O y memoria. La Serie 90-70 puede manejar aplicaciones que requieren un máximo de 12000 I/O y hasta 6MB de memoria. La Serie 90-70 posee un módulo Ethernet TCP/IP que soporta la transferencia global de datos ó *Ethernet Global Data* (EGD) desde un dispositivo a otro en la red.

En proceso se manejan señales I/O de 24 V DC, 110 V AC en distintas áreas que lo ameriten. Al igual que señales provenientes específicamente de lazos de 4-20 mA.

Una de las características importantes de un PLC es su ciclo de Scan: Los que se encuentra implementados en maltería tropical realizan dicho ciclo en un tiempo comprendido entre 8-10mSeg para aquellos que tienen algoritmos pocos complejos; mientras aquellos de mayor complejidad lo desarrollan en un tiempo comprendido entre 18- 28 mSeg (Ver figura 7).

Figura 7. PLC's GE Fanuc

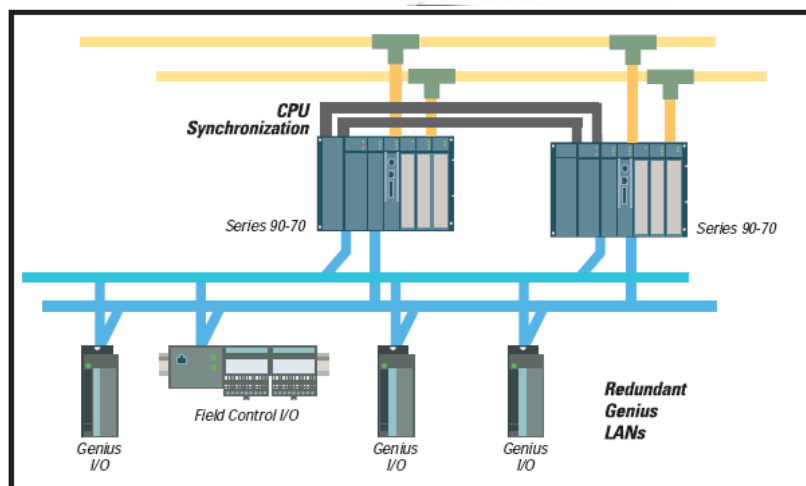


Fuente: <http://www.edts.cz/acrobat/9070.pdf>

2.1.2.2 Red Genius

Genius es el único sistema de I/O distribuido que combina la capacidad de monitoreo con la de mensajes. Funciona como una red de comunicación local de alta velocidad en la que es posible intercambiar información en "tiempo real". El bus consiste de un cable de par trenzado apantallado que es inmune al ruido eléctrico (1500V de aislamiento a tierra). Los datos pueden ser transmitidos a través del bus a una velocidad de 460K baudios y una distancia de hasta 7500 pies (2,5 Km. aprox.). Entre otras ventajas Genius ofrece simplificación en el cableado del sistema (menores costos), diagnóstico automático del estado del cableado, sobrecarga, corto circuito, estado de la fuente de alimentación y de todas las I/O del sistema (Ver figura 8).

Figura 8. Arquitectura Genius Redundante



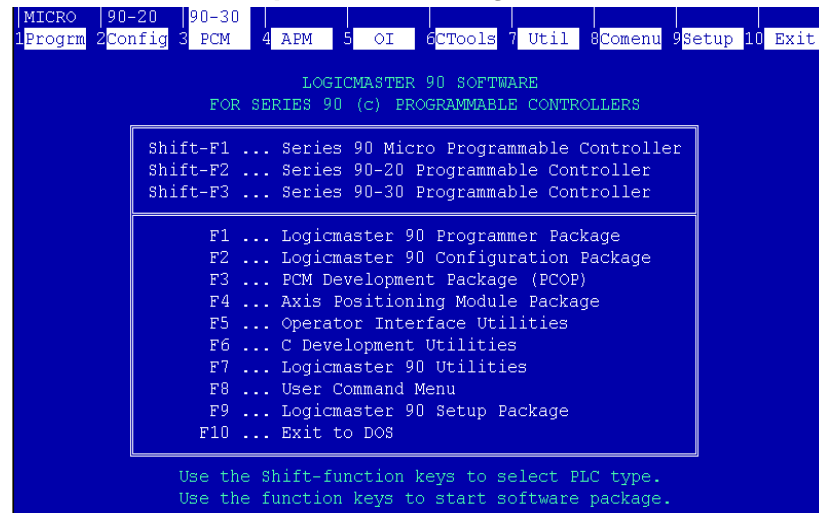
Fuente: Catálogo GE Fanuc Automation Series 90[™] -70 PLCs

2.1.2.3 LogicMaster. Software para Programación de PLC GE Fanuc

Para la programación de los PLC disponibles en Maltería tropical se dispone del software LOGICMASTER". Este tipo de programa utiliza el lenguaje

LADER para la programación de los PLC's y se encuentra desarrollado en ambiente "D O S", (Ver figura 9)

Figura 9. Visualización Principal software Logic Master



Fuente: <http://www.automatas.org>

El lenguaje de programación diseñado por Fanuc (filial de General Electric) para los autómatas programables de la serie 90 (micro, 90-30 y 90-70) permite en líneas generales:

- Programar en esquema de contactos (cuyos símbolos están normalizados).
- Utilizar el mismo programa tanto para los micro (8 entradas y 6 salidas de relé) como la serie 90-70.
- Comunicar con un PLC remoto vía módem.
- Imprimir todo tipo de listados (referencias cruzadas, sólo programa, etc.).
- Visualizar en el mismo programa el estado y valores de las variables (tanto digitales como analógicas).

2.1.3. Sistema SCADA

Las actividades de supervisión, control y adquisición de datos son realizadas por la empresa, integrando las teorías de la automatización basadas en PLC's, computadores con HMI e Infraestructuras de comunicación, en un sistema central, mediante la implementación de Proficy HMI / SCADA - CIMPLICITY (Interfaz Hombre Maquina) desarrollada por GE Fanuc; La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC y se realiza por medio de la red Genius, posteriormente esta información es procesada.

