



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

AUTOR: NORBERTO PASCAL SILVA IDROVO

“Diseño e Implementación de un Sistema SCADA utilizando la plataforma FactoryTalk para la planta industrial de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. en Latacunga”

1



ANTECEDENTES.

- ▶ La Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A., CEDAL; es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974 en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, con el fin de producir y comercializar perfiles de aluminio estructurales y arquitectónicos. CEDAL forma parte de Corporación Empresarial S.A., CORPESA.
- ▶ CEDAL es líder en la producción y comercialización de perfiles de aluminio en el Ecuador, contando con más de 40 Distribuidores Exclusivos localizados en todo el país, además de mantener una sólida presencia comercial en Colombia desde 1979 a través de su compañía afiliada VITRAL, que posee centros de distribución en las ciudades de Bogotá y Cali.



ANTECEDENTES.

- ▶ La planta industrial de CEDAL S.A. en la ciudad de Latacunga no posee un sistema SCADA que permita recoger y procesar la información recibida de los distintos procesos de producción y supervisar la evolución de las variables de control de estos procesos. Esto genera un inconveniente ya que la alta gerencia y los demás departamentos de la empresa no tienen una interconexión con la planta que les permita supervisar los distintos procesos de la misma así como tener un servidor central que permita monitorear y realizar una base de datos para registrar la fluctuación de las variables.



Descripción del Proyecto

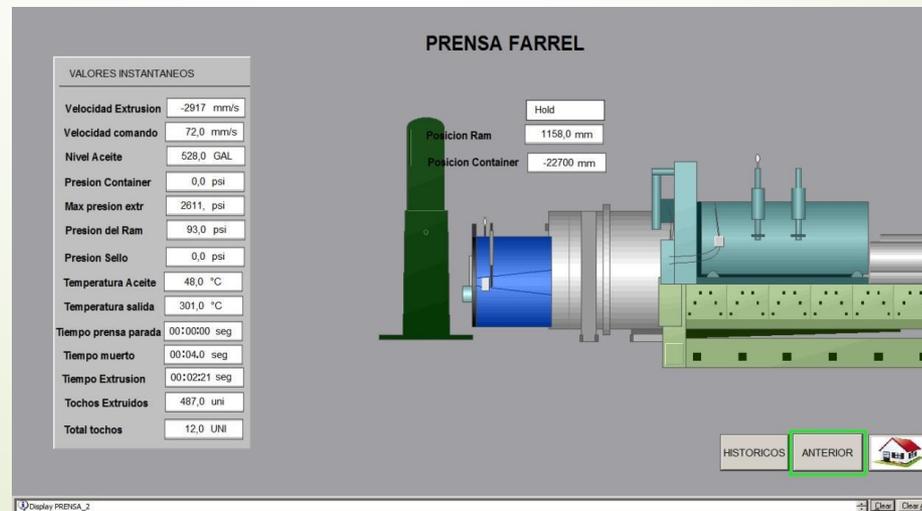
- ▶ El objetivo del proyecto es el diseño y la implementación de un sistema SCADA mediante la plataforma FactoryTalk para la planta industrial de CEDAL S.A
- ▶ El proyecto propuesto trata de implementar un sistema de comunicación que permita la transmisión de datos que puedan ser recopilados en un servidor utilizando el software FactoryTalk View que es un software propietario de Rockwell Automation en el cual se realizará la configuración, el interfaz gráfico para los operadores y la comunicación con los PLC'S utilizados en los distintos procesos, además la gestión de archivos, alarmas históricos y la creación de una base de datos por medio del software FactoryTalk Historian de la misma gama.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UN SISTEMA SCADA.

Introducción.

- SCADA es el acrónimo de “Supervisory Control and Data Acquisition” se refiere a un sistema de adquisición, almacenamiento, supervisión y procesamiento de datos e información en tiempo real de variables que inciden en procesos o complejos industriales.



NECESIDAD DE UN SISTEMA SCADA

Para evaluar si es necesario la implementación de un sistema SCADA, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- ▶ El número de variables a monitorear es alto.
- ▶ El proceso debe estar geográficamente distribuido.
- ▶ Se necesita que la información por los cambios que se producen sea inmediata es decir que esta se transmita en tiempo real.
- ▶ La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como las toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- ▶ La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador.



Prestaciones de un sistema SCADA

Las prestaciones que se pueden realizar mediante un sistema SCADA son:

- Supervisión en tiempo real.
- Adquisición de información local o remota.
- Centralización de la información.
- Facilidad de operación y de control.
- Integración con sistemas corporativos.
- Generación de datos históricos de las señales de proceso, que puede ser fácilmente manejado sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar tareas asociadas a un autómatas, bajo ciertas condiciones.

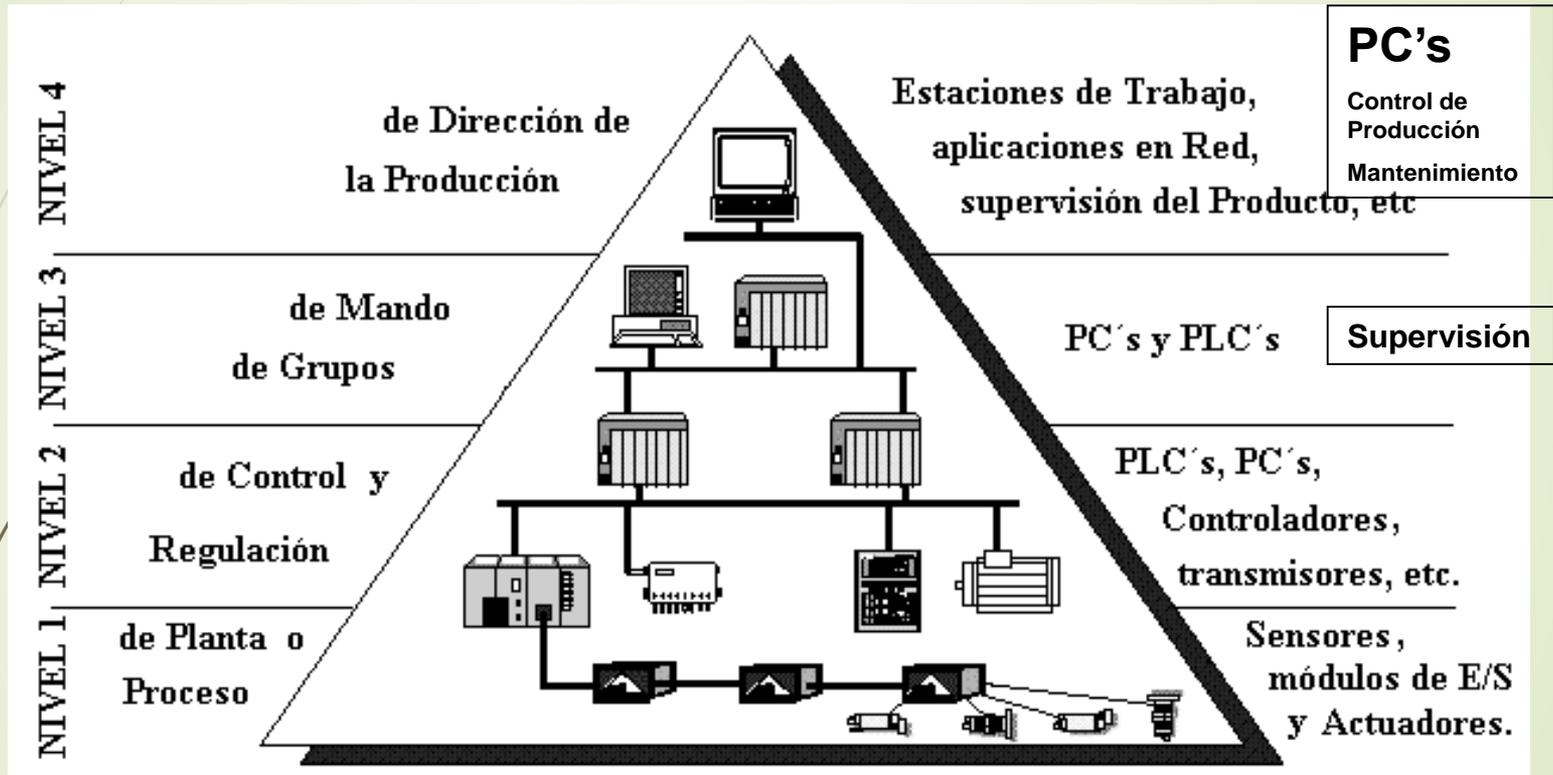


Requisitos de un sistema SCADA

- Deben ser de arquitectura abierta, que pueda adaptarse a las necesidades de evolución y ampliación que tengan las industrias.
- Ser programas flexibles y de gran capacidad para adquisición y comunicación de datos y variables entre procesos, que permita suministrar datos operacionales en bruto y a escala.
- Tener una interfaz gráfica amigable con el usuario y operadores para administración correcta de la información.
- Asegurar un ambiente de operación seguro ejecutando independientemente procesos de monitoreo y en casos extremos el apagado de emergencia si es necesario.



Esquema de adquisición supervisión y control.



Elementos o Módulos de un sistema SCADA

- **Base de Datos integrada:** es el núcleo donde se depositan los datos generados por todo el sistema, tanto los procesados por el principal ordenador SCADA como por el software de aplicación.
- **Adquisición de Datos:** desde este módulo el ordenador/software SCADA recopila, interpreta y presenta todos aquellos datos que son importantes para una supervisión y control de la evolución del proceso.
- **Interfaz hombre-máquina (HMI):** en este módulo se puede producir un primer nivel de supervisión y control, es decir, la *interface* hombre-máquina puede ser un ordenador personal ejecutando un software SCADA de menores prestaciones que el principal.



- **Tratamiento de alarmas:** Para cada variable que contemple el sistema SCADA, se pueden definir situaciones que den lugar a alarmas (determinados estados de señales digitales, rangos de valores de señales analógicas) y de qué tipo son. Las alarmas llevan asignadas una prioridad en función de la mayor o menor gravedad de la situación.
- **Comunicaciones:** En los sistemas SCADA, las comunicaciones desempeñan una función de primera importancia, ya que se encargan de soportar la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware sobre la que se apoya el SCADA.

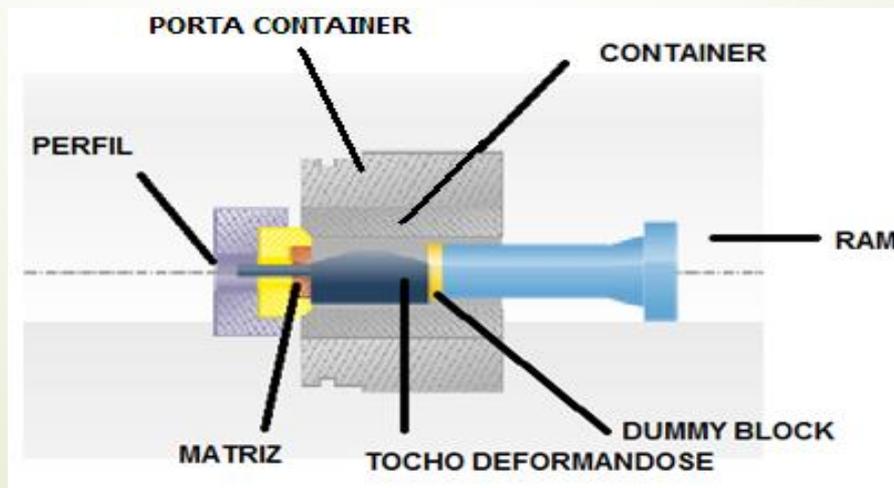


ANÁLISIS Y SELECCIÓN

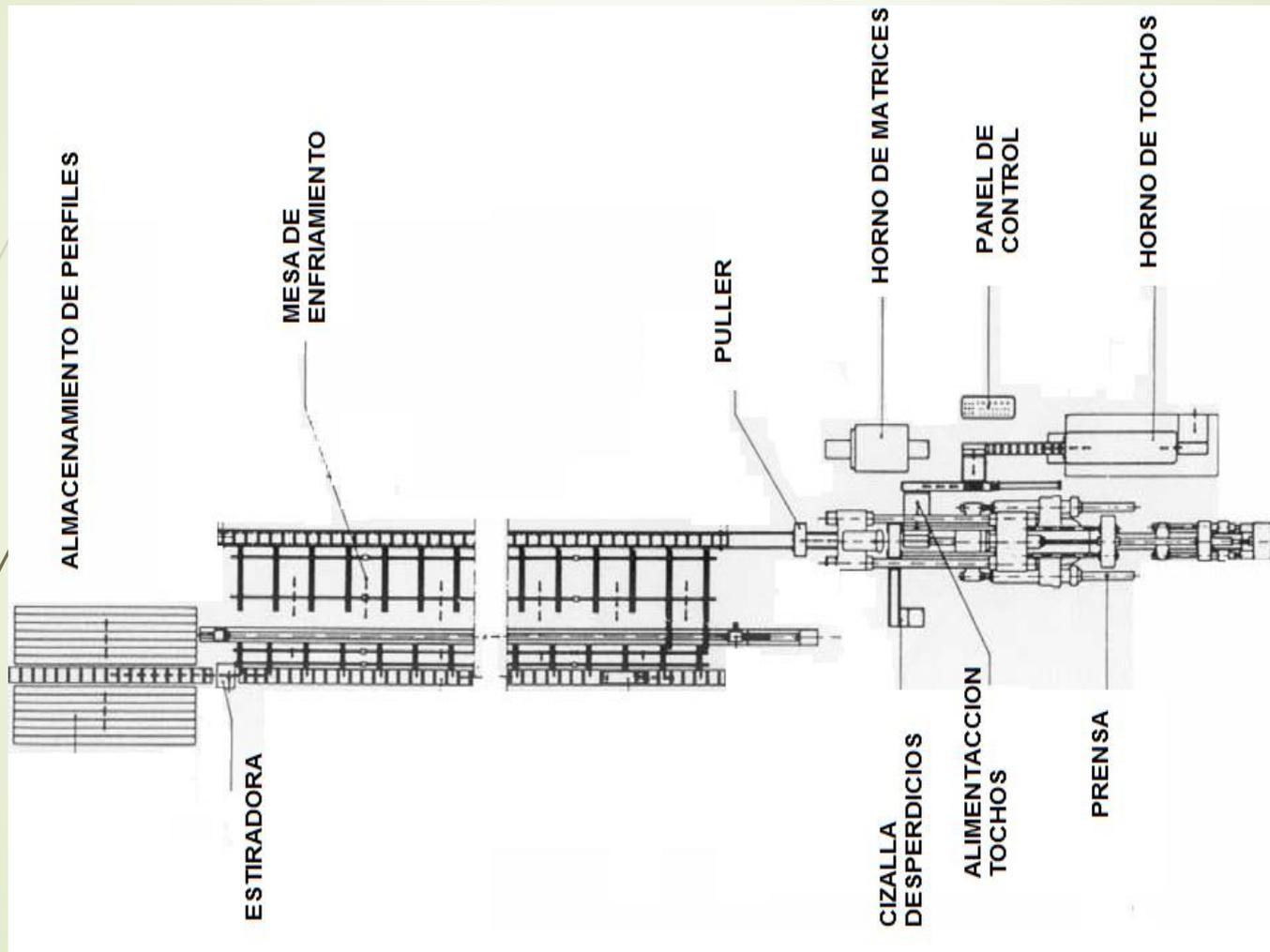


ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA PRENSA DE EXTRUSIÓN N°1 DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE CEDAL.

