

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE NIVEL PARA UN SISTEMA DE TANQUES
DE HIPOCLORITO DE SODIO PARA BRINSA S.A

EDICSON FABIÁN ALONSO PINZÓN
JOHN FREDY LUGO BENÍTEZ

ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL, CALLE 13 # 16 -74
FACULTAD DE ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL
SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C

2019

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE NIVEL PARA UN SISTEMA DE TANQUES
DE HIPOCLORITO DE SODIO PARA BRINSA S.A

EDICSON FABIÁN ALONSO PINZÓN
JOHN FREDY LUGO BENÍTEZ

Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en instrumentación industrial

Director
CARLOS PRIETO
Ingeniero Electrónico

ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL FACULTAD DE
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C

2019

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es especialmente dedicado a nuestros hijos que son el motor para continuar adelante con nuestros proyectos, quienes nos dan energía para continuar día a día con nuestro camino a la excelencia.

A nuestros padres; ellos son los mejores ejemplos en la formación como personas con quienes contamos toda la vida; a nuestras familias que todos sus esfuerzos y sacrificios por tantos años nos han apoyado incondicionalmente para tener un mejor futuro para nuestras familias y para la sociedad.

Gracias a todos nuestros compañeros de trabajo por su apoyo en los momentos de duda, a los profesores Wilmar Martínez, Carlos Prieto, Holman Piñeros y Miguel Alfonso morales por aportar conocimientos que nos ayudaran a ser fuertes en el área de la instrumentación, no solamente para crecer profesionalmente sino también ética y moralmente en el ámbito de triunfos y cosas nuevas en el paso por el mundo.

CONTENIDO

1.AGRADECIMIENTOS	1
2.RESUMEN	4
3.INTRODUCCIÓN	5
4.PLANTEAMIENTO PROBLEMA	7
5.OBJETIVOS.....	9
5.1OBJETIVO GENERAL:.....	9
5.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
6.JUSTIFICACIÓN.....	10
7.MARCO TEÓRICO	11
7.1CONTROL DE NIVEL	11
7.2SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS SIN CONTACTO	12
7.3SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS DE CONTACTO	13
7.4INTERRUPTORES DE FLOTADOR	14
7.5SENSOR DE NIVEL DE RADAR	15
7.6SENSOR DE NIVEL POR CAPACITANCIA	16
7.7CONTROL DE LAZO CERRADO DE PI.....	18
7.8CARACTERÍSTICAS DE UN PLC	20
8.ANTECEDENTES	23
9.ALCANCES.....	25
10.METODOLOGÍA.....	26
11.PROPOSTA- SOLUCIÓN PROBLEMA.....	27
13. PLANO DE TK DE HIPOSODIO.....	35
14.CONCLUSIONES.....	36
15.BIBLIOGRAFÍA.....	37

INDICE DE FIGURAS

Fig 1.Control de nivel	12
Fig 2.Sensor de nivel ultrasonido sin contacto.....	13
Fig 3.Sensor de nivel ultrasonido	14
Fig 4.Interruptor de flotador	15
Fig 5.Sensor de nivel con radar	16
Fig 6.Sensor de nivel capacitancia.....	17
Fig 7.Control de lazo cerrado	20
Fig 8.Implementación de sistema de control de nivel	26
Fig 9.Estado actual del sistema	28
Fig 10.Propuesta sistema automático.....	29
Fig 11. Sistema de tanques de almacenamiento	30
Fig 12. Tablero de conexión PLC y módulos de comunicación.....	30
Fig 13. Simulación control de nivel PID	31
Fig 14. Simulación control de nivel PID	31
Fig 15. Programación control de nivel PID	32
Fig 16. Esquema Control de nivel empresa Brinsa S.A.....	33

RESUMEN

El presente trabajo es un proyecto a nivel técnico, lo cual se presenta una mejora en el sistema de almacenamiento en tanques de Hipoclorito de sodio en BRINSA S.A Empresa colombiana dedicada a la fabricación de productos de aseo y refinación de sal, esta tesis de grado se compone de la instalación de los instrumentos y programación de un sistema de control establecido mediante un PLC (Control Lógico Programable). Proporciona explicaciones sobre los elementos utilizados, como lo que son sensores y piezas especiales, interfaces, sistema de alerta y el tipo de controlador utilizado. Se hace manifiesto a la importancia de un sistema seguro autónomo para el control de nivel del hipoclorito de sodio, se expone un problema debido a que este proceso era totalmente manual y se incrementa un riesgo hacia el operador, adicionalmente el diseño de este sistema puede ser implementado en diversos procesos industriales en los cuales se necesita el control de nivel de llenado de tanques y para asegurar la confiabilidad al momento del llenado de tanques se optó por utilizar un sensor ultrasonido.

PALABRAS CLAVES: Control de nivel, control por PLC, sensor ultrasonido, sistemas de alerta.

Abstract: This work is a project at the technical level, which presents an improvement in the storage system in tanks of sodium hypochlorite in BRINSA SA Colombian company dedicated to the manufacture of cleaning and salt refining products, this degree thesis It consists of the installation of the instruments and programming of a control system established by a PLC (Programmable Logic Control). It provides explanations about the elements used, such as what are sensors and special parts, interfaces, warning system and the type of controller used. The importance of a self-contained safe system for the control of the level of sodium hypochlorite becomes clear, a problem is exposed due to the fact that this process was completely manual and a risk to the operator is increased, in addition the design of this system can be implemented in various industrial processes in which it is necessary to control the filling level of tanks and to ensure reliability at the time of tank filling, it was decided to use an ultrasoun sensor.

Keywords: Level control, control by PLC, ultrasound sensor, warning systems.

INTRODUCCIÓN

En la empresa Brinsa S.A Zipaquirá-Cajicá km 6 se dispone de un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que este permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Esta recauda información sobre el desarrollo del proceso de llenado de tanques de hipoclorito de sodio. En consecuencia, supervisamos el control de la planta y no solamente monitorizamos las variables que en un momento determinado están actuando sobre la planta, podemos actuar y modificar las variables de control en línea, algo que pocos sistemas permiten con la facilidad intuitiva que dan los sistemas SCADA.

Dentro de las operaciones de Brinsa S.A se requiere de la instrumentación y control de un tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio, donde se implementara un sensor de nivel tipo radar que será instalado en la parte superior del tanque y dos sensores de respaldo que nos permite indicación de alarma por bajo y el otro por alto configurados en cada tanque de nuestro proceso y posterior a esto tendrán válvulas automáticas proporcionales para el envío del producto final, de nuestros tanques y es propósito de este proyecto hacer un control automático sobre nuestro sistema de tanques de almacenamiento de hipoclorito de sodio, se hace necesario implementar un sistema de control de nivel, que permita el mejoramiento del proceso de llenado en tanques de hipoclorito de sodio que disminuya el riesgo del operador y que sirva como prueba piloto para replicarlo en otros tanques.

