



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA
CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA SCADA DE
LA SUPERVISION DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE
LÁMINAS PARA TAPAS CORONA EN CERVECERÍA
POLAR PLANTA METALGRÁFICA**

EMPRESA: CERVECERÍA POLAR

AUTOR: Francisco Rojas

CI: 20.466.641

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRÓNICA
CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA SCADA DE
LA SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE
LÁMINAS PARA TAPAS CORONA EN CERVECERÍA
POLAR PLANTA METALGRÁFICA**

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Nombre, firma y Cédula del tutor académico

Nombre, firma y Cédula del tutor empresarial

AUTOR: Francisco Rojas

CI: 20.466.641

San Diego, Julio del 2015



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA SCADA DE LA
SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LÁMINAS PARA
TAPAS CORONA EN CERVECERÍA POLAR PLANTA
METALGRÁFICA**

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo “Optimización mediante un sistema SCADA de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas coronas en Cervecería Polar, Planta Metalgráfica” presentado por el bachiller **Francisco Javier Rojas Rodríguez**, portador de la cédula de identidad **V- 20.466.641**, ha sido aceptado, revisado y cumple con los requerimientos de esta institución.

TUTOR EMPRESARIAL

Jhonny Pacheco

TUTOR ACADÉMICO

Marlene Zambrano

FIRMA

FIRMA

Autor: Francisco J. Rojas R.

CI: V-20.466.641

San Diego, Julio del 2015



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE ELECTRÓNICA

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA SCADA DE LA SUPERVISIÓN
DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LÁMINAS PARA TAPAS CORONA EN
CERVECERÍA POLAR PLANTA METALGRÁFICA**

Autor: Rojas Francisco

Tutora: Marlene Zambrano

Fecha: Julio, 2015

RESUMEN

El propósito de esa investigación es optimizar por medio de un sistema SCADA la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona, producto fabricado en planta Metalgráfica de Cervecería Polar. Actualmente es factible mejorar la supervisión puesto que ocurren alteraciones en la calidad del logotipo impreso específicamente el transpinte y las manchas en el área de no imagen donde no se dispone de una documentación que tenga registrado el error, así como también se carece de un mecanismo que alerte al operador la ocurrencia del fallo en el proceso de impresión para prevenir la alteración en la calidad de la lámina ya impresa o inclusive material no conforme. Con la implementación de la tecnología SCADA sugerida se podría visualizar el proceso de impresión en tiempo real ahorrando tiempo en el recorrido de la línea para un mismo fin lo que significaría una mejora en la eficiencia y la competitividad de la supervisión. La metodología empleada es de propuesta tipo proyecto factible.

Descriptores: Control supervisor, proceso de impresión, alteraciones.

ÍNDICE GENERAL

PAG

ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I	
LA EMPRESA	
1.1 Razón social.....	3
1.2 Ubicación.....	3
1.3 Visión de la Empresa	3
1.4 Misión de la Empresa	3
1.5 Políticas de calidad de la Empresa.....	4
1.6 Valores.....	5
1.7 Objetivos de la Empresa.....	5
1.8 Reseña Histórica.....	6
1.9 Estructura Organizativa.....	7
CAPITULO II:	
EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del problema.....	10
2.1.1 Formulación del problema.....	11
2.2 Objetivos.de la investigación.....	12
2.2.1 Objetivo General.....	12
2.2.2 Objetivos Específicos.....	12
2.3 Justificación y Alcances.....	12
CAPITULO III:	
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
3.1 Antecedentes de la Investigación.....	13
3.2 Bases Teóricas.....	14
3.2.1 Sistema SCADA.....	14
3.2.1.1 Pirámide de automatización.....	14
3.2.1.2 Software para sistemas SCADA.....	17
3.2.2 Proceso de producción de tapas corona.....	18
3.2.3 Litografía.....	19
3.2.4 Sistemas de impresión offset.....	20
3.2.4.1 Ventajas	22

3.2.4.2 Pasos para llevar a cabo el offset	22
3.2.5 Planchas litográficas.....	23
3.2.6 Especificaciones técnicas.....	23

CAPITULO IV

FASES METODOLÓGICAS

4.1 Tipo de Investigación.....	24
4.2 Diseño de la Investigación.....	24
4.3 Nivel de Investigación.....	24
4.4 Población y Muestra	25
4.5 Técnicas de Recolección de Datos.....	25
4.5.1 La Entrevista.....	25
4.6 Fases Metodológicas.....	26
4.6.1 Determinación de las variables que serán supervisadas en el proceso.....	26
4.6.2 Selección de las herramientas necesarias para la adquisición de las variables.....	26
4.6.3 Diseño de la programación del sistema SCADA para la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona.....	26

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 Determinación de las variables que serán supervisadas en el proceso.....	27
5.2 Selección de las herramientas necesarias para la adquisición de las variables.....	29
5.2.1 Sistema SCADA.....	29
5.2.2 PLC (Programmable Logic Controller).....	35
5.2.3 Sensor/transmisor de pH.....	37
5.2.4 Sensor/transmisor de conductividad.....	38
5.2.5 Conexión sensor/trasmisor con PLC.....	41
5.3 Diseño del sistema SCADA para la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona.....	42
5.3.1 Instrucciones de la propuesta.....	42
5.3.2 Organización de las ventanas de la aplicación.....	43
5.3.3 Operatividad del sistema SCADA.....	45
5.3.3.1 Estructura operativa del sistema SCADA.....	45
CONCLUSIONES.....	47
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	49

APÉNDICE.....	50
---------------	----

APÉNDICE A. Formato de entrevistas no estructuradas.....	51
--	----

ANEXO.	53
ANEXO A. Conexiones del transmisor Exa xt 450.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fabricantes de software SCADA.....	17
Tabla2. Listado de variables del PLC Siemens S7-300.....	29
Tabla3. Datos Técnicos del PLC.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de automatización.....	15
Figura 2. Plancha Litográfica.....	22
Figura 3. Área de Litografía.....	27
Figura 4. PLC Siemens S7-300.....	36
Figura 5. Sensor de pH modelo PH450G.....	37
Figura 6. Transmisor de pH EXXA xt 450.....	38
Figura 7. Sensor de conductividad modelo ISC450G.....	39
Figura 8. Transmisor de conductividad EXXA xt 450.....	39
Figura 9. Equipo instalado en el proceso de impresión de láminas.....	40
Figura 10. Módulo SM334 con disposición de entradas y salidas.....	41
Figura 11. Módulo SM334 AI4/AQ2x8/8 bits.....	42
Figura 12. Simulación del proceso de impresión sin aplicación de tinta.....	44
Figura 13. Simulación del proceso de impresión con tinta aplicada.....	44

INTRODUCCIÓN

El presente informe expone el proyecto para la mejora de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona mediante la implementación de un sistema SCADA, herramienta tecnológica versátil que se integra con la instrumentación industrial, los sistemas de transmisión y recolección de datos y los sistemas de control como los PLC. Para éste caso en específico se busca supervisar el comportamiento del sistema Epic Delta de una forma más eficiente y competitiva, así como también se busca monitorear las variables del proceso pH y conductividad para garantizar la calidad de la impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar Planta Metalgráfica.

El informe se encuentra estructurado en 5 capítulos, los cuales presentan de manera clara las actividades llevadas a cabo para la realización de la investigación.

CAPÍTULO I: En este capítulo se expone todo lo relacionado con la empresa, su ubicación, su descripción, antecedente histórico, misión, visión, valores de la empresa, objetivos generales y estructura organizativa de la misma.

CAPÍTULO II: En este capítulo incluye todo lo relacionado con el problema, como lo es el planteamiento y formulación del mismo, objetivos generales, objetivos específicos, justificación y alcances del problema.

CAPÍTULO III: Este capítulo se refiere a los trabajos realizados anteriormente sobre la problemática de estudio, las bases teóricas que fundamentan la investigación y definición de términos.

CAPÍTULO IV: En este capítulo se presenta todo el aspecto metodológico de la investigación, las técnicas de recolección de datos y las técnicas de análisis de los datos recolectados.

CAPÍTULO V: En este capítulo se describe la experiencia y acontecimientos para obtener los resultados, además se detalla la factibilidad de la solución y la estructura de la misma.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Razón social

Cervecería Polar Planta Metalgráfica S.A.

1.2. Ubicación

Cervecería Polar C.A., Planta Metalgráfica, se encuentra ubicada en la Av. Ernesto Luis Branger, Zona Industrial Sur, Valencia Edo. Carabobo.

1.3. Visión de la Empresa

“Seremos líderes claros en el negocio de empaques en Venezuela en los segmentos en que participamos. Elevaremos el nivel de satisfacción de nuestros clientes, ofreciendo las mejores condiciones en el precio, calidad y tiempo de respuesta a sus necesidades y expectativas. Orientaremos nuestros esfuerzos hacia la obtención de eficiencias operativas de clase mundial, economía de escala que permitan optimizar la utilización de los recursos y el dominio de la tecnología más avanzada. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, logrando pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y le ofrecemos las mejores oportunidades de desarrollo. Estamos constantemente comprometidos con el medio ambiente”.

1.4. Misión de la empresa

“En Cervecería Polar C.A. Planta Metalgráfica, tenemos la misión de manufacturar productos y servicios (tapas coronas, láminas litografiadas, envases plásticos y piezas y partes en matricería), garantizando los más altos estándares de calidad y eficiencia, que satisfagan las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedoras, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, y nos permitan alcanzar óptimos niveles de competitividad. Para cumplir con esto, la empresa se encuentra estructurada por un sólido grupo gerencial que

monitoriza el desarrollo de la entidad, apoyado en los trabajadores, quienes día a día, dan lo mejor de sí para garantizar la excelencia de las operaciones.”

