

**REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA-SOPLADORA E
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE FORMA LOCAL MEDIANTE
UNA INTERFACE GRÁFICA HMI Y DE FORMA REMOTA VÍA INTERNET, PARA LA
EMPRESA NS INDUSTRIAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.**

Wilson Sánchez, Miguel Carvajal, Cristian Alvarez

Ingeniería Mecatrónica. Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Universidad de las Fuerzas
Armadas ESPE. Latacunga, Ecuador.

cristian.alvarez.mtrc@gmail.com

RESUMEN- El presente proyecto consiste en la repotenciación de una máquina extrusora-sopladora de envases de polietileno; rediseñando el circuito de potencia, centralizando su control de soplado y extrusión mediante la implementación de un PLC Siemens S7 1200 CPU 1212, para el control de temperatura de las seis diferentes zonas del tornillo extrusor se empleó pirómetros independientes en cada una de ellas; además la implementación de un sistema de supervisión de forma local mediante una interface gráfica HMI y la incorporación de supervisión remota vía internet, con lo que se puede acceder a parámetros, dar soporte de alguna falla, monitorear el estado de la máquina en tiempo real, sin que el técnico esté presente en la máquina, dicho proyecto se realizó en la empresa NS Industrias de la ciudad de Latacunga.

Palabras clave: Ingeniería Mecatrónica / Industrias-control automático / Máquinas extrusoras sopladoras-control local / Máquinas extrusoras sopladoras-control remoto.

Abstract- This project involves the upgrading of an extrusion blow-molding machine polyethylene containers; It redesigning the power circuit, centralized control of extrusion blow by implementing PLC Siemens S7 1200 CPU 1212, to control the six different temperature zones of the extruder screw was used pyrometers independent in each; also implementing a monitoring system locally through a graphical HMI interface and the addition of remote monitoring via Internet, which is accessible parameters, support of a breakdown, monitor the status of the machine in real time, without the technician is present on

the machine, the project was carried out in the NS Industries city of Latacunga.

Keywords: Mechatronics Engineering / Industries-automatic control / blow-controlling Extruders local / Extruders blow-remote control.

I. INTRODUCCIÓN

NS Industrias, una empresa líder en la producción de envases plásticos del centro del país va siempre a la par del avance tecnológico, por lo que vio la necesidad de automatizar la máquina de extrusado-soplado de envases plásticos, la forma de producir un producto de mejor calidad, con menos tiempo de fabricación, aumentando la seguridad del personal que opera la maquinaria y respetando normas ambientales. Además la supervisión local mediante el sistema HMI, y la supervisión remota vía internet actualmente juega un papel importante al momento de brindar soporte al proceso industrial de manera inmediata minimizando tiempos muertos, y obteniendo principalmente un desarrollo sostenible con el medio ambiente.

II. OBJETIVOS

A. *Objetivo general.*

- Repotenciar una máquina extrusora-sopladora e implementar un sistema de supervisión y control de forma local mediante una interface gráfica HMI y de forma remota vía internet, para la empresa NS industrias de la ciudad de Latacunga.

B. *Objetivos específicos.*

- El proceso Determinar los ciclos de funcionamiento de la máquina extrusora sopladora.
- Realizar mantenimiento correctivo de los sistemas mecánicos, neumático e hidráulicos.

- Diseñar el sistema de potencia y control de la máquina, con sus respectivos elementos.
- Sustituir en control electromecánico obsoleto por el control centralizado mediante PLC.
- Diseñar el algoritmo de control que se implementara en el PLC
- Diseñar el interface gráfica HMI que se implementara en el Panel De Visualización para la supervisión local en el nivel de campo.
- Implementar la supervisión remota vía internet.
- Realizar pruebas globales de funcionamiento de la máquina.

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A. Proceso de extrusado y soplado

El proceso de Extrusado–Soplado, está pensado básicamente para la fabricación de productos plásticos huecos como las botellas, bidones, contenedores de una amplia variedad de tamaños y forma destinados al envasado, almacenamiento, transporte o bien para llevar líquidos u otras sustancias, sin la necesidad de tener que unir dos o más partes moldeadas separadamente y la ventaja que es proceso sencillo y económico.

Dentro del proceso de extrusión-soplado constan de una extrusora con un sistema plastificador (cilindro-tornillo), que deben permitir obtener un fundido uniforme a la velocidad adecuada, además de un cabezal que proporcione un precursor (o parison) de forma tubular, con la sección transversal deseada, posteriormente su colocación en un molde hembra refrigerado, seguido la acción de soplarlo con aire para expandir el plástico fundido contra la superficie del molde y el enfriamiento del mismo, creando así el producto final. Para un mejor entendimiento, se detalla cada etapa del proceso en la Figura 1.

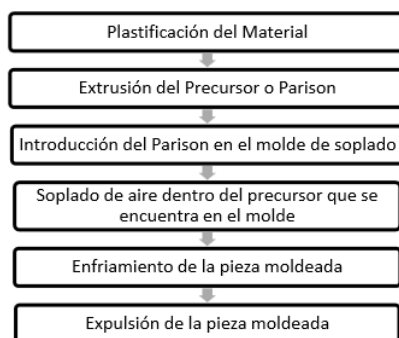


Figura 1. Proceso de extrusado-soplado.

