

**AUTOMATIZACION DE UN PROCESO DE COCCION EN UNA PLANTA  
AVICOLA DE HARINAS**

**YOLANDA CARREÑO GOMEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

**AUTOMATIZACION DE UN PROCESO DE COCCION EN UNA PLANTA  
AVICOLA DE HARINAS**

**Autor:**

**YOLANDA CARREÑO GOMEZ**

**Proyecto de grado para optar el titulo de  
Ingeniero Mecatrónico**

**Director**

**ING. EDUARDO CALDERON PORRAS**

**Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bucaramanga, Marzo 12 de 2009.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres HONORIO y NORA, porque gracias a su amor, apoyo y comprensión he logrado salir adelante en las dificultades de la vida. A mis hermanos Nolberto y Olga porque estuvieron conmigo, tal vez no presentes pero si en mi corazón y ellos al igual que mis padres han sido la fuerza que me ha mantenido firme en las etapas de mi vida. A Dios porque él lo merece todo, porque durante mi época de estudio él fue mi mejor profesor, mi mejor amigo y mi mejor padre.

Finalmente a mis amigos, estudiantes, profesores, al Dr. Alfonso Gómez, al Dr. Tiberio Gómez y al Dr. Ulises Cristancho que me han acompañado durante esta gran etapa de mi vida, "la universidad" quienes sin ningún interés me apoyaron durante estos años, en los que he crecido como persona y como profesional. A todos Muchísimas Gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

**EDUARDO CALDERON P.** Ingeniero de Sistemas, profesor de la universidad y director de este proyecto, por su colaboración y apoyo incondicional.

**CRISTIAN VILLAMIZAR.** Ingeniero Mecatrónico de la empresa SENSOMATIC Y CIA LTDA, por brindarme asesoría en la programación de PLC's y Sistemas SCADA.

**AVIDESA MAC POLLO.** Mantenimiento de la Planta de Alimentos y la Planta de Harinas por apoyarme con la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN .....	13
OBJETIVO GENERAL .....	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO .....	16
1.1 PROCESO DE COCCIÓN .....	16
1.1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO .....	17
1.1.2 SISTEMA DE COCCIÓN DE COOKER'S .....	18
1.2 INSTRUMENTACIÓN .....	20
1.2.1 SENSORES .....	20
1.2.1.1 SENSORES DE PRESION.....	22
1.2.1.2 SENSORES DE TEMPERATURA .....	24
1.2.2 VÁLVULAS .....	28
1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S).....	31
1.3.1 CLASIFICACIÓN.....	33
1.3.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES .....	34
1.3.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN .....	34
1.3.4 APLICACIONES INDUSTRIALES.....	37
1.4 SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN SCADA .....	38
1.4.1 PRESTACIONES .....	39

1.4.2 REQUISITOS.....	40
CAPITULO 2. DISEÑO GENERAL .....	41
2.1 METODOLOGÍA DEL DISEÑO MECATRÓNICO.....	41
2.2 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS DE LOS EQUIPOS .....	43
2.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS .....	45
2.3.1 INSTRUMENTACIÓN .....	45
2.3.2 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE .....	47
2.3.3 SISTEMAS SCADA.....	49
2.4 LISTA DE EQUIPOS.....	51
CAPITULO 3. DESARROLLO Y PRUEBAS .....	53
3.1 DESCRIPCION TECNICA .....	53
3.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.....	56
3.3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL .....	62
3.3.1 SOFTWARE PROGRAMADOR STEP 7 – Micro/Win.....	62
3.3.2 PROGRAMACIÓN DEL PLC .....	64
3.4 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTRUMENTACIÓN .....	70
3.4.1 SENSOR DE PRESION .....	70
3.4.2 SENSOR DE TEMPERATURA.....	71
3.5 DISEÑO DEL SISTEMA SCADA .....	72
3.6 PRUEBAS.....	74

3.6.1 INICIO DEL RUNTIME Y REGISTRO DE LA BASE DE DATOS.....	74
3.6.2 IMPRESIÓN DE FORMULARIOS.....	80
CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
4.1 CONCLUSIONES .....	82
4.2 RESULTADOS.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	
87	



## LISTA DE FIGURAS

	<b>PAG.</b>
Figura 1. Cocedor Continuo	18
Figura 2. Cocedor de Pescado por Lotes	19
Figura 3. Cocedor de pulpas con molino triturador	20
Figura 4. Sensores/ transmisores.	21
Figura 5. Manómetro en <i>U</i> .	23
Figura 6. Distintas formas de los tubos de Bourdon.	24
Figura 7. Actuador de una válvula de control.	30
Figura 8. PLC's Allen Bradley.	31
Figura 9. CPU de PLC S7-200.	32
Figura 10. Lenguaje LADDER	35
Figura 11. Lenguaje AWL	36
Figura 12. Lenguaje SFC.	36
Figura 13. Lenguaje FUP.	37
Figura 14. Configuración típica red SCADA.	38
Figura 15. Metodología del Diseño Mecatrónico.	41
Figura 16. Diseño Mecatrónico.	42
Figura 17. Transmisor de presión SITRANS P, serie Z .	46
Figura 18. Transmisor de Temperatura SITRANS TH200.	47
Figura 19. PLC S7-200 Seleccionado.	48
Figura 20. Visualización del SCADA.	53
Figura 21. Esquema de Funcionamiento.	56
Figura 22. Curva del Proceso de Cocción	59
Figura 23. Diagrama de flujo	60
Figura 24. STEP 7 Micro/Win	61
Figura 25. Modulo de Expansión Ethernet CP 243-1	64