1.5. Políticas de calidad de la empresa

La política de la calidad de Cervecería Polar C.A., Planta Metalgráfica, fue formulada por primera vez el 26 de septiembre de 1996, desde entonces se evalúan periódicamente, en las reuniones de revisión por la dirección, para garantizar su continua adecuación. En Cervecería Polar C.A., Planta Metalgráfica, la calidad es un principio que guía la labor en la empresa y mejora las actividades asignadas. Al asumir la calidad como forma de trabajo, el compromiso de todo personal se sustenta en la responsabilidad de cumplir con los procedimientos e instrucciones establecidos en el Sistema de Calidad de la compañía, apoyada en los lineamientos de la norma internacional ISO 9002 la cual, fue aprobada en Octubre del año 2008, y comprende los puntos básicos que a continuación se describen.

- Satisfacción permanente de las necesidades y expectativas de los clientes. Esta se logra a través de la conjugación de 3 factores: Una buena atención al cliente y respaldo técnico cuando así lo requieran, garantía de la calidad en todas las etapas de fabricación así como distribución del producto y entrega oportuna.

- Mejoramiento continuo de los procesos y productos. Consiste en el constante y creciente avance logrado en el desarrollo de las operaciones lo cual, es facilitado por la continua comunicación con el cliente y el conjunto de procedimientos y líneas de Control de Calidad, que son guías seguras en las actividades a ejecutar.

- Disponer de un recurso humano calificado y actualizado en un ambiente donde se promueva el trabajo en equipo, propicio para alcanzar los objetivos. La capacitación oportuna se afianza en las siguientes estrategias: Definición de competencias y el diseño de un plan de capacitación para los trabajadores, elaboración de manuales de instrucción, desarrollo del programa de formación de supervisores, aplicación de un sistema de evaluación basado en competencias y certificación de las habilidades y destrezas adquiridas durante el ciclo de formación.

1.6. Valores

Los principales valores de Cervecería Polar C.A., Planta Metalgráfica, son los siguientes:

- Orientación al mercado: Satisfacer las necesidades de sus consumidores y clientes de manera consistente.
- Orientación a resultados y eficacia: Ser consistentes a sus objetivos, al menor costo posible.
- Agilidad y flexibilidad: Actuar oportunamente ante los cambios del entorno, siempre guiados por su misión y valores.
- Trabajo en equipo: Fomentar la integración de equipos con el propósito de alcanzar metas comunes.
- Oportunidad y empleo sin distinción: Proveedores de oportunidades de empleo en igualdad de condiciones.
- Integridad y civismo: Exhibir una actitud consistentemente ética, honesta, responsable equitativa y proactiva hacia su trabajo y hacia la sociedad en la cual están envueltos.
- Relaciones de mutuo beneficio con las partes interesadas: Buscar el beneficio común en sus relaciones con las partes interesadas del negocio.

1.7. Objetivos de la Empresa

- Implantar planes de capacitación que fomenten el desarrollo de sus trabajadores.
- Lograr la integración de la empresa con la comunidad, en lo relativo a la protección del ambiente y contribuir en la solución de situaciones que afecten el entorno y la familia de los trabajadores.
- Concentrar los recursos materiales y humanos disponibles, para satisfacer las necesidades de las empresas del grupo identificado mediante el proceso de manufactura, distribución y mercadeo de sus productos.

- Mantener la capacidad de producción requerida para satisfacer las necesidades del grupo.
- Identificar las necesidades y expectativas de los clientes y determinar su satisfacción, cumpliendo con los requisitos aplicables.
- Ampliar la cartera de clientes de forma que esta capacidad sirva de apoyo para responder a las variaciones no programadas de la cervecería.
- Ejercer el control mediante asociaciones estratégicas sobre los insumos utilizados, que incidan en la capacidad de manufacturar para las empresas del grupo.
- Establecer, ejecutar y controlar planes de acción, para el mejoramiento de los procesos y productos, así como del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Establecer, ejecutar y controlar planes de acción, para mejorar el clima organizacional.

1.8. Reseña Histórica

El 29 de Mayo de 1959, nace Industrias Metalgráfica, S.A., la primera empresa instalada en la Zona Industrial Sur, de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo. De allí inicia sus actividades con una franca contribución al desarrollo del país.

En un principio la empresa dirige exclusivamente su actividad económica hacia la fabricación de tapas corona y litografía sobre metal, teniendo como clientes principales a las plantas cerveceras y manufactureras de malta en el país.

La noción de trabajo en equipo y la concepción integral de las labores de planta, marcan la pauta en el desarrollo del país, al cual se suma desde el 12 de marzo de 1970, Plásticos Metalgráfica, con el objetivo de fabricar gaveras plásticas para la industria cervecera y con ello, sustituir las gaveras de cartón de poca durabilidad. En esta misma década comienza la incorporación de nuevas tecnologías en la planta de tapas corona, sustituyendo el corcho por una empaadura de PVC, mejorando la calidad del sellado de botellas. Emulando el empuje de la planta de tapas, en los años 80, gracias al avance continuo de la empresa se abre la posibilidad de conquistar

nuevos mercados en el área de plásticos, mediante la incursión de nuevos productos como pailas, cestas y huacales.

El 1 de octubre de 1995, por decisión unánime de la Asamblea de Accionistas de Industrias y Plásticos Metalgráfica, las empresas se fusionan en una sola entidad, denominada, a partir de entonces, Industrias Metalgráfica, para unir esfuerzos, fortalezas y oportunidades.

Con el paso de los años, Industrias Metalgráfica refuerza sus operaciones y su capacidad de respuesta a sus clientes, con la incorporación de numerosos adelantos tecnológicos en la plantas de tapas y de plásticos, y el sólido potencial de su gente, para encarar los cambios del entorno, logrando mejorar progresivamente los indicadores de calidad en sus procesos y productos. En este último caso, resalta la obtención de la certificación ISO 9000:2000, en Noviembre del 2002, lo que pone de manifiesto el compromiso creciente con la calidad de los procesos y productos, al demostrar 100% cumplimiento de los requisitos y lineamientos de la norma, lo cual avala la implantación y mejora de la eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad en la empresa, bajo el enfoque de procesos, mejora continua y satisfacción del cliente. El primero de Octubre del 2006, Industrias Metalgráfica se fusiona con Empresas Polar y desde entonces se conoce como Cervecería Polar (Planta Metalgráfica), S.A. y está adscrita a la Unidad Estratégica de Negocios de Cerveza y Malta de Empresas Polar.

Actualmente la empresa cuenta con un personal suficientemente capacitado, distribuido en dos turnos de trabajo, con lo cual se alcanza una operación continua y correcta de la maquinaria instalada, así como un efectivo mantenimiento de cada una de las sub-secciones que conforman la cadena productiva.

1.9. Estructura Organizativa

Cervecería Polar, Planta Metalgráfica, es una empresa perteneciente al grupo Polar y la estructura organizativa de este grupo está dividida en:

- Dirección General: Es el vínculo que mantiene la junta directiva y el comité directivo en contacto con toda la organización, sirviendo como enlace ejecutivo para transmitir las directrices y lineamientos, tanto estratégicos como operativos y financieros. Define políticas y agiliza la toma de decisiones en medio de una armonización entre las diferentes unidades.

- Unidades Corporativas (UC): Son unidades especializadas en actividades estratégicas para la organización, que brinda un servicio similar a la asesoría interna, apoyando a la dirección general en el desempeño de sus funciones y estableciendo lineamientos para las demás unidades.

- Unidades Funcionales de Apoyo (UFA): Son estructuras creadas para proveer servicios a todo lo largo de la organización. La intención es establecer criterios generales, pero ofreciendo soluciones a las necesidades específicas de cada unidad. Además generan economías de escalas al eliminar redundancias, mejorando las eficiencias del servicio (tiempo, costo, calidad).

- Unidades Estratégicas de Negocios (UEN): focalizan los negocios medulares para dar respuestas rápidas, mejorando el servicio que ofrecen a todos sus clientes. Se establecen responsabilidades por los resultados financieros y se crea conciencia sobre el éxito de las operaciones. Al mismo tiempo establecen líneas fijas de mando y unifican su objetivo.

Las unidades estratégicas de negocios del grupo Polar son:

- Alimentos
- Refrescos
- Dirección de vinos
- Cerveza

En cuanto a la Planta Metalgráfica S.A., se puede decir que la estructura organizativa y sus respectivas funciones están divididas de la siguiente manera:

- Gerencia general

- Asistente administrativo tipo A
- Gerente de operaciones
- Gerente de Aseguramiento de Calidad
- Gerente territorial de logística
- Contralor
- Gerente territorial de gestión de gente
- Coordinador de riesgo y continuidad operativa
- Superintendente de planificación producción
- Superintendente de planificación mantenimiento
- Gerencia planificación de mantenimiento y materiales.
- Superintendencia de producción (plásticos)
- Superintendencia de producción (Tapas)
- Superintendencia de mantenimiento
- Superintendencia de Control de Calidad

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

Empresas Polar es una corporación que invierte en Venezuela mediante alianzas estratégicas con empresas nacionales e internacionales para el desarrollo tecnológico de la organización, adquiriendo de manera constante nuevos equipos que garanticen la calidad del producto.

En la línea de impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar Planta Metalgráfica se encuentra el sistema Epic Delta, el cual consiste en una serie de rodillos que tintan y humectan una plancha litográfica, ésta es la encargada de reflejar arte sobre un molde denominado mantilla; la lámina (el producto) tiene contacto con el molde y debe coincidir con el arte de la plancha. La impresión puede manejar variedad de colores, formas, tonalidades entre otras características que armonizan la imagen deseada.

La humectación en el offset tiene como función principal suministrar por medio de rodillos una película de agua a la plancha litográfica.

El agua forma parte de un balance químico denominado tinta/agua en donde el agua mediante análisis de laboratorio fue caracterizada y se determinaron sus especificaciones técnicas, las cuales son valor de pH entre 4,5 – 5,5 y el valor de la conductividad 1000 – 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$.