La HMI implementada posee vínculos con una base de datos, por medio de la cual proporciona tendencias, datos de diagnóstico y manejo de la información que permiten al operador la toma de decisiones con respecto al control del proceso.

2.1.3.1 Descripción des sistema supervisor Proficy HMI / SCADA - CIMPLICITY

La programación y configuración de las IHM se realiza por medio del software *Cimlicity IHM* basado completamente en el sistema operativo MS-Windows, este posee un poderoso editor gráfico y múltiples herramientas para el diseño de despliegues, está diseñado para la programación y configuración de los modelos de IHM *Display Station*.

Este software presenta las siguientes características: Fácil manejo, buenas herramientas de desarrollo que facilitan soluciones practicas, robustez, posibilidad de conexión a software sistemas y dispositivos, alarmas y tendencias sofisticadas, al igual que permite la utilización de OPC cliente, servidor y alarma & eventos.

Figura 10. Proficy HMI/SCADA - CIMPLICITY



Fuente: www.astor.com.pl

2.1.4 Sistema de ejecución de fabricación MES.

La aplicación “MES/ Execution” se trata de un sistema de información que abarca las principales áreas de control de la producción. Permitiendo a los diferentes departamentos de la empresa que tienen un vínculo con las áreas de producción, trabajar en su campo especializado con un sistema homogenizado. Dentro de las necesidades globales de producción se tiene tres objetivos que son: Mejorar la productividad, la competitividad y ayudar a mantener en el mercado a la empresa, reforzando su posición en sectores competitivos.

Cabe mencionar que se genera eficiencia al adquirir conocimientos y al controlar en tiempo real las operaciones de producción y generar más ingresos mediante el cumplimiento de las demandas de los clientes.

Dentro de los ámbitos cubiertos por el MES y la respuesta a los temas o problemas planteados con el fin de mejorar la gestión de producción en su conjunto, encontramos:

Asignación de recursos (Materiales, equipos, personal)- dependiendo de su estado, envío de ordenes de trabajo/ lotes, reducir los costos de inventarios, controlar el flujo de productos entre los equipos, gestionar e informar sobre el proceso de inventarios e integrar la calidad, seguimiento de la producción para mejorar las fechas previstas de producción.

2.1.5 Planeación de recursos empresariales ERP

La aplicación “Proficy Plant Application” integra y sincroniza tanto los procesos de la producción, distribución, recursos humanos, finanzas y distribución, así como también permite conectar a la empresa con sus clientes y proveedores. Este sistema ofrece una interfaz con el usuario para ejecutar las transacciones de la empresa y bases de datos centralizadas para almacenar toda la información. Disponiendo de las siguientes sub-aplicaciones en tiempo real:

Proficy Quality: El modulo de calidad de aplicaciones de planta ayuda aumentar la calidad de los productos mediante la reducción de residuos, desechos así como una reducción en los costos de producción.

Proficy Batch Execution: Permite definir, programar, ejecutar y almacenar procedimientos vitales y complejos con diversas funciones e interfases.

Proficy Batch Analysis: Dispone de una plataforma de presentación de informes y análisis de aplicaciones que funciona con múltiples proveedores de sistemas para mejorar la coherencia y la calidad en los procesos de ejecución por batch.

Proficy efficiency: Es un modulo para la identificación y seguimiento de todas las áreas de fabricación para la identificación de ineficiencias, así como realizar análisis de causa raíz, resúmenes de datos históricos y calendarios de informes.

Proficy production: Es un modulo del sistema que ayuda a supervisar las operaciones de producción, incluidas las funciones de control de flujo de producto entre los equipos, permite hacer los cambios de horarios para reducir los excesos de inventarios.

Proficy Tracker: Es una solución que permite supervisar y gestionar el flujo de producción, recopilar y almacenar una gran variedad de datos del producto así como controlar y organizar el procesamiento y distribución de materiales.

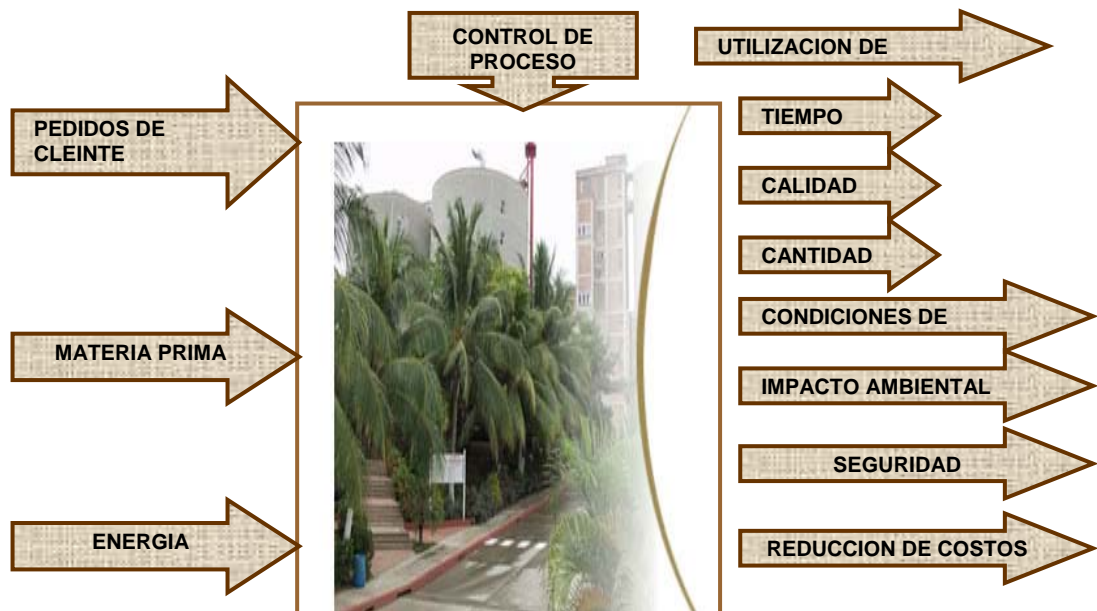
Proficy Machine Tool Efficiency: Reduce el tiempo de inactividad de las maquinas, residuos de chatarra y los gastos de mantenimiento, al igual que aumenta la productividad puesto que permite tener presente posibles problemas entre otros parámetros claves en el rendimiento del proceso.