PLANTEAMIENTO PROBLEMA

Este proyecto surge de la necesidad de la empresa Brinsa S.A para mejorar el sistema de almacenamiento de llenado en los tanques de hipoclorito de sodio ya que el control de nivel se realiza manualmente, el operador de planta realiza el chequeo visual al tanque, debe estar mirando por medio de mirillas el nivel para que no halla derrame de líquidos y estar manipulando válvulas manuales, para esto se requiere que este proceso sea automático e implementar un sistema de control de nivel de tanques.

El problema que tiene el operador de planta de químicos en la empresa Brinsa S.A con el llenado de hipoclorito de sodio es que ellos están expuestos a un derrame de producto y la eficiencia del proceso se ve disminuida al ser una operación manual. La necesidad de este proyecto es hacer nuestro control automático, porque a raíz del que proceso es manual los inventarios varían por el despacho manual del operador, el principal factor en contrarrestar es la pérdida de producto y la poca eficiencia que ha en este momento

En la tabla 1 se presenta las tareas que realiza el operador de tanques de hipoclorito de sodio y sus riesgos que tiene a la hora de realizar su trabajo. Se evidencia que el operador tiene muchos riesgos a la hora de realizar esta operación manual.

Tabla 1 Riesgo de tareas del operador.

TAREA – OPERADOR	RIESGO O PROBLEMA
Visualización de nivel por medio de mirilla	Revisar llenado del tanque manualmente y posible derrame de producto y quemaduras.
Manejo de válvulas manuales	Problemas físicos y posibles fugas de producto.
Pérdida de tiempo	Menos eficiencia para el proceso y pérdida de tiempo para la empresa.

Pregunta:

¿Cómo implementar un sistema de control de nivel que permita el mejoramiento del proceso de llenado en tanques con hipoclorito de sodio que disminuya el riesgo del operador y que sirva de prueba piloto, para replicar este sistema en otros tanques de la planta Brinsa S.A Cajica-zipaquira?

De esta forma se reducirá la pérdida del producto y además se podrá generar un poco más de eficiencia en el bacheo del sistema de tanques que pasará de 2000 Lt/h a 2200 Lt/h y mejorara en su tiempo de preparación que pasara de dos horas a una hora por bacheo de tanque, con esto mejora nuestro proceso en un control autónomo y además con más eficiencia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Implementar un sistema de control que permita el mejoramiento de llenado en la medición y control de nivel de un líquido contenido en un tanque en intervalos pre-establecidos mediante un algoritmo de control PID para el control automático de llenado de los tanques de Hiposodio continuo en Brinsa S.A empresa colombiana que se dedica a la fabricación y exportación de productos químicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

-El control de calidad del proceso de llenado de los tanques, realizando un control de lazo cerrado con control PID. El sistema tendrá una mejora respecto a tiempo y alistamiento de producto además tendrá una eficiencia de producción más alta que pasará de 2000 Lt/h a 2200 Lt/h y este producto que se demoraba 2 horas en alistamiento saldrá en una hora.

-Implementar un dispositivo que permita el control de nivel por medio de sensores vega Tipo radar en planta de químicos en nuestro sistema de tanques de almacenamiento de hipoclorito de sodio de Brinsa S.a.

-Diseñar un ambiente simulado que permita realizar una simulación cercana de nivel donde muestra el control PID de un sistema de tanque utilizando software de labview ®

JUSTIFICACIÓN

La tecnología se encuentra simplificando estructuras y mejorando procesos, lo que exige actuar en forma rápida ante los cambios que aquello produce. Los sistemas de control y adquisición de datos, en la actualidad constituyen la herramienta más utilizada en las grandes industrias a nivel mundial, para tener información en línea del estado y funcionamiento de equipos y así optimizar las respuestas del sistema. Por tal razón la empresa Brinsa S.A solicita realizar un plan piloto que implemente un control de nivel para el sistema de tanques de almacenamiento de hipoclorito de sodio.

Con esta mejora se generaría abastecimiento continuo hacia las plantas y habrá más seguridad sobre el proceso. La empresa Brinsa S.A hace una solicitud directa a la academia para dar solución a la problemática. Para generar un plan de control sobre los sistemas de llenado de hipoclorito de sodio. Se presenta carta de solicitud en Anexo 1.

MARCO TEÓRICO

En el ámbito industrial se encuentra diversas variables en cuanto al control de almacenamiento de materias primas, tanto líquidas como sólidas, una de las variables más empleadas en la industria es el nivel. Basados en la experiencia técnica, para seleccionar el tipo de medidor se prefiere el tipo de medidores estáticos y aquellos que no requieren contacto con el fluido y se ubican en lugares exteriores al tanque.

CONTROL DE NIVEL

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura de líquidos sobre una línea de referencia, bien la presión hidrostática, bien el desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso, bien aprovechando características eléctricas del líquido o bien utilizando otros fenómenos. Los primeros instrumentos de medida directa se dividen en: sonda, cinta y plomada, nivel de cristal, nivel de flotador y magnético

Para el nivel se necesitan obtener exactitudes en las lecturas altas, del orden del más o menos 0,2% en el inventario de materias primas o finales de transformación de los tanques del proceso. El transmisor de nivel inteligente hace posible la interpretación del nivel real, la eliminación de las falsas alarmas tanques con olas en la superficie debido al agitador de paletas de movimiento y la fase de calibración del aparato en cualquier punto de la línea de transmisión, los instrumentos de nivel pueden dividirse en medidores de nivel de líquidos y sólidos, que son dos mediciones claramente diferenciadas. [KB Bohórquez Valderrama - 2017].

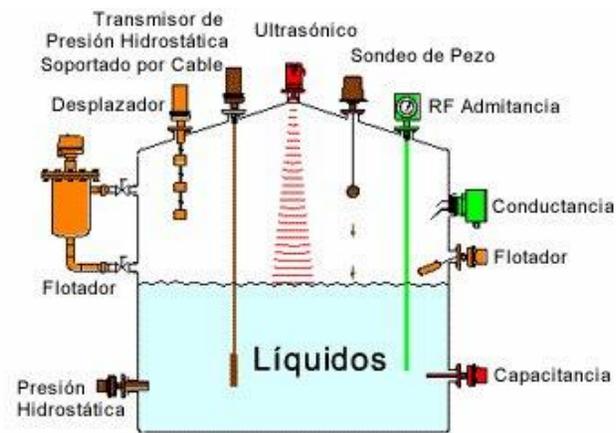


Fig 1. Control de nivel

En la figura 1 observamos los tipos de sensores de nivel que se utilizan para hacer medición de nivel en tanques con líquidos.

SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS SIN CONTACTO

Estos sensores incorporan un procesador de señal analógica, un microprocesador, decimal codificado en binario (BCD) switches de rango, y un circuito de salida del controlador. Transmite los impulsos a una puerta de señal de la ruta del microprocesador a través del procesador de la señal analógica del sensor, que envía un haz ultrasónico a la superficie del líquido. El sensor de nivel detecta el eco de la superficie y la envía de vuelta al microprocesador para una representación digital de la distancia entre el sensor y el nivel de la superficie. A través de una actualización constante de las señales recibidas, el microprocesador calcula los valores promedios para medir el nivel de líquido.

Con un sensor de nivel continuo, el microprocesador convierte el valor promediado para una señal analógica de 4 a 20 mA lineal con el nivel de líquido. Cuando el eco de nivel no

vuelve al sensor en 8 segundos, la señal de salida del sistema cae por debajo de 4 mA, lo que indica una condición de bajo nivel o de tubo vacío. Con un sensor de punto, el microprocesador compara el valor medio con el ajuste del interruptor BCD y energiza un relé de salida. [KB Bohórquez Valderrama - 2017].



Fig 2.Sensor de nivel ultrasonido sin contacto

En la figura 2 encontramos el sensor de nivel tipo radar vega que utilizamos en el sistema de control de llenado de tanques de almacenamiento de hipoclorito.

SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS DE CONTACTO

Los sensores usados para el monitoreo ultrasónico de nivel de estanques generan pulsos a altas frecuencias varias veces por segundo. Después de la transmisión de la ráfaga inicial, el transductor mantiene una vibración mecánica que disminuye exponencialmente, conocida como timbre (ringing). En la instalación de estos sensores, y en consideración de este fenómeno, se debe dejar una distancia llamada Banda Muerta (dead band). [Pepperl + Fuchs - 2019]

Un sensor ultrasónico genera energía que se irradia hacia el exterior. No obstante, el dispositivo tiene un área donde la energía es más intensa. Los límites de esta área o banda de alta intensidad es el punto donde la intensidad de campo es reducida a la mitad o por 3 decibeles (dB), que es la unidad de la expresión logarítmica de un radio. Esto usualmente se expresa en grados de un ángulo.

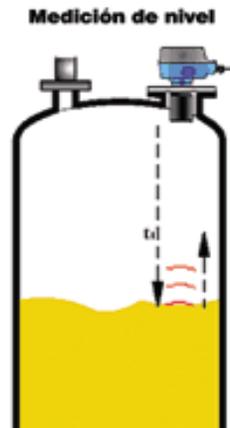


Fig 3.Sensor de nivel ultrasonido

En la figura 3 observamos un tanque cerrado que en la parte superior se encuentra el sensor a utilizar que tiene emisor y receptor que nos indica el nivel del tanque.

INTERRUPTORES DE FLOTADOR

Los interruptores tipo flotador modernos, se utilizan para conmutar un circuito eléctrico y presentan un diseño más sofisticado. En su forma más simple, un interruptor de flotador consiste en un cuerpo flotante hueco con un imán incorporado, un tubo guía para guiar el

flotador, unos collares o topes para limitar el recorrido del flotador en el tubo y un contacto de Reed ubicado en su interior. [2019 WIKA Alexander Wiegand].

Los interruptores de flotador, en una forma mecánica simple, han sido utilizados para el control de los flujos de agua en molinos y campos durante siglos y todavía hoy representan la tecnología más utilizada. Un cuerpo hueco (flotador), debido a su baja densidad y flotabilidad, se eleva o cae con el nivel ascendente y, respectivamente, descendente del líquido. Si se aprovecha este movimiento a través de una palanca mecánica, por ejemplo, como un simple control de boya para un canal de riego, se ha implementado un interruptor de flotador mecánico.



Fig 4. Interruptor de flotador

En la figura 4 observamos el sensor tipo flotador que tiene internamente sus contactos y su pesa para el control de nivel.

SENSOR DE NIVEL DE RADAR

Los transmisores de nivel tipo radar FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) adoptan una señal de alta frecuencia, que se emite a través de una antena con un incremento de frecuencia 0,5 GHz durante la medición, reflejada por la superficie del objetivo y

recibida con un tiempo de retraso. La diferencia de frecuencia, que se calcula a partir de la frecuencia de transmisión y la frecuencia recibida, es directamente proporcional a la distancia medida (o la superficie del material).

Los transmisores de radar FMCW son dispositivos de medición sin contacto, adecuados para alta temperatura, alta presión y aplicaciones corrosivas. Fácil de instalar y libre de mantenimiento, especialmente recomendado en procesos de alta exigencia de precisión. Los transmisores de nivel tipo radar son ideales para la medición de líquidos, polvos y granulados, no se ven afectados por la presión, temperatura, viscosidad, vacío, espuma o polvo. [Measurement Systems, 1990].



Fig 5. Sensor de nivel con radar

En la figura 5 observamos un sensor tipo radar en acero inoxidable 316l tipo manométrico o tipo por ondas para los tanques de nivel de alarma.

SENSOR DE NIVEL POR CAPACITANCIA

Al igual que los sensores ultrasónicos, los sensores por capacitancia pueden manejar medición de nivel puntual o continua. Usan una sonda para monitorear los cambios de nivel de líquido en el tanque, acondicionando electrónicamente la salida a valores capacitivos y resistivos, que se convierten en señales analógicas. La sonda y el recipiente equivaldrán a

las dos placas de un capacitor, y el líquido equivaldrá al medio dieléctrico. Debido a que la señal emana solo de cambios de nivel, la acumulación de material en la sonda no tiene efecto. Los recipientes de fluido no conductor pueden indicar sondas dobles o una banda conductora externa.

La sonda, que puede ser rígida o flexible, normalmente usa alambre conductor con aislamiento de OPTe. El uso de acero inoxidable como material de la sonda ofrece la sensibilidad adicional que se necesita para medir líquidos que son no conductores, granulares, o de propiedades dieléctricas bajas (constante dieléctrica menor de 4). Se deben usar sondas flexibles cuando no hay suficiente espacio libre para una sonda rígida, o en aplicaciones que exigen longitudes muy grandes. Las sondas rígidas ofrecen estabilidad más alta, especialmente en sistemas turbulentos, donde la oscilación de la sonda puede causar fluctuaciones en la señal. [2019 WIKA Alexander Wiegand].



Fig 6. Sensor de nivel capacitancia

En la figura 6 observamos el sensor de medición tipo capacitancia que presentan un alto grado de insensibilidad a la formación leve de adherencias, siempre que el producto no cree un puente entre la sonda y la pared del depósito.