El agua limpia la plancha litográfica, cuando se cambia de color es necesario limpiar la plancha, lo que ensucia el agua y al imprimir variedad de colores ocurren alteraciones de las especificaciones técnicas del agua, provocando defectos que perjudican la calidad de la impresión en la lámina (el producto). Por ejemplo, la conductividad del agua debe estar entre 1000 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$, si la conductividad está por debajo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ el agua se considera blanda lo que puede generar manchas en el área de no imagen del logotipo impreso y si está por encima de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ se

considera muy dura, lo que puede generar traspinte, es decir logotipo impreso con tendencia a duplicarse, viéndose borroso. Con la consecuente generación de material no conforme y la parada de la línea para realizar los ajustes correspondientes.

La medida de las variables del proceso se realiza con el sensor de conductividad modelo ISC450G y el sensor de pH modelo PH450G.

Actualmente el supervisor tiene que recorrer el proceso de impresión para inspeccionar el cumplimiento de las variables del proceso pH y conductividad. Es decir, para confirmar el correcto funcionamiento del sistema Epic Delta, lo que ocasiona un consumo de tiempo el cual puede aprovecharse mejor.

La inspección del sistema Epic Delta no dispone de una documentación donde se registren alarmas durante el proceso de impresión, lo cual no ayuda a tomar medidas preventivas respecto al mismo.

Cuando las variables del proceso no cumplen las especificaciones técnicas existe la posibilidad de que se altere la calidad de la impresión; dada esta circunstancia se consume tiempo para realizar los ajustes necesarios y cambiar la plancha litográfica, inclusive desperdicio de materia prima si la impresión no es conforme.

Durante la impresión de láminas ocasionalmente las variables del proceso salen de los parámetros técnicos y la supervisión puede no enterarse de la falla (debido a la carencia de un mecanismo que alerte), así como tampoco tiene la forma de detectar con exactitud el momento en que ocurre, es por ello que el historial sería un recurso útil.

Por lo expuesto anteriormente, se necesita mejorar la supervisión del proceso de impresión de láminas denominado Epic Delta considerando sus variables principales mediante un sistema SCADA.

2.1.1. Formulación del problema

¿De qué manera se puede mejorar la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar Planta Metalgráfica usando un sistema SCADA?

2.2. Objetivos de la Investigación

2.2.1. Objetivo General

Proponer la optimización mediante un sistema SCADA de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar Planta Metalgráfica.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las variables que deben ser supervisadas en el proceso.
- Seleccionar las herramientas necesarias para la adquisición de las variables principales.
- Diseñar el sistema SCADA para la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona.

2.3. Justificación y alcances

- El sistema SCADA permite al supervisor acceder de forma inmediata al proceso para leer variables ubicadas en áreas remotas, lo que genera ahorro en tiempo para hacer la acción.
- Además esta propuesta permite aumentar la competitividad del departamento de producción de litografía al adquirir nuevas tecnologías ya que el sistema SCADA permitiría aprovechar mejor el tiempo para acelerar el cumplimiento de tareas de la supervisión y una supervisión más rápida es a su vez, más oportuna.
- El alcance del estudio parte en específico del diseño y la propuesta de la mejora de la supervisión del proceso de impresión de láminas, más si embargo su radio de acción podría centralizar toda el área de litografía, dependiendo de la factibilidad económica y técnica así como también del panorama político.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación

A continuación se presenta una serie de proyectos, que guardan relación directa o indirecta con el contenido planteado y es una orientación para el desarrollo del tema y para la extracción de aspectos fundamentales que se adapten a la investigación.

Aquino, R. y Salazar, M. (2010) cuya investigación titulada Desarrollo de experiencias didácticas en automatización industrial para la enseñanza del sistema SCADA InTouch de Wonderware Inc, se fundamentó en la realización de un conjunto de prácticas pedagógicas con la finalidad de transmitir los conocimientos del sistema SCADA en el Laboratorio de Automatización en la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad José Antonio Páez y sirvió de orientación para la visualización del proceso de impresión y el diseño del sistema SCADA.

Castillo, J. (2010) en la investigación denominada Propuesta de Implementación de un Sistema SCADA en las plantas eléctricas de emergencia ubicadas en los edificios de Centic, Ciencias Humanas y Administración_1 de la Universidad Industrial de Santander plantea la ejecución de una solución SCADA para simular el funcionamiento de las plantas eléctricas donde se monitoree de forma remota su estado en tiempo real, así como las variables a integrar al sistema y fue útil para representar el funcionamiento del Epic Delta en tiempo real por medio el sistema SCADA.

Castillo, C.(2011) en la investigación titulada Diseño de experiencias prácticas de automatización industrial con una red de PLCs, HMI y Sistema SCADA plantea la realización de la comunicación entre el PLC S7-300 y el InTouch para sistemas SCADA, así como también elaboró prácticas didácticas dirigidas a la enseñanza de las funciones del PLC S7-300 ubicado en el Laboratorio de

Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad José Antonio Páez. Donde se extrajeron las características técnicas del PLC s7-300.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Sistema SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) representan una alternativa eficiente al momento de monitorear y controlar procesos, esto debido a la posibilidad de visualizar el proceso evitando la necesidad de desplazarse al campo facilitando las labores de supervisión.

Describir las características de un sistema SCADA, indicando los elementos que lo componen, así como las consideraciones de diseño e implementación de estos es propósito de este capítulo.

Los sistemas SCADA o sistemas de control supervisor y adquisición de datos, hacen referencia a sistemas basados en una aplicación de software capaz de monitorear y representar el estado de un proceso por medio de una unidad central, la cual, se comunica con una o varias unidades remotas. Las unidades remotas se encuentran en la misma ubicación en donde se lleva a cabo el proceso, estas unidades, se encargan de ejecutar acciones de control, así como la adquisición de datos desde el proceso.

3.2.1.1. Pirámide de automatización

La pirámide de automatización es un modelo que integra las diversas unidades presentes en la industria incluyendo los sensores, transmisores, actuadores, controladores y PLCs. Indicando las jerarquías de las áreas decisorias, así como las relaciones entre las diferentes unidades. Este modelo se utiliza como referencia al momento de automatizar un proceso ya que brinda lineamientos a seguir para que el proyecto se integre de forma adecuada a los diversos ámbitos presentes en la industria.

El modelo de la pirámide de automatización se representa en 5 niveles como se muestra en la figura 2, cada nivel representa una unidad de la industria y se encuentran organizados de forma jerárquica.



Figura1. Pirámide de Automatización

Fuente: Propia

La pirámide de automatización se encuentra compuesta por los siguientes niveles:

Nivel I (Nivel de Campo): Es el nivel más próximo al proceso, aquí se encuentra la instrumentación asociada al sistema, comprendida por los sensores encargados de la medición de señales del proceso, y los actuadores que operan sobre este en base a órdenes impartidas por niveles superiores.

Nivel II (Control): En este nivel se encuentran dos equipos encargados del control y/o adquisición de datos del proceso. Estos equipos se interconectan con los elementos del nivel de campo, registrando los valores de los sensores e impartiendo acciones sobre los actuadores; así, mismo establecen comunicación con otros elementos de su mismo nivel, como del nivel de supervisión.

Nivel III (Supervisión): Este nivel es el encargado de registrar los datos de los niveles inferiores, con estos datos es posible evaluar el estado del sistema desde las diversas perspectivas presentes en la industria, tales como mantenimiento, control de calidad, producción, gerencia, etc. Este nivel sirve de enlace entre los niveles de gerencia y los niveles de campo, generalmente el nivel de supervisión se integra al sistema por medio de las redes LAN.

Nivel IV (Producción): En este nivel se dirigen y se monitorizan los procesos de producción de la planta. Aquí se coordinan labores entre los diversos departamentos presentes en la industria, se evalúan estados y se generan informes para los departamentos gerenciales.

Nivel V (Gestión): Es el nivel gerencial más alto de la pirámide de automatización, aquí se unifica la información de los niveles inferiores.

Los sistemas SCADA se ubican en los tres primeros niveles de la pirámide de automatización, en donde los dos primeros niveles están compuestos por el hardware y mientras el tercer nivel lo compone la aplicación de software.

El software para sistemas SCADA es de vital importancia para labores de control de calidad y mantenimiento, pues brinda los datos necesarios para evaluar el estado del sistema.

Es muy importante que el sistema SCADA se integre de forma adecuada y cumpla con los requerimientos presentes en la pirámide.

3.2.1.2. Software para sistemas SCADA

Es la parte más importante de un sistema SCADA, esta se centran todas las actividades del sistema, y de su configuración depende en gran parte el buen funcionamiento de este. A partir del software SCADA acceden los clientes a los datos del sistema.

Los sistemas SCADA se clasifican según su tipo de plataforma de desarrollo en abierta y propietaria, las plataformas abiertas son desarrolladas por empresas dedicadas a aplicaciones SCADA, mientras las aplicaciones propietarias son desarrolladas por los mismo fabricantes de equipos de automatización algunos ejemplos de software se presentan a continuación.

Tabla 1: Fabricantes de software SCADA

Software	Empresa	Plataforma
Ifix	General Electric	Abierta
Citect	Schneider	Abierta
Intouch	Wonderware	Abierta
Lookout	National Instrument	Abierta
Wincc	Siemens	Abierta

Fuente: Propia

3.2.2. Proceso de producción de tapas corona

El proceso productivo se inicia en almacén, con la recepción de la materia prima. La hojalata, el componente principal de tapas corona, es recibida en forma de láminas apiladas; estos lotes son llamados bultos, cada bulto contiene entre unas 1000 y 1500 láminas; el proceso de destapado de bulto, se realiza de la siguiente manera:

De acuerdo a la orden de fabricación, el supervisor general emite requisición de bultos al almacén, especificando tipo de material y cantidad de láminas.