3. ESTADO DEL ARTE

Con el objeto formular criterios claros y veraces en cuanto al diagnóstico del nivel de automatización de la industria Maltería Tropical, y del carácter, la importancia y el posicionamiento del ingeniero Electrónico frente a las nuevas tendencias, se realiza un estudio detallado de los factores determinantes para construir indicadores basados en un modelo teórico estructural predefinido.

La empresa Maltería Tropical puede ser vista como un sistema con entradas, salidas y desempeño deseado, la automatización, entonces, solo puede ser vista como una tecnología que permite que los procesos industriales ayuden en el cumplimiento del desempeño deseado de la empresa, como se representa en la figura 11.

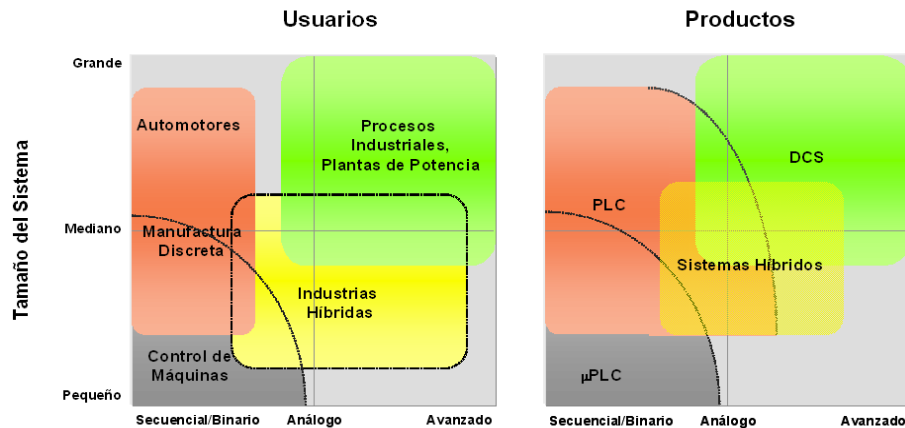
Figura 11. Empresa Maltería tropical vista como un sistema



Fuente: Guia. "Estado del Arte" de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias

Dependiendo de la naturaleza de los procesos de la empresa será necesario utilizar uno u otro tipo de tecnología apropiada para solucionar los problemas de control y automatización en planta. La figura 12 muestra una relación entre los tipos de plantas industriales y las tecnologías disponibles para ello.

Figura 12. Relación entre tipos de productos y soluciones tecnológicas

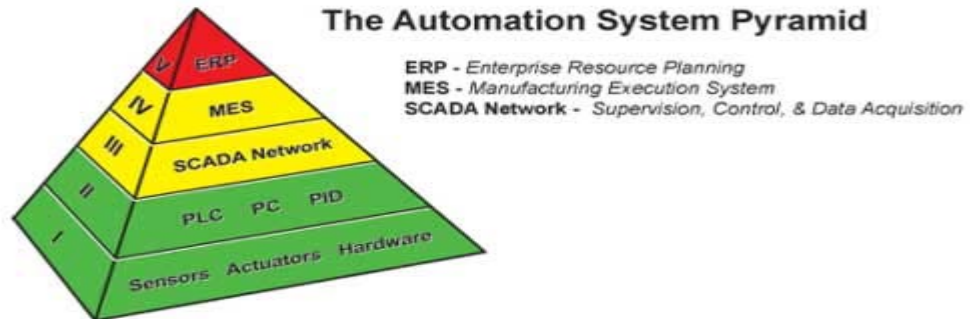


Fuente: Fuente: Guía. “Estado del Arte” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias

Estas soluciones tecnológicas solamente aplican a la automatización, instrumentación y control de los procesos de manufactura, pero poco dicen respecto a la interacción entre los procesos en planta y las demás unidades de la empresa como financiera, planeación, ventas, o inclusive entre diferentes unidades de planta como mantenimiento y operación.

Para entender como las tecnologías aplican dependiendo del nivel de decisión y el manejo de la información se ha desarrollado el concepto de la pirámide de la automatización. En este concepto, la automatización puede ser vista como una pirámide donde las acciones más rápidas e intrínsecamente relacionadas con la operación técnica del proceso se llevan en el nivel mas bajo, y tomas de decisión e largo plazo, además de análisis y programas de largo plazo se llevan en niveles más altos. La pirámide de la automatización es representada en la figura 13.

Figura 13. Pirámide de la Automatización



Fuente: Guía. “Estado del Arte” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias

Otro de los sentidos de la pirámide de la automatización es el hecho de que no se pueden tomar decisiones adecuadas, y mucho menos “automáticas”, sin que los procesos en los primeros niveles sean puestos a punto. Por otra parte, la sola presencia de la tecnología en la empresa no es suficiente para que pueda servir a tareas elaboradas de planeación y toma de decisiones basado en información de planta.

Teniendo en cuenta esto, los siguientes factores son la base para construir indicadores adecuados de la existencia:

- **Optimización del uso de activos de planta:** Desde el punto de vista de funcionamiento del proceso, las tareas de mantenimiento y operación usualmente son consideradas como tareas y departamentos independientes, cada uno con objetivos propios. Desde el punto de vista de sistema, el objetivo de todos los procesos en la planta debe ser maximizar el beneficio de la empresa, y de esa forma no tiene sentido aislar operación, mantenimiento e ingeniería, si bien cada una de dichas secciones tiene requerimientos especiales. Algunas dudas iniciales son:

- **¿Tiene la empresa funciones claramente definidas para operación, mantenimiento e ingeniería de proceso?**

Las funciones referentes a operación, mantenimiento e ingeniería de proceso se encuentran claramente definidas, debido a que poseen un modelo de trabajo segmentado en dos: proceso e ingeniería. Dentro del área de proceso se encuentran tareas de operación y de mantenimiento, cada una con funciones propias y autónomas; El área de ingeniería se encarga de la elaboración y ejecución de proyectos y manejo de presupuesto, tareas que demanda de igual manera de planteamientos detallados de funciones específicas.