CONTROL DE LAZO CERRADO DE PI

TIEMPO DE LAS SEÑALES DE SALIDA

Se realiza con el estudio del tiempo de respuesta, sobre elongación, tiempo de subida y tiempo de retardo, lo cuales son medios en tiempo continuo para el desarrollo.

COMPORTAMIENTO ANTE RUIDO

El análisis del comportamiento ante ruido se realiza tanto para los controladores para hacer una comparación de la señal sin ruido contra la señal con ruido y la señal con ruido con la señal de referencia, obteniendo el error cuadrático medio y el error promedio.

CONTROLADOR PROPORCIONAL (P)

Este controlador toma su nombre debido a que su salida es proporcional a la magnitud del error y su característica principal es la presencia de offset que indica que el error no se ha eliminado completamente, este tipo de controlador tiene una relación de su salida $u(t)$ y la señal de error $e(t)$

$$U(t) = K_p e(t)$$

En el dominio de la transformada de la place presentada por la ecuación en donde K_p se considera la ganancia proporcional.

$$U(s) = K_p E(S)$$

La característica de la proporcionalidad es representada por la ganancia del controlador K_p , con esta ganancia se determina cuanto se modifica la salida del controlador con un cierto

cambio de error. Entre las ventajas que tiene este controlador están la aplicación instantánea y la simplicidad de diseño, sin embargo, le falta inmunidad al ruido y tiene un error permanente. (offset)

CONTROLADOR PROPORCIONAL-INTEGRAL(PI)

Este controlador agrega una acción integrada, por lo que la señal de salida es directamente proporcional a la velocidad con que cambia la variable controlada. Este controlador genera una señal de salida mediante la combinación de la acción proporcional anteriormente mencionada y la acción derivativa.

$$U(t) = K_p [e(t) + T_d \frac{de}{dt}]$$

El valor T_d es el tiempo derivativo y corresponde al cambio en el tiempo del error, el control PI proporciona al sistema una mayor estabilidad que los controladores anteriormente mencionados, ya que este controlador tiene una respuesta transitoria con menor sobreoscilación, el control PI es un control con alta sensibilidad y su desventaja radica en que amplifica señales de ruido.

Son aquellos en los que existe una realimentación de la señal de salida o, dicho de otra forma, aquellos en los que la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. La señal de salida, además de ser la propia salida, es utilizada como una de las entradas del sistema, ya que le aporta información útil. [Antonio Creus, 1988].

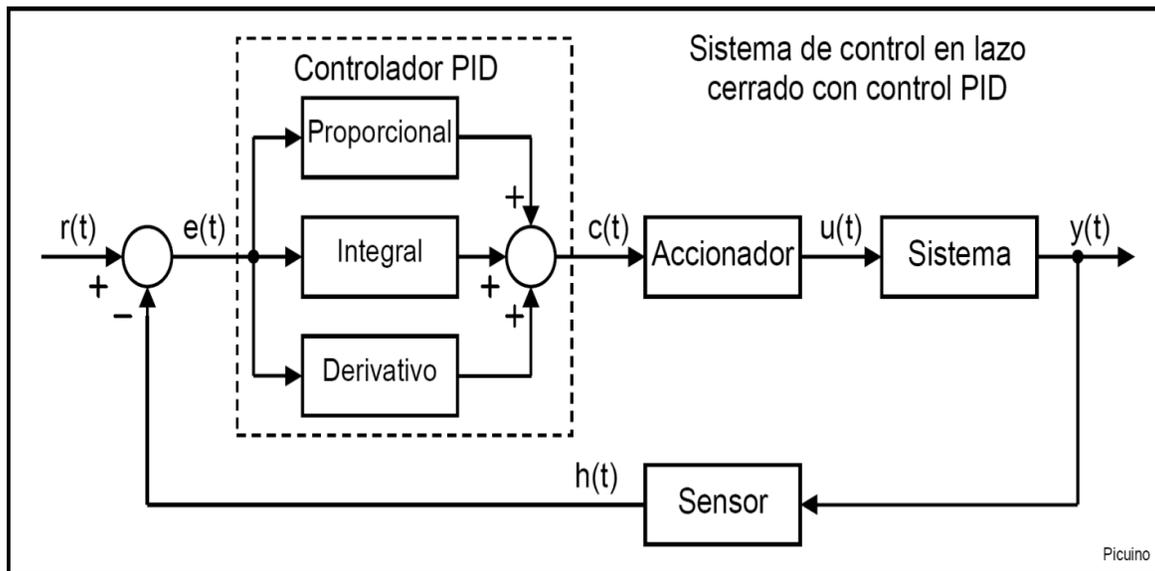


Fig 7. Control de lazo cerrado

En la figura 7 observamos un lazo cerrado con control PID.

CARACTERÍSTICAS DE UN PLC

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración

Un PLC está compuesto por una serie de módulos con una función determinada:

-CPU: Ejecuta de modo continuo el programa en función de los datos contenidos en la memoria, con velocidades que actualmente alcanzan varios cientos de miles de instrucciones por segundo.

-Memoria: La memoria, se encuentra dividida en dos partes: una memoria de programa, en la que están almacenadas las instrucciones del programa a ejecutar y una memoria de datos, en la que están almacenados los resultados intermediarios de cálculos y los diversos estados.

-Relevadores: Existen físicamente y son externos al controlador; se conectan al mundo real y reciben señales de sensores, switches, etc.

-Relevadores internos: Se encuentran simulados vía software, son completamente internos al PLC, por lo que los externos pueden eliminarse o remplazarse.

-Contadores: También son simulados por software y se les programa para contar pulsos de señal.

En virtud del desconocimiento de los sistemas basados en **PLC**, muchos industriales podrían estar gastando mucho dinero en procesos de mantenimiento, cuidados y reparación de sus máquinas, porque ni siquiera conocen que están dentro de todas sus maquinarias y pueden ser repotenciados y a un costo accesible.

Estos aparatos además de útiles, indispensables, son relativamente sencillos de programar y aportan avances considerables al proceso productivo de una fábrica, asegurando la calidad de su manufactura terminada y eliminando desperdicio, accidentes, ahorrando tiempo, dinero y riesgos.

En cuanto al **campo de aplicación de los PLCs**, lo cierto es que es tan extenso que ha llegado a alcanzar distintos sectores dentro y fuera de la industria donde antes se consideraron ciencia ficción.

Principalmente son utilizados en los procesos relacionados a las maniobras de máquinas.

El **sistema PLC** puede abarcar distintos procesos y sistemas, ya cuentan con conexión a Internet por lo que puede ser monitoreado remotamente, tanto en su funcionamiento como en sus resultados, accediendo a ellos a través de una computadora común.