El almacenista verifica y firma la requisición, luego despacha el material en zona asignada.

Se toman las hojas de identificación de los bultos, se revisan los números de bobina, si hay alguna repetida éstas no se tomarán en cuenta para el muestreo; pero si se le asigna un número correlativo.

Adicionalmente, se realizan pruebas para determinar si las láminas cumplen con los estándares de calidad, realizándole sus respectivos ensayos, que consiste en tomar una lámina y en uno de sus extremos se cortan tres muestras, una del lado izquierdo, otra en el centro y la otra del lado derecho, todas en forma de triángulo en sentido transversal a la dirección de laminación, en las cuales cada una debe estar marcada con el número del bulto y el lado donde fueron cortadas.

Éstas son llevadas a control de calidad para sus respectivos ensayos de dureza (especificada en grados Rockwell C= 61 ± 3 HRC), dimensión (largo: 842,6 -843,1 mm ancho: 890 ± 3 mm), peso de la lámina (1,30 Kg), escuadra ($\pm 0,45$ mm) y espesor ($0,23 \pm 0,0012$ mm para cerveza y $0,25 \pm 0,0012$ mm para refresco), los cuales pueden variar de acuerdo al tipo de trabajo que se vaya a realizar.

Luego de pasado el proceso de inspección de láminas requieren de un proceso de aplicación de recubrimiento, tanto interno (zona interior de la tapa) como externo (zona exterior de la tapa). Para ello son pasadas por una serie de rodillos que darán, un recubrimiento de Siza la parte externa de la lámina. La Siza protege la lámina contra la oxidación y además permite una mejor fijación de las tintas de la litografía. Inmediatamente la lámina pasa por otro recubrimiento, éste para la parte interna de la

misma. Éste recubrimiento es dado por otra sustancia química llamada Organosol. El Organosol es un compuesto químico poroso que protege la hojalata de la oxidación y permite la adherencia de la empacadura de PVC a la tapa durante la última etapa del proceso de manufactura. Ahora la lámina es pasada por un horno de secado. En este proceso existe un número importante de variables, que deben ser controladas para fabricar un producto de buena calidad; entre algunas se puede mencionar: La temperatura del horno, el peso de la lámina húmeda, el peso de la lámina seca, entre otras.

Las láminas pasan ahora a la etapa de impresión litográfica. Aquí se imprimirá a lámina con el arte deseado, de acuerdo al destino final que vayan a tener las tapas que de ella se corten. Dependiendo del diseño en cuestión, será necesario efectuar una o más pasadas para lograr la litografía final. Por último se da la lámina una pasada de barniz para proteger al arte litográfico y darle mayor brillo al mismo.

Luego que se efectúa el secado del barniz, la lámina deberá reposar por un lapso de 48 horas, para lograr la fijación completa de la litografía; transcurrido este lapso de tiempo, las láminas apiladas en forma de bultos están listas para pasar a los troqueles donde se dará forma al producto final: Las Tapas

3.2.3. Litografía

La palabra litografía proviene de las palabras griegas "Litho", que significa "piedra" y "Graphy", que significa "grabado" o "escritura". La técnica litográfica fue inventada en el año de 1798 por el alemán Alois Senefelder, llamándola impresión química sobre superficie plana y directa, basada en el principio de que el agua y la tinta no se mezclan. Esta imagen era transferida de una piedra porosa al sustrato llamándose así impresión planográfica.

En el año 1904 la técnica fue perfeccionada por el americano W. Rubel, inventor de la impresora offset, quien utilizó el principio de impresión indirecta, en el cual la tinta se transfería de una plancha metálica al sustrato por medio de una mantilla de caucho, logrando así una excelente calidad de impresión.

El término inglés offset significa básicamente repintado. Este tipo de impresión, denominado sistema indirecto planográfico, técnicamente se basa en 3 cilindros: 1) Cilindro portaplancha o portaforma, 2) Cilindro portamantilla y 3) Cilindro portalámina o cilindro impresor.

La primera forma planográfica fue una piedra muy porosa que pulida muy bien era capaz de absorber y fijar en su propia superficie la tinta grasa que se usaba para la realización del dibujo.

Aunque hoy la piedra no se usa comercialmente se ha conservado término litografía debido al procedimiento de impresión original. Actualmente se usan diferentes clases de planchas metálicas delgadas, que ofrecen la gran ventaja de enrollarse fácilmente en un cilindro permitiendo así la impresión en máquinas rotativas.

3.2.4. Sistema de Impresión Offset

La impresión offset es un método de reproducción de documentos e imágenes sobre papel o materiales similares, que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de una aleación de aluminio. La plancha toma la tinta en las zonas donde hay un compuesto hidrófobo (también conocido como oleófilo) y el resto de la plancha (zona hidrófila) se moja con agua para que repela la tinta; la imagen o el texto se trasfiere por presión a una mantilla de caucho, para pasarla, finalmente, al papel por presión.

La prensa se denomina offset porque el diseño se trasfiere de la plancha de impresión al rodillo de goma citado, antes de producir la impresión sobre el papel. Este término se generó por contraposición al sistema dominante anterior que fue la litografía, en el que la tinta pasaba directamente al papel.

Es precisamente esta característica la que confiere una calidad excepcional a este tipo de impresión, puesto que el recubrimiento de caucho del rodillo de impresión es capaz de impregnar, con la tinta que lleva adherida, superficies con rugosidades o texturas irregulares. Obviamente, esto es debido a las propiedades elásticas del caucho que no presentan los rodillos metálicos.

La impresión offset es un método de impresión indirecta, ya que se pasa indirectamente de la plancha de aluminio al caucho para después pasar al papel (u otro sustrato) ejerciendo presión entre el cilindro porta caucho y el cilindro de presión (conocido también como cilindro de impresión o de contrapresión).

La impresión offset se realiza mediante planchas metálicas (generalmente de aluminio) tratadas y fijadas sobre cilindros, de modo que hay una plancha por cada color que se quiera representar, o en el caso de la fotocromía, por cada uno de los cuatro colores (cian, magenta, amarillo y negro). De este último modo se obtiene papel impreso con imágenes a todo color superponiendo, mediante varias pasadas, las distintas tintas sobre el soporte. La cantidad, y proporciones, de cada una de las tintas básicas que se usan en el proceso de impresión, así como la transparencia parcial de estas, dará lugar a una imagen a todo color con un buen degradado de los tonos.

Para que la plancha se impregne de tinta, únicamente en aquellas partes con imagen, se somete la plancha a un tratamiento fotoquímico, de tal manera que las partes tratadas repelen el agua. Así, la plancha se pasa primero por un mojado, impregnándola de agua y, seguidamente, por un tintero. La forma impresora es plana, sin relieve, dura pero además flexible. Normalmente se utiliza el aluminio anodizado o mono metálico.

Como la tinta es un compuesto graso, es repelida por el agua, y se deposita exclusivamente en las partes tratadas, o sea, con imagen. El agua, a menudo, contiene otras sustancias para mejorar su reactividad con la chapa y la tinta.

Finalmente, las imágenes ya entintadas se transfieren a un caucho que forra otro cilindro, siendo este caucho el que entra en contacto con el papel para imprimirlo, ayudado por un cilindro de contrapresión, o platina.

Este tipo de impresión es el más utilizado en las grandes tiradas de volumen, debido a sus evidentes ventajas de calidad, rapidez y costo, lo que permite trabajos de grandes volúmenes de impresión a precios muy reducidos.

3.2.4.1. Ventajas

- a) Se obtiene una imagen de alta calidad consistente, más clara y definida que con otros sistemas de impresión.
- b) Se puede utilizar en una gran cantidad de superficies aparte del papel liso (madera, ropa, metal, cuero, papel rugoso).
- c) Las láminas (plancha o matriz) son de rápida y fácil producción.
- d) La duración de las láminas es mayor que en imprentas de litografía directa, porque aquí no hay contacto directo entre la plantilla y la superficie de contacto.
- e) En grandes tiradas de producción el precio de cada impresión es inferior a cualquier otro sistema.

3.2.4.2. Pasos para llevar a cabo el Offset

1. Se prepara la plancha. Tiene zonas que son afines al agua (Hidrofílicas) y las zonas que la repelen y poseen afinidad a la tinta (Oleofílicas).
2. La plancha (Forma) se coloca sobre el cilindro portaforma o portaplancha (01) y se engancha el papel o lámina metálica (06) al sistema.
3. Una vez en marcha, los cilindros de mojado (02) humedecen las zonas de la plancha que deben rechazar la tinta. Las zonas que se van a imprimir están preparadas para rechazar el agua y quedan sin humedecer.
4. La plancha sigue girando hasta llegar a los cilindros de entintado (03), que depositan una tinta grasa en la plancha. Como el agua repele la tinta, la plancha sólo toma tinta donde se va a imprimir (en las zonas no "mojadas").
5. La plancha, ya entintada, sigue girando y entra en contacto con el cilindro portacaucho (04), cuya superficie de caucho o similar es la mantilla. La imagen queda impresa de forma invertida (en espejo) en ese cilindro, que gira en sentido contrario a la plancha.
6. La lámina recibe la imagen de tinta de la mantilla, que la traspasa ya en forma correcta (sin invertir), y sale ya impreso (07).

3.2.5. Planchas litográficas

Las formas litográficas son planchas por la cual la tinta es transferida a la mantilla de caucho y de allí al material sobre el cual se va a imprimir.