- **¿Podemos hacer una lista de las operaciones, a nivel macro, de cada una de ellas?**

En cuanto al área de proceso, se pueden señalar las siguientes operaciones generales, enmarcadas de acuerdo al subgrupo en el que se encuentran (operación y mantenimiento):

- *Operación*: La principal actividad que realiza el área de operación, es ejecutar los protocolos de proceso, de acuerdo a la receta que se disponga para producción. Enfocado en lo anterior los operadores realizan tareas de control y supervisión de proceso.
- *Mantenimiento*: Dentro de las actividades u operaciones que se realizan en este área encontramos; Operaciones de mantenimiento preventivo, como lo es la calibración y metrología de la instrumentación de campos (RTD's, sensores, etc.), verificación y supervisión del funcionamiento correcto de los equipos de proceso, analizando de acuerdo a especificaciones de los fabricantes, los tiempos sugeridos para el

mantenimiento, así como la vida útil de los mismos. De igual manera se realizan operaciones de mantenimiento correctivo (aunque indeseables), en el caso de fallas repentinas y de emergencia; lo anterior mediante ordenes de trabajo y soportando con anterioridad las características de la actividad a realizar.

Las operaciones realizadas por el área de ingeniería de proceso son:

- Verificación que las soluciones implementadas o futuras sean escalables en el tiempo.
 - Evaluar las problemáticas generales de la planta relacionadas, tanto al ambiente físico de trabajo, como al proceso como tal, plantear soluciones viables a corto plazo.
- **¿Cómo es la interacción entre estas tres unidades?**

Aunque el modelo implementado por Malteria tropical divide las actividades en dos áreas globales claramente reconocidas, estas poseen una dependencia directa lo que conlleva a que posean una interacción constante, en la cual el canal de comunicación mutua es bidireccional, donde una dependencia retroalimenta a la otra.

Algunas preguntas particulares son:

- **¿Se tienen procedimientos estandarizados de ajuste de reguladores o revisión de código de programas?**

Dentro de los protocolos de operación con los que dispone la empresa, se encuentra estipulado un procedimiento detallado de monitoreo y ajuste de los diferentes puntos deseados de operación de las variables controladas y manipuladas; de igual manera se cuenta con un procedimiento

estandarizado para la revisión de la lógica de programación de los PLC's, este procedimiento abarca las etapas comprendidas desde la inspección del código, detección y corrección de fallas, presentación de copia de seguridad y manejo de un historial de eventos.

- **¿Se tienen implementados programas oficiales de formación y actualización de operadores?**

El grupo de operadores se encuentra en constante formación y actualización, esta actividad es realizada de manera formal frente a cualquier avance tecnológico implementado en la planta; una muestra de ello es el conjunto de capacitaciones modalidad seminario ofrecido a los operadores, referente a la nueva tecnología implementada para la IHM (simplicity V6.0)

- **¿Se tienen programas estandarizados de calibración y ajuste de instrumentos?**

Se cuenta con un protocolo de monitoreo y supervisión de la instrumentación, de este, se establece el tiempo en el cual se realiza las actividades de calibración y metrología, las cuales se encuentran a cargo de personal especializado y reconocido externo a la empresa. Dentro de los programas de calibración y ajuste de instrumentos, se pide mencionar las actividades de metrología realizadas en intervalos semestrales, a las RTD ubicadas en calderas.

- **¿Se tienen programas de actualización tecnológica y mejora de proceso?**

En cuanto a programas de actualización tecnológica, se cuenta con el área de ingeniería de proyectos, en la cual se estipulan dentro de un cronograma predefinido, las actividades enfocadas a la implementación de avances tecnológicos, al igual que mejoras en la infraestructura existente; lo anterior, con el primordial objetivo de optimizar y mejorar el proceso. Entre los avances tecnológicos realizados y futuros se puede mencionar: La implementación del portal de información en tiempo real (real-time information portal), La actualización a futuro de los PLC por unos de nueva generación de la misma marca de los existentes.

- **¿Se tienen identificadas las principales fallas recurrentes en el proceso y existen planes de estudio para su solución?**

Para la identificación de las principales fallas recurrentes el personal de operación y mantenimiento dispone de una bitácora de anotaciones de eventos. En la cual se registran diariamente los acontecimientos y anomalías que de cierta manera intervienen en el proceso, estas se convierten en casos de estudio según su repercusión y repetibilidad en el tiempo.

Algunas preguntas tecnológicas puntuales son:

- **¿Se cuenta con buses de campo instalados?**

No, puesto se cuenta con un esquema tradicional en la cual se cablean directamente a los PLC's los instrumentos mediante la utilización de dos hilos conductores por cada uno.

- **¿Se cuenta con instrumentación inteligente?**

Aunque ciertas gamas de instrumentación utilizadas en el proceso de la empresa se pueden catalogar dentro de la denominación de tecnología inteligente, la forma de implementación de las mismas no permiten afirmar que se cuentan con ellas.

- **¿Se tienen identificados las posibles actualizaciones tecnológicas de instrumentos y técnicas relacionados con el proceso?**

Si se tienen identificadas las posibles actualizaciones en cuanto a instrumentos, puesto que se mantienen en constante comunicación con los proveedores a los cuales se le consulta los últimos avances de la tecnología aplicada en el proceso, como por ejemplo los avances en cuanto a principios de funcionamiento, robustez y eficiencia de los sensores ya sea de tipo radar, ultrasonidos.

- **¿Existen sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management Software) implementados en la empresa?**

Toda actividad relacionada con el mantenimiento de la planta en general, requiere de un protocolo el cual supe las necesidades de validación, forma de ejecución y satisfacción de la actividad realizada, lo anterior enfocado a cumplir estándares de calidad; para lo mencionado se cuenta con una herramienta computacional (Administrador de mantenimientos AM), con la cual se generan las ordenes de trabajos para mantenimiento, así como se guardan registros lo ejecutado dentro del mismo ámbito.

- **Rol de los Operadores:** Los operadores son las personas de la planta encargados de hacer que la planta opere en forma regular, evitando situaciones peligrosas y maximizando el tiempo de operación normal de la planta. En este sentido los operadores deben contar con las herramientas adecuadas para afrontar el día a día de la planta, mucho más que contar con mucha información que puede resultar confusa.