B. Controlador lógico programable PLC

Un controlador lógico programable (PLC) Figura 2, es un dispositivo operado digitalmente, que usa una

memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción.



Figura 2. Controlador lógico programable.

C. Panel de visualización (Panel View)

En el mundo de la industria actual, es necesario disponer de interfaces de comunicación entre el hombre y la máquina, que permite al operario controlar y supervisar en todo momento el estado en tiempo real de la información de la máquina, como condiciones de trabajo, manipulación de elementos discretos (pulsadores, interruptores), variables físicas (temperatura, velocidad, presión), gráficas de estados, mensajes de texto, alarmas, etc.; además en función de dicha información, permitirán al usuario la modificación de los parámetros manejados por el PLC, temporizadores, contadores, y cambios en las salidas discretas o análogos del PLC, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Panel de visualización (Panel view).

D. Supervisión local y remota de procesos industriales

Las exigencias de rendimiento, calidad y flexibilidad en los procesos industriales actuales, hacen necesario introducir nuevas tecnologías de control y supervisión de los procesos, con el objetivo de reducir el número de paradas innecesarias, la predicción de situaciones anómalas

o la actuación rápida y eficaz de forma que se asegure la continuidad de la producción.

La tendencia actual de los procesos industriales en muchas fábricas, están aplicando la pirámide de la automatización, son cuatro niveles que se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Pirámide de automatización.

IV. SELECCIÓN DE ELEMENTOS

A. Elementos de potencia y control.

La máquina posee los siguientes componentes:

Una bomba hidráulica de 12 Hp, un motor eléctrico de 20 Hp del tornillo, 21 niuelinas de 600 Watt que trabajan a un voltaje de 220V trifásico, a una frecuencia de 60 Hz. Dichos componentes se mantendrán, pero sus protecciones y control se implementarán.

Elementos de control.

PLC S7 1200 con CPU 1212.

1 fuente Siemens de 24 Vdc – 2.5 A.

1 fuente Phoenix Contact de 24 Vdc – 5 A.

1 módulo de 16 entradas y 16 salidas digitales.

1 Placa de optoacopladores y triac's.

Elementos de potencia.

1 breaker 160 A – 3 polos.

1 breaker 63 A – 3 polos.

5 breaker 16 A – 2 polos.

1 breaker 10 A – 2 polos.

1 relé térmico de 22-32 A – 3 polos.

1 contactor de 220 Vac - Contactos: 50 A.

6 contactores de 220 Vac - Contactos: 32 A.

B. Selección de elementos para la supervisión remota vía internet.

Se selecciona los elementos adicionales tanto para el PLC S7-1200 como el software que necesita el computador para conseguir la supervisión remota vía internet, los cuales son:

WinCC Run Time Advanced.

Es el software donde se desarrolla el escalamiento del HMI de la KTP 400 al Run Time en una PC, que permite realizar la supervisión remota. Dicho software se incluye en el paquete de programación TIA PORTAL, permitiendo el desarrollo del Run Time, empleando directamente las variables del PLC y si es necesario emplear imágenes ya desarrolladas en panel de visualización.

Dispositivo adicional del PLC S7-1200.

El dispositivo adicional que se emplea es el Switch Industrial Ethernet (Figura 5) propio para la serie S7-1200 de Siemens, debido a que el CPU 1212C, solo posee un puerto profinet integrado el cual solo permite la comunicación entre PC-PLC o PLC-KTP400, por lo tanto para una supervisión remota vía internet, se necesita crear una subred entre PC – PLC – HMI cada una con su dirección IP, y el Switch Industrial Ethernet permite realizar dicha subred ya que posee 4 puertos RJ45 10/100Mbps.



Figura 5. Switch Industrial Ethernet.

Software específico de control remoto.

El software que se emplea es el llamado TeamViewer (Figura 6), que es un programa para ordenador cuya función es conectarse remotamente a otro equipo para el control remoto del mismo. Entre sus funciones están: compartir y controlar escritorios, reuniones en línea, videoconferencias y transferencia de archivos entre ordenadores.

TeamViewer funciona, cuando se inicia en un ordenador, el programa genera una ID y una contraseña, además también permite que el usuario establezca su propia contraseña, aumentando la seguridad del control. Una vez establecido dicho ID y contraseña en el ordenador local, se introduce en el programa TeamViewer desde el ordenador y otro dispositivo remoto donde se introduce el ID y

contraseña del ordenador local y se tiene acceso al mismo.

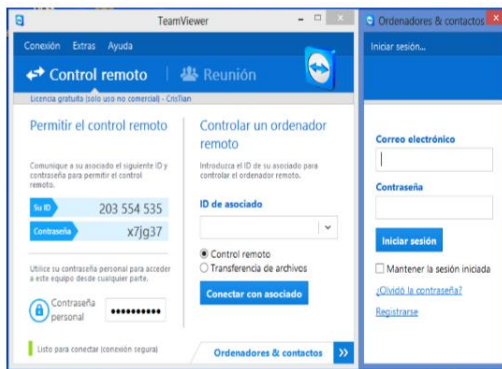


Figura 6. TeamViewer.