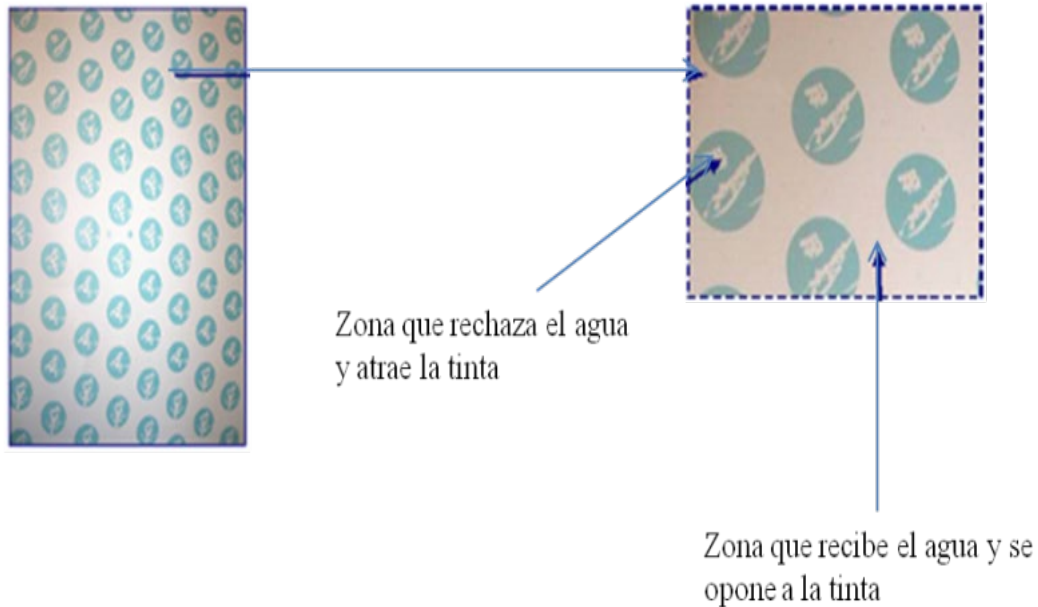


Figura2. Plancha Litográfica

Fuente: Autor

3.2.6. Especificaciones técnicas

En el laboratorio del departamento de calidad, el producto (lámina impresa) pasa por diferentes ensayos a condiciones extremas con la finalidad de analizar el comportamiento de las variables del proceso y calcular sus especificaciones técnicas. Las cuáles son las siguientes, conductividad = 1000 ~ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ y $\text{pH} = 4 \sim 5$.

Ambas variables del proceso deben cumplir con las especificaciones técnicas para evitar afectar la calidad de la impresión. Ejemplo, si disminuye la conductividad aumenta el pH lo que puede generar un lavado insuficiente, es decir, manchas en el área de no imagen del logotipo. Si aumenta la conductividad disminuye el pH lo que puede generar pastosidad en la tinta ocasionando traspinte, es decir, una impresión borrosa del logotipo.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo proyecto factible. Mijares, H. y García, L. (2007), señala que el proyecto factible:

Consistirá en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos; el proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p. 05).

4.2. Diseño de la Investigación

La presente investigación es un diseño de campo. Arias, F. (2006), establece que el diseño de la investigación de campo:

Es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p.31).

Según lo expuesto anteriormente el presente informe de pasantías es una investigación de campo ya que se fundamenta en la recolección de datos mediante entrevista a sujetos, sin manipular o controlar condiciones existentes.

4.3. Nivel de Investigación

La presente investigación es nivel de investigación descriptiva. Arias, F. (2006) establece que el nivel de investigación descriptiva:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en el nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere (p.24).

Basándose en lo citado la investigación es descriptiva y de nivel intermedio por la profundidad de los conocimientos requeridos para el desarrollo de la misma.

4.4. Población y Muestra

4.4.1. Población

De acuerdo con los objetivos del presente proyecto es necesario definir la población. Se estableció la unidad de análisis y delimitación tanto de la población como de la muestra en estudio. Arias, F. (2006) establece que la población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81). De acuerdo a lo descrito la población estudiada es alrededor de 30 trabajadores del departamento de producción del área de litografía.

4.4.2. Muestra

Una muestra constituye un grupo de la población el cual forma parte de la investigación con el fin de inferir sus características a todo grupo o universo. Arias, F. (2006), establece que la muestra “es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). La muestra se constituyó con 3 personas.

4.5. Técnicas de Recolección de Datos

Arias, F. (2006), establece la relación entre técnica e instrumento “Se entenderá por técnica, por el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 67, 69). Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, por consiguiente, para efectos de esta propuesta se empleará la entrevista.

4.5.1. La Entrevista

Arias, F. (2006), establece que la entrevista “más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación (cara a cara), entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el

entrevistador pueda obtener la información requerida” (p.73). Con relación a su aplicabilidad en esta investigación, se sustentó en la utilización de entrevistas con preguntas claves que permitieron sustraer la información necesaria para los estudios que se aplicaron, con la finalidad de identificar la situación actual del departamento de producción de tapas en el área litografía para mejorar la supervisión del proceso.

4.6. Fases Metodológicas

En cuanto a las estrategias metodológicas, para la elaboración de este proyecto, se consideraron las siguientes fases, en las cuales se explicarán los procedimientos para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos de la investigación.

4.6.1. Fase I: Determinación de las variables que serán supervisadas en el proceso

Inicialmente se cumplió esta primera fase con el estudio de manera detallada y objetiva de la problemática que se presenta actualmente en la empresa con respecto a la supervisión del proceso de impresión de láminas.

4.6.2. Fase II: Selección de las herramientas necesarias para la adquisición de variables

En esta fase se llevó a cabo la investigación de los equipos, seleccionando a los que tienen especificaciones que se adaptan al sistema SCADA con el objetivo de adquirir las variables del proceso y poder supervisarlas; posteriormente se elaboraron las recomendaciones para la implementación de la propuesta.

4.6.3. Fase III: Diseño del sistema SCADA para la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona

Se consideraron las necesidades en materia de calidad en la lámina impresa y aumento de la competitividad del departamento de producción de tapas sección litografía, para el diseño del sistema SCADA.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Determinación de las variables que serán supervisadas en el proceso

Para elaborar la tapa corona existen dos secciones en la planta: troquelado y litografía.

El área de litografía está conformada por la siguiente cadena productiva.

Almacén

Recubrimiento con siza

Recubrimiento con organosol

Impresión de láminas

Recubrimiento con barniz

Reposo

Traslado a sección de troquelado

En la siguiente figura se observa la zona de la planta donde está ubicada el área de litografía y se destaca el proceso impresión de láminas.

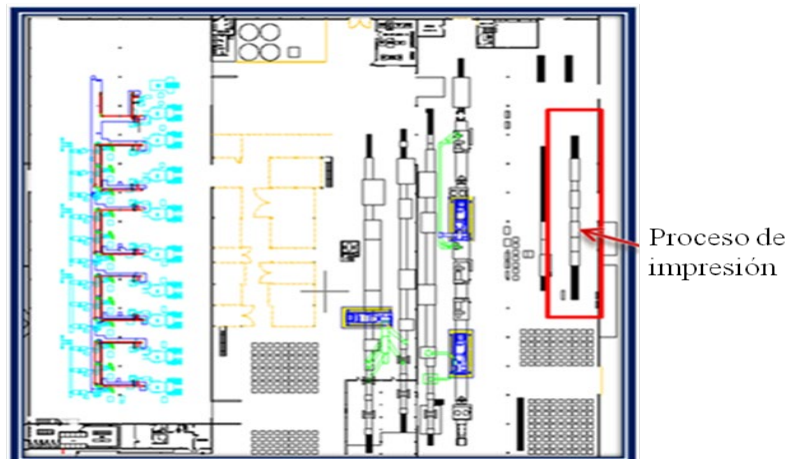


Figura 3. Área de litografía

Fuente: Propia

El departamento de producción de litografía es responsable de mantener la calidad del proceso cumpliendo con las especificaciones técnicas que establece el departamento de calidad, por este motivo se entablo un dialogo con los supervisores de producción lográndose identificar la necesidad de fortalecer la supervisión.

Para mejorar la supervisión se propuso un sistema SCADA, donde se supervise de forma centralizada el proceso de impresión de láminas para tapas corona, con el propósito de asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y aumentar el rendimiento de la división.

Luego de diagnosticar el proceso se encontró la oportunidad de supervisar el funcionamiento del sistema Epic Delta y monitorear las variables del proceso pH y conductividad, donde también se pueda obtener información útil como el reporte de alarmas, operador o supervisor de turno, fecha y hora, entre otras.

Tomando en cuenta las consideraciones mencionadas, se consultó a cada operador el funcionamiento del proceso de impresión denominado Epic Delta, el cual consiste en una serie de rodillos que tintan y limpian una plancha litográfica, ésta es la encargada de reflejar arte sobre un molde denominado mantilla, el molde tiene contacto con la lámina (el producto) lo que finaliza el proceso de impresión.

El Epic Delta involucra acciones como la humectación en el offset, que tiene como función suministrar agua a la plancha litográfica para limpiarla.

Es necesario medir el pH y la conductividad del agua que se suministra para mantener la calidad de la impresión y evitar un lavado insuficiente en consecuencia manchas en el área de no imagen o pastosidad en la tinta ocasionando impresión borrosa de logotipo.

Al conocer la etapa de impresión, se pudo conocer efectivamente las variables que deben ser supervisadas, siendo las siguientes.

Tabla 2. Listado de variables del PLC Siemens s7-300

Listado de E/S del PLC s7-300				
Símbolo	Función	Dirección	Descripción	Tipo
Presencia tinta roja	Notifica tinta aplicada	E424.0	Pulsador NA	Entrada
Presencia tinta blanca	Notifica tinta aplicada	E424.1	Pulsador NA	Entrada
Presencia tinta azul	Notifica tinta aplicada	E424.2	Pulsador NA	Entrada
pH	Medida de la variable	PEW288	Sensor PH450G	Entrada
Conductividad	Medida de la variable	PEW290	Sensor ISC450G	Entrada
Inicio	Inicia el epic delta	E424.3	Pulsador NA	Entrada
Parada	Detiene el epic delta	E424.4	Pulsador NC	Entrada
Alarma	Desvío parámetros	A424.0	Luz piloto	Salida

Fuente: Autor

Cumpliendo con la finalidad de fortalecer la supervisión del proceso de impresión se determinó la necesidad de un historial del desvío de las variables del proceso conductividad y pH con relación a las especificaciones técnicas (pH: 3 ~ 5 pH y conductividad: 1000 ~ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$), por lo que se diseñó el historial de alarmas porque la inspección de la línea no dispone de una documentación que sirva de basamento para tomar acciones correctivas y/o preventivas sobre el sistema Epic Delta.