Algunas de las preguntas relacionadas con este ítem pueden ser:

- o **¿Existen programas establecidos para detectar el origen de las fallas recurrentes y tomar decisiones al respecto?**

Una vez identificada una falla recurrente, se cuenta con un protocolo establecido de operaciones encaminada a la detección de la causa de dicha falla. Una manera de detectar las posibles fallas en un lazo de control es mediante el lenguaje de programación de los PLC, lo anterior gracias que se cuenta con bloques que permiten visualizar que se encuentra operando de manera anormal y a la vez reconocer el origen; el anterior análisis permite a los operadores formular posibles soluciones que son estudiadas por el supervisor encargado lo que permite tomar decisiones al respecto.

- o **¿Existen canales de comunicación formales entre los operadores y el grupo de ingenieros?**

La comunicación operador-ingeniero se realizan mediante un canal formal, en la cual las acciones asignadas arrojadas por el plan de mantenimiento y operación realizada por el grupo de ingenieros son informadas vía escrita a los operadores mediante la elaboración de ordenes y permisos de trabajo y estos a su vez emiten una retroalimentación de la misma utilizando el mismo canal.

- **¿Puede el sistema de supervisión ser modificado de acuerdo a las necesidades de los operadores?**

El sistema de supervisión permite que se realicen actualizaciones de acuerdo a futuras necesidades tanto de monitoreo como de control; por lo tanto cuenta con total flexibilidad para la realización de cambios y mejoras, entre las actualizaciones realizadas cabe mencionar: La implementación de nuevas maniobras realizadas a proceso, mediante la ampliación de las ventanas denominadas “Botonera”, para la cual se sometieron a estudio de viabilidad, propuestas directas de los operadores, brindando como resultado la posibilidad de realizar parada de emergencia de proceso, restablecimiento de proceso, entre otras operaciones anteriormente imposibles de ejecutar desde el sistema de supervisión.

Eficiencia en Ingeniería: La sección de ingeniería tiene por objeto estudiar y promover la implementación de mejoras substanciales en los procesos de la planta para obtener condiciones de confiabilidad y seguridad mayores. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son las siguientes:

- **¿Las herramientas de ingeniería para el proceso permiten soluciones escalables?**

La filosofía del área de ingeniería esta enfocada a que las soluciones a los problemas no sea definitiva, por el contrario permite que se vayan desarrollando unas actualizaciones continuas con respecto a las necesidades de planta, todo esto se evidencia en la selección del sistema de supervisión, el cual para el momento de su implementación cumplía con los requerimientos de proceso, pero a además brindan la oportunidad de

evolucionar de acuerdo a nuevas necesidades de control hasta el punto de ofrecer la capacidad de integrar todos los niveles de la automatización.

- **¿Tiene ingeniería programas implementados para analizar el proceso de acuerdo al comportamiento corriente del proceso?**

Se cuenta con la implementación de un portal de información en tiempo real, este genera registros e históricos del comportamiento del proceso, lo que permite a su vez el análisis del mismo, así como la planeación de mejoras en el desarrollo de este.

- **¿Existen simuladores del proceso debidamente ajustados a la realidad de la planta?**

La empresa no cuenta con simuladores de proceso, por tanto la validación computacional de protocolos u operaciones reales no son posibles de realizar en la actualidad; Por lo anterior la sintonización de las variables, las maniobras, y las posibles situaciones de proceso, son realizadas de manera empírica y se encuentran sujetas a estudios o tareas realizadas previamente, comprobadas de cierta manera mediante la teoría de prueba y error.

- **¿Existen formas centralizadas de almacenamiento de información donde sea coherente la información de ingeniería, operación y mantenimiento?**

El portal de información en tiempo real se convierte para la empresa en una central de almacenamiento de la misma, esta herramienta maneja la información de forma coherente con el proceso. Mediante la implementación de Proficy Historial accesible desde el software Cimplicity

HMI, Maltería tropical cuenta con una herramienta que además de almacenar la información global de la planta, permite la gestión de datos empresariales, ofreciéndole al usuario la visualización de tendencias del proceso, lo que le es útil al momento de tomar de decisiones.

- **¿Los diseños de ingeniería permiten que sean reutilizables en futuros proyectos?**

De acuerdo a los diseños de ingeniería desarrollados, se puede decir que estos permiten su reutilización para futuros proyectos, una muestra de esto es el diseño en cuanto a la arquitectura de red como disposición física del grupo de PLC lo que brinda la facilidad de ser reutilizados en ampliaciones del sistema o cambios de elementos del mismo.

- **Impacto Ambiental:** Uno de los tópicos actuales mas reglamentados y de alto impacto en la ciudad de Cartagena, por su característica de ciudad turística y cultural es el impacto ambiental. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son las siguientes:

- **¿Conocen los ingenieros y operadores las normatividades que aplican respecto al cuidado y responsabilidad con el medio ambiente?**

Todo el personal tiene conocimiento a cabalidad de las normativas concernientes a la preservación del medio ambiente. Lo anterior se fundamenta, en que la empresa Maltería Tropical cuenta con la certificación de ISO 14001 Sistema de gestión ambiental; para la cual además de realizarse las actividades para lograr conformidad con la misma se hizo conveniente la divulgación dentro del gremio laboral.

- **¿Están dimensionados los costos ambientales de la planta?**

Por contar la empresa con certificaciones ambientales actualmente, y tener esta dentro de sus planes de mejoras el alcance de otras certificaciones dentro del mismo ámbito, se cuenta con un estudio detallado de las repercusiones ambientales las cuales ameritan mejoras, por lo tanto se tiene pleno conocimiento de los costos que estas implican. Además de lo anterior para la realización de nuevos proyectos se exige la evaluación de los costos ambientales que esto que estos generan, factor que determina la viabilidad de los mismos.

- **¿Existen herramientas de seguimiento y control de emisiones contaminantes?**

La empresa cuenta con un sistema de gestión ambiental, el cual dispone de herramientas de control y seguimiento estadístico en lo concerniente al manejo de emisiones, almacenamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos. Contando con lugares de acopio clasificados para almacenamiento de basuras, desechos peligrosos y una planta de tratamiento de aguas para poder hacer su vertimiento a la bahía.