- ▶ La prensa LOEWY es una prensa hidráulica para la extrusión de aluminio su forma de extrusión es directa en el cual el lingote se fuerza a través de la matriz y conforme pasa adquiere la forma del perfil.
- ▶ Consiste principalmente en un cilindro el cual contiene un embolo que presiona al tocho que lo expande dentro del contenedor, de manera que tan pronto recibe la fuerza de compresión este se expande en todo el diámetro interior de la camisa del contenedor, a su vez es empujado por el stem o ram a través de la hilera formando el perfil de acuerdo a la matriz.



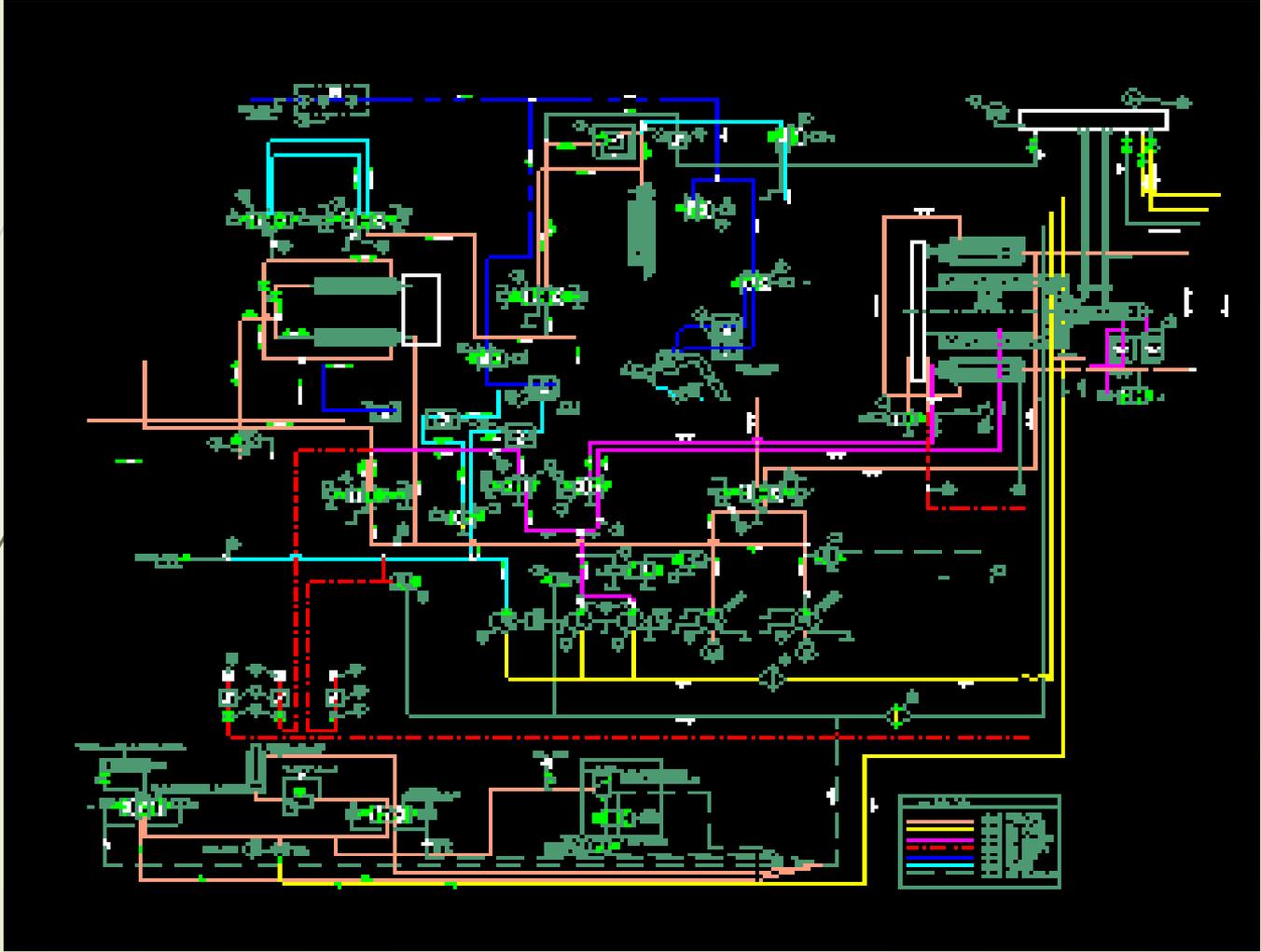
Componentes de la prensa



Sistema Hidráulico Prensa

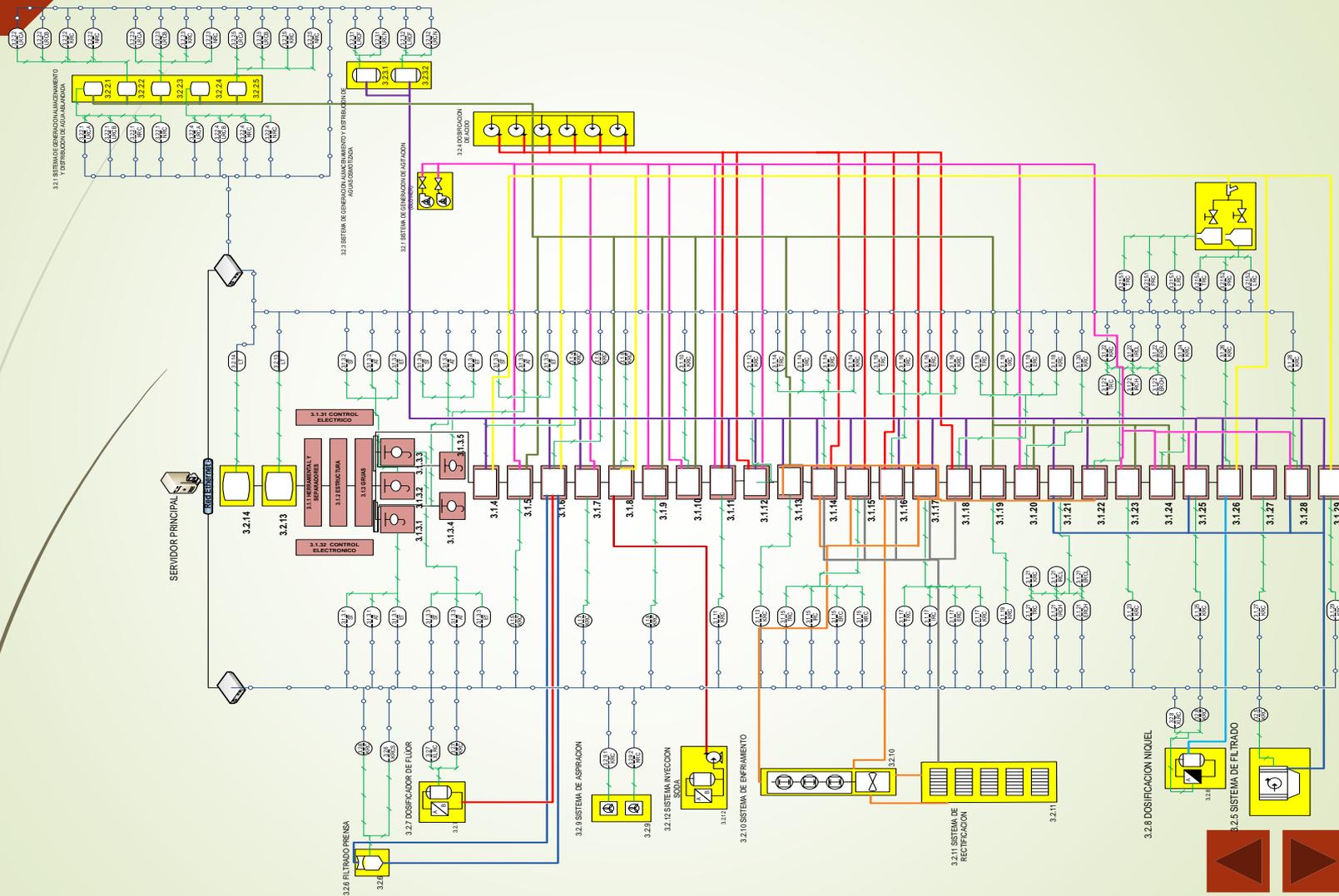
- ▶ El sistema hidráulico de la prensa está constituido por un complejo circuito de electroválvulas que permiten realizar cada una de las acciones para su correcto funcionamiento.
- ▶ Circuito Principal genera el torque para accionar los cilindros laterales y el RAM de la prensa, esto se logra mediante tres bombas principales ajustables, que se encargan de accionar los motores hidráulicos. El flujo de las bombas principales se regula mediante dispositivos de control electro-hidráulicos, los cuales obtienen la presión de control desde la bomba piloto. Las bombas principales son alimentadas mediante la bomba de circulación.
- ▶ El circuito secundario está compuesto de varias electroválvulas las cuales activan las funciones que realiza la prensa en base a órdenes que envía el operador desde el panel de control al PLC el cual controla la prensa.
- ▶ bombas principales ejercen una presión ideal de 1800 toneladas.





- ▶ La planta industrial de CEDAL tiene distintos procesos para la fabricación de los perfiles de aluminio por lo que se realizó un análisis proceso a proceso para la identificación de las variables utilizadas en el sistema SCADA.
- ▶ Las variables a tomar en cuenta son variables físicas tales como: presión, temperatura, voltaje, corriente, velocidad, longitud de corte, distancias de desplazamiento; así como variables intangibles como tiempo, conteo, etc.
- ▶ La recepción de variables se realiza de forma analógica y digital mediante módulos o tarjetas que permiten recibir las señales y enviarlas a los PLCs
- ▶ La interconexión entre los PLCs se realiza por medio del estándar Ethernet que utiliza la red de comunicación de Planta.
- ▶ Para este análisis se realizó el PI de cada uno de los proceso para determinar cuáles eran las variables importantes a supervisar y monitorear.



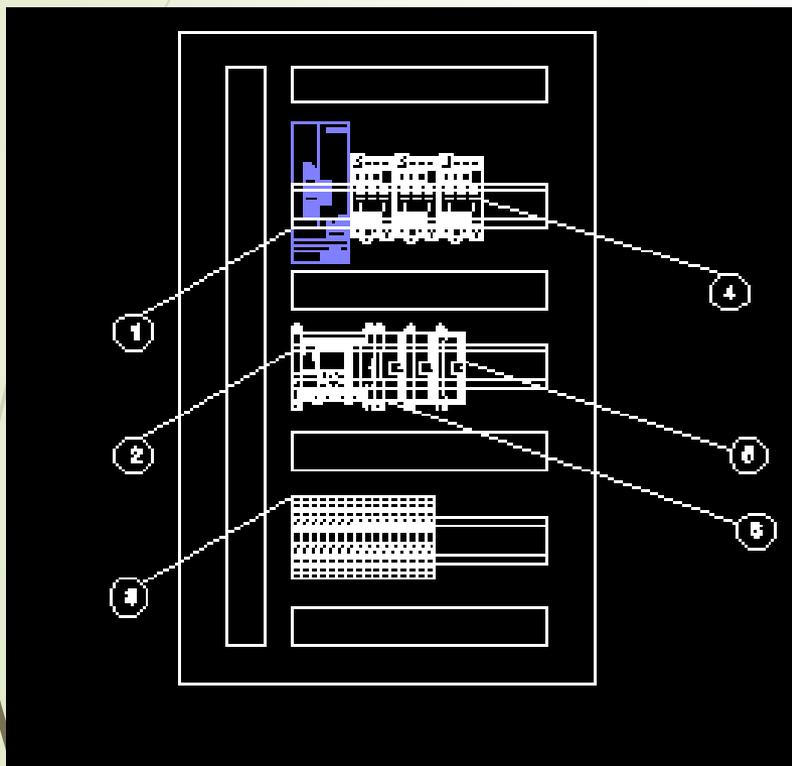


DISEÑO IMPLEMENTACIÓN



Diseño e Implementación del Panel de Control de Pintura

DISEÑO



IMPLEMENTACIÓN



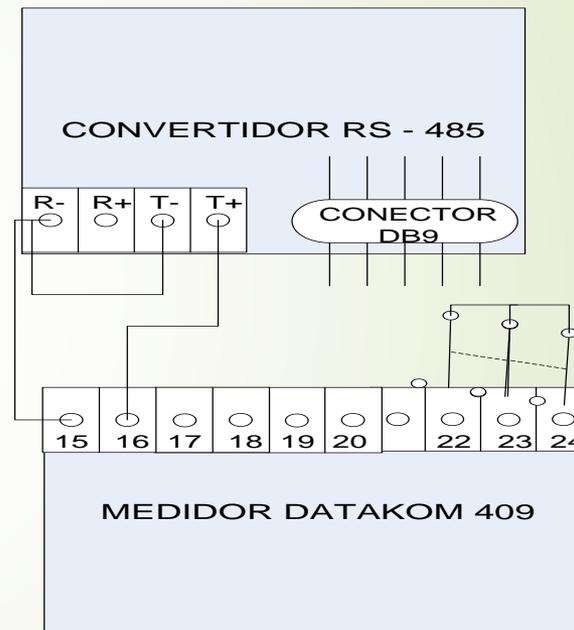
Diseño e Implementación conversores RS-485 Ethernet.