El diagnóstico del Epic Delta permitió ubicar la necesidad de jerarquizar la supervisión de la línea de impresión, por lo descrito el sistema SCADA se adecúa de forma idónea ya que es factible crear un perfil propio para el ingeniero y el operador respectivamente.

5.2. Selección de las herramientas necesarias para la adquisición de las variables

5.2.1. Sistema SCADA

Los Sistemas SCADA (Supervisory Control and Acquisition Data) ofrecen la posibilidad de mejorar la producción y la calidad en las empresas, así como una disminución de costos en mantenimiento. Sus aplicaciones se encuentran disponibles

en el mercado como es en el caso de los procesos de alimentos y bebidas, petróleo y gas, minería, refinerías, industria química y farmacéutica, papel, transporte, entre otras.

En este trabajo se propone seleccionar el sistema SCADA InTocuh de Wonderware Inc. Debido a la solicitud por parte de la empresa ya que disponen del software en otras plantas de la organización, también por las siguientes prestaciones y beneficios:

➤ **Aumento de la eficiencia.**

Ahorrar el tiempo que se usa para ir a supervisar la línea de impresión, significa aumentar la eficiencia del departamento de producción porque se aprovecha mejor el recurso tiempo.

La división de producción tiene la responsabilidad de inspeccionar toda el área de litografía.

El área de litografía está compuesta por etapas, donde cada una tiene sus características particulares y el supervisor se encarga de inspeccionar todas, con el objetivo de que cada etapa de procesamiento funcione correctamente, es decir, produzca.

Las etapas por inspeccionar, son las siguientes:

- Etapa de recepción de materia prima
- Etapa de comprobación de calidad de materia prima comprada
- Etapa de recubrimiento con siza
- Etapa de recubrimiento con organosol
- Etapa de impresión de láminas

- Etapa de recubrimiento con barniz
- Etapa de reposo donde se localizan laminas procesadas

Aumenta la eficiencia porque el supervisor sigue inspeccionando toda el área de litografía y puede supervisar más rápido el proceso de impresión, ya que se reduce el recurso tiempo.

Es posible determinar aproximadamente el tiempo consumido para dirigirse al proceso de producción, ejemplo.

El recorrido desde la sala central hasta la línea de producción es de aprox. 80 mts.

El supervisor se traslada y retorna lo que significa aprox. 160 mts.

El tiempo de traslado y retorno es aprox. tres minutos

Tener que movilizarse hasta el proceso de impresión también consume tiempo porque el personal debe adecuarse a las condiciones del proceso, colocándose el equipo de seguridad conformado por el protector de oído por el ruido y lentes para proteger los ojos. El tiempo para adecuarse es aproximadamente un minuto, luego retornar y quitarse el equipo es aproximadamente un minuto.

El siguiente paso es cuantificar aproximadamente el tiempo total consumido, es decir, sumar el tiempo de trayectoria más el tiempo de adecuación.

El tiempo total consumido es la suma del tiempo de trayectoria más el tiempo de adecuación. El cálculo correspondiente se especifica a continuación:

Tiempo total consumido \approx tres minutos + dos minutos

Tiempo total consumido \approx cinco minutos

En conclusión, mejora la eficiencia debido a que se ahorran cinco minutos para supervisar el proceso de impresión, en otras palabras, saber si la lámina está siendo

procesada (impresa) e inspeccionar el cumplimiento de las variables del proceso pH y conductividad.

Son tres turnos diarios donde la línea de impresión funciona las 24 horas del día los siete días de la semana.

La supervisión del proceso de impresión es cíclica, es decir, cinco minutos aproximados que se ahorra el departamento las veces que el supervisor de turno lo considere.

Si se hace una suposición donde el monitoreo del proceso de impresión de láminas es aproximadamente cuatro veces por turno y el promedio diario aproximado es 12 veces, entonces:

Promedio diario \approx 60 minutos diarios

Promedio diario \approx una hora diaria

Tiempo ahorrado semanal \approx siete horas semanales

Tiempo ahorrado semanal en porcentaje \approx 4,17%

Se aprovecha mejor el recurso tiempo porque el Sistema SCADA monitorea constantemente y en tiempo real el cumplimiento de las variables del proceso con respecto a las especificaciones técnicas para asegurar la calidad del producto, adicional al monitoreo se visualiza la alarma en caso de desvío.

Mediante la alarma se reduce el tiempo de parada de la línea porque se disminuyen las alteraciones ocasionadas por el desvío de las variables del proceso con respecto a las especificaciones técnicas, por ejemplo, cambiar la plancha litográfica alterada por una nueva, el cambio amerita parar la línea de impresión y en consecuencia pérdida de tiempo.

➤ **Aumento de la seguridad.**

Para asegurar que el sistema Epic Delta imprima láminas con calidad, las variables del proceso conductividad y pH deben cumplir con las especificaciones técnicas.

Si las variables del proceso salen de las especificaciones técnicas, el sistema SCADA emite la señal de alarma para que el operador haga el ajuste, sin embargo el desvío se registra en el historial del software SCADA, lo que también sirve de herramienta para calificar el desempeño del personal y garantizar la excelencia operacional.

En caso de continuar imprimiéndose láminas con la alarma activada el sistema SCADA por medio del PLC emite la señal de parar la línea de impresión con el objetivo de que se realicen los ajustes correspondientes; así como también el evento se registra para responsabilizar al operador por alteraciones en la calidad o incluso material desperdiciado.

El sensor de conductividad y el sensor de pH tienen la suficiente resolución para detectar alteraciones por mala aplicación de la tinta, en otras palabras, si el equipo operador suministra tinta de forma excesiva o escasa, las variables del proceso conductividad y pH se saldrán de las especificaciones técnicas y los sensores detectarán el desvío causado por la tinta.

➤ **Util para evaluación de calidad.**

El analista de calidad evalúa mensualmente el mantenimiento de las variables del proceso con respecto a las especificaciones técnicas, responsabilidad del personal de producción, basándose en lo descrito el departamento de producción contaría con una herramienta para mantener el cumplimiento de los parámetros técnicos lo que es útil para mejorar la calificación correspondiente a la evaluación.

➤ **Aumento de la competitividad.**

Se mejora la inspección del proceso de impresión al implementar nuevas tecnologías aumentando la competitividad del departamento de producción, en otras palabras, el sistema SCADA permitiría aprovechar mejor el tiempo para acelerar el cumplimiento de tareas de la supervisión del departamento y una supervisión más rápida es a su vez, más oportuna.

➤ **Abierto.**

La tecnología InTouch es un sistema estándar y abierto que puede integrarse con facilidad a soluciones de otras marcas como SIMATIC Wincc de Siemens, Ifix de General Electric, Citect de Schneider y LookOut de National Instrument.

➤ **Escalable.**

El proceso de impresión de láminas podría ser inspeccionado desde el computador principal de la supervisión del proceso de impresión mediante el sistema SCADA InTouch, ya que recibe información del PLC siemens S7 – 300 y los sensores pH modelo PH450G y conductividad modelo ISC450G.

➤ **Reduce costos.**

El sistema SCADA InTouch permite desarrollar animaciones y símbolos que mejoran la visualización del proceso de impresión sin costos adicionales en equipos para el mismo fin.

➤ **Capacidades de la tecnología InTouch de Wonderware Inc.**

- Visualizar el proceso, en tiempo real.
- Confirmar el funcionamiento de la línea de impresión.
- Animaciones que visualmente dan vida al proceso.

- Gráficos y símbolos que mejoran el diseño de la aplicación para visualizar el proceso.
- Sofisticado sistema scripting para personalizar aplicaciones.
- Alarmas en tiempo real.
- Históricos para su análisis preventivo y/o correctivos.

5.2.2. PLC (Programmable Logic Controller)

Es el equipo que adquiere las variables del proceso y se comunica con el sistema SCADA.

Para la mejora de la supervisión se seleccionó el PLC Siemens s7-300 porque en Cervecería Polar Planta Metalgráfica el departamento de producción de litografía tiene tres PLC Siemens s7-300 en el almacén de repuestos disponibles para el proceso de impresión y/o para incluirlos en el proyecto de una nueva línea de impresión denominada línea 3. Por lo descrito, elegir el PLC Siemens s7-300 permitiría disminuir los costos del presupuesto asignado para la propuesta. Otros de los beneficios son los siguientes:

- Siemens tiene una fuerte presencia en el mercado industrial venezolano.
- S7-300 catalogado como producto de calidad hecho por una marca prestigiosa.
- Siemens de Venezuela tiene una consolidada plataforma que reduce los problemas en materia de importación por falta de divisas.
- Fácil instalación.
- Bajo costo.
- Compacto y robusto, adecuado para procesos de manufactura exigentes.



Figura 4. PLC siemens s7 – 300

Fuente:<http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-300/pages/default.aspx>

Las características técnicas del PLC s7-300 se especifican a continuación:

Tabla3. Datos técnicos del PLC

PLC Siemens S7-300	Características
CPU del PLC	312 C
Alimentación	24 Vdc
Entradas digitales integradas al CPU	10 entradas
Salidas digitales integradas al CPU	6 salidas
Entradas analógicas del módulo SM334	4 salidas
Salidas analógicas del módulo SM334	2 entradas
Software para realizar la programación	Step 7

Fuente: Autor

5.2.3. Sensor/transmisor de pH

Se seleccionó un conjunto de unidades de la familia de analizadores inteligentes integrado por el sensor PH450G y el transmisor Exa xt 450 porque en Cervecería Polar planta Metalgráfica el conjunto se encuentra destinado para la mejora de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona.