Sus datos se procesan como históricos estadísticos para registro y validación (datalogging), o en salas de control simples o complejas, como lo hace la robótica, en salas situacionales de una ciudad, en la industria (industrial), en hogares (domótica). El modelo de PLC necesario para cada tarea dependerá precisamente de la complejidad del proceso a controlar, monitorizar, transmitir o supervisar.

Los PLC pueden acompañarse de otro dispositivo programable, la Interfaz gráfica llamada HMI (Human Machine Interface) para visualizar y operar variables relevantes de nuestros procesos.

ANTECEDENTES

Existen muchos trabajos referidos a la implementación de sistemas de control de nivel como caso que aportan al desarrollo de esta investigación están:

- FDJS Vázquez, CDG Beltrán, GV Palomo 2015. Expone el control Predictivo Distribuido Óptimo Aplicado al Control de Nivel de un Proceso de Cuatro Tanques Acoplados.

Los procesos industriales se han vuelto cada vez más complejos. Tradicionalmente, para realizar el control de una planta industrial completa se diseñaban lazos de control locales o se empleaban controles centralizados. El uso de este tipo de controladores genera desventajas en la operación de la planta debido a la falta de interacción en los controladores locales o por el alto riesgo que conlleva depender de un solo controlador. Por lo que la tendencia se ha tornado en el uso de controladores distribuidos conectados a una red de comunicación.

- JAV Guativa, JAL Velásquez, LC Cárdenas - Ingeniare, 2014. Muestra el sistema de Instrumentación y Control para Tanques de Almacenamiento de Agua Potable, JAV Guativa.

En la necesidad de aportar a los procesos productivos en cuanto a la tecnificación se realizó la automatización de un sistema de tanques de almacenamiento de agua potable diseñando e implementando un sistema de control que permite visualizar dos variables distintas: temperatura y nivel de tanque (mediante sensor óptico y sensor capacitivo). Para tal fin, se

realizó la parametrización y ajustes de curvas de los sensores para enviar la señal a una tarjeta de desarrollo, la cual permite realizar la captura de las variables análogas. Mediante el conversor análogo-digital, se da el procesamiento digital a la señal y al resultado se transmite mediante comunicación serial al computador, donde se diseñó un software en LabView. ®

- D Benítez, P Burbano Romero – 1995. Expone el diseño y construcción de un sistema para control de nivel de líquidos.

Se diseña y construye un prototipo para control de nivel de líquidos, formado por tres tanques acoplados, que permite experimentar con sistemas de primero, segundo o tercer orden, dependiendo del número de tanques que se utilice. El problema básico es regular el nivel en uno de los tanques variando la velocidad de una bomba de circulación. La interconexión entre los tanques se realiza mediante válvulas de control de flujo que permiten variar el flujo entre los tanques.

- Páez-Logreira, R Zamora-Musa, Revista Facultad, 2015. Expone el programming logic controllers (PLC) using ladder and structured control language (SCL) in MATLAB HD.

Existen diferentes lenguajes de programación para Controladores Lógicos Programables (PLC), el más común de estos es el lenguaje gráfico de programación llamado LADDER. Sin embargo, LADDER no es amigable en los programas que requieren cálculos de ecuaciones matemáticas, por ejemplo, para calcular el volumen de un tanque en situaciones de control de nivel. Los lenguajes alternativos como el lenguaje de control estructurado (SCL) son menos estudiados debido a su complejidad e impopulares en la pequeña y mediana industria.

ALCANCES

El alcance de este proyecto tiene la finalidad implementar un plan piloto para realizar el manejo de la instrumentación y control de un sistema de tanques de almacenamiento que cuenta con el montaje de tres sensores que utilizan en el tanque y la programación de nuestro PLC, se validara la calibración de los sensores tipo vega que se instalaran, para garantizar la medición, lo haremos a través de un tercero, realizaremos el montaje de los sensores y comenzar hacer la programación de nuestro control de llenado, el programa está basado en el sistema de llenado de tanques que lo sacaremos basado en la teoría de presión hidrostática y con la densidad del producto que vamos a tener almacenado, el alcance como técnicos instrumentistas es que al final del proyecto nuestro programa quede controlando nuestro sistema de llenado que es lo más importante y que podamos sacar el producto terminado con una satisfacción excelente en nuestro bacheo de tanques de 2200 Lt/h que es la solicitud que nos pidió la empresa Brinsa S.A y así poder optimizar los demás tanques que quedan disponibles para hacer el mismo procedimiento más adelante de control de nivel.

METODOLOGÍA

En la metodología evidenciamos los pasos a seguir para definir el sistema de control de llenado de la empresa Brinsa S.A.

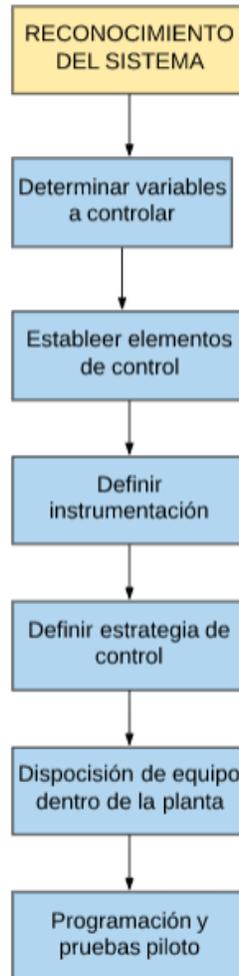


Fig 8.Implementación de sistema de control de nivel

En la figura 8 observamos la metodología utilizada paso a paso para el control de nivel.

PROPUESTA- SOLUCIÓN PROBLEMA

-La solución propuesta para la solicitud de la empresa Brinsa S.A, es hacer un control de nivel para un sistema de llenado de tanques y que este sistema sea autónomo y efectivo a la hora de implementarse. El montaje de nuestro sistema de control es darle solución al proceso mediante 3 sensores, un sensor de nivel en la parte superior y dos sensores de respaldo para que generen una alarma por bajo y por alto nivel, mediante una válvula proporcional estaremos controlando el envío de producto terminado a las plantas.

-Los sensores que se utilizaran en el sistema de control de llenado fueron tres, son sensores tipo radar, marca vega, que nos dan una señal analógica de 4 a 20 mA, el controlador que se implementara para el control de nivel y para esto se utilizara el PLC ABB 800Xa que tiene como ventaja facilitar la comunicación entre módulos de entradas y salidas analógicas y se opta utilizar esta marca para estandarizar los PLC de la empresa Brinsa S.A.

-Por otra parte, se utilizará una válvula rosemount proporcional de 4-20 mA que hará el control proporcional del envío de producto dependiendo de la señal que le ande el sensor.

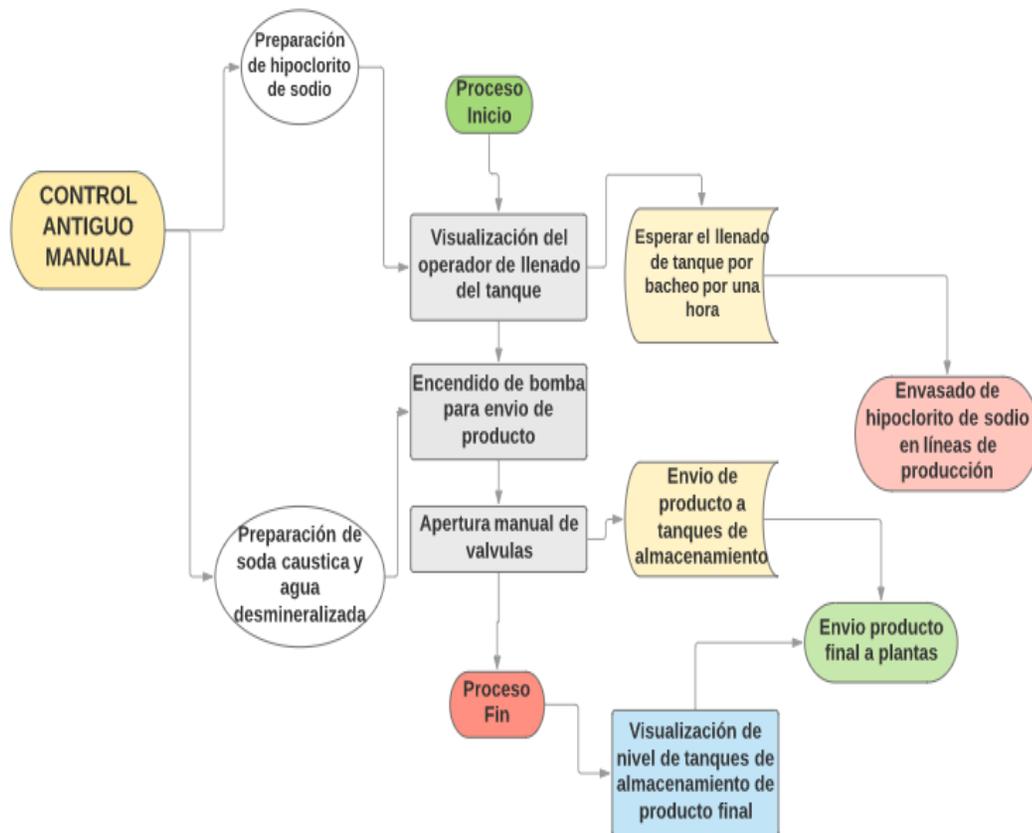


Fig 9.Estado actual del sistema

En la figura 9 se observa el diagrama de flujo de cómo se encontraba el sistema de control antiguo.

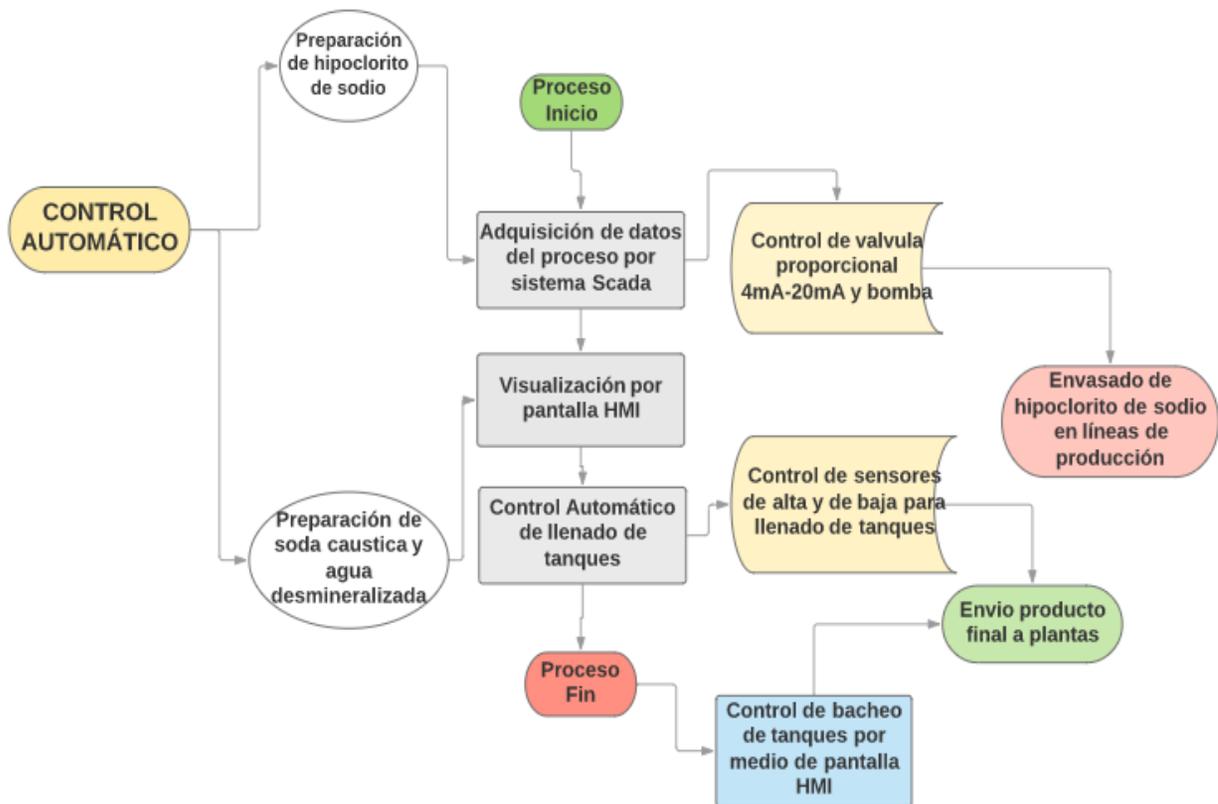


Fig 10.Propuesta sistema automático

En la figura 10 se observa el paso a paso de la implementación del sistema control automático de nivel.



Fig 11. Sistema de tanques de almacenamiento

-Observamos en la figura 11 nuestro sistema de tanques de almacenamiento de hipoclorito de sodio de la empresa Brinsa S.A donde se realiza la implementación de la prueba piloto de los tres sensores y nuestro control de nivel.



Fig 12. Tablero de conexión PLC y módulos de comunicación

-Encontramos en la figura 12 nuestro tablero de control ya terminado con nuestro PLC abb 800xa con sus módulos de comunicación con entradas y salidas digitales y análogas donde van a ir nuestros sensores y válvulas proporcionales de control.

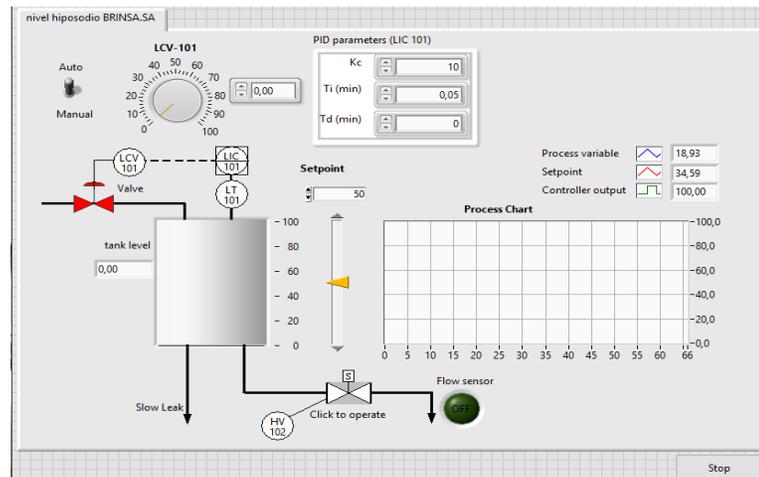


Fig 13. Simulación control de nivel PID

-Tenemos en la figura 13 el montaje y simulación de control de nivel con PID en un programa vemos en la figura que tiene sus instrumentos que son el sensor de nivel válvula proporcional y sus controladores con su PID.

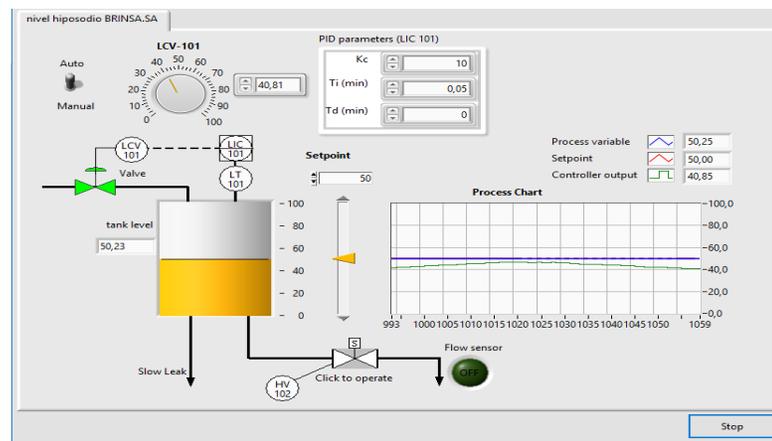


Fig 14. Simulación control de nivel PID

-En la figura 14 que nuestro control PID ya está controlando sobre el set-Point que nosotros ingresamos podemos decir que ya estamos controlando nuestro proceso.