V. DISEÑO DEL TABLERO ELÉCTRICO.

Se realizó un modelamiento de la distribución de los elementos eléctricos en el tablero de control y de mando como se muestra en la Figura 7.

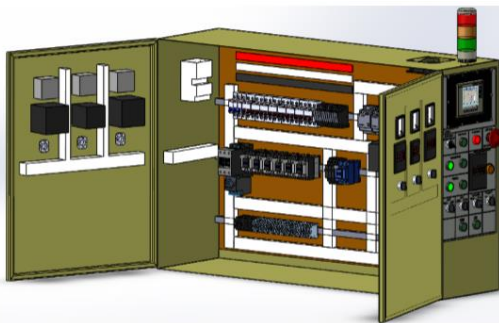


Figura 7. Tablero eléctrico.

VI. DISEÑO DE LAS FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA SUPERVISOR LOCAL DE CAMPO.

Para el diseño de las diferentes ventanas que posee el HMI local se emplea WinCC, el cual ya viene incluido en el paquete TIA PORTAL, permitiendo utilizar directamente las variables del algoritmo de control del PLC, ya que en el mismo software TIA PORTAL se programan tanto el algoritmo de control para el PLC S7 1200 CPU 1212C, como el HMI para la panel view KTP 400 color.

Para el control y monitoreo del proceso de una manera rápida y sencilla, el HMI se divide en las siguientes ventanas:

Ventana del proceso.

Es la pantalla principal del sistema supervisor HMI, en el cual muestra en tiempo real de manera representativa la etapa en la que se encuentra el proceso de operación de la máquina (Figura 8).

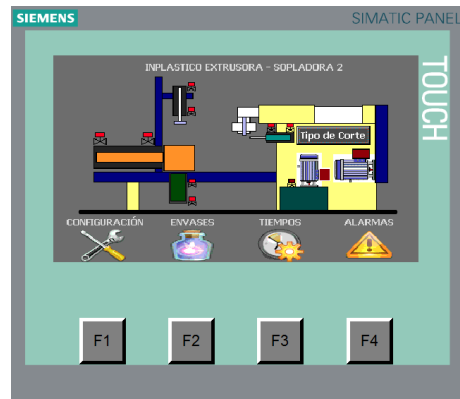


Figura 8. Ventana de Proceso.

Además contiene acceso a otras diferentes ventanas del sistema supervisor como son:

- Ventana de configuración. Se accede presionando la tecla "F1".
- Ventana de envases. Se accede presionando la tecla "F2".
- Ventana de tiempos. Se accede presionando la tecla "F3".
- Ventana de alarmas. Se accede presionando la tecla "F4".
- Ventana tipo de corte. Se accede presionando directamente sobre la pantalla.

Ventana de configuración.

Muestra un menú con acceso a las diferentes ventanas, donde se configura y visualiza la funcionalidad de los elementos de la máquina a los cuales tiene acceso (Figura 9).

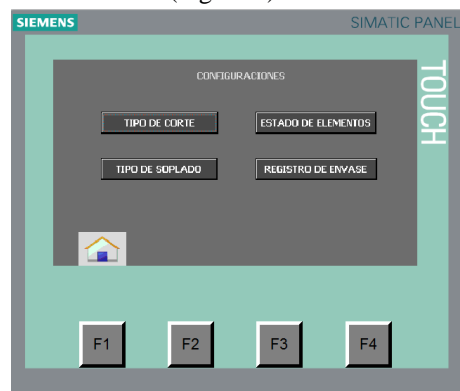


Figura 9. Ventana de configuración.

Los botones del menú tienen acceso a otras ventanas de configuración y visualización de elementos de la máquina, como son:

a) Tipo de corte.

En esta ventana muestra la configuración de los dos tipos de cortes que posee la máquina, como lo son: un solo corte y doble corte (Figura 10).

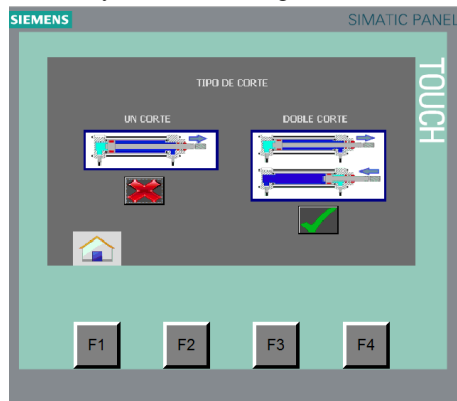


Figura 10. Ventana del tipo de corte.

b) Tipo de soplado.

En esta ventana muestra la configuración del tipo de soplado, que posee la máquina, como los son: el soplado en intervalos de tiempos y el soplado completo (un único soplado sin intervalos de tiempos) (Figura 11).



Figura 11. Ventana del tipo de soplado.

c) Estado de elementos.