- **¿Funciona adecuadamente la instrumentación relacionada con emisiones contaminantes?**

La instrumentación utilizada para el control de emisiones contaminantes funciona de manera adecuada, así como los demás equipos utilizados para la supervisión y control del tema ambiental.

- **¿Existen proyectos actuales para reducción de emisiones contaminantes?**

Programas implementados en la planta que han contribuido a reducir los impactos ambientales adversos se destacan los siguientes:

- Implementación del programa de integración de los Sistemas de Gestión (SGI) - Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional
- Mediciones periódicas de ruido que nos permite evaluar el impacto de Optimización del sistema de transporte y humectación de ceniza los que nos han permitido la reducción de emisiones.
- Mejoramientos de los procesos que permiten la disminución del consumo de agua.
- Instauración de un plan de ahorro y recolección de gas carbónico.
- Conversión de las calderas que funcionaban con combustible, a gas natural.
- Instalación del programa de gestión de residuos sólidos.
- **Control Avanzado:** El control avanzado de procesos es una de las tareas deseable cuando ya el proceso se encuentra en su punto de operación estable. El control avanzado tiende a ser una tarea riesgosa económicamente, ya que los ahorros de operación de planta en comparación con el costo de desarrollo de un proyecto de estas características no necesariamente cubrirían las expectativas de los gerentes de planta. Aún así es un ítem importante en cuanto mide la

capacidad innovativa de la empresa y la capacidad de desarrollo de la ingeniería de planta. Algunas preguntas son las siguientes:

- **¿Están al tanto los ingenieros de planta de resultados actuales en control avanzado de procesos?**

Los ingenieros de planta no están al tanto de proyectos de control avanzado puesto que enfatizan sus investigaciones en los diferentes modos de tecnología siguiendo el mismo lineamiento de las implementadas en la actualidad.

- **¿Existen proyectos actuales o futuros en control avanzado?**

Actualmente no se dispone de proyectos de control avanzado debido a que, las características del proceso y la tecnología implementada actualmente brinda a la empresa soluciones eficientes, por consiguiente una inversión en control avanzado le genera un gasto adicional, así como situaciones de experimentación frente aun proceso estable.

- **¿La formación de los ingenieros de planta incluye tendencias y prácticas en técnicas de control avanzado?**

No, puesto que la formación de los ingenieros de planta se encuentra enfocada a los proyectos futuros siguiendo tendencias de acuerdo a la tecnología actualmente implementada. Dentro de los tópicos en los que está encaminada la formación de los ingenieros encontramos, la integración del sistema, OPC entre otros.

- **¿Emplea la empresa convenios con universidades o institutos o centros de investigación para evaluar proyectos de control avanzado de procesos?**

La empresa actualmente la empresa no se encuentra vinculada con centros de investigación para manejar temas referentes a control avanzado.

- **¿Están afiliados los ingenieros de planta a sociedades profesionales como IEEE o ISA?**

Actualmente los ingenieros de planta si disponen de afiliación a este tipo de sociedades profesionales, pero la incorporación a este tipo de sociedades es netamente por intereses personales.

- **Administración de Información:** La información generada en el piso de planta puede resultar poco legible para otras dependencias de la empresa. La calidad en la administración de la información es la que permite que personal como los vendedores puedan tomar decisiones y negociar de acuerdo a la realidad de la planta. Lograr este nivel de toma de decisiones requiere una cultura organizacional adecuada y herramientas tipo ERP (Enterprise Resource Planning) que funcionen correctamente. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son:

- **¿Están familiarizados los ingenieros de planta con los conceptos ERP, IMS y MES?**

Si, los ingenieros de planta están al tanto con los conceptos de ERP, IMS y MES. Puesto que el sistema y el esquema de proyección en el desarrollo de la automatización de la empresa se tienen estos conceptos con la finalidad de cumplir con la pirámide y alcanzar un nivel de control mas avanzado, lo

que se les facilita debido a que el software del que disponen tiene estas opciones que no se han implementado actualmente.

- **¿Ha evaluado la empresa proyectos de implementación de sistemas ERP?**

Si se desarrollo un análisis para la selección del sistema ERP que ofreciera las herramientas y además cumpliera con las necesidades requeridas de la empresa. Por lo anterior el proyecto para implementar un sistema ERP del mismo fabricante del software de las HMI y las bases de datos, ofrecía mayor beneficio en lo referente a la futura conectividad y al manejo de la información.

- **¿Se han hecho implementaciones exitosas de sistemas ERP en la empresa?**

En la actualidad la empresa cuenta con un sistema ERP debidamente implementado, el cual hace parte del mismo paquete de herramientas que ofrece CIMPLICITY. Aunque el software se encuentra operativo, no se dispone de la conectividad en aras de alcanzar la integración del sistema.

- **¿Se ha trabajado en la cultura organizacional la necesidad de un sistema de información integrado?**

El modelo organizacional recientemente implementado tiene como finalidad general la ínter conectividad entre todas las áreas de la empresa a raíz hacer más eficiente la producción y el trabajo en conjunto, objetivo que se puede alcanzar por medio de la implementación del canal de comunicación que integre las siguientes aplicaciones: programing & control, HMI / Scada, plant Data Repository, (Performance & execution, Integrated Quality, Asset

Management), Real-Time Information Portal, ERP Connectivity, Business Systems, customers y Suppliers.

- **Seguridad Integrada:** La seguridad está tomando un rol importante en las empresas actuales, tanto por la problemática nacional e internacional como por los problemas propios de la empresa a nivel de integridad física de los operadores, seguridad de los sistemas de planta, e integridad de los datos. Algunas preguntas al respecto son:

- o **¿Qué tan arraigado está el tema de seguridad en la empresa?**

Para definir que tan arraigado esta la seguridad de la empresa podemos hacer la siguiente clasificación:

Seguridad física de los operadores se dispone de un sistema de seguridad integrado por un plan de evacuación, alarmas sonoras y un programa de permisos de trabajo. Aunque cabe notar que no es de exigir elementos de protección personal como gafas, protectores auditivos entre otros de manera constante en el transitar por la planta.