Figura 26. Programa.	64
Figura 27. Esquema de Conexión del Sensor SITRANS P.	70
Figura 28. Diagrama de Función del SITRANS P.	71
Figura 29. Esquema de Conexión del Sensor SITRANS TH200.	71
Figura 30. Diagrama de Función del SITRANS TH200.	72
Figura 31. Escritorio WinCC Flexible.	73
Figura 32. Conexiones WinCC Flexible.	73
Figura 33. Variables del Sistema SCADA.	74
Figura 34. Inicio del Runtime.	75
Figura 35. SCADA cooker 1.	75
Figura 36. SCADA cooker 2.	76
Figura 37. SCADA cooker 3.	76
Figura 38. SCADA cooker 4.	77
Figura 39. Simulación de variables en el RUNTIME.	77
Figura 40. Dirección Base de datos.	78
Figura 41. Formulario	80

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	<b>PAG.</b>
Fotografía 1. Tablero de Control	54
Fotografía 2. Instrumentación de Presión.	55
Fotografía 3. Instrumentación de Temperatura.	55
Fotografía 4. Ubicación del SCADA en la planta.	57
Fotografía 5. Cooker's	58

## LISTA DE TABLAS

	<b>PAG.</b>
Tabla 1. Clasificación de sensores de temperatura	25
Tabla 2. Selección Equipos de Medidores de Presión.	45
Tabla 3. Selección Equipos de Medidores de Temperatura.	46
Tabla 4. Selección de PLC.	48
Tabla 5. Listado de Equipos	52
Tabla 6. Registro Base de datos del cooker 1.	78
Tabla 7. Registro Base de datos del cooker 2.	79

## INTRODUCCIÓN

Hace cincuenta años la producción avícola en el país era apenas una industria naciente, se consideraba una actividad marginal y complementaria con una escasa tecnificación de procesos. La gran parte de la carne de pollo, gallina y los huevos consumidos en el país eran producidos en los solares de las fincas familiares.

A comienzos de 1969 se constituyeron algunas industrias avícolas, en ese momento la tecnología era casi nula y el tema de subproductos o residuos era un problema de basura y contaminación.

Actualmente los residuos de las plantas de beneficio ya no son un problema sino un alimento excelente en proteínas ya que sirve como complemento vitamínico para aves y peces.

Dentro del contexto nacional la producción avícola santandereana tienen alta demanda en regiones de la Zona Centro (Bogotá, Cundinamarca, Huila, Boyacá, Tolima y Meta), de igual manera, la industria avícola del Departamento, genera aproximadamente 40.800 empleos directos y 78.000 indirectos. De igual manera, el gremio agrupa de manera formal a un total de 60 empresas, sin desconocer la existencia de pequeños avicultores, destacándose por su magnitud e importancia, dos empresas pioneras en la región: Incubadora de Santander S.A. y Avidesa McPollo.

La noción de la información de inventarios y consumos de materia prima en el sector industrial, es de gran importancia para lograr una buena administración y control en lo referente al manejo de los insumos de la planta.

En el estudio de las ciencias, es necesario hacer uso de los conocimientos teóricos en aplicaciones específicas; se parte entonces de las necesidades de una empresa reconocida a nivel nacional; la cual solicita automatizar un proceso industrial de cocción de harinas para aumentar la productividad de la planta, aumentar la calidad de producción, disminuir pérdidas de tiempos en el proceso y equilibrar el uso racional de la energía.

Se ve entonces la necesidad de crear un sistema de dispositivos que sirvan a la industria para mejorar y controlar con mayor precisión sus procesos de producción, es ahí donde se logra identificar el valor agregado que presenta realizar un proyecto de tesis aplicado a la industria de forma inmediata. Una vez realizado el planteamiento del problema se da comienzo a la elaboración de este proyecto, donde se partirá de las referencias aportadas por la empresa contratante y los requerimientos de esta, obteniendo así los datos necesarios para diseñar y/o seleccionar el sistema más adecuado para la obtención de la información necesaria para la solución de dicho problema.

La segunda fase de este proyecto es la construcción y puesta en marcha del sistema mencionado. Y finalmente a través del sistema mecatrónico planteado se espera tener control sobre las variables fundamentales en el suministro de insumos, optimizando su producción.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema de automatización de un proceso de cocción en una planta avícola de harinas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Diseñar y construir un sistema automático de control en un PLC S7-200 para controlar la temperatura y la presión en el proceso de cocción de subproductos avícolas.
- ✓ Diseñar la visualización del proceso de cocción a través de un sistema SCADA con el fin de ser manejado por el operario.
- ✓ Crear una base de datos a través de ficheros para adquirir historiales durante el proceso.
- ✓ Analizar el proceso por fechas a través de la impresión de formularios llamados desde la base de datos por WinCC Flexible para efectos de análisis.

## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO**

El departamento de Santander, es considerado en el plano nacional como una de las regiones donde más se ha desarrollado la industria avícola, y su permanencia en el mercado tanto interno como externo ha estado rodeado de una serie de limitaciones, producto de la alta dependencia que se tiene del sector externo en el proceso de adquisición de las materias primas para la actividad y la fuerte competencia de otros países en el mercado internacional.

Las plantas de producción avícola integran una línea de procesos para sacar al mercado productos alimenticios de esta actividad, en el caso de Avidesa Mac Pollo cuenta con granjas para la producción de huevos los cuales son transportados a las incubadoras donde nacen los pollos, nuevamente estos son transportados a granjas para llevarse a cabo su crecimiento y después de cierta edad los pollos son seleccionados previamente para transportarlos a la planta de beneficio donde son sometidos al proceso de sacrificio, en este proceso es donde quedan más subproductos como son las plumas, la sangre y las vísceras, estos subproductos no se pierden y se transportan a la planta de harinas. De la planta de beneficio seleccionan ciertas cantidades de productos para llevarlos a la planta de frigoandes donde se produce carnes frías, de allí salen otros sobrantes que son los huesos y estos son aprovechados en la producción de harinas avícolas.

### **1.1 PROCESO DE COCCIÓN .**

Este proceso consiste básicamente en el aprovechamiento de subproductos avícolas ya que no se desperdicia nada del pollo, con el fin de producir harinas que luego serán utilizadas como complemento vitamínico en alimentos perros y gatos.