En estas ventanas muestran el estado actual que se encuentra los elementos a los cuales tiene control el PLC, tales como motores, electroválvulas hidráulicas, electroválvulas neumáticas y sensores (Figura 12).

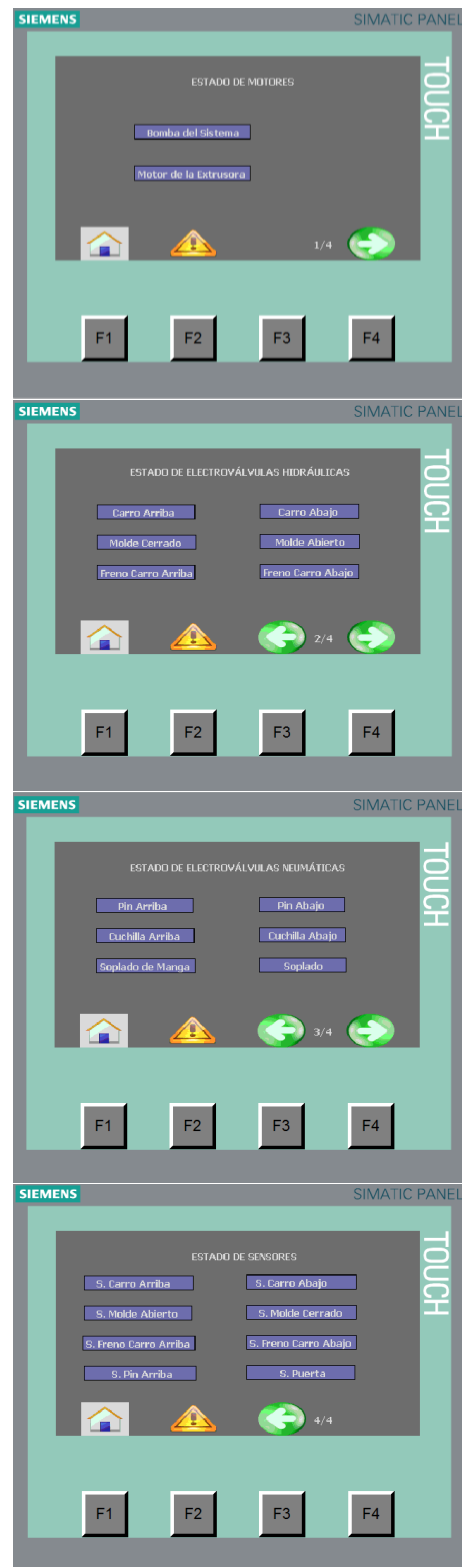


Figura 12. Ventanas de estado de elementos.

d) Registro de envases.

En esta ventana muestra un registro de envases, como el tipo de envase, el número de envases a producir y los ya producidos (Figura 13).

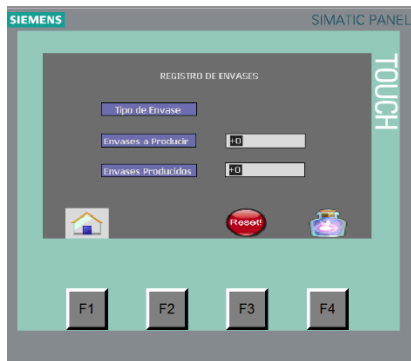


Figura 13. Ventana de registro de envases.

Ventanas de envases.

En estas ventanas muestran los tipos de envases que se producen en la máquina extrusora – sopladora, los cuales cargan al algoritmo de control del PLC, los parámetros de tiempos en la producción de cada tipo de envase (Figura 14).

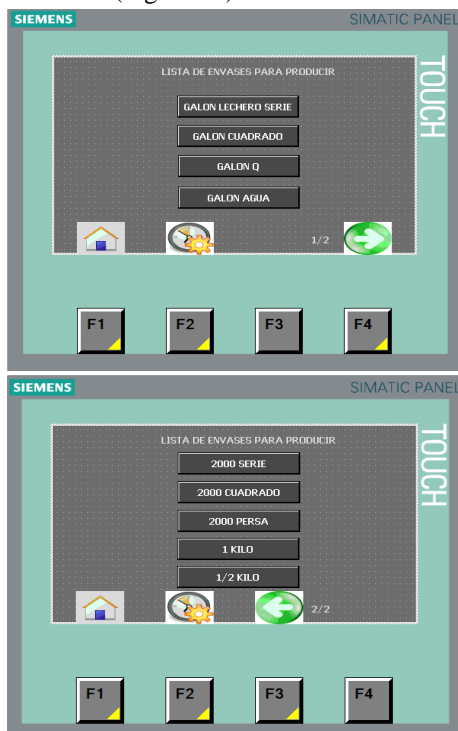


Figura 14. Ventanas de envases.

Ventanas de tiempos.

En estas ventanas se muestran los parámetros de tiempos del algoritmo de control del PLC, los mismos que son configurables en dichas ventanas (Figura 15).