Seguridad de los sistemas de planta, para esto cuenta con alarmas visuales que permiten reconocer y proceder correctamente ante una falla en cualquier sistema del proceso.

Para la parte de Integridad de los datos, todo procedimiento o información tiene su debido registro y backup, así como la solicitud de permisos y contraseñas para acceder a información y datos.

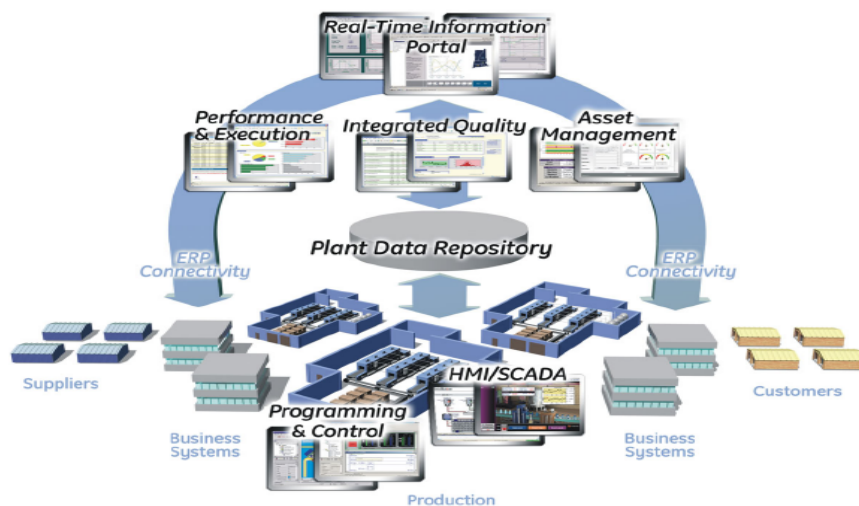
- **¿Existen programas actuales para aumentar la seguridad del sistema a través del sistema de control?**

Si, entre los programas actuales se tiene la implementación de nuevas alarmas visuales dentro del sistema supervisor.

- **¿Existen pruebas sobre el sistema para determinar vulnerabilidad de seguridad en los sistemas de información de la planta?**

El tema de seguridad aunque es algo de vital importancia para la empresa, la aplicabilidad de este a los sistemas de información, mas específicamente a la central de almacenamiento, como lo es el portal de información en tiempo real, es algo que esta por tratarse posteriormente, por consiguiente en la actualidad no existe pruebas para determinar el nivel de vulnerabilidad que puede tener el sistema, pero si se realizan estudios acerca de cuan accesible a personas ajenas a la empresa es este.

Figura 14. Resumen estado del arte



Fuente: www.gefanuc.com - Catalogo real time information portal

4 ANÁLISIS DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA EMPRESA

Aplicando los conceptos teóricos sobre la automatización industrial y las nociones de innovación y actualización que repercuten en dicho ámbito, al proceso industrial ejecutado en la empresa Materia Tropical, se encontraron las siguientes oportunidades de aplicación de tecnologías de automatización:

Automatización física

Elementos finales de control (Nivel 1) y Elementos de control (Nivel 2):

- **Implementación de buses de campo:** La comunicación actualmente implementada, entre los elementos finales de control y el grupo de PLC es punto a punto, lo que constituye una oportunidad para aplicar la tecnología de buses de campo con la consiguiente disminución de cableado, posibles fallas, etc....

Sistema supervisor (Nivel 3):

- **Ingreso de información al sistema de supervisión:** El sistema supervisor debe poseer en cierta medida la capacidad de informar, impedir o señalar cuando un dato erróneo es ingresado al sistema; la IHM no ofrece al operador la capacidad de saber si el protocolo de operación y la información ingresada es correcta. Una posible forma de solucionar lo anterior es: Evaluar la lógica de programación y definir dentro de la misma, los rangos o las características de los valores que son aceptables para el sistema, de acuerdo a cada una de las recetas de producción existentes en la actualidad.

Sistema de ejecución de fabricación (Nivel 4) y Planeamiento de recursos de la empresa (Nivel 5):

- Integración del sistema: Cada eslabón dentro de la pirámide de la automatización no constituye un ente aislado, por lo contrario conforman una unidad, con retroalimentación mutua; para lo anterior se debe hacer uso de un canal normalizado de comunicación: Maltería Tropical en la actualidad solo posee entrelazado los elementos finales de control, el grupo de PLC's, y el sistema SCADA; Para lo concerniente a MES, y ERP, se cuenta con la implementación de software, estos aunque que brindan la facilidad de enlace con el SCADA y la base de datos en tiempo real, no son explotadas al cien por ciento puesto que el canal de conectividad no se encuentra implementado.

Rol del personal: El personal que labora en Maltería Tropical, vinculado con la actividad de automatización, cuenta con las habilidades y los conocimientos practicos aplicables al proceso; sin embargo la visión o proyección, aunque bien enfocadas al avance, se encuentra encarrilada en lo existente, excluyendo la posibilidad de innovar o aplicar nuevas formas de automatización como lo es el control avanzado. La mejor manera de solucionar esto es que desde la alta gerencia se incentive el espíritu innovador, ofreciendo a los operarios, ingenieros de planta, y demás personal, la posibilidad de educación, sea mediante seminario, congresos o afines, con temáticas relacionados a los avances de la automatización mundial; para lo anterior, el vinculo con las universidades y centros de investigación juegan un papel clave.

5. ANALISIS DE ENCUESTA DEL PERFIL PROFESIONAL

A fines de obtener un concepción del perfil profesional de los ingenieros y su rol en lo referente a la automatización en la empresa maltería tropical, por medio de la realización de la encuesta se obtuvo una información generalizada, la cual no es posible tabular debido a la cantidad de muestras de las cuales fue permitida aplicarla, pero si es posible expresar su valor contenido en la misma por la persona encargada en diligenciarla.

De las cuatro secciones en las que se encuentra clasificada la encuesta son:

Sección A: Encuesta de confidencialidad.

Sección B: Definición de términos.

Sección C: Dominios del desempeño profesional.

Sección D: Rol del profesional de la automatización.