Los subproductos son transportados de la planta de Beneficio a la planta de Harinas a través de volquetas, primero llega las plumas y la sangre en una



volqueta, este vehículo tiene interiormente un tanque de acero inoxidable en el cual se transporta la sangre de manera que durante el recorrido no se mezcle la pluma con la sangre. Después llega una segunda volqueta donde se transporta las vísceras. Por último se transporta de la planta de carnes frías y embutidos (Planta de Frigoandes) los huesos a través de camionetas. Estos subproductos son sometidos a un proceso de cocción, prensado, molienda y secado.

### **1.1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.**

El proceso de cocción se da inicio apenas lleguen los subproductos de la planta de beneficio y la planta de frigoandes. Estos subproductos son depositados en 2 tolvas; una tolva para plumas y otra tolva para víscera, la sangre se almacena en un tanque aparte y los huesos se depositan en canastas. Luego se hace el cargue de los cooker's (ver pág. 18) a través de unos transportadores sin fin por tiempo, el tiempo es de 2 minutos y medio. Dentro de la planta se encuentran 4 cooker's, 2 para plumas y 2 para víscera, después de cumplirse el tiempo de llenado del cooker de pluma se enciende una bomba con el fin de inyectar sangre durante 1 minuto y medio.

Para el caso del cooker de víscera después de los 2 minutos y medio se enciende una bomba de aceite que le inyecta al cooker durante 1 minuto y medio, después se adiciona 10 canastas de huesos (subproducto del proceso de carnes frías). Inmediatamente se cierran las bocas de cargue del cooker. Y se da inicio al proceso de cocción que consiste en: Abrir una válvula para subir la presión del cooker hasta alcanzar una presión deseada, luego se mantiene la presión durante un tiempo hasta que el operario de la orden de despresurizar el sistema. En este orden sigue la etapa final de cocción que consiste en enfriar el producto.

### 1.1.2 SISTEMA DE COCCION DE LOS COOKER'S.

Los cooker's también llamados cocedores industriales representan una función importante dentro de los procesos de cocción de alimentos balanceados. Un cooker consiste básicamente en un cuerpo cilíndrico horizontal con unas aspas internas que van quebrando la materia prima hasta convertirlo en polvo así como una camisa de vapor que por convección va secando hasta convertirse en harina. En el mercado existen diferentes tipos de cocedores industriales, a continuación se muestra algunos de ellos:

Figura 1. Cocedor Continuo



[http://www.ancoeaglin.com/product\\_pages/continuous\\_cooker\\_spanish.html](http://www.ancoeaglin.com/product_pages/continuous_cooker_spanish.html)

#### Especificaciones del material del cooker

- Tiene un material de aleación de acero tipo ASTM 516-70 para la coraza del recipiente de presión.
- Esta clase de acero tiene una fuerza de tensión máxima de 70000 PSI a 90000 PSI.
- El acero 516-70 brinda una mayor categoría de coraza de 150 PSI.

Construcción opcional en acero inoxidable.

Figura 2. Cocedor de Pescado por Lotes



[www.ancoeaglin.com/.../batch\\_fish\\_cooker.jpg](http://www.ancoeaglin.com/.../batch_fish_cooker.jpg)

Es una de las máquinas más importantes en una planta de harina de pescado, puede ser usado tanto como calentador a baja temperatura, o puede ser usado como calentador y cocedor, para así no necesitar un equipo de secado adicional.

Especificaciones del tipo de material.

- Tiene un material de aleación de acero tipo ASTM 516-70 para la coraza del recipiente de presión.
- Esta clase de acero tiene una fuerza de tensión máxima de 70000 PSI a 90000 PSI.
- El acero 516-70 brinda una mayor categoría de coraza de 125 PSI.

Figura 3. Cocedor de pulpas con molino triturador



<http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd/06-02.jpg>

### **1.2.1 INSTRUMENTACION.**

La instrumentación electrónica se aplica en el sensado y procesamiento de la información proveniente de variables físicas y químicas, a partir de las cuales realiza el monitoreo y control de procesos, empleando dispositivos y tecnologías electrónicas.

### **1.2.2 SENSORES**

Un elemento imprescindible para la toma de medidas es el sensor, pues se encarga de transformar la variación de la magnitud a medir en una señal eléctrica<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_electr%C3%B3nica#Sensores](http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_electr%C3%B3nica#Sensores)

Figura 4. Sensores/ transmisores.



<http://www.interflex.es/img/096b.jpg>

Los sensores se pueden clasificar en:

- Pasivos: necesitan un aporte de energía externa.
- Resistivos: transforman la variación de la magnitud a medir en una variación de su resistencia eléctrica. Un ejemplo puede ser un termistor, que sirve para medir temperaturas.
- Capacitivos: transforman la variación de la magnitud a medir en una variación de la capacidad de un condensador. Un ejemplo es un condensador con un material en el dieléctrico que cambie su conductividad ante la presencia de ciertas sustancias.
- Inductivos: transforman la variación de la magnitud a medir en una variación de la inductancia de una bobina. Un ejemplo puede ser una bobina con el núcleo móvil, que puede servir para medir desplazamientos.
- Activos: capaces de generar su propia energía. A veces también se les llama sensores generadores. Un ejemplo puede ser un transistor en el que la puerta se sustituye por una membrana permeable sólo a algunas sustancias (IsFET), que puede servir para medir concentraciones. Otros ejemplos son: termopar, fotorresistencia, fotodiodo, fototransistor, condensador de placas móviles, etc.

### 1.2.2.1 SENSORES DE PRESION

La medida de presiones en líquidos o gases es una de las más frecuentes, particularmente en control de procesos. La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada. Cuanto mayor sea la fuerza que actúa sobre una superficie dada, mayor será la presión, y cuanto menor sea la superficie para una fuerza dada, mayor será entonces la presión resultante.<sup>2</sup>

En los manómetros de columna líquido, como el tubo en  $U$  de la figura 5, el resultado de la comparación de la presión a medir y una presión de referencia, si se desprecian efectos secundarios, es una diferencia de nivel de líquido  $h$ ,

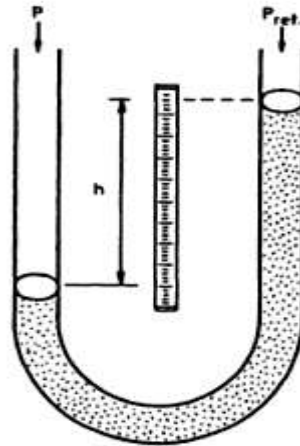
$$h = \frac{P - P_{ref}}{\rho g}$$

Donde  $\rho$  es la densidad del líquido y  $g$  la aceleración de la gravedad. Un sensor de nivel (fotoeléctrico, flotador, etc.) permite entonces obtener una señal eléctrica. Al aplicar una presión a un elemento elástico, este se deforma hasta el punto en que las tensiones internas igualan la presión aplicada. Según sean el material y la geometría empleados, el desplazamiento o deformación resultantes son más o menos amplios, pudiéndose aplicar luego unos u otros sensores. Los dispositivos utilizados derivan bien el tubo Bourdon, bien del diafragma empotrado o sujeto por sus bordes.

---

<sup>2</sup> <http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml#presion>

Figura 5. Manómetro en U. el líquido debe ser compatible con el fluido cuya presión se desea medir, y el tubo debe soportar los esfuerzos mecánicos a que queda sometido.



Pallás Areny, R.; "Sensores y acondicionadores de señal". 3ª ed. Marcombo, Barcelona 2000.

El tubo Bourdon desarrollado por Eugene Bourdon en 1849, consiste en un tubo metálico de sección transversal no circular, obtenido a base de aplanar un tubo de sección circular, que tiende a recuperar dicha forma cuando se aplica una diferencia de presión entre el interior y el exterior. Si se ciega el tubo por un extremo y se empotra rígidamente el otro, esta tiende a recuperar la sección transversal que provoca un desplazamiento del extremo libre (figura 6), aunque este desplazamiento no es lineal en todo su margen, sí lo es en márgenes pequeños.

Las configuraciones que ofrecen mayores desplazamientos tienen la contrapartida de una mayor longitud, lo que les confiere baja respuesta frecuencial. Para la obtención de una señal eléctrica se acude a diversos sensores de desplazamiento. Un diafragma es una placa circular flexible que consiste en una lámina empotrada que se deforma bajo la acción de la presión o diferencia de presiones a medir<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Pallás Areny, R.; "Sensores y acondicionadores de señal". 3ª ed. Marcombo, Barcelona 2000.

Figura 6. Distintas formas de los tubos de Bourdon.



Pallás Areny, R.; "Sensores y acondicionadores de señal". 3ª ed. Marcombo, Barcelona 2000.

### 1.2.2.2 SENSORES DE TEMPERATURA

Los sensores de temperatura se caracterizan por tener internamente un transductor, como su nombre lo dice es un dispositivo que convierte la variación de un valor óhmico de un sensor térmico en una señal proporcional de corriente. Este tipo de señal permite activar<sup>4</sup>:

- ✓ Instrumentos indicadores convencionales de bobina móvil
- ✓ Indicadores digitales de temperatura
- ✓ Registradores de temperatura
- ✓ Centros de control y procesamiento de datos.

Tabla 1. Clasificación de sensores de temperatura según la señal de salida

Magnitud Detectada	Transductor	Señal de Salida
TEMPERATURA	Termostatos	Todo-Nada
	Termopares	Analógica
	Termorresistencias PT100	Analógica
	Resistencias NTC	Analógica
	Resistencias PTC	Analógica
	Pirómetros	Analógica

Del Autor

<sup>4</sup> [http://www.loefler.com.br/Idioma/Espanhol/SPAN\\_TDT.htm](http://www.loefler.com.br/Idioma/Espanhol/SPAN_TDT.htm)



A continuación se describe los sensores de temperatura de uso industrial más comunes, económicos y fáciles de reemplazar que existen: Las termocuplas J y K junto con los Pt100.

### Termocupla

Una termocupla está constituida por dos alambres de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura. Las termocuplas J y K son físicamente muy rígidas y cubren un amplio rango de temperaturas (-180 a 1370 °C).

### PT100

Una Pt100 es un sensor de temperatura hecho con un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Una Pt100 es un tipo particular de RTD. (Dispositivo Termo Resistivo).

### Cuando no usar una termocupla

No es recomendable usar termocuplas cuando el lugar a medir y el instrumento están lejos (10 a 20 metros de distancia). El problema de las termocuplas es que suministran un voltaje muy bajo y susceptible a recibir interferencias eléctricas. Además para hacer la extensión se debe usar un cable compensado para el tipo específico de termocupla lo que aumenta el costo de la instalación.

Tampoco es recomendable usar termocuplas cuando es necesaria una lectura de temperatura muy precisa (décima de °C ) pues la compensación de cero requerida por las termocuplas introduce un error típicamente del orden de 0.5 °C.

Otro problema que puede ocurrir con las termocuplas es que alguna contaminación ú oxidación en los metales de la unión podría provocar una lectura errónea (hasta 4 ó 5 ° C) sin que se detecte la falla. Luego en algunos casos es conveniente verificar periódicamente la precisión de la lectura.

### Cuando usar una PT100

Por otra parte los Pt100 siendo levemente más costosos y mecánicamente no tán rígidas como las termocuplas, las superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas. (-100 a 200 °).

Los Pt100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la Pt100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.

Además la Pt100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión.

### Usar PT100 en:

- ✓ Medición de -100 a 200 °C con muy buena precisión y estabilidad.
- ✓ Industria de alimentos en general (envasado, pasteurizado, cocción, conservación, etc.).
- ✓ Circuitos de líquidos (Aguas de enfriamiento, aceites, etc.).
- ✓ Industria química (temperatura de reactivos).
- ✓ Cámaras de secado (textiles, alimentos, papel, etc.).

Usar termocuplas tipo J en:

- ✓ Mediciones de 0 a 700 °C
- ✓ Industria del plástico y goma (extrusión e inyección)
- ✓ Medición en tambores rotatorios con termocupla de contacto.
- ✓ Temperatura de motores (carcasa) con termocupla autoadhesiva.
- ✓ Procesos en general donde el sensor está sometido a vibración.

Usar termocupla tipo K en:

- ✓ Fundición de metales hasta 1300°C (no ferrosos).
- ✓ Hornos en general.
- ✓ Usar cuando hay que poner las termocuplas en vainas muy delgadas.
- ✓ Por ejemplo en agujas de una jeringa para tomar temperatura en el interior de una fruta<sup>5</sup>.

### **1.2.3 VALVULAS.**

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movible que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in<sup>2</sup> (140

---

<sup>5</sup> Nota Técnica 1, rev. a, <http://www.arian.cl>

Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

### Válvula de control

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

### Partes de la válvula de control

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

- ✓ Actuador: También llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuación. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente.

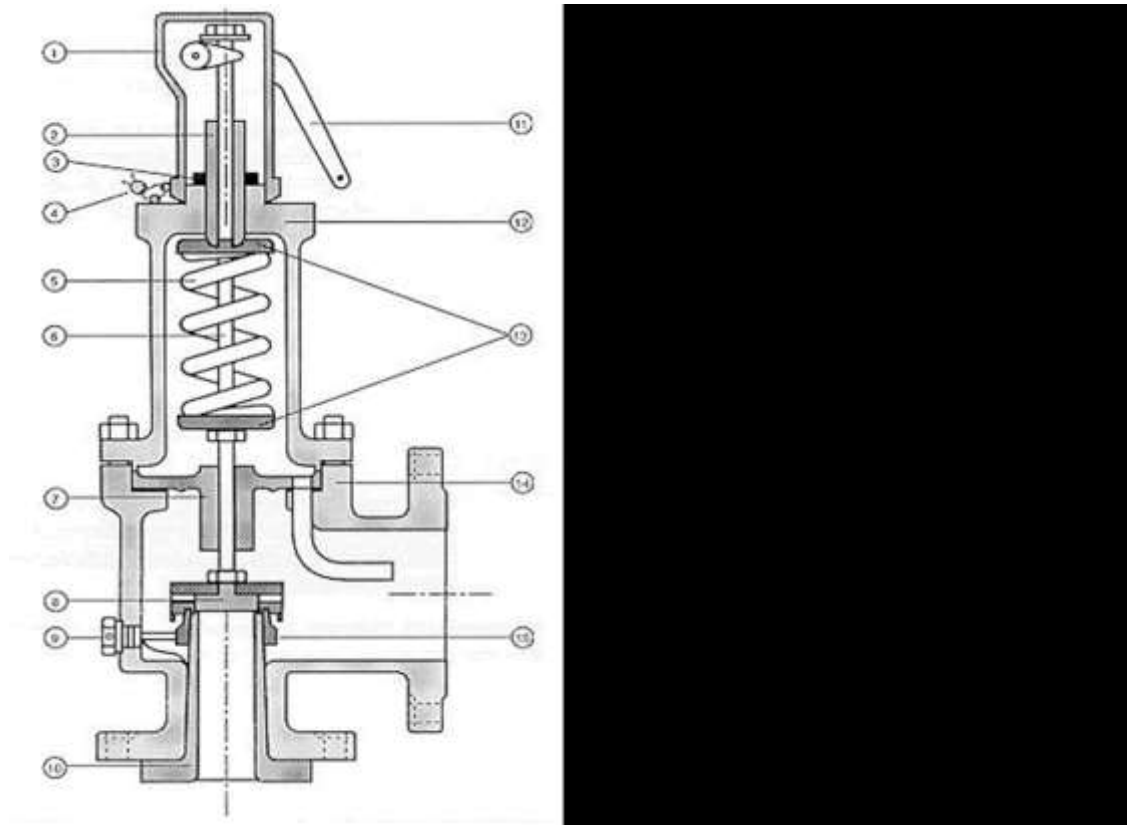
Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la figura 9. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago.

Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg<sup>2</sup> en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante

del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg<sup>2</sup>, produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.

- ✓ Cuerpo de la válvula: Este está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

Figura 7. Actuador de una válvula de control.



[www.quiminet.com/imagen/valvula\\_01.gif](http://www.quiminet.com/imagen/valvula_01.gif)

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los cambiantes requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han

desarrollado nuevos materiales.

Todos los tipos de válvulas recaen en nueve categorías: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio)<sup>6</sup>.

### 1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S)

Los PLC's son controladores electrónicos, cuya lógica de control puede ser libremente programada; además puede ser útil como control maestro o esclavo según se necesite. Se encuentra dividido en dos partes, el hardware que está compuesto por la parte electrónica y el software que está compuesto por la programación o lógica de control.

Figura 8. PLC's Allen Bradley.



<http://www.lpc-uk.com/sst/asislc.jpg>

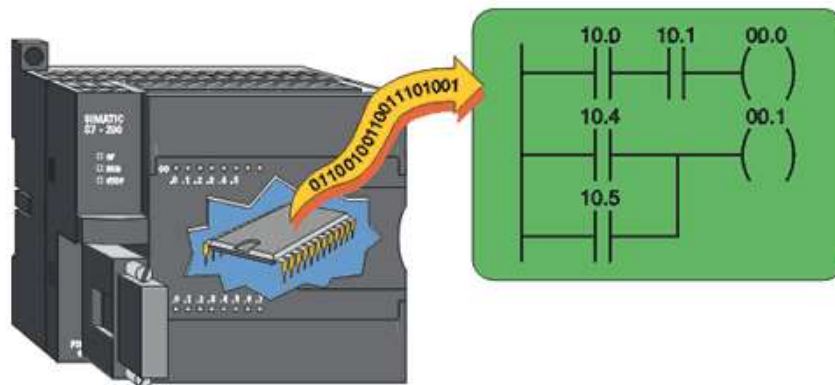
El hardware del PLC está formado por cuatro módulos, estos son, la CPU, la memoria, la comunicación con el proceso y la comunicación con el usuario.

---

<sup>6</sup> <http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>

- La CPU, es la unidad central de procesamiento del PLC; en esta unidad se decodifica y codifica toda la información existente, se toman decisiones y se ordenan las ejecuciones. Algunos parámetros que dependen de esta unidad son:
  - La velocidad de procesamiento
  - Capacidad de ejecución de multitareas
  - Capacidad lógica
  - Costo

Figura 9. CPU de PLC S7-200.



[http://www.sea.siemens.com/step/images/plcs/plc2/plc2\\_2\\_1.gif](http://www.sea.siemens.com/step/images/plcs/plc2/plc2_2_1.gif)

- La Memoria, es el lugar donde se almacena la información requerida para la ejecución del mando, esto se hace en unidades llamadas bits cuya agrupación forma palabras lógicas. Según la aplicación convendrá el tipo de memoria a utilizar, sin embargo un parámetro común entre ellas es que su tamaño se mide en Kbyte. La comunicación con el proceso, se da a través de las entradas y salidas del PLC y los sensores, válvulas y actuadores del proceso.

Algunos parámetros importantes que se deben tener en cuenta respecto a las entradas y salidas del PLC son:

- Velocidad de respuesta.
- Cantidad.
- Valores de voltaje y corriente.
- Tipo de señal que manejan (digital o analógica).

La comunicación con el usuario es aquella forma en que este puede intercambiar información con el PLC y esta dado por un protocolo de comunicación, se incluye dentro de esta comunicación el software requerido para programar el PLC.

### **1.3.1 CLASIFICACIÓN**

Los PLC pueden ser clasificados de diferentes formas:

- Según su construcción pueden ser modulares o compactos. Los PLC que presentan estructura modular se dividen en partes que realizan funciones específicas; así, se tiene un módulo de fuente de alimentación, un módulo de CPU, un módulo de memoria, un módulo de entradas, un módulo de salidas, etc. Estos módulos generalmente son montados sobre una tarjeta de tipo backplane quedando interconectados a través de un bus de comunicación que posee la misma.
- Por otra parte se encuentran los PLC de estructura compacta que se distinguen por presentar en un mismo encapsulado todos los elementos que lo componen, es decir, todos y cada uno de los módulos que forman la estructura anterior se encuentran en un mismo instrumento. El montaje de este tipo de PLC al armario de control se hace por medio de un riel tipo DIN.
- Según su capacidad pueden ser de nivel uno, los cuales poseen control de variables discretas, pocas analógicas y operaciones lógicas y aritméticas y de nivel dos, con control de variables discretas y analógicas, operaciones lógicas y aritméticas con punto flotante, entradas y salidas inteligentes y gran capacidad de manejo de datos.



- Según la cantidad de entradas y salidas pueden ser micro PLC hasta 64 E/S, PLC gama baja con un rango de 65 a 265 E/S, PLC gama media ocupando un rango de 256 a 1023 E/S y PLC gama alta con más de 1024 E/S.

### **1.3.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES.**

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

### **1.3.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

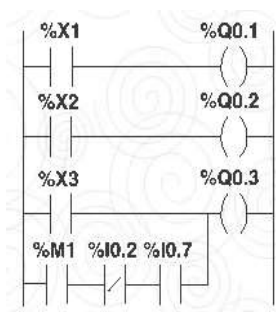
Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por

los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés. Los lenguajes más significativos son<sup>7</sup>:

### Lenguaje a contactos LADDER - KOP

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.

Figura 10. Lenguaje LADDER



<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

### Lenguaje por Lista de Instrucciones AWL

Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También se dice, que este tipo de lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

---

<sup>7</sup> <http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

Figura 11. Lenguaje AWL

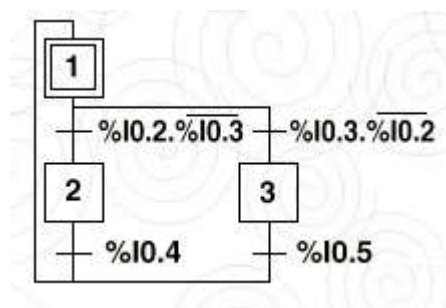
000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehículo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

### GRAFCET (SFC)

Es el llamado Gráfico de Orden Etapa de Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o por lista de instrucciones. También podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

Figura 12. Lenguaje SFC.

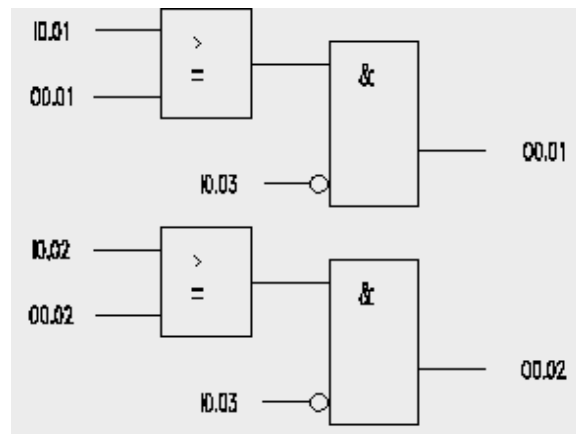


<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

## Plano de Funciones (FUP)

El plano de funciones lógicas, es de fácil manejo especialmente para usuarios que han programado circuitos de puertas lógicas ya que la simbología en ambos lenguajes es similar.

Figura 13. Lenguaje FUP.



<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

### **1.3.4 APLICACIONES INDUSTRIALES**

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

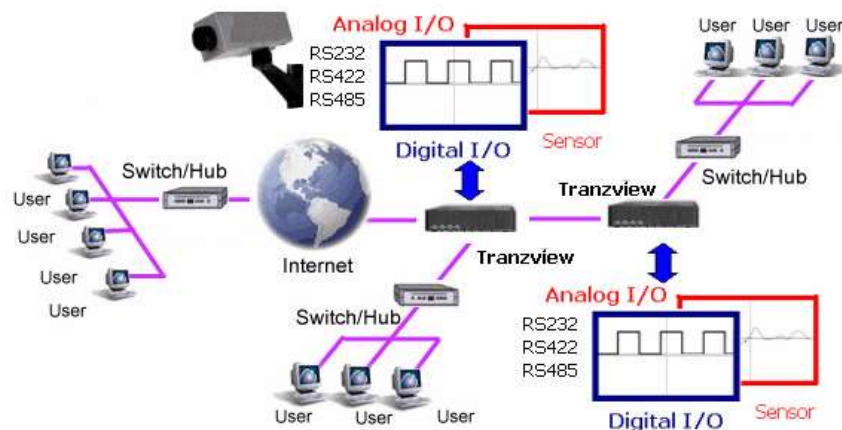
Aplicaciones generales:

- A) Maniobra de máquinas.
- B) Maniobra de instalaciones.
- C) Señalización y control.

#### 1.4 SISTEMAS DE VISUALIZACION SCADA

SCADA viene de las siglas de “Supervisory Control and Data Adquisition”, es decir: Adquisición de Datos y Control de Supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (Controladores Programables, Instrumentación de Campo, otros sistemas SCADA, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto en el mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento entre otros.

Figura 14. Configuración típica red SCADA.



<http://www.internet-remotecontrol.net/data/Web-Base-SCADA.gif>

En este tipo de sistemas usualmente necesita de un ordenador, que efectúa tareas

de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

#### **1.4.1 PRESTACIONES**

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

- Librerías con objetos predefinidos y módulos (bloques) de imágenes reutilizables de tipo BMP, GIF, JPEG, JPG, DIB, TIF, entre otros.
- Herramientas inteligentes para la creación sencilla de un proyecto, la configuración gráfica de una jerarquía de imágenes, de las trayectorias de movimientos así como la configuración de datos de masa.
- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o una situación de alarma, con registros de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anulan o modifican tareas asociadas al autómatas, bajo ciertas condiciones definidas.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.
- Soporte de configuraciones multilingües con traducción automática de textos y función de importación/exportación de textos.
- Se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (Tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, prestaciones en pantalla, envío de resultado a disco e impresora, etc.

## 1.4.2 REQUISITOS

Debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea bien aprovechada.

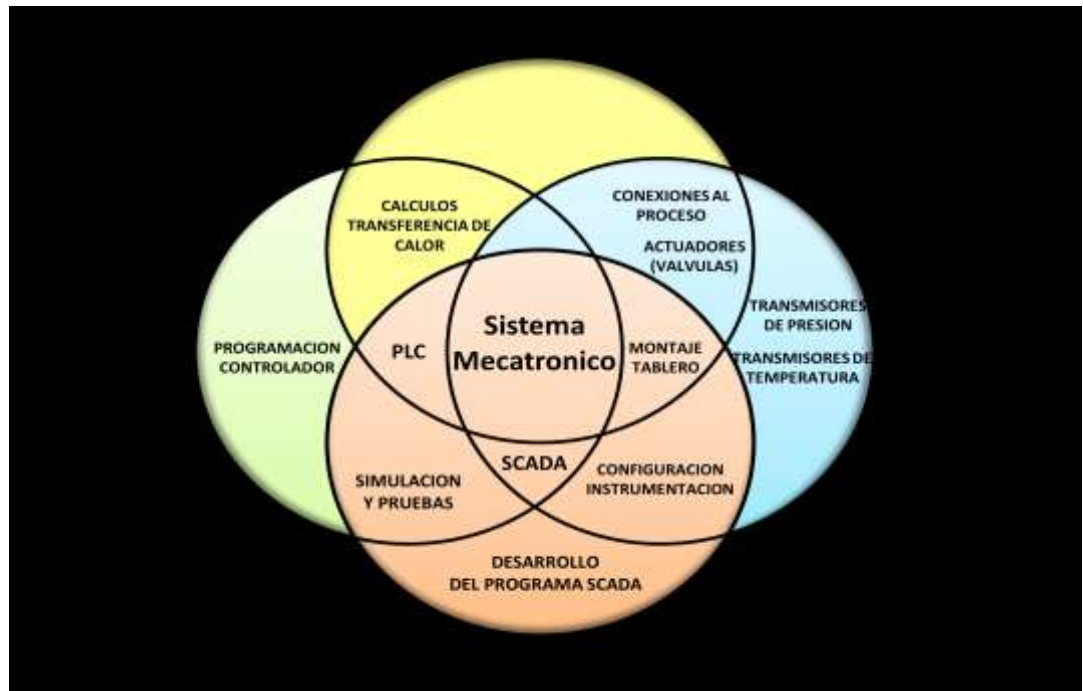
- Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables de usuario.

## CAPITULO 2. DISEÑO GENERAL

### 2.1 METODOLOGÍA DEL DISEÑO MECATRÓNICO

En la metodología habla sobre el esquema con el cual la ingeniería mecatrónica basa sus conocimientos y aplicaciones. Es un diseño donde los ingenieros mecatrónicos hacen una sinergia de sistemas y se evalúa sobre estos para obtener un producto o servicio factible.

Figura 15. Metodología del Diseño Mecatrónico.

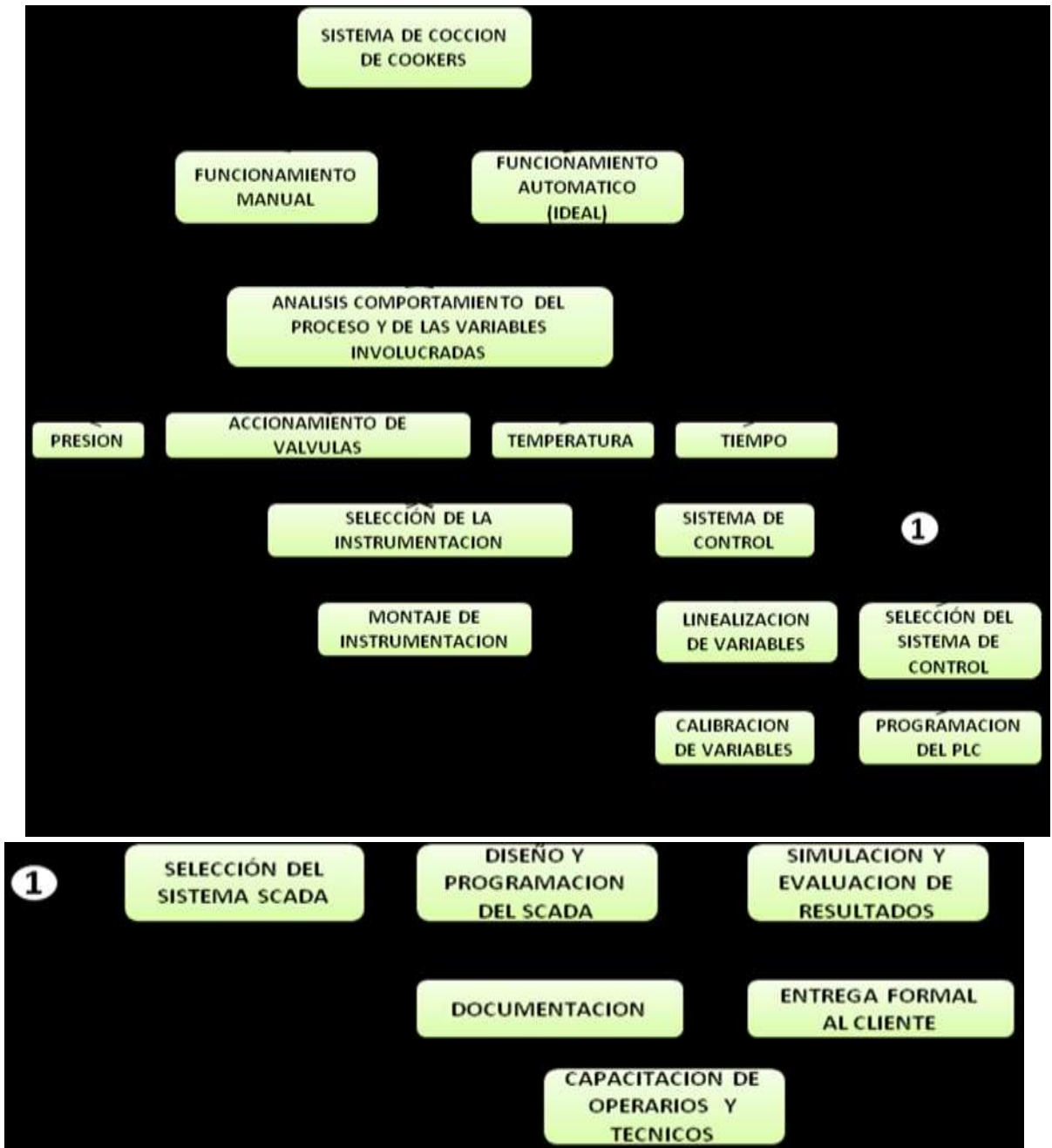


Del Autor.

La Metodología Mecatrónica desarrollada tiene como finalidad la implementación de un sistema de automatización en un proceso industrial avícola. A continuación en la Figura 19 se encuentra desplegado el proceso en pasos o caminos con la cual se obtuvo el sistema mecatrónico.



Figura 16. Diseño Mecatrónico.



Del Autor.

## **2.2 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS DE LOS EQUIPOS.**

Dentro del análisis y estudio del proceso de cocción, se determina las variables que influyen en la operación y funcionamiento del sistema.

El sistema de cocción cuenta con cuatro (4) cooker's, de los cuales dos operan bajo control de presión que se realiza mediante el accionamiento de válvulas, y los otros dos operan en función de la temperatura.

Después de estudiar el comportamiento, las condiciones de funcionamiento e instalación de los equipos se elaboró una lista de condiciones mínimas para asegurar el eficiente desempeño de los mismos en el proceso.

### Instrumentación cooker 1 y 2

- a)** Instrumento de medida: PT100 a 3 hilos.
- b)** Temperatura de operación: 30 a 180 °C.
- c)** Conexión al proceso: rosca ½ NPT.
- d)** Transmisor de 4-20 mA para PT100.
- e)** Posibilidad de calibrar el transmisor.
- f)** Sin visualización local.

### Instrumentación cooker 3 y 4

- a)** Medidor de presión relativa.
- b)** Conexión al proceso: rosca ½ NPT.
- c)** Señal de 4-20 mA.
- d)** Sin visualización local.

Para la implementación de un sistema automático, es necesario centralizar toda la

instrumentación a un control lógico en donde se programe en función de las exigencias del cliente la operación idónea del proceso de cocción.

#### Controlador lógico programable

- a)** Operaciones de 32 bits (Números Reales en coma flotante).
- b)** Entradas/Salidas Digitales: 2 a (24 Vdc) / 4 (110 Vac a rele de 2A).
- c)** Entradas Análogas: 5 (4–20 mA).
- d)** Comunicación: con sistemas SCADA por interfaz Ethernet.
- e)** Programación por medio de software.
- f)** Tipo de protección: IP50 (Protegido contra sedimento de polvo).
- g)** Documentación y manuales de equipo.
- h)** Soporte técnico por parte de la empresa fabricante.

En cuanto al sistema de visualización y operación del proceso de cocción; la implementación de un sistema HMI (Human Machine Interface) basado en tecnología PC (SCADA) tienen como fin brindar un manejo fácil y accesible al operario, como así, la utilización de algunas funciones de registro y control de las variables, para llevar un histórico de la producción en la planta.

#### Sistema SCADA

- a)** Funcionamiento bajo sistema operativo: Windows 2000/XP/Vista
- b)** Comunicación con el PLC seleccionado.
- c)** Visualización en tiempo real.
- d)** De arquitectura abierta.
- e)** Manejo de imágenes del proceso.