Utilizado para medir el pH en soluciones. Tiene una salida analógica de 4-20 mA que emite la medida de la variable del proceso y esta información se puede usar para monitoreo. En la figura5 se puede observar el sensor PH450G y en la figura6 el transmisor Exa xt 450.

Características técnicas.

- Modelo: PH450G
- Fuente: 100 ~ 240 V AC ~ 50/60 Hz MAZ 15 VA
- Rango de entrada: -2 a 16 pH
- Rango de salida: 2 señales analógicas de 4 – 20 mA
- Display: VGA gráfica Quarter (320 x 240 pixeles) LCD
- con retroiluminación LED y pantalla táctil



Figura 5. Sensor Yokogawa de pH modelo PH450G

Fuente: Propia



Figura 6. Transmisor Yokogawa de pH EXA xt 450

Fuente: Propia

5.2.4. Sensor/transmisor de conductividad

Se seleccionó un conjunto de dispositivos de la familia de analizadores inteligentes compuesto por el sensor PH450G y el transmisor Exa xt 450 porque en Cervecería Polar planta Metalgráfica el conjunto se encuentra destinado para la mejora de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona.

Usado para medir la conductividad en líquidos. Tiene una salida analógica de 4-20 mA que emite la medida de la variable del proceso esta información puede ser utilizada para diagnóstico. En la figura7 se detalla el sensor ISC450G y el la figura8 el transmisor Exa xt 450.

Características técnicas.

- Modelo ISC450G.
- Fuente: 100 ~ 240 V AC ~ 50/60 Hz MAX 15 VA.

- Rango de entrada: 0.000 a 2000 mS/cm.
- Rango de salida: 2 señales analógicas de 4 a 20 mA.
- Display: VGA gráfica Quarter LCD con retroiluminación LED.



Figura 7. Sensor Yokogawa de conductividad ISC450G

Fuente: Propia



Figura 8. Transmisor Yokogawa de conductividad EXA xt 450

Fuente: Propia

En la figura 9 se observa la medición de las variables del proceso pH (4.63 pH) con el sensor PH450G y conductividad (2291 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$) por parte del sensor ISC450G ubicados en gabinetes de la línea de impresión señalada.



Figura 9. Equipos funcionando en el proceso de impresión de láminas

Fuente: Propia

5.2.5. Conexión sensor/transmisor con PLC

El sensor/transmisor y el sensor/transmisor tienen una salida analógica de 4 a 20 mA que emite la medida de la variable del proceso, la salida se puede conectar a los canales de entrada del módulo SM 334 del PLC S7-300, por ejemplo el canal CH0 para la variable conductividad y el canal CH1 para la variable pH. En el apéndice A se indican las conexiones del transmisor Exa xt 450 G.

Modulo SM 334.

- compuesto por entradas (4) y salidas (2)
- Se configuran el tipo de entrada y salida por medio del cableado
- Resolución de 8 bits
- Rangos de medida de 0 – 10 V o 4 – 20 mA

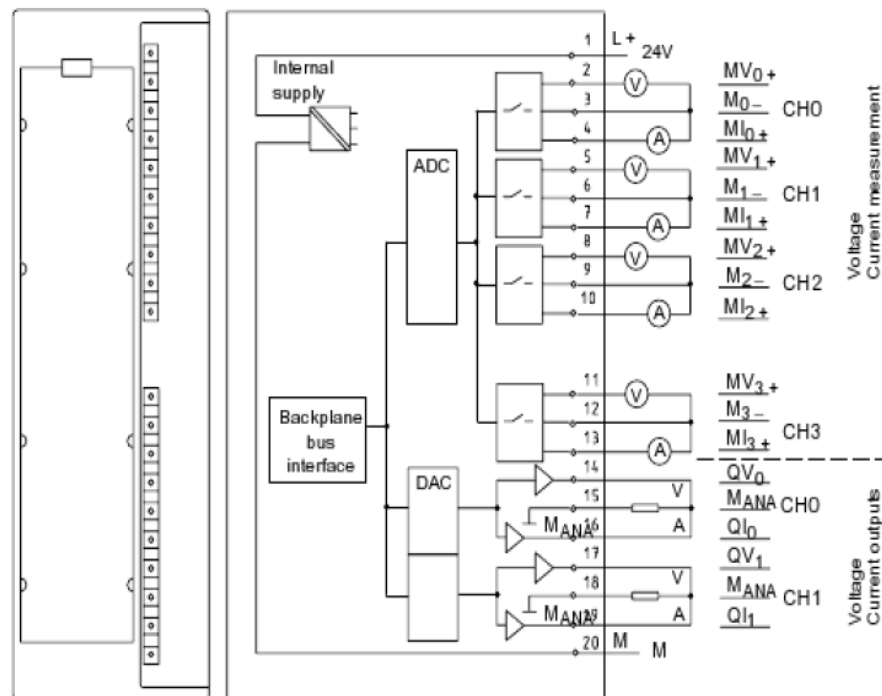


Figura 10. Módulo SM 334 con disposición de entradas y salidas

Fuente: Propia



Figura 11. Módulo SM334 AI4/AO2 x 8/8 bits

Fuente. Catálogo ST 70 • 2009

5.3. Diseño del sistema SCADA para la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona

El diseño de la programación del sistema SCADA está basado en la visualización en tiempo real del proceso de impresión denominado Epic Delta y el cumplimiento las variables del proceso consideradas por el departamento de producción.

5.3.1. Instrucciones de la propuesta

- El operador de turno tiene que informar al sistema SCADA el arranque de la línea de impresión de láminas.
- El operador debe preparar las condiciones iniciales del Epic Delta, las cuales son:
 - * Notificar la presencia de cada tinta (roja, blanca y azul).
 - * Las variables del proceso deben cumplir con las especificaciones técnicas (Conductividad = 1000 ~ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ y pH = 4 ~ 5 pH).

5.3.2. Organización de las ventanas de la aplicación

- La ventana de portada.
- La ventana del proceso, donde visualiza el funcionamiento del mismo.
- La ventana del historial de alarmas.

Función de las ventanas.

- La función de la portada está en permitir el acceso a los usuarios de turno asignados por la división de producción para la supervisión del Epic Delta, por ejemplo: Ingeniero, técnico, operador supervisor, entre otros. En la figura 12 se puede apreciar la ventana de portada donde el push buttons localizado en la parte central accede al proceso de impresión.

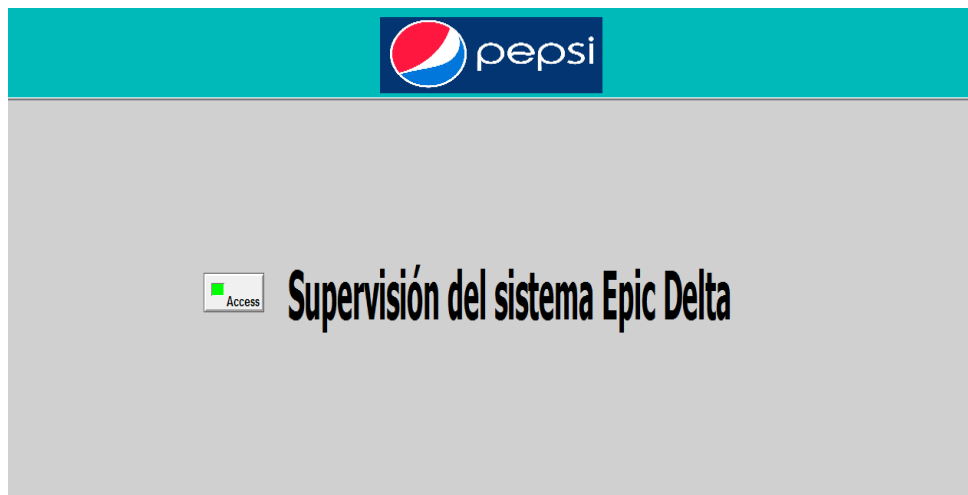


Figura 12. Ventana de acceso al sistema Epic Delta

Fuente: Autor

- La función de la ventana del proceso es representar en tiempo real la línea de impresión y en la figura 13 se detalla la simulación del sistema Epic Delta donde se imprimen láminas con el logotipo pepsi.

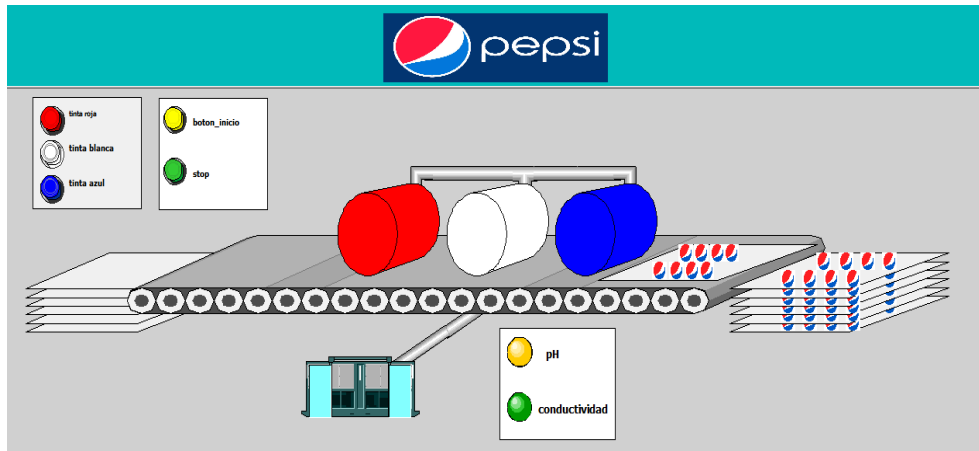


Figura13. Simulación del proceso de impresión de impresión de láminas

Fuente: Autor

- La función de la ventana de historial de alarmas es registrar el desvío de las variables del proceso pH y conductividad con respecto a las especificaciones técnicas (conductividad = 1000 ~ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ y pH = 4 ~ 5 pH).