Es posible mencionar que los resultados obtenidos están correlacionados con la información recopilada con las diferentes preguntas contenidas en el estado del arte desarrollado.

Es de notar que hoy en día los ingenieros en el campo de la automatización, control e instrumentación tienen la oportunidad de alcanzar un excelente nivel de estabilidad con un alto porcentaje de participación poniendo en ejercicio la formación adquirida para tal área en altos porcentajes, debido a los diferentes desarrollos tecnológicos e innovación que se vienen presentando en la empresa en mención; obteniéndose una positiva retribución monetaria y experiencia.

De acuerdo al manejo dado a la encuesta y a todo el proceso de asesorías y suministro de información para la realización de tal estado del arte, el personal de ingeniería es de notar estar al tanto en cuanto a lo que son y deben ser dentro de la empresa como profesionales de la automatización, su dominio de desempeño y tareas a desarrollar, puntos que se dieron a la vista durante la interacción con el personal durante el desarrollo del trabajo y con el manejo dado a la encuesta.

En cuanto al dominio de desempeño del ingeniero en el área de la automatización al tener en cuenta tres dimensiones:

- **Importancia:** Indica de que tan esencial es conocer el dominio del desempeño por parte de los ingenieros hoy en día.

Este punto presenta un balance muy positivo, generalizadamente se considera muy importante, siendo a la vez una pieza clave, indicando los campos de acción a los que se pueden enfocar la ingeniería en el área de la automatización aspectos que se aprecian en el estado del arte con lo que se puede ver que se tiene un desempeño con un alto porcentaje en todas las áreas de estudios de factibilidad, definición, diseño de sistemas, desarrollo, implementación y operación y mantenimiento.

- **Criticidad:** Indica las consecuencias el grado de las consecuencias que podrían ocurrir si el ingeniero no conoce adecuadamente su dominio de desempeño.

Es de notar que se tiene un grado de conciencia y responsabilidad adquirida al momento de trabajar como un profesional de la automatización, puesto que de acuerdo a la actuación de aplicación de conocimientos y desempeño del ingeniero en su campo depende en gran medida del movimiento diario y

estabilidad de la planta ya que los errores cometidos podrían generar consecuencias adversas sustanciales y adversas severas en la mayoría de las áreas de estudios de factibilidad, definición, diseño de sistemas, desarrollo, implementación y operación y mantenimiento.

- Frecuencia: Indica el porcentaje de tiempo que emplea el ingeniero realizando sus tareas en cada uno de sus dominios de desempeño.

En la empresa de maltería tropical el mayor tiempo invertido en lo referente a la automatización se emplea en la definición y diseño de sistemas lo que es posible visualizar con el nivel de automatización que tienen implementado actualmente y se encuentra en constante desarrollo.

Se hace posible visualizar el rol de ingeniero por medio de su dominio de desempeño en las áreas de estudios de factibilidad, definición, diseño de sistemas, desarrollo, implementación y operación y mantenimiento, dándole un alto nivel de importancia y considerando que dichas actividades dentro de su dominio de desempeño son de una criticidad alta, pudiendo generar un peligro substancial por lo tanto se requiere de una atención continua al desarrollo de este tipo de labores.

6. CONCLUSIONES

Maltería Tropical en la actualidad desarrolla un proceso industrial sobre el cual puede ejercer control y supervisión de las variables que lo definen, esto mediante la implementación satisfactoria de elementos particulares que señalan el nivel de automatización en el que se encuentra la compañía; el enfoque de automatización se maneja en las distintas áreas de la empresa, desde el proceso como tal, hasta áreas administrativas y de planeación.

Puntualizando criterios, para Maltería Tropical el arte de automatizar no es un inalcanzable, por lo contrario es una realidad, que se construye diariamente debido a que los criterios se encuentra edificado bajo los parámetros teóricos de la pirámide de la automatización; para lo anterior, se cuenta con una gama de elementos finales de control, que dan la respuesta y la confiabilidad requerida por el proceso; cuentan con un sistema supervisor (Cimplicity), soportado y garantizado por el fabricante, el cual le permite además de ejercer el control deseado, cambio y ajustes estructurados según tendencia futuras. Posee implementado las herramientas computacionales relacionadas con el MES, ERP y las base de dato centralizada, entre los cuales se encuentra: MES/ Execution, Proficy Plant Applications, y real time portal, respectivamente.

La implementación satisfactoria de las herramientas adecuadas, de acuerdo a cada eslabón de la pirámide y a las características particulares del proceso a automatizar, así como la búsqueda por entrelazar cada uno mediante canales estándares de conectividad, permite afirmar que el rol que desempeñan los ingenieros dentro de la compañía, es significativo y bien encaminado, y permite explorar nuevas tecnologías, bajo los lineamientos y las tendencia actualmente puestas en practicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

Martínez Sánchez, Victoriano Ángel, Automatización industrial moderna, Bogotá D. C.: ALFAOMEGA, 2001

Piedrafita Moreno, Ramón, Ingeniería de la automatización industrial, México D. F: Alfaomega: Ra-ma, 2001

Valencia G., Hernán, Controladores lógicos programables (PLC), Medellín: U.P.B, 1992

Porras Criado, Alejandro, Autómatas programables: fundamentos, manejo, instalación y práctica, Madrid: McGraw-Hill, 1990

PLC:

<http://www.prodsa.com.ar/webprodsa/9070cpu.htm>

<http://www.edts.cz/acrobat/9070.pdf>

GE FANUC:

<http://www.infoportal.com.mx/products.htm>

http://www.gefanuc.com/as_en/products_solutions/hmi_scada/products/proficiency_cimplicity.html

<http://www.ferret.com.au/c/GE-Fanuc-Intelligent-Platforms/Cimplicity-HMI-Version-6-released-n705800#contactform>

http://www.gefanuc.com/as_en/products_solutions/production_management/solution_highlights/mes_execution.html

http://www.gefanuc.com/as_en/products_solutions/production_management/products/proficiency_plant_applications.html

LOGIC MASTER:

<http://www.automatas.org/gefanuc/logicmaster.htm>

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8507/Logicmaster.html>

PORTAL WEB DE BAVARIA

<http://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=54834>