IMPLEMENTACIÓN



Medidor de Energía
DATAKOM 409

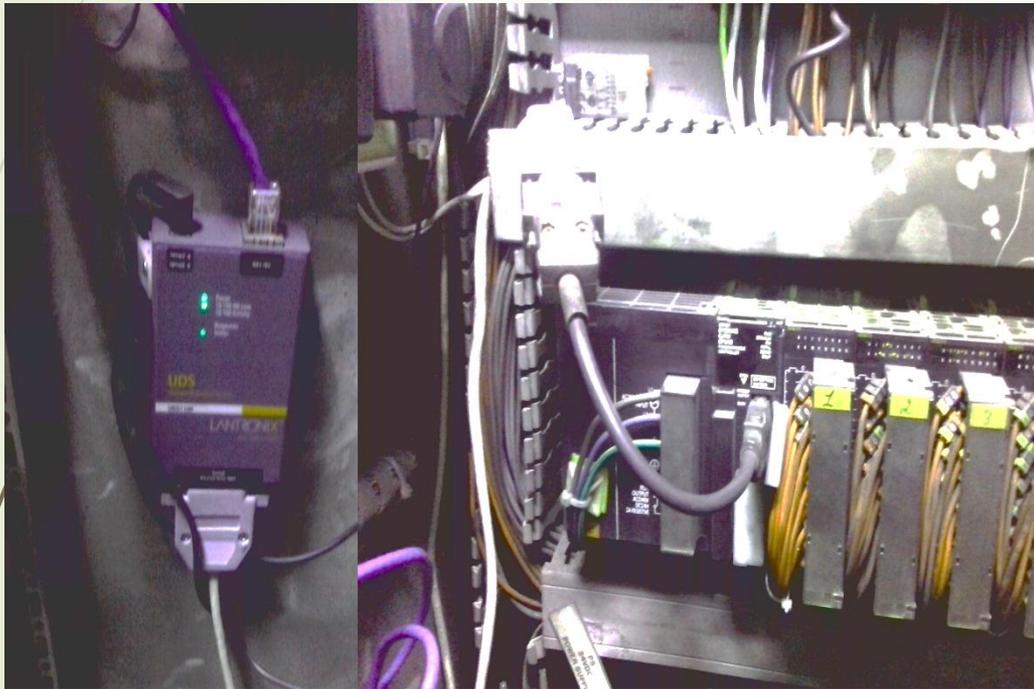
DISEÑO



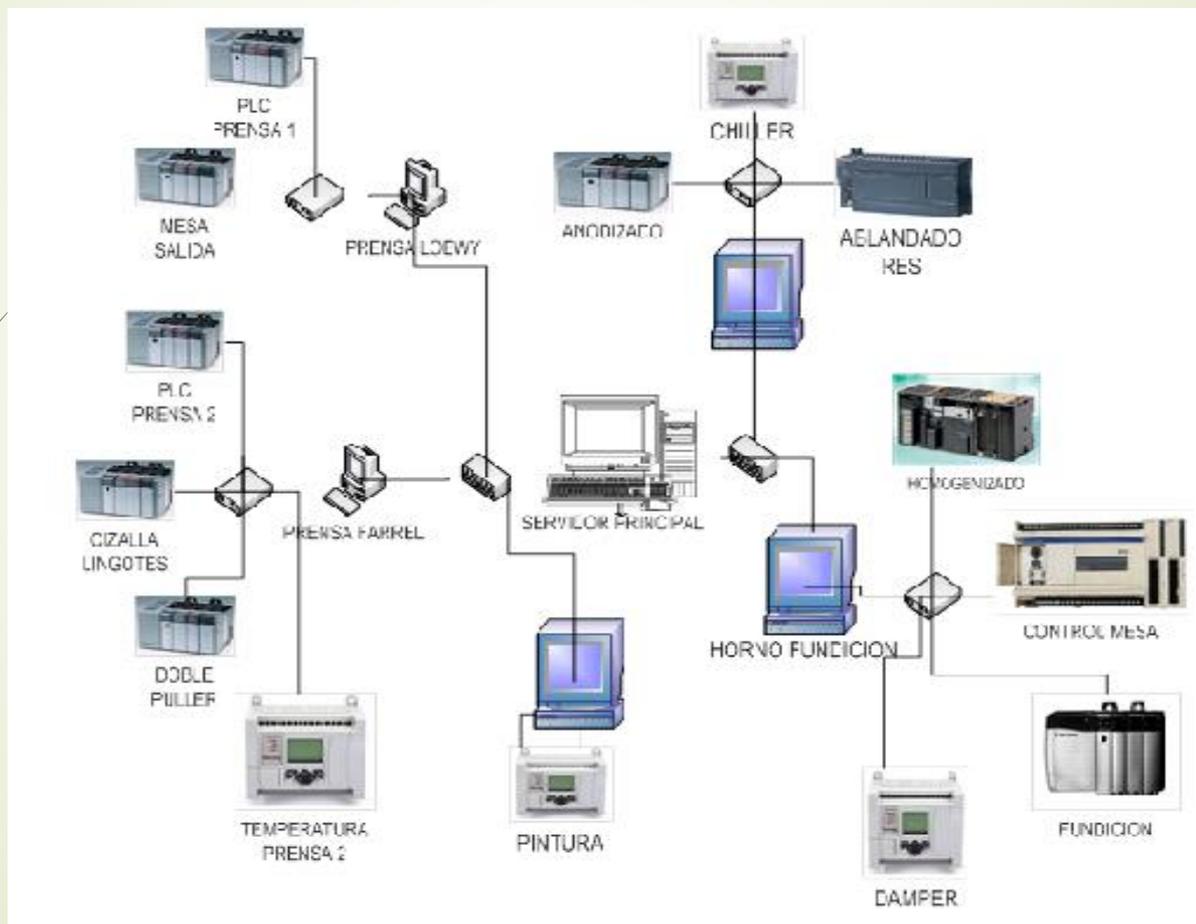
Conversores rs-485
Ethernet



Conexión PLC OMRON y tarjetas electrónicas.



Implementación del Sistema SCADA.



DISEÑO DEL SOFTWARE



Diseño e Implementación del Programa del PLC.

- ▶ Para el área de pintura fue necesario instalar un sistema que permita recolectar los datos de velocidades y temperaturas que serán monitoreados en esta área:
- ▶ El programa que se realizó en el PLC Micrologix 1100 monitorea la temperatura de los hornos de secado y curado así como las velocidades de los reciprocadores de la cabina de pintura que pintan los perfiles antes de ingresar al horno de curado



Configuración de la comunicación del Servidor
Se utiliza el RSLinx Enterprise para comunicar los
PLC con el sistema SCADA



Pantallas del Sistema SCADA

- ▶ El HMI de la aplicación para el Scada está desarrollado con el software FactoryTalk de Rockwell Automation, consta de 22 pantallas, que se describirán a continuación con sus respectivas funciones:



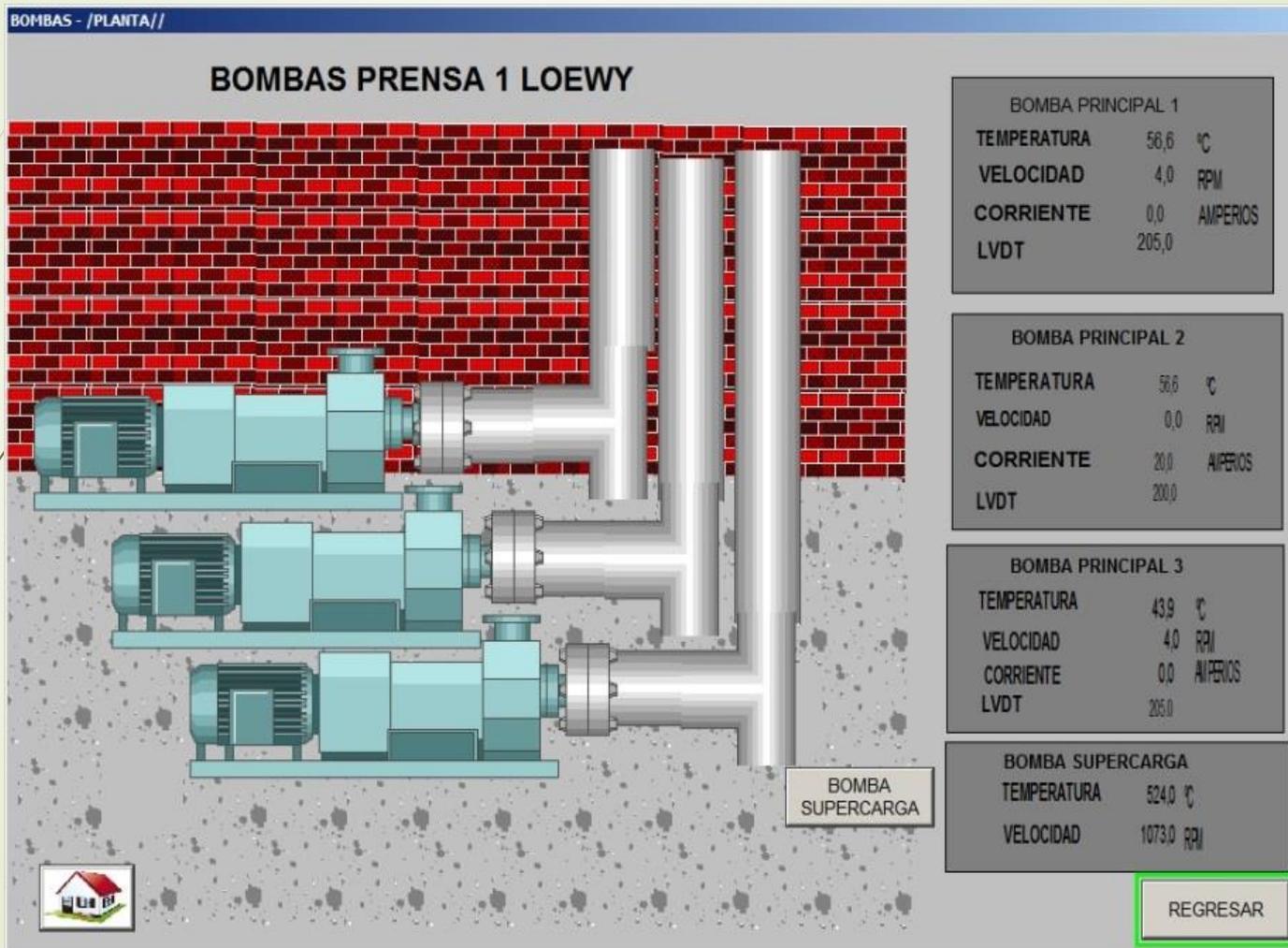
1. Inicio Sistema



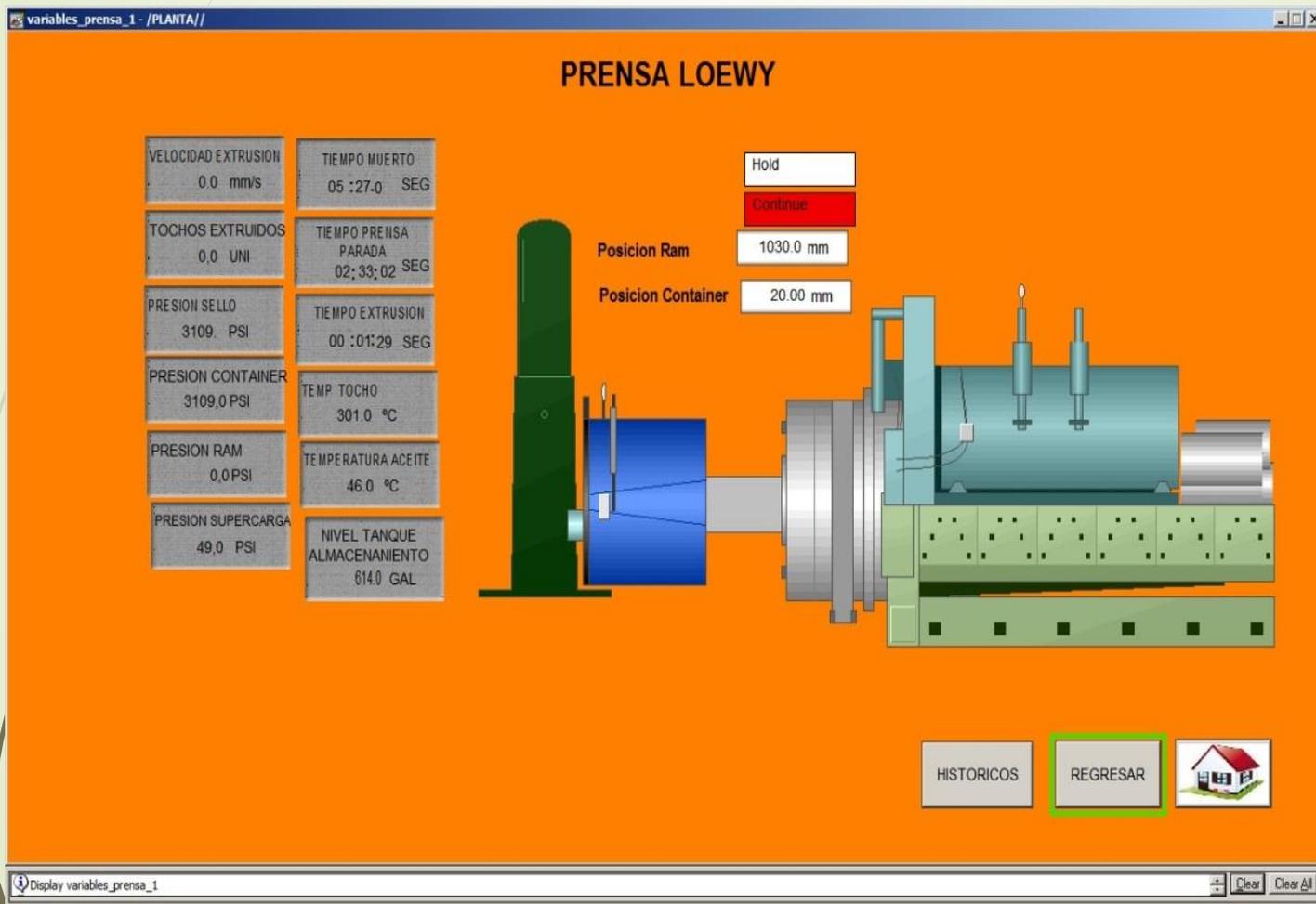
2. Menú Principal Prensa 1



3. Bombas Principales Prensa



3. Variables Prensa



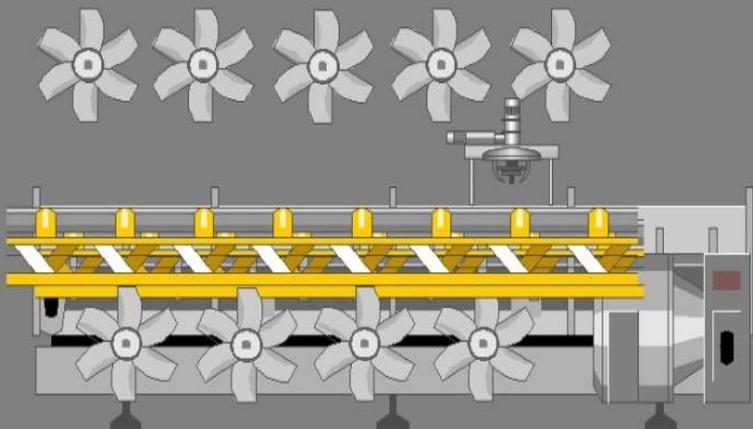
4. Puller Prensa Loewy

32

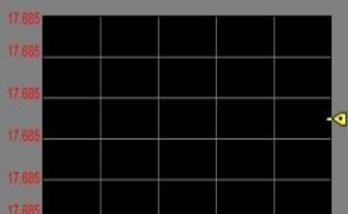
PULLER PRENSA LOEWY

VELOCIDAD PULLER 0,0 mm/s	VELOCIDAD RUN OUT 60,0 mm/s
POSICION PULLER 17685,8 mm	POSICION SIERRA 75,0 mm
DISTANCIA BRAZOS 34,0 mm	LASER PULLER 398,0 mm

Ready



Trend viernes, 01 de agosto de 2014



Time	Value
14:22:14	17.685
14:22:58	17.685
14:23:22	17.685
14:23:46	17.685
14:24:10	17.685
14:24:34	17.685

Capcion	14:24:34	Units
Posicion del puller en cm prensa 1	17.685	mm
Velocidad del puller de la prensa 1	0	mm/s