Date	Time	Name	Comment
Update Successful Default Query			

Figura 14. Ventana de histórico de alarmas

Fuente: Autor

En la parte superior de la figura14 se indica los componentes del historial siendo los siguientes: Date, time, name y coment. Date corresponde a la fecha de la alarma, time se refiere al momento en que ocurre alarma, name el tipo de variable pH o conductividad y coment se refiere al no cumplimiento de la variable.

5.3.3. Operatividad del sistema SCADA

La operatividad está en visualizar desde el computador principal la línea de impresión y en la interacción del supervisor con el proceso, así como garantizar el cumplimiento de las variables pH y conductividad donde el objetivo es producir láminas impresas con calidad y excelencia operacional.

5.3.3.1. Estructura operativa del sistema SCADA

Condiciones de la supervisión en la línea de impresión.

- El Arranque del Epic Delta se realiza presionando el pushbuttons botón_inicio en el software SCADA desde el ordenador principal, en la figura12 se indica el botón_inicio de color amarillo. También se puede arrancar la línea presionando el pulsador de inicio en el proceso en campo.
- El operador tiene que notificar desde el proceso de impresión al sistema SCADA la aplicación de los tres colores del logotipo pepsi, de faltar uno la línea no empieza a imprimir. La forma de informar es mediante el pulsador rojo, pulsador blanco, pulsador azul ubicados en el panel auxiliar del proceso.

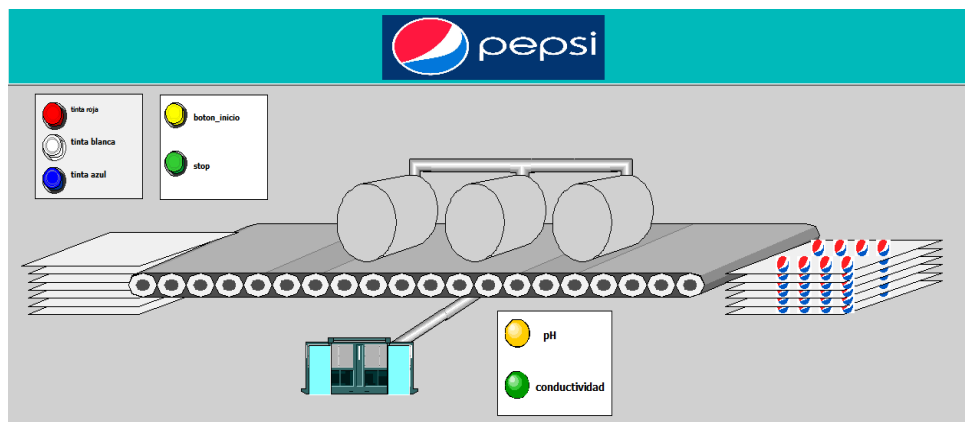


Figura 15. Simulación del proceso de impresión sin aplicación de tinta

Fuente: Autor

- Las variables del proceso conductividad y pH deben mantenerse dentro de los parámetros técnicos (conductividad = 1000 ~ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ y pH = 4 ~ 5 pH). Además, se diseñó una alarma que se activa en caso de desvío del pH y/o la conductividad con respectivo historial para análisis correctivos asegurando la calidad del logotipo.

Variable alarma.

La función de la alarma es anunciar el desvío de las variables del proceso en la línea de impresión y reportar mediante el historial.

El anuncio es realizado por medio de una luz piloto en el panel auxiliar que se encuentra en la etapa de impresión.

En caso de mantenerse por diez segundos el desvío de las variables pH y/o conductividad siendo obviada la alarma por parte del operador, es detenido automáticamente el sistema Epic Delta mediante el PLC s7-300.

CONCLUSIONES

- El sistema SCADA seleccionado fue el software InTouch de Wonderware Inc., por su escalabilidad y eficiencia permitiendo supervisar la línea de impresión de forma rápida y confiable.
- El sistema SCADA InTouch mediante alarmas e historial correspondiente es capaz de reducir las alteraciones en el logotipo como el transpinte o manchas en el área de no imagen garantizando la calidad de la impresión.
- Se logró cumplir a cabalidad la selección del sistema SCADA InTouch, el PLC s7-300 y los sensores ISC450G y PH450G, herramientas propuestas en la optimización mediante un sistema SCADA de la supervisión del proceso de impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar planta Metalgráfica.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el montaje inmediato del sistema SCADA en la línea de impresión de láminas para mejorar la supervisión en materia de eficiencia, competitividad, calidad del producto y excelencia operacional.
- Es aconsejable considerar la propuesta titulada optimización de la supervisión mediante un sistema SCADA del proceso de impresión de láminas para tapas corana en Cervecería Polar planta Metalgráfica en aplicaciones similares del área de litografía, por ejemplo el horno de recubrimiento con organosol y/o el horno de recubrimiento con barniz, así como también en una nueva línea de impresión, donde se visualice el desempeño del proceso y se monitoreen las variables del mismo, lo cual permitiría un desarrollo de la aplicación más organizado y eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias impresas.

Aquino, R. y Salazar, M. (2010). Desarrollo de experiencias didácticas en automatización industrial para la enseñanza del sistema SCADA InTouch de Wonderware Inc. Universidad José Antonio Páez. Venezuela.

Castillo, C. (2011). Diseño de experiencias prácticas de automatización industrial con una red de PLCs, HMI y Sistema SCADA. Universidad José Antonio Páez. Venezuela.

Castillo, J. (2010). Propuesta de Implementación de un Sistema SCADA en las plantas eléctricas de emergencia ubicadas en los edificios de Centic, Ciencias Humanas y Administración_1 de la Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. Colombia.

Creus, A. (2010). Instrumentación Industrial. 8 ° Edición. México.

Páginas Web.

Siemens AG. PLC S7-300. <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-300/pages/default.aspx>

Yokogawa Electric Corporation. Sensor ISC450G. <http://www.yokogawa.com/an/conduct/an-isc450g-001en.htm>

Yokogawa Electric Corporation. Sensor PH450G. <http://www.yokogawa.com/an/ph-orp/an-ph450g-001en.htm>

Apéndices

Apéndice A. Formato de entrevistas no estructuradas

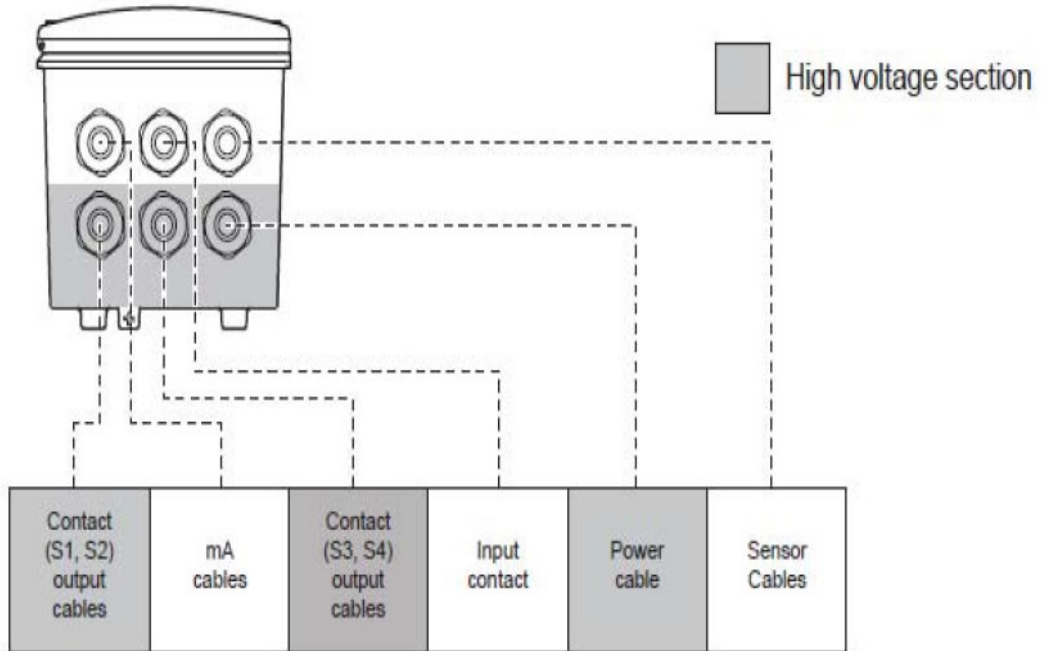
ENTREVISTA

A continuación solicitamos llenar a presente entrevista, la cual ayudaría a mejorar la propuesta titulada optimización mediante un sistema SCADA del proceso de impresión de láminas para tapas corona en Cervecería Polar planta Metalgráfica.

PREGUNTAS AL OPERADOR	RESPUESTAS
¿Qué pasos sigue usted para hacer el arranque de la línea de impresión?	
¿Cómo es el proceso de impresión de láminas?	
¿En que consiste el funcionamiento del Epic Delta?	
Describa la humectación en el offset	
¿Cuáles son las alteraciones que afectan la calidad del logotipo?	
¿Se ha detectado material no conforme por desvío de las variables del proceso conductividad y pH?	
¿Qué mejoras puede mencionar para evitar defectos en la calidad de la lámina impresa?	
¿Qué noción tiene usted sobre los sistemas SCADA?	
¿Existe un mecanismo de seguridad en caso de esvío de las variables del proceso pH y conductividad?	
¿Cuál es su opinión sobre la propuesta?	

Anexos

Anexo A



Conexiones del transmisor Exa xt 450

Fuente: PH450G_IM_Spanish