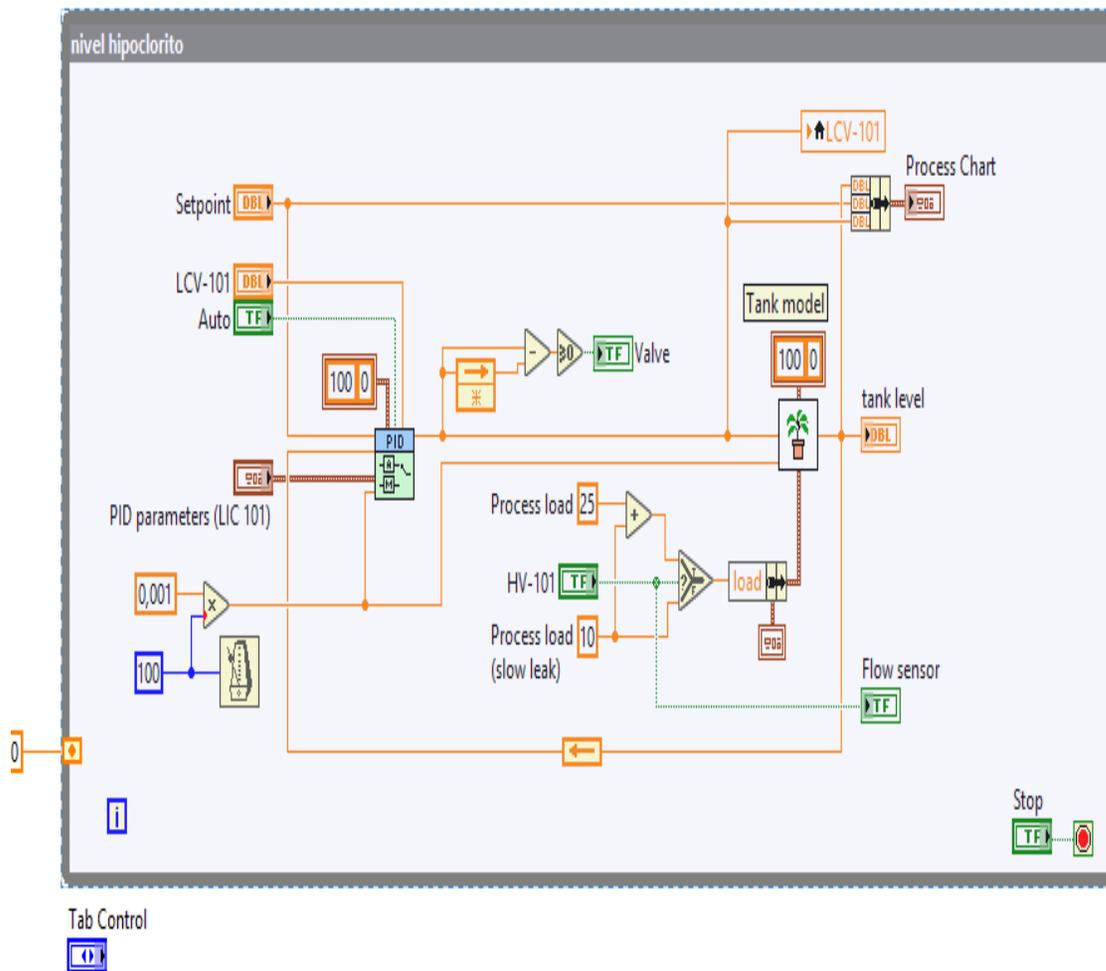


Fig 15. Programación control de nivel PID

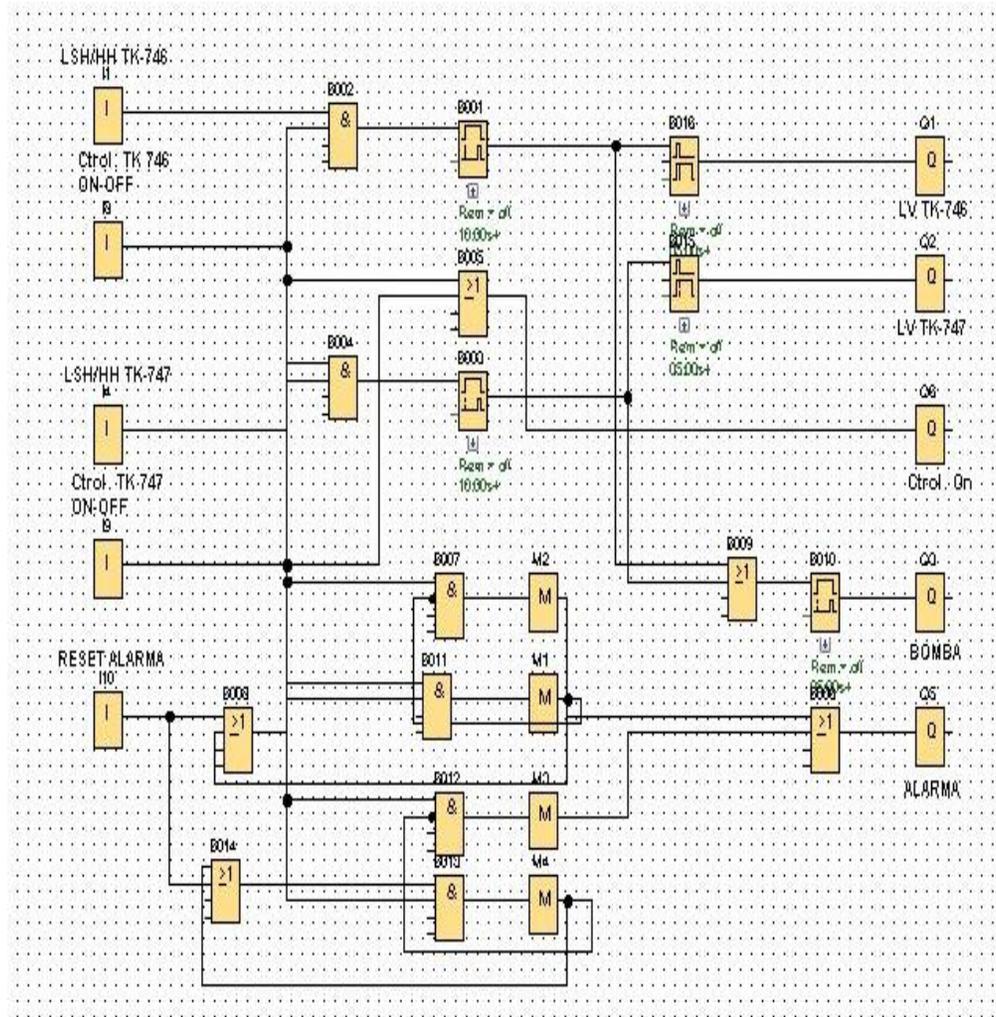
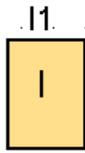


Fig 16. Esquema Control de nivel empresa Brinsa S.A

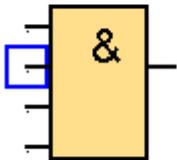
-Observamos en la figura 16 el control del nivel máximo se hace mediante un sensor de nivel conectado en alguna forma, ya sea mecánica o electrónica con la operación de una válvula a la entrada del tanque. Como todo mecanismo siempre puede fallar en el momento de su operación.

LSH TK 746



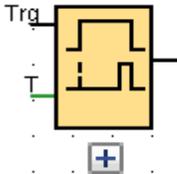
Entrada digital switch de baja y de alta.

B001



La salida d la función AND solo adopta el estado 1 si todas las entradas tienen estado 1, es decir, estan cerradas si no se utiliza una entrada de este bloque (x).

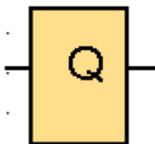
B002



Rem = off
00:00s+

La salida no se activa hasta que ha transcurrido un tiempo de retardo configurado. Esto sirve como un temporizador.

Q1



Este tipo de bloque representa las salidas digitales de nuestros elementos finales de control.

CONCLUSIONES

La implementación de este plan piloto con el módulo de control ha sido aprobada extensamente, tanto en su operación manual como en el control automático analógico y digital, con resultados satisfactorios y aprobado por el equipo técnico Brinsa S.A, se obtuvo como resultado al final que la necesidad de un control de nivel automático es igualar efectividad con costos para que sea rentable sobre el proceso de los sistemas que hoy en día se utilizan diariamente.

Los distintos circuitos que conforman el módulo de control en sí, se hallan configurados en tarjetas individuales, haciendo de esta manera un equipo modular, que hace fácil identificar y manipular individualmente a cada uno de estos circuitos, esto es una gran ventaja para fines de mantenimiento y calibración del equipo.

De las pruebas realizadas se deduce que el control implementado en nuestro sistema de llenado de tanques mejoro un 100% la calidad del producto y el tiempo de producción, sin embargo, el mínimo valor del período de muestreo está limitado a la velocidad de barrido del programa en el computador digital.

La implementación del control de nivel en el sistema de llenado de tanques de hipoclorito de sodio mejoro la medición y la calidad del producto final ya que con esto se llegó a un crecimiento en la empresa Brinsa S.A, además se mejoró la cálida de la operación y protegeremos a nuestros trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Creuss A., 1981 "INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL", 2da. Edición, Editorial Marcombo, México. Pag. 14
- Ogata KatsudJco, 1993 "INGENIERÍA DE CONTROL MODERNO", 2da. Edición, Pretince HaU, México. Pag 12
- George J. Blickle, febrero 1988 SCADA Systems Merging with Distributed Control, Control Enginnering. Pag. 6
- Antonio Creus, 1981, Control de procesos industriales – Criterios de implantación, Colección productiva, Marcombo, S.A, 1988. Pag. 13
- Salgado K, 1987 "SIMULADOR PARA MEDICIÓN DE NIVEL DE LÍQUIDOS", Tesis de grado, E.P.N. Pag. 15
- Advanced Electronics, February 1999, Overcome Measurement Barriers Control, (covering the capacitance method of measuring level). Pag 16
- Vaihinger Niveau Technik, 2001, Liquid level indication. Pag. 16
- Level measurement, Guided microwave, VEGA. Pag. 6
- Gustillos P, 1994. "ALGORITMOS PARA CONTROL DIGITAL DIRECTO", Tesis de grado, E.P.N. Pag. 10
- Level Measurement Trends in the Solids Industry, Product Manager, Rada. Pag 7