ANTERIOR



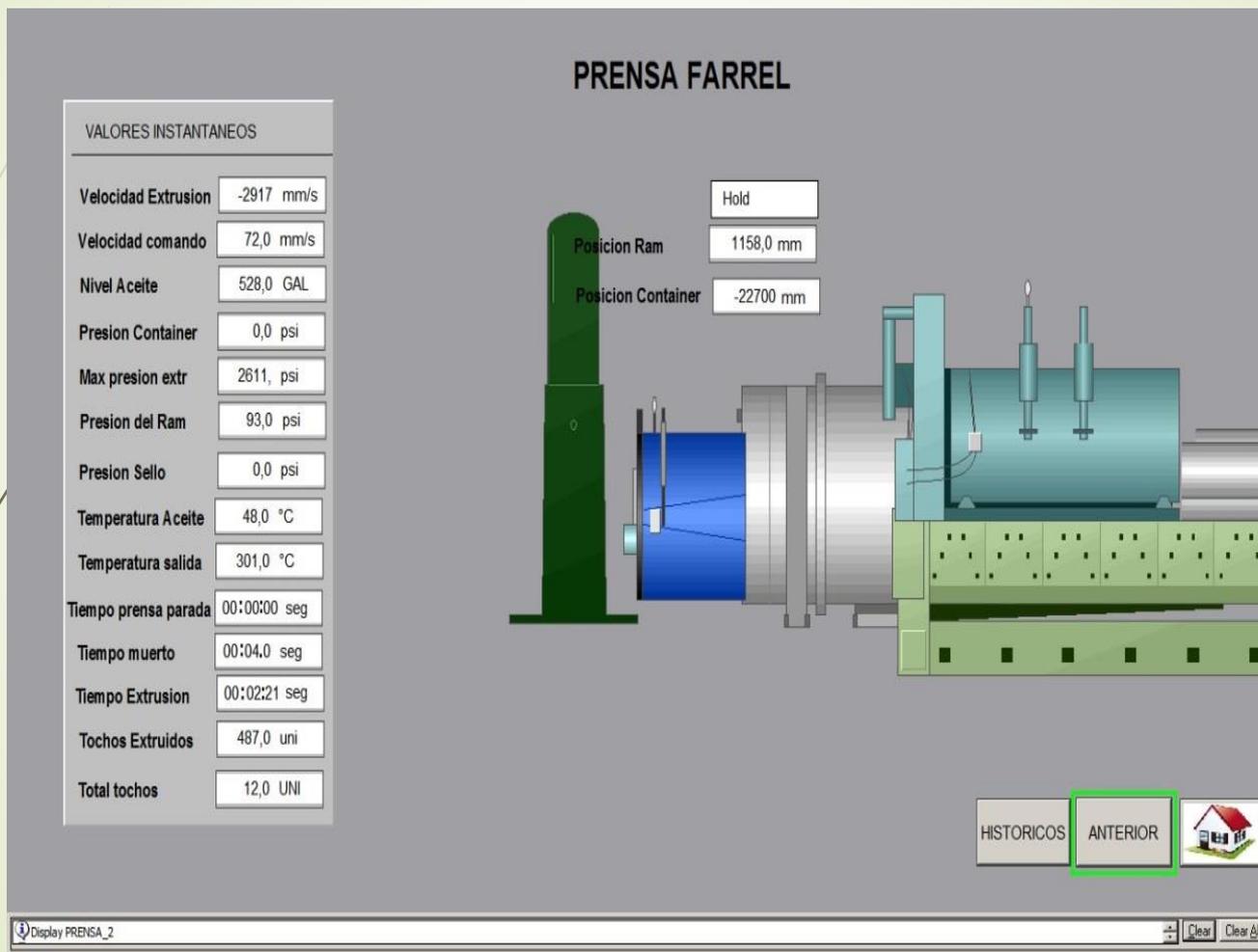
Display PULLER_PRENSA_1 Clear Clear All



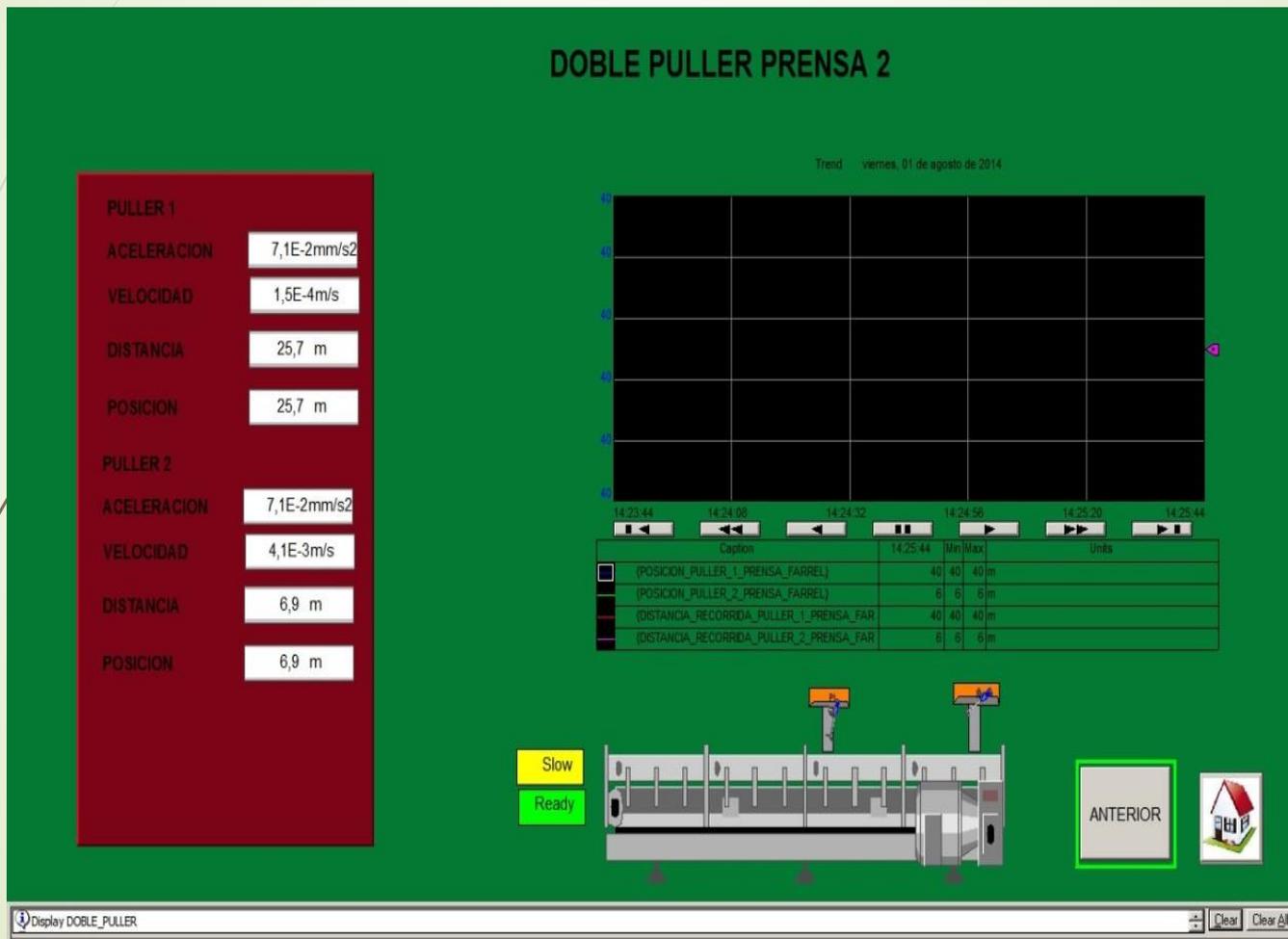
5. Principal Prensa Farrel



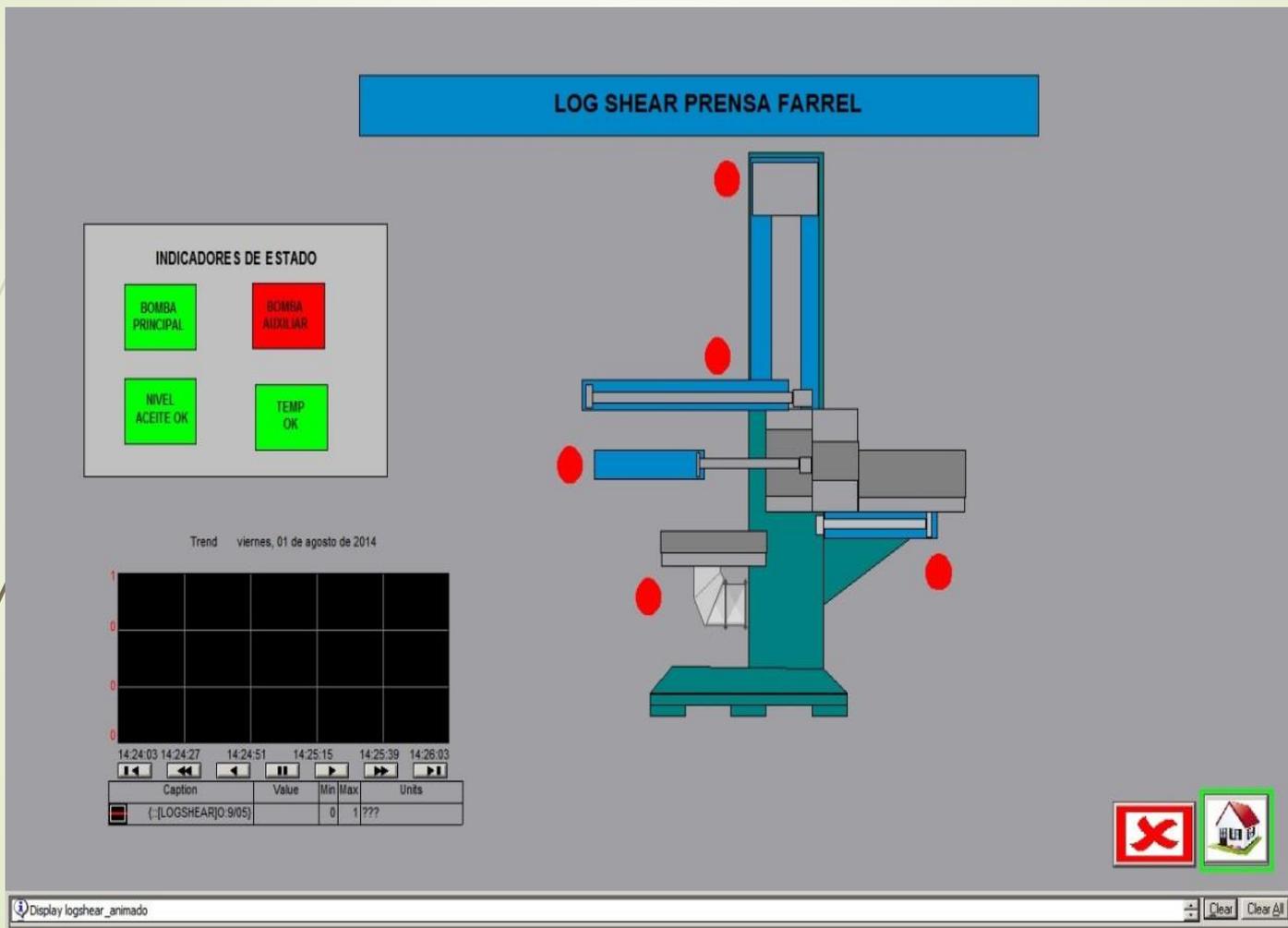
6. Valores Instantáneos Prensa Farrel



7. Doble Puller Prensa Farrel



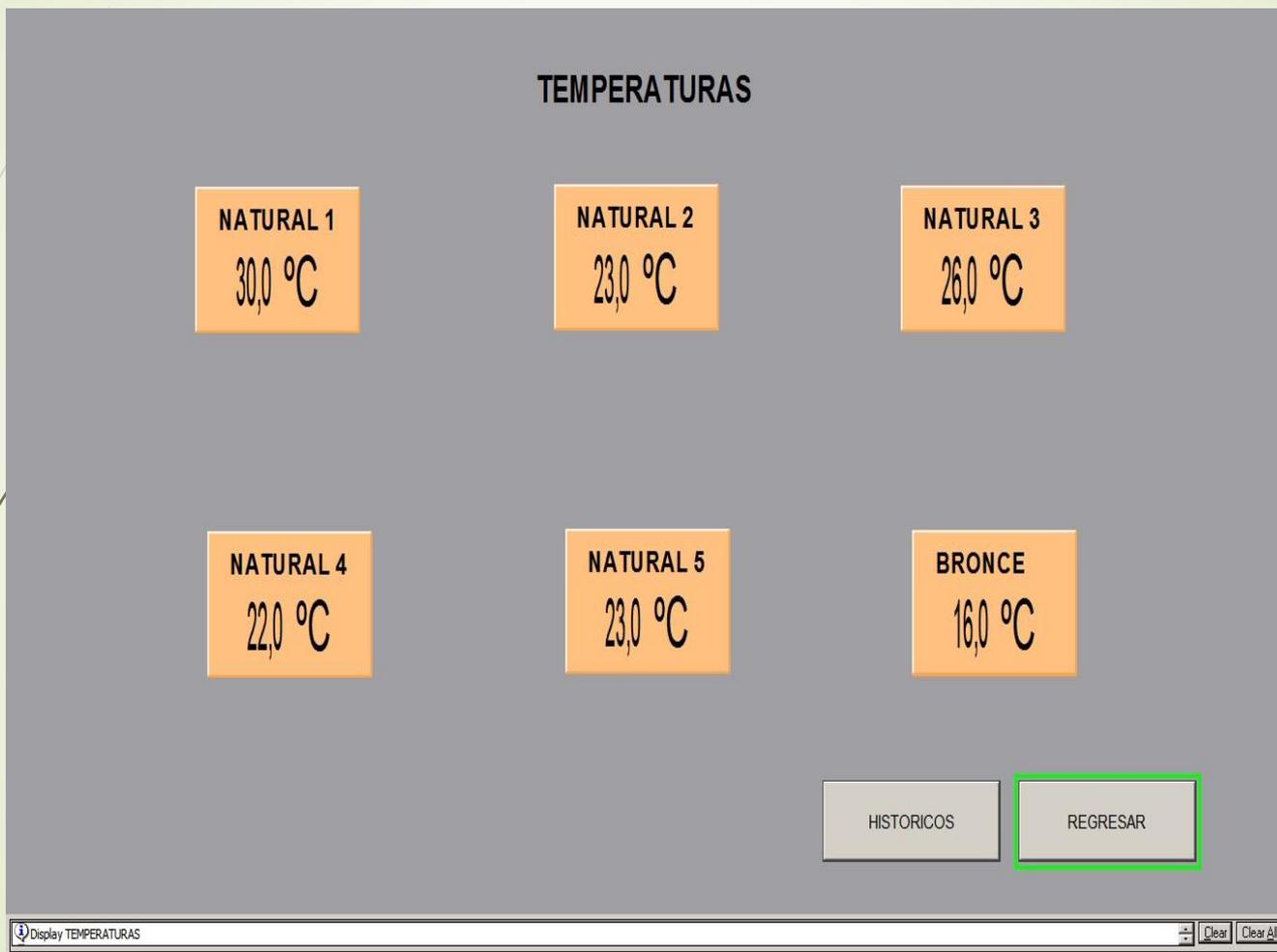
8. Log Shear Prensa Farrel



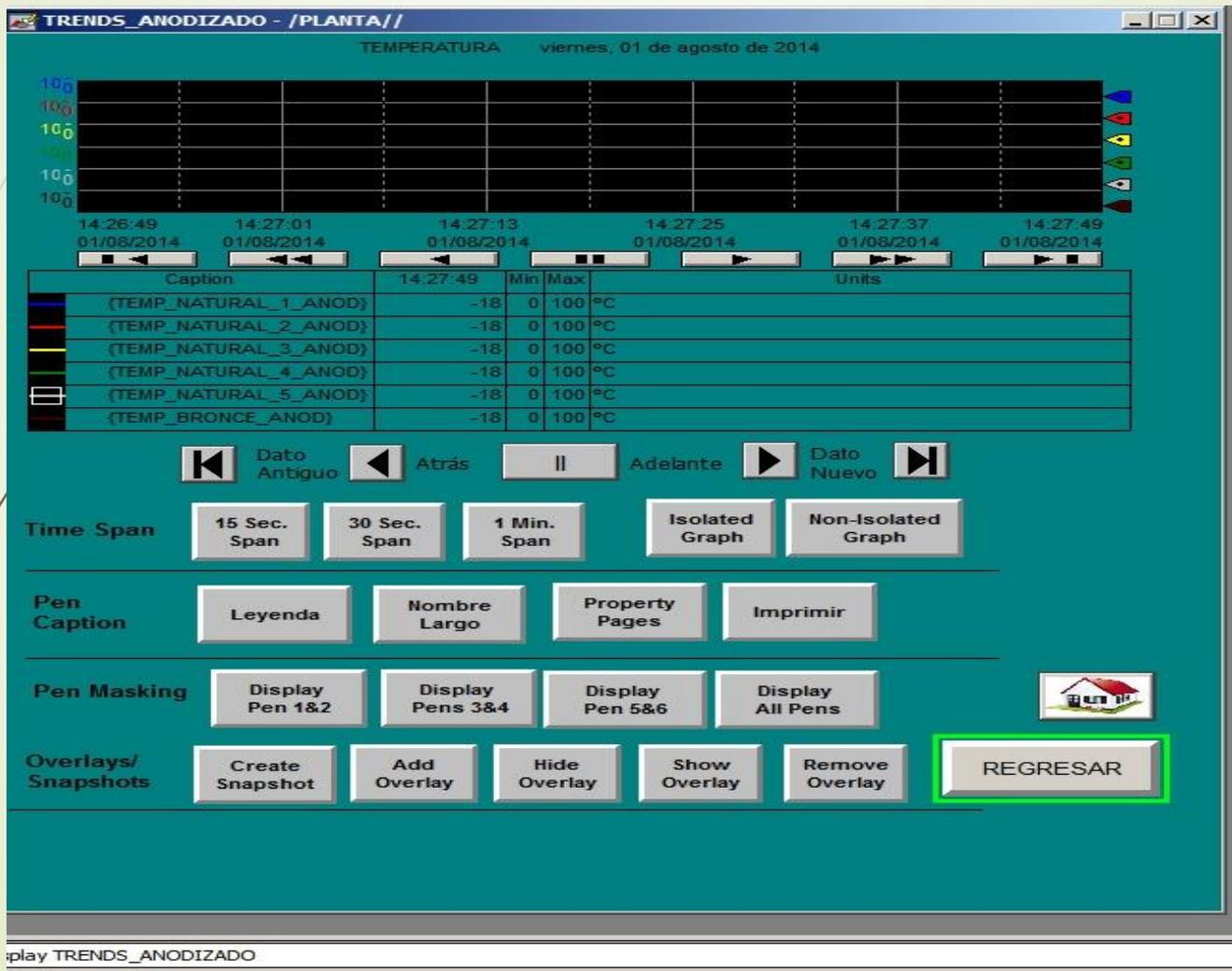
9. Pantalla Principal Anodizado



10. Temperaturas Naturales Anodizado



11. Históricos Temperaturas Anodizado



12. Tiempos Inmersión Naturales

TIEMPOS INMERSION

NATURAL 1

21,0 min

NATURAL 2

30,0 min

NATURAL 3

0,0 min

NATURAL 4

0,0 min

NATURAL 5

0,0 min

BRONCE

0,0 min

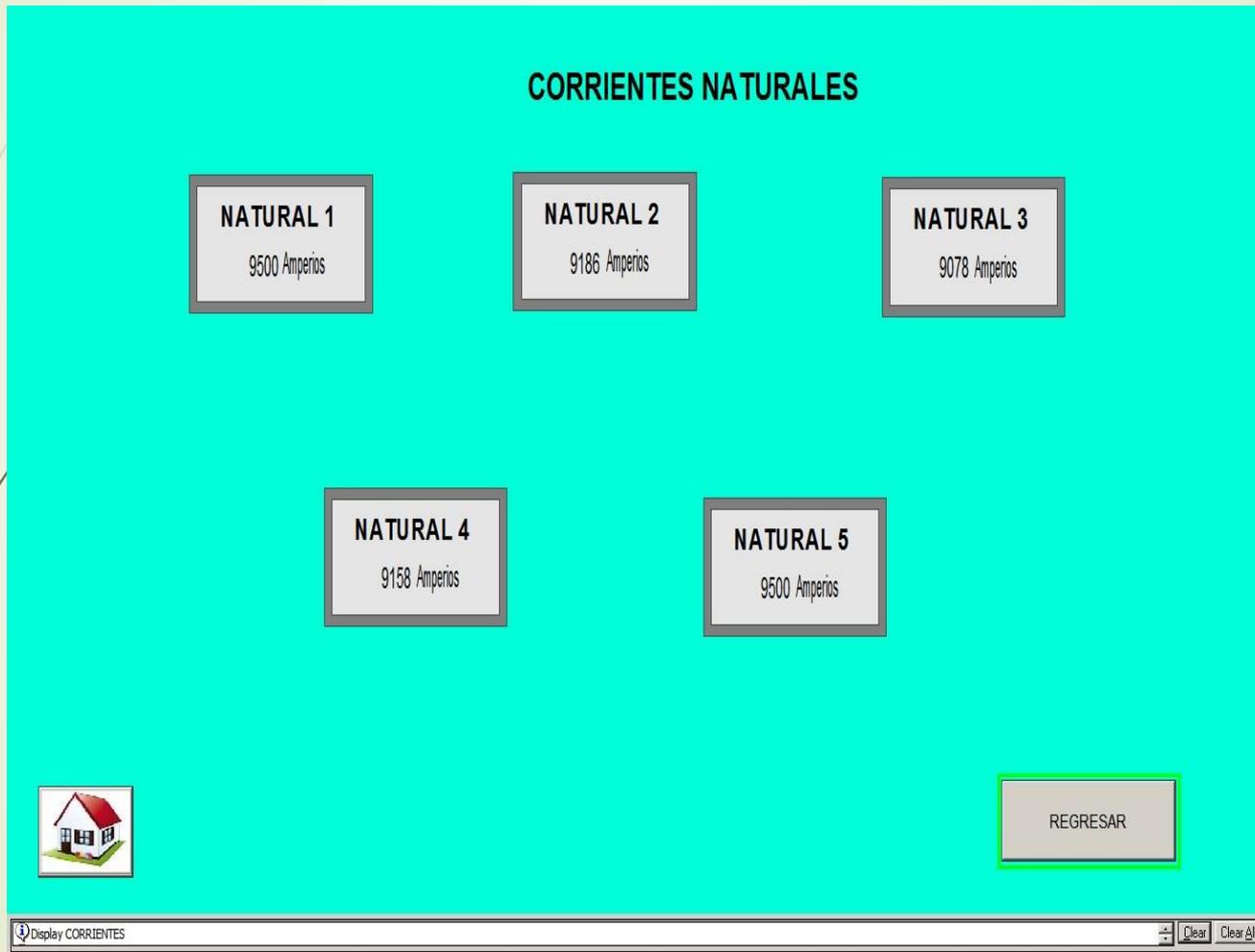
ANTERIOR



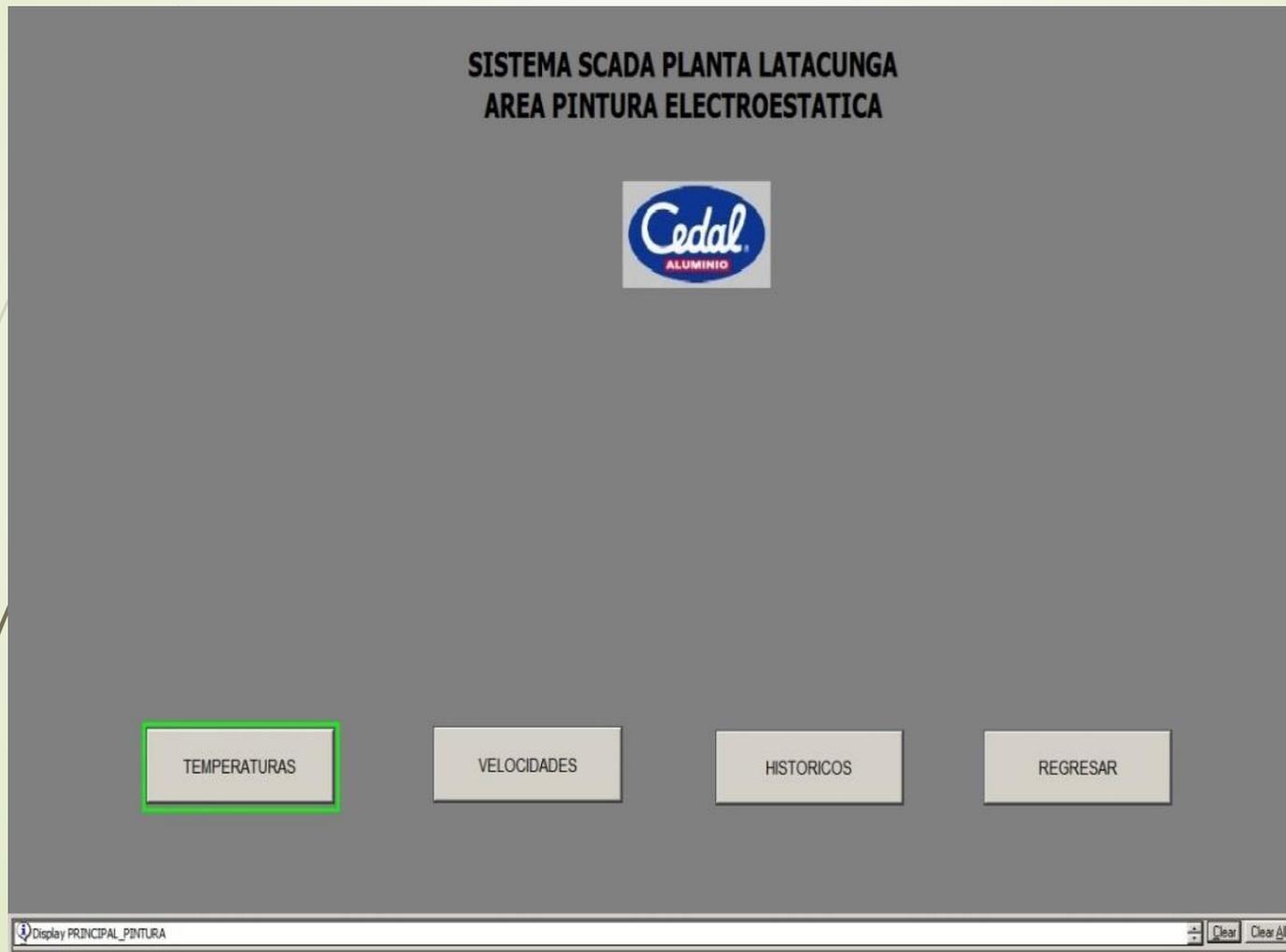
13. Voltaje Rectificadores Anodizado



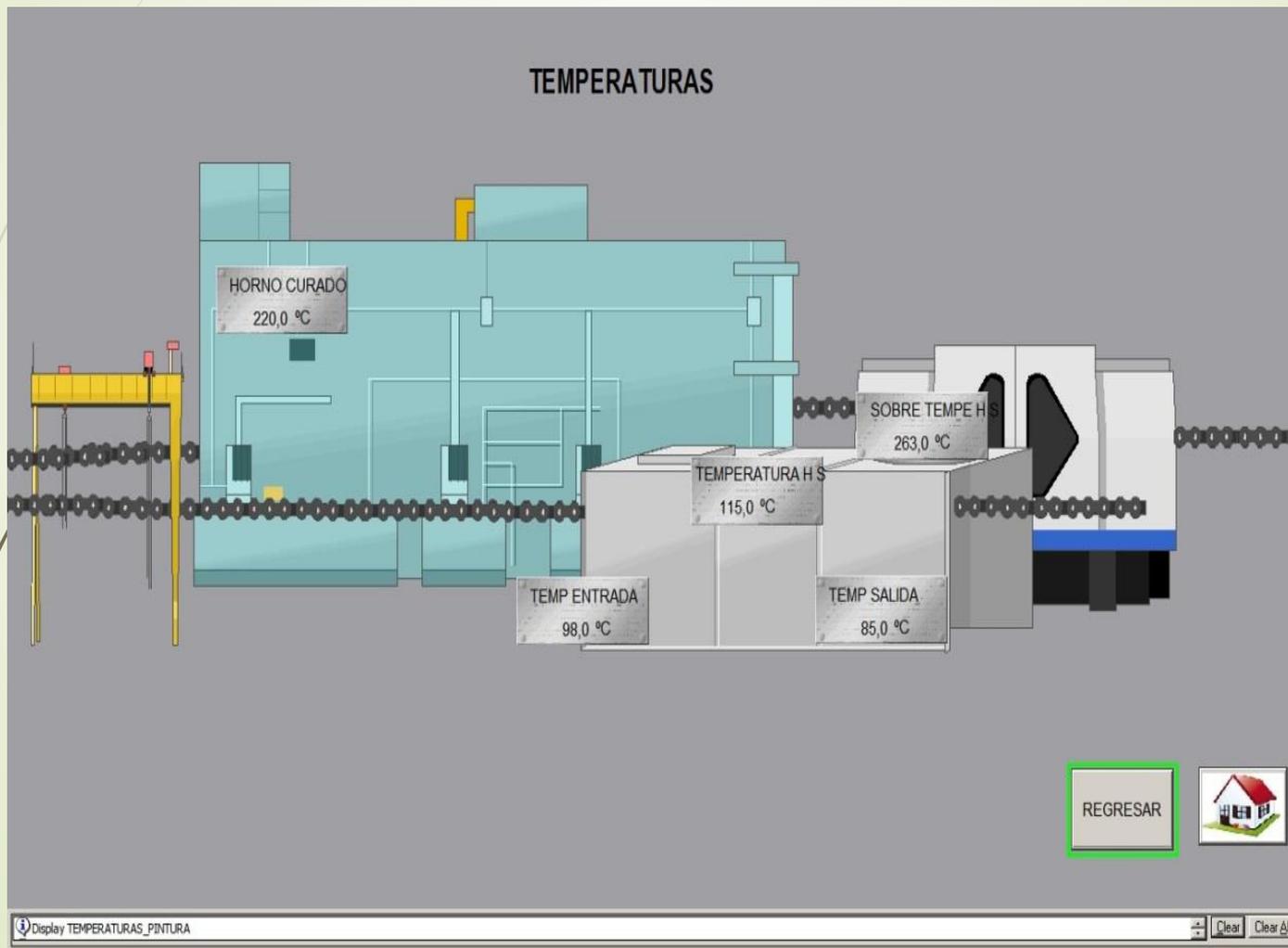
14. Corriente Naturales Rectificadores



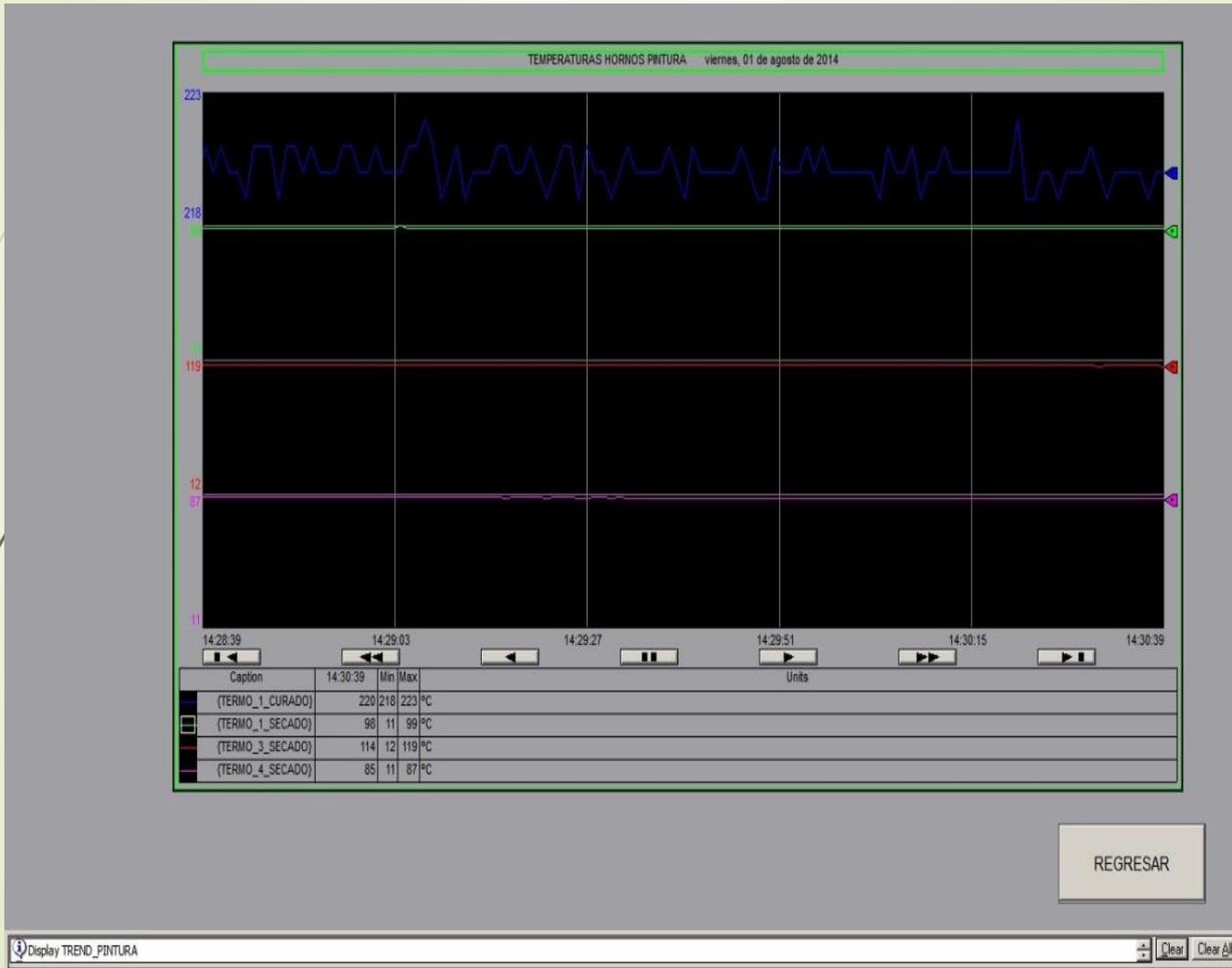
15. Área Pintura Electroestática



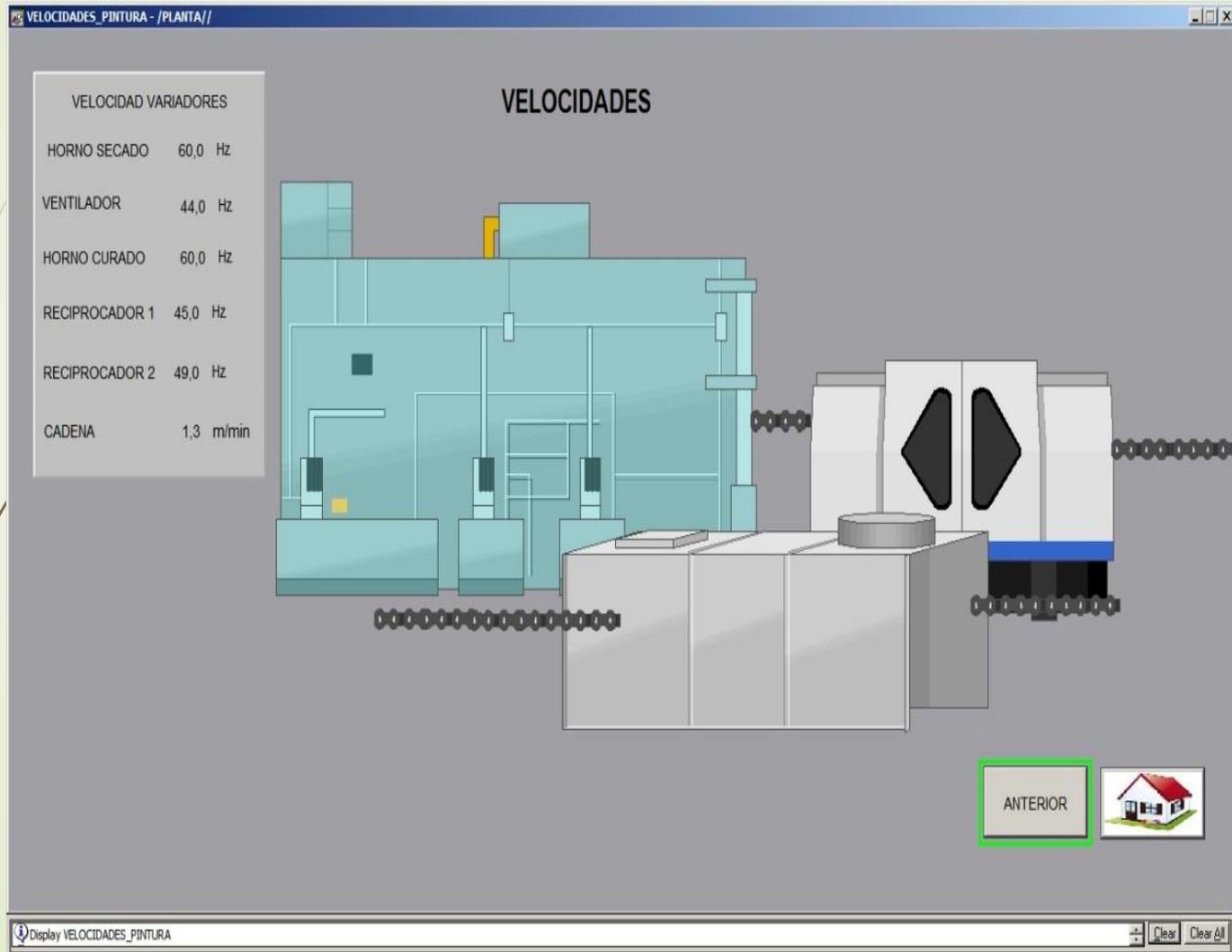
16. Temperaturas Pintura



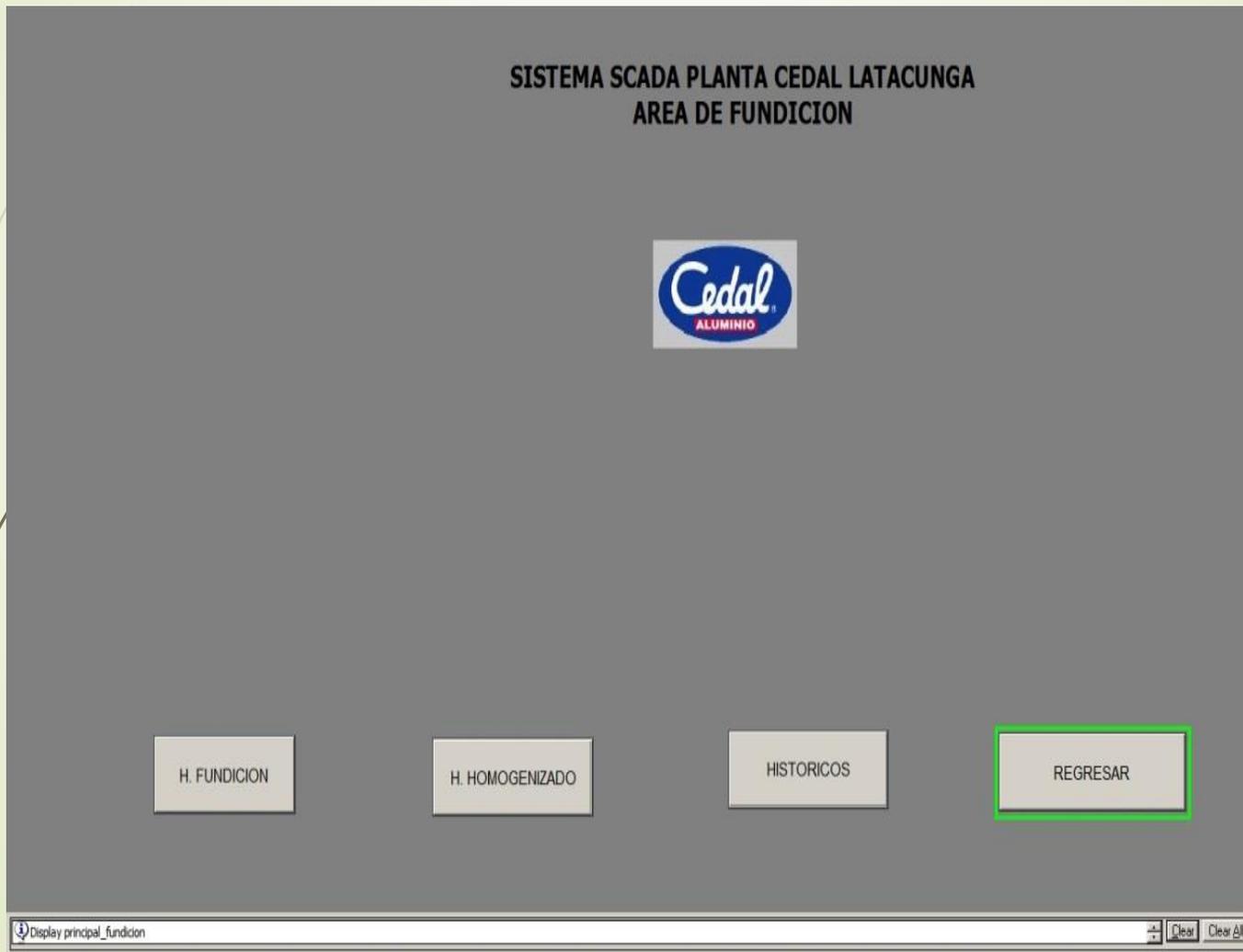
17. Históricos Temperatura Pintura



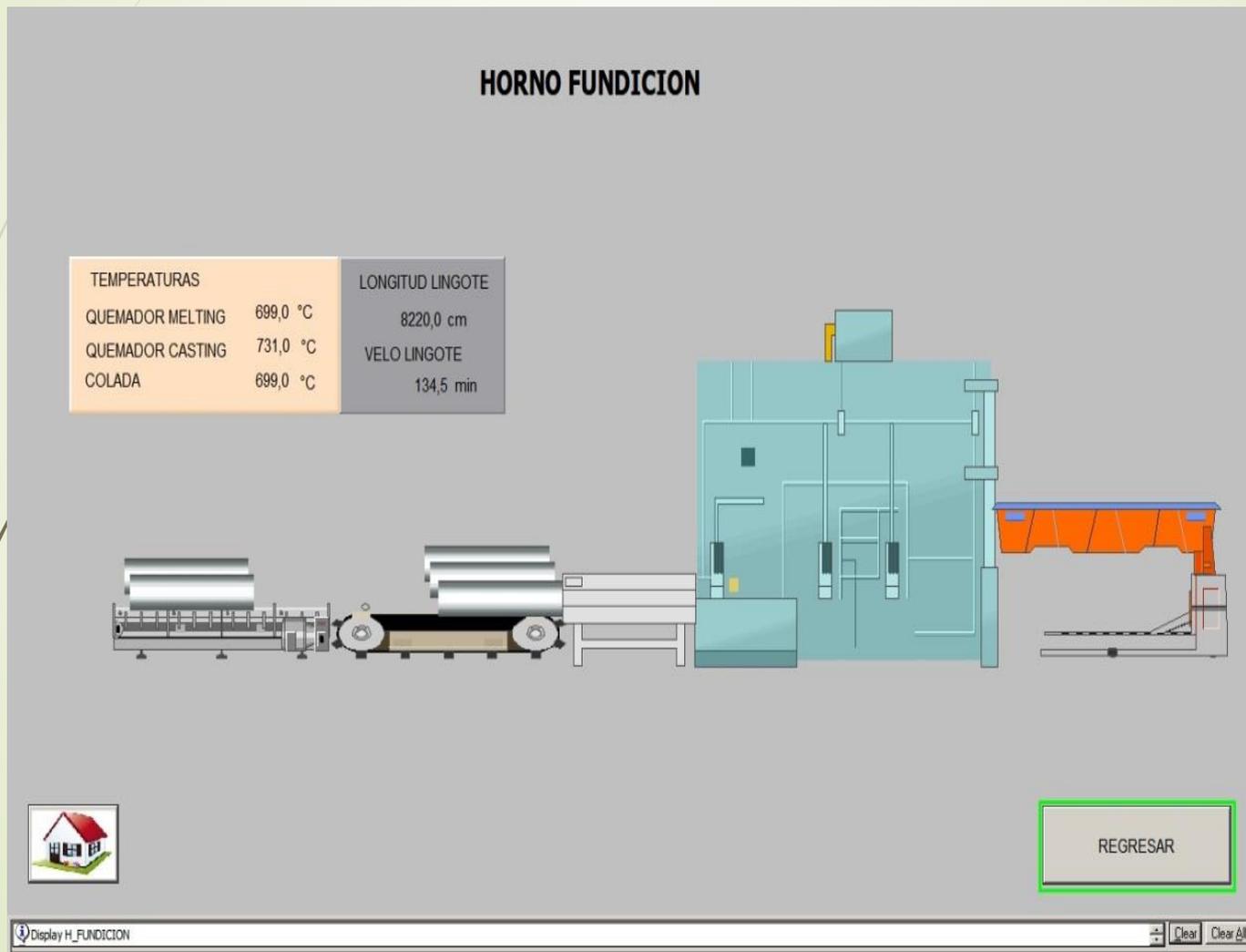
18. Monitoreo Velocidades Cadena



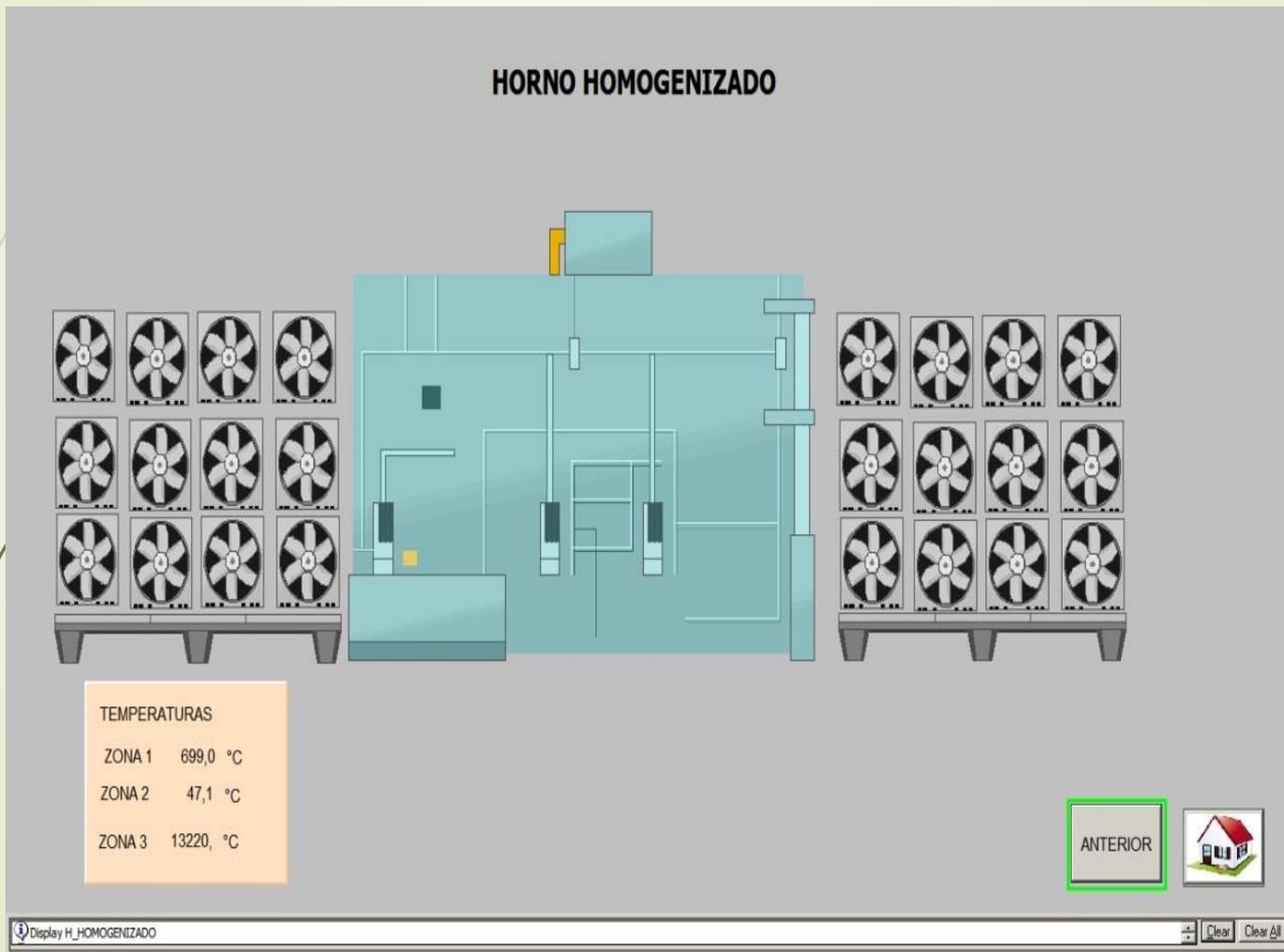
19. Área Fundición



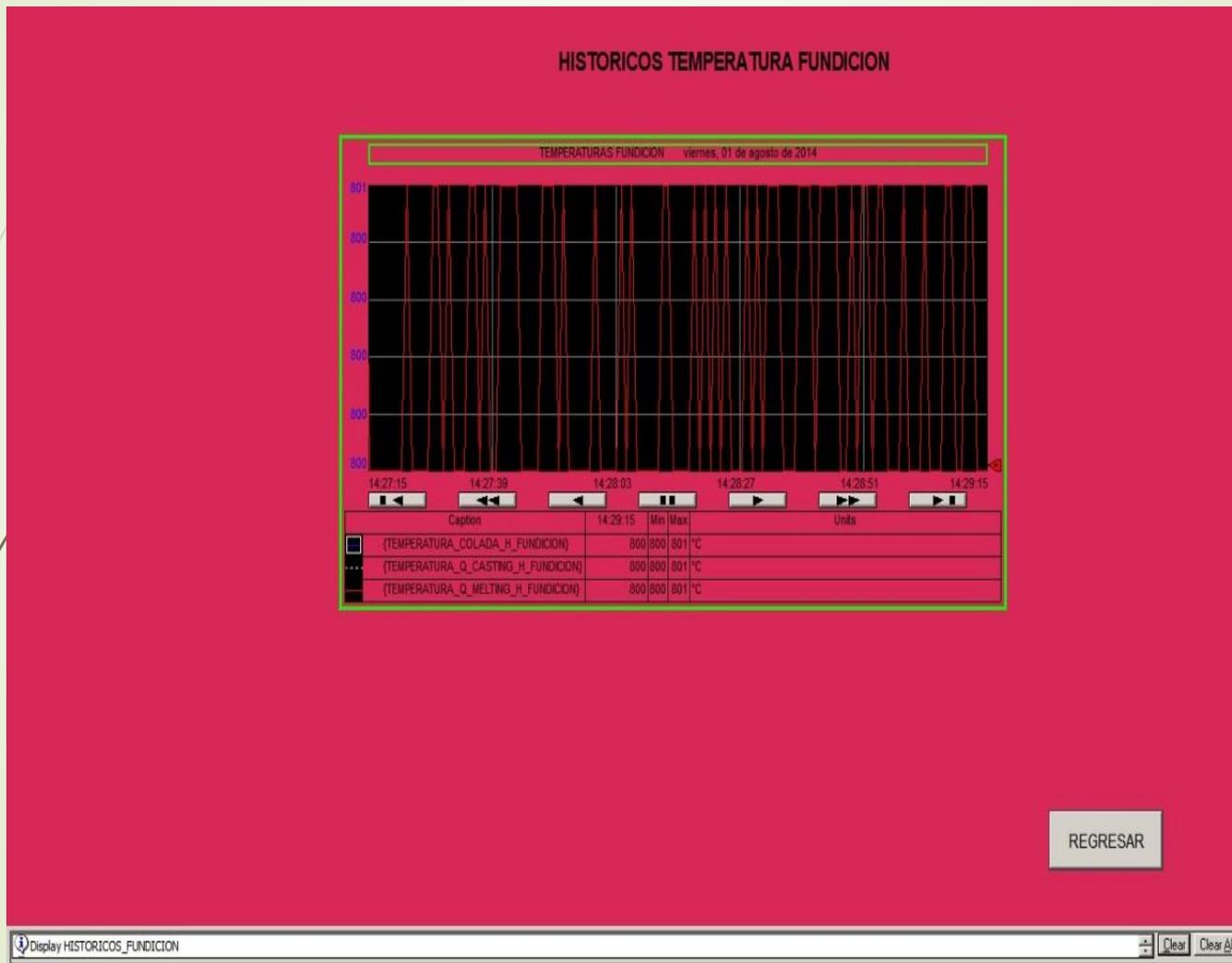
20. Variables Horno Fundición



21. Horno Homogenizado



22. Históricos Temperatura H. Fundición



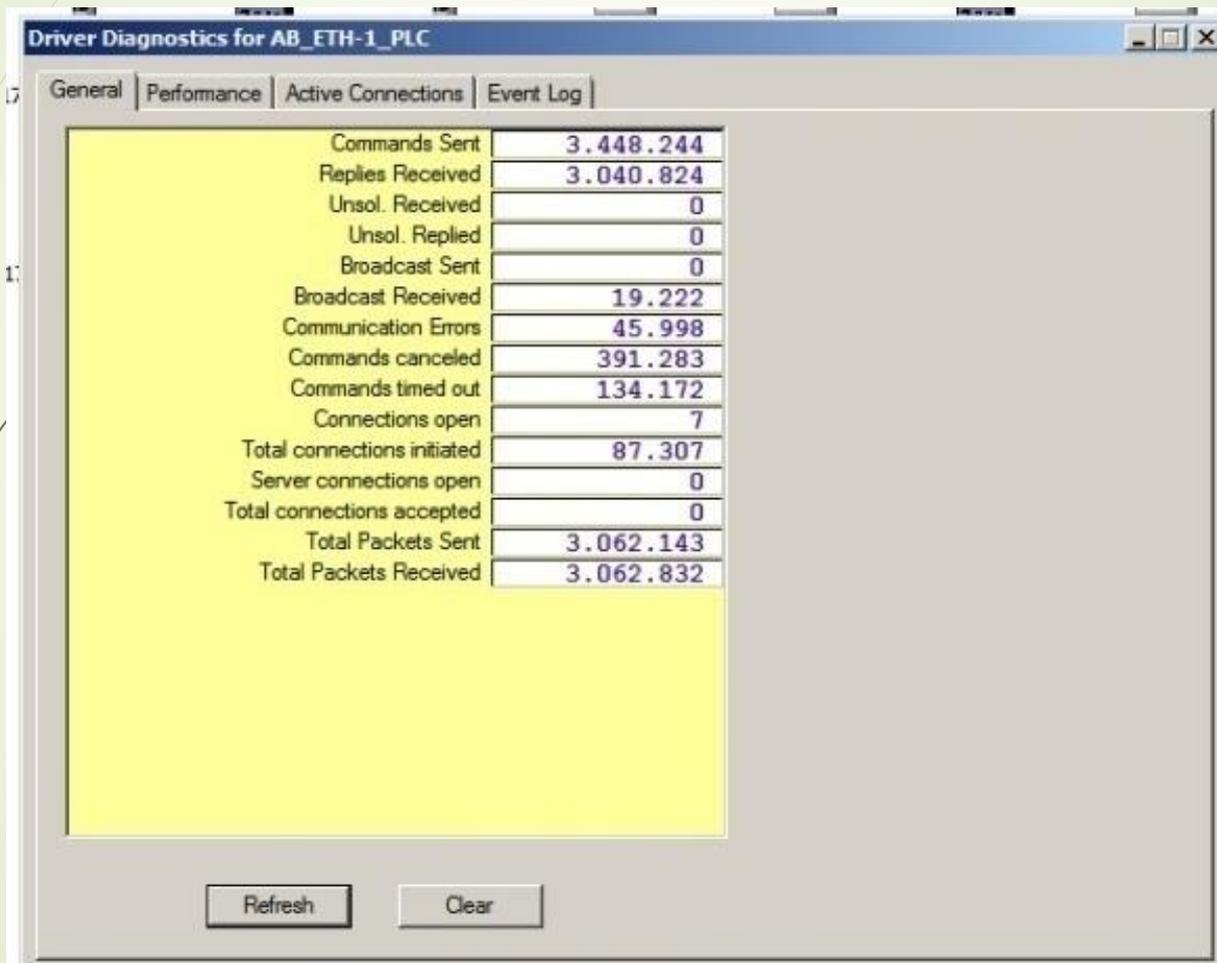
Implementación del sistema en la web



PRUEBAS EXPERIMENTALES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA SCADA.



The screenshot shows a window titled "Driver Diagnostics for AB_ETH-1_PLC" with tabs for "General", "Performance", "Active Connections", and "Event Log". The "Performance" tab is selected, displaying a table of communication statistics. The table has a yellow background and lists various metrics and their corresponding values.

Commands Sent	3.448.244
Replies Received	3.040.824
Unsol. Received	0
Unsol. Replied	0
Broadcast Sent	0
Broadcast Received	19.222
Communication Errors	45.998
Commands canceled	391.283
Commands timed out	134.172
Connections open	7
Total connections initiated	87.307
Server connections open	0
Total connections accepted	0