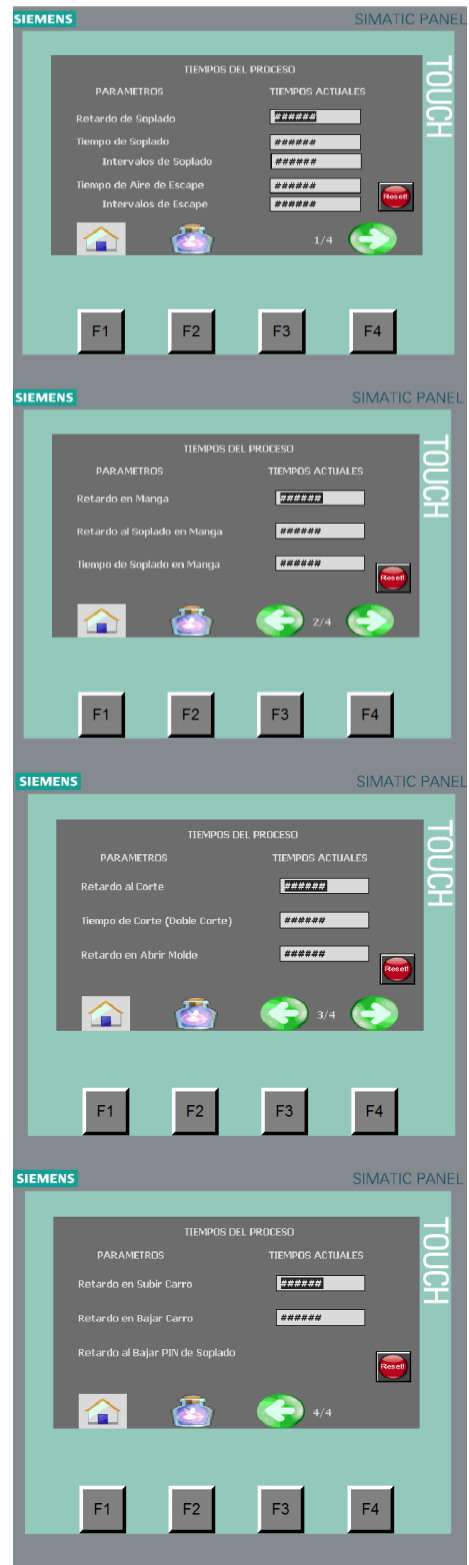


Figura 15. Ventanas de tiempos.

Ventana de alarmas.

En esta ventana se muestra los mensajes de avisos de alarmas que se pueden suscitar durante el trabajo de la máquina (Figura 16).

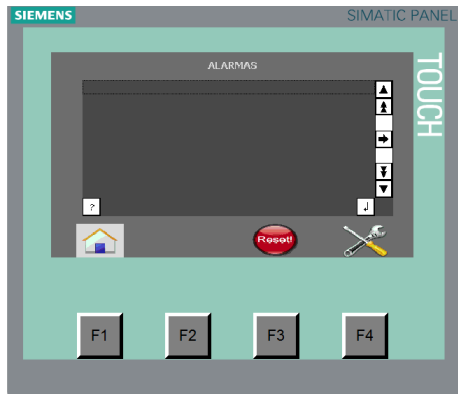


Figura 16. Ventana de alarma.

VII. DISEÑO DEL ALGORITMO DE CONTROL DEL PLC.

El diseño del algoritmo de control para el PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/RELAY, se lo realizó en el software TIA PORTAL V12, empleando el lenguaje de programación tipo KOP, para un mejor entendimiento del programa se emplea el siguiente diagrama de flujo del modo manual y automático, como se muestra en la Figura 17.

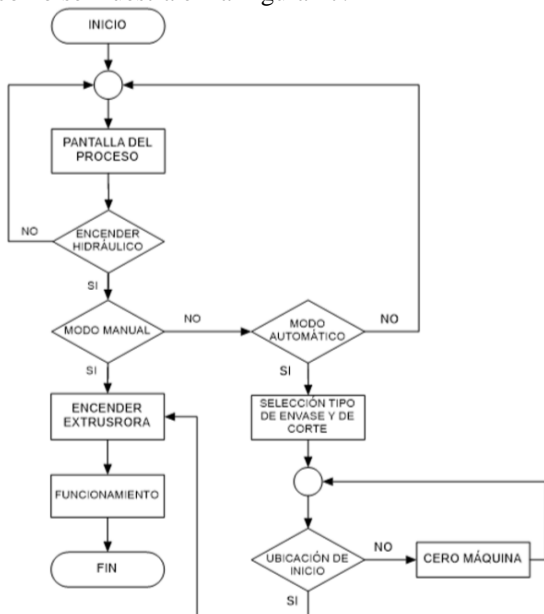


Figura 17. Diagrama de flujo del algoritmo de control.

VIII. DISEÑO DEL SISTEMA SUPERVISOR REMOTO VÍA INTERNET.

En el diseño de la supervisión remota vía internet, el mismo es netamente desarrollado en software, por lo que se emplea dos software que son:

A. WinCC Run Time Advanced.

Es aquel donde se desarrolla el sistema de visualización SCADA, empleando las mismas imágenes ya desarrollado del HMI para la KTP 400, poniendo en red con el PLC mediante la red TCP/IP para poder supervisar las tareas del mismo

y conseguir un manejo remoto con el Run Time que posee el software TIA PORTAL (Figura 18).

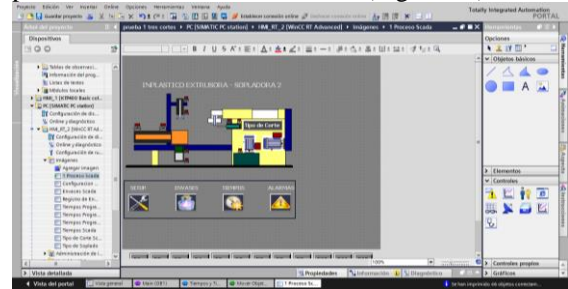


Figura 18. Desarrollo SCADA máquina extrusora sopladora.

B. Software TeamViewer.

El cual permite establecer el control remoto desde otro computador con acceso a internet hacia la PC, donde se encuentra corriendo el Run Time del proceso, mediante el ID de la PC que supervisa el proceso, por lo que se puede supervisar el proceso en tiempo real (Figura 19)

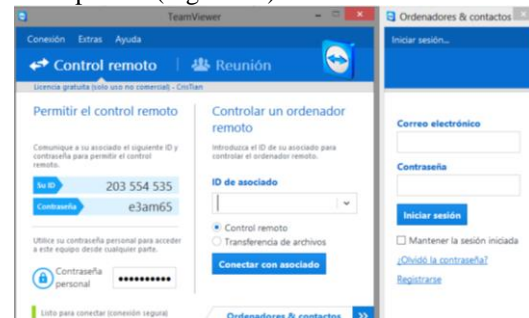


Figura 19. TeamViewer ID de PC.

Por lo tanto con la interacción de estos dos software se puede realizar la supervisión remota vía internet, y completando la pirámide de automatización obteniendo el nivel de planta y de gestión en el proceso de extrusión y soplado (Figura 20).



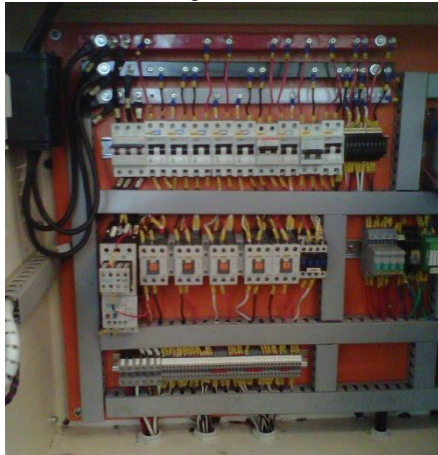
Figura 20. Supervisión remota vía internet desde otra PC.

IX. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN.

A. Montaje de los elementos de fuerza y control.

Para la implementación de los elementos eléctricos, se consideró normativas con lo cual, hay que tener una separación de lo que es control y potencia, aumentando la seguridad del tablero ya que se evita accidentes al momento de la manipulación del

tablero por el personal de mantenimiento, de esta manera no se puede mezclar los elementos de fuerza y control. Con dicha consideración se realiza el montaje de los elementos de fuerza, rotulando cada uno de ellos con su respectiva referencia, como se indica en la Figura 21.



(a)



(b)

Figura 21. Apariencia física de la: a) Sección de potencia, b) Sección de control

B. Montaje del panel de operador.

El panel de operador primero se montó en una placa grabada en acero inoxidable sobre un costado del armario de control y además se colocó los elementos de control tal como, botones, selectores, luces piloto, amperímetros y controles de temperatura, como se indica en la Figura 22.



(a)



(b)

Figura 22. Apariencia física del a) Panel de operador, b) Control de temperatura.

X. FUNCIONAMIENTO.

El sistema funciona de dos maneras: modo manual para la calibración la máquina y modo automático para la fabricación de los envases de plástico.

Para poder iniciar el proceso de extrusión y soplado del envase es necesario que el tornillo extrusor se encuentre caliente a temperatura entre 170°C y 180°C, para lo cual es necesario encender los controles de temperatura e ingresar los valores de temperatura de trabajo.

A. Modo automático.

Para el funcionamiento hay que colocar el selector en automático, seleccionar el tipo de envase a elaborar, como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Ventana de selección de envases

En este modo se requieren de algunos tiempos, siendo los más importantes los de pre-soplado, soplado y aire de escape, los cuales controlan el proceso de producción del envase como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Ventana de tiempos.

Una vez configurado se puede dar inicio al ciclo de trabajo automático, en donde el algoritmo del PLC controla la secuencia de funcionamiento accionando electroválvulas y leyendo señales de posición de los distintos sensores de la máquina.

B. Modo manual.

Al colocar el selector en modo manual se puede acceder a las botoneras y selectores del panel de control, donde se pueden mover el carro portamolde, cerrar o abrir el molde, activar la cuchilla de corte, subir o bajar el pin de soplado, activar el aire de soplado y de manga, con la finalidad de calibrar el molde en cada cambio para los diferentes envases que se producen en la máquina.

C. Control remoto vía internet.

Una vez comprobado su funcionalidad y calibrado los tiempos para cada tipo de envases, se pone en operación el Run Time del proceso en la PC conectada a la red de comunicación entre PC, PLC S7-1200 y TKP 400 color, para que el Run Time supervise las variables del algoritmo de control del PLC y las mismas también se actualice en el panel view (Figura 25).



Figura 25. Run Time del proceso.

Se realiza el control remoto desde otra PC con acceso internet y también instalado el software de control remoto, para lo cual desde la PC en la que se desea tener el control de proceso se ejecuta el TeamViewer y se ingresa el ID y la contraseña de la PC donde se está corriendo el Run Time del proceso (Figura 26).

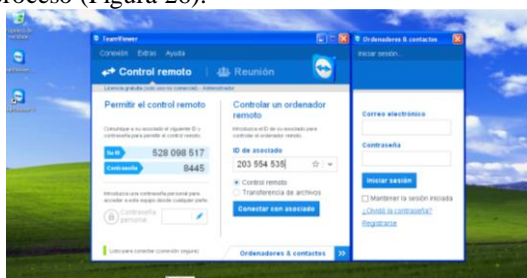


Figura 26. ID y contraseña de la PC del Run Time.

Establecido el control remoto desde otra PC, muestra en la pantalla de la misma, el Run Time de

la PC conectada a la red de comunicación con los otros dispositivos, permitiéndome supervisar el proceso remotamente (Figura 27).



Figura 27. Control Remoto vía internet desde otra PC.

Además dicho control remoto me permite modificar el algoritmo de control del PLC, ya que se puede acceder al programa TIA PORTAL realizar cualquier cambio y volverlo a cargar al PLC y de igual forma con el diseño del HMI de la KTP 400 si estar presente el proceso, facilitando tareas de mantenimiento (Figura 28).

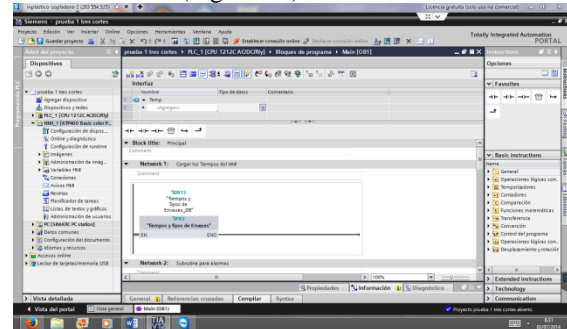


Figura 28. Acceso al algoritmo de control desde otra PC.

XI. CONCLUSIONES.

- La repotenciación de la máquina sopladora, mediante la implementación de un PLC, un panel view y el control remoto del proceso desde internet, cumplió los objetivos de obtener un mejor control de los sistemas neumáticos e hidráulicos que posee la misma, incrementando más tiempos en las etapas del proceso, los cuales ayudan a mejorar la calidad del envase, y los mismos se encuentran pre-cargados en una lista de los envases, que se tiene acceso de forma local o remota, aumentando la productividad de la máquina.
- Se determinó los ciclos de funcionamiento de la máquina, los cuales son: el calentamiento del polipropileno, la fundición, la extrusión, el corte, el soplado, el moldeo, el enfriamiento del material y finalmente la liberación del envase.
- Se realizó un mantenimiento correctivo de los elementos que presentaban daños

significativos, reduciendo tiempos muertos en paradas no programadas por concepto de fallos de los mismos, dichos daños fueron: el cambio de retén del reductor de velocidad, arreglo de fugas en el sistema neumático, cambio de pistón de la cuchilla de corte, reparación de fugas de aire en el pistón de soplado y engrasamiento periódico de los elementos móviles.

- Se diseñó un nuevo sistema de potencia y control, ya que el que tenía no brindaba las seguridades necesarias tanto para el operario como para la máquina, por lo tanto se diseñó una tarjeta de control para comandar la bomba hidráulica, los actuadores neumáticos e hidráulicos; las zonas de temperatura están comandadas por contactores; además un variador de velocidad para el motor del tornillo extrusor; cabe mencionar que cada elemento tiene su respectiva protección y que en el montaje de los elementos del sistema eléctrico se separó lo que es potencia y control.
- Se sustituyó el control por relés que tenía la máquina el cual generaba problema y no era tan seguro por mucha manipulación en ellos, por un PLC S7-1200 CPU 1212, el cual simplifica su control, garantiza el normal funcionamiento del ciclo, es flexible ante cambios en el proceso de funcionamiento y permite implementar un panel de visualización KTP 400 color, donde permite acceder a los parámetros de control del PLC de manera sencilla y amigable con el operador.
- Se diseñó el algoritmo de control, el cual controla a los actuadores del proceso, además se implementó más tiempos en las diferentes etapas del proceso que aumenta la calidad del envase, se precargó los tiempos para cada tipo de envases que produce la máquina, se implementó un sistema de alarmas que avisa al operador de fallas que se está generando, y se implementó seguridades que garantiza el bienestar del operario y de la máquina.
- Se diseñó un interface gráfica HMI, amigable y de fácil uso para el operario, en la cual muestra el estado actual de los elementos de la máquina, visualiza mensajes de alarmas, y escoge el tipo de envase a producir de forma que carga los tiempos de ciclo en el PLC, los mismos que se visualizan en la pantalla y son modificables, con la finalidad de reduciendo tiempos muertos en calibrar de dichos parámetros según el envase a producir.
- Se realizó pruebas funcionamiento del PLC, panel de visualización, sistemas neumáticos e

hidráulicos, que garantizan el normal funcionamiento de la máquina.

- Se implementó la supervisión remota del proceso con la ayuda del Run Time del software TIA PORTAL V12 en donde se diseñó el scada del proceso, el mismo que es controlado remotamente vía internet desde otro computador, mediante el software TeamViewer, consiguiendo un nivel más en la pirámide de la automatización, que ayuda en tareas de supervisión, control y soporte técnico sin la necesidad de estar presente en la máquina.

XII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para operar la máquina se siga las instrucciones de operación que indica el manual de usuario.
- Cuando se arranque la máquina, primero se prenda las zonas de calentamiento del tornillo extrusor y en los controles de temperatura (Pirómetros) de cada uno de ellos, se suba la temperatura hasta unos 175 °C, con la finalidad de que el cañón extrusor este lo suficientemente caliente cuando el material pase por el mismo; y ya una vez que el material empezó a circular, las temperaturas se las baje a un promedio de 150 °C, excepto la zona de la punta que se le deja en un promedio de 140 °C, para evitar que la manga se pegue después del corte.
- Al momento de encender la extrusor, primero verificar en los controles de temperatura de cada zona y en el cañón que la temperatura haya alcanzado la temperatura de arranque, y que la velocidad del extrusor este en 0, para ir aumentando progresivamente y evitar que el tornillo se esfuerce y la corriente suba en exceso.
- Para realizar mantenimiento en el algoritmo de control, verificar que la configuración de la IP de la PC a ser conectada a la red, este el mismo IP de la red.
- Al momento de realizar mantenimiento o cambio de molde, cerrar la llave de paso de aire para evitar cualquier accidente con los pines neumáticos.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Ramos. (2002). Extrusión de plásticos, principios básicos. México: Limusa.
- Anguita R. (1977). Extrusión de Plásticos. Madrid: H. Blume
- Robert. (2001). Curso de soplado de plástico. México: Mission Hills
- Robert. (2001). Curso de soplado de plástico. México: Mission Hills.
- Manual de operación sopladora Hesta HLS 730. Pág. 6-6.
- S7-1200. (2012). Manual de Sistema S7 1200. Alemania
- Bolton W. (2001). Ingeniería de control (2a. ed.). México: AlfaOmega.
- Folleto S7-1200. Alemania.
- TIA PORTAL. (2012). Manual WinCC Basic. Alemania.

Linkografía:

- Amores J. & Ramírez E. (s.f). Diseño e implementación de un sistema de supervisión de una máquina sopladora de plástico mediante un panel de visualización para la empresa NS Industrias. Recuperado el 26 de Febrero del 2014, desde <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6411/1/T-ESPEL-0895.pdf>
- Calderón R. (s.f). Propuesta de un programa de mantenimiento general para moldes en el departamento e inyección en la empresa Induplastic s. a. Recuperado el 1 de Marzo del 2014, desde http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1537_IN.pdf
- Máquinas sopladoras de botellas. (s.f). Recuperado el 2 de Marzo del 2014, desde <http://www.sopladorasdebotella.info>
- APEX. (2014). Recuperado el 6 de Marzo del 2014, desde <http://blowmolding.org/>
- Materiales de uso técnico. (s.f). Recuperado el 8 de Marzo del 2014, desde http://elodltecnologia.blogspot.com/2013_03_01_archive.html
- Feedscrews. (2014). Recuperado el 10 de Marzo del 2014, desde <http://www.feedscrews.com/listnews/36>
- Feedscrews. (2014). Recuperado el 10 de Marzo del 2014, desde <http://www.feedscrews.com/listnews/36>
- PLC. (s.f). Recuperado el 13 de Marzo del 2014, desde http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf

- Wisegeel. (2014). Recuperado el 17 de Marzo del 2014, desde <http://www.wisegeek.com/what-is-human-machine-interface.htm>
- Interface Hombre- Máquina. (s.f). Recuperado el 17 de Marzo del 2014, desde <http://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/SW%20para%20aplicaciones%20>
- Industriales%20I/Teoria/3%20Interfaz%20Hombre-maquina.pdf
- Control y Automatización. (s.f). Recuperado el 25 de Marzo del 2014, desde <http://www.schneider-electric.com.co/sites/colombia/es/productos-servicios/automatizacion-control>

Biografía.



Cristian Alvarez, Es graduado de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el año 2014. Áreas de Interés: Robótica, Domótica, Automatización de procesos, Software CAD/CAM.