Total Packets Sent	3.062.143
Total Packets Received	3.062.832

At the bottom of the window, there are two buttons: "Refresh" and "Clear".



ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA HMI- SCADA.

- Al tener problemas de comunicación entre los dispositivos y el sistema por ser de distintos fabricantes se tuvo la necesidad de utilizar un OPC que permita la comunicación con estos dispositivos.
- Se estandarizó el sistema de comunicación entre los dispositivos y el servidor (Protocolo Ethernet Industrial) por lo que en varios de los dispositivos que tenían otro tipo de comunicación se tuvo que adicionar convertidores de comunicación para mantener el estándar.
- Al tener demasiados datos por el número de variables utilizados en el sistema se tuvo la necesidad de hacer una base de datos (SQL server) para poder tener un control de todas estas variables.
- Se tuvo la facilidad de instalar la base de datos adjunta al software utilizado en el sistema donde se almacenan los históricos que se generan por el sistema SCADA.



Validación de la Hipótesis.

- La hipótesis propuesta en el anteproyecto fue:
- ¿El diseño y la implementación del sistema SCADA mediante la plataforma FactoryTalk en la planta Industrial de CEDAL S.A. en Latacunga permitirán adquirir, monitorear y registrar las variables de los procesos de la planta?
- Una vez realizada la implementación del sistema y en base al cumplimiento de los objetivos propuestos se verifica el cumplimiento de la hipótesis.
- El sistema permite la verificación y monitoreo de las variables de control de los procesos que se realizan en la planta así como el registro de estas en una base de datos lo que nos ayuda con información válida para el tratamiento de estas variables con el fin de tener mayor control de los procesos de la planta, además de poder monitorear el sistema remotamente desde cualquier lugar sin necesidad de estar en la planta.
- Por lo tanto la hipótesis fue validada.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES:

- ▶ Se ha cumplido con los objetivos de este proyecto y se pudo establecer una base tecnológica a nivel de hardware y software que permitirá en el futuro no solo llevar a efecto los alcances dados sino también realizar un mejoramiento del sistema creado y de algunos controles de posible ejecución que fueron determinadas en el transcurso de la realización de este proyecto de tesis.
- ▶ Se ha diseñado e implementado el sistema SCADA en la planta, utilizando el software RSlogix 500 para la programación de los PLC, el software FactoryTalk Studio para la creación de los HMI, selección de tags, pantallas de visualización, trends, y el FactoryTalk Historian para la generación de históricos, además se utilizaron los siguientes servidores de OPC: RSLinx y KEPServer cumpliendo de esta manera el objetivo propuesto conforme a los lineamientos planteados.



- Se ha implementado un sistema de comunicación por medio de una red Ethernet donde se interactúa con todos los PLC y el computador que trabaja como concentrador y servidor de todo el sistema.
- Para el diseño de la red industrial del sistema SCADA se utilizó el protocolo Ethernet sin un servidor DHCP ni DNS, únicamente habilitando una IP estática para todos los componentes con el fin de estandarizar la conexión y diferenciarlos de los computadores de la red corporativa al no tener segmentación de redes.
- En el sistema SCADA se necesita que la adquisición sea en tiempo real en orden de los milisegundos para mantener los datos con una variación muy pequeña.



- Es necesario que la red de comunicación para el sistema Scada debe ser independiente de la red de empresa para que se mantenga la velocidad de adquisición de datos y que no exista interferencia entre redes.
- El software FactoryTalk de Rockwell Automation es muy amigable con el usuario final, pero muy complejo en su instalación, configuración, diseño y programación, por lo que se debe tener en cuenta con este software tener una capacitación previa antes de realizar un proyecto de este nivel.
- Tener muy en cuenta la redirección de las licencias ya que es un software propietario, y esta licencias tienen muchas restricciones al no estar activadas correctamente, o al sufrir algún daño el dispositivo donde están almacenadas.



- ▶ En un sistema SCADA es más factible utilizar un software y hardware de un mismo fabricante porque permite la integración de todos los componentes y como son software y hardware dedicado la comunicación e interoperabilidad es más rápida
- ▶ Si bien este sistema está realizado íntegramente para el monitoreo y generación de históricos para control en el Área de mantenimiento puede ser utilizado para controlar de forma remota a los procesos de la planta
- ▶ La implementación de este sistema fue necesario ya que el costo de la implementación está siendo compensado con la facilidad que se tiene para el monitoreo de las variables utilizadas, además de dar soporte al Área de Mantenimiento para realizar acciones correctivas y preventivas en los equipos previniendo y ayudando a disminuir las paras de los procesos.



RECOMENDACIONES:

- ▶ Al asignar los tags en el sistema se debe poner nombres que tengan una relación con los nombres de las variables del PLC para que sean fáciles de identificar ante cualquier inconveniente.
- ▶ Es preferible realizar y almacenar todos los cálculos necesarios en los PLC, para tener la factibilidad de que en el HMI solo realizar la asignación de variables de no ser factible; utilizar tags derivadas para los cálculos.
- ▶ Determinar la memoria libre que se tiene en los PLC que se encuentran conectados al sistema SCADA para no tener problemas de comunicación, velocidad de enlace y no afectar en si al proceso que se está controlando.
- ▶ Capacitar adecuadamente al personal que se encuentra a cargo del Sistema SCADA para que haya una correcta utilización del sistema tanto en su monitoreo, aplicación y mantenimiento.





- Realizar la segmentación de la red industrial de los PLC de la red corporativa de la empresa, para proteger la información de monitoreo de los PLC y que no exista alguna comunicación externa que produzca algún problema.
- Capacitar adecuadamente al personal que se encuentra a cargo del Sistema SCADA para que haya una correcta utilización del sistema tanto en su monitoreo, aplicación y mantenimiento.
- Entender el funcionamiento, características, alcances y limitaciones de todos los dispositivos utilizados en el sistema antes de realizar una ampliación o mantenimiento.
- Antes de realizar un sistema de este nivel se debe tener en cuenta escoger y recolectar los datos esenciales, para tener una optimización del sistema y reducir el tráfico de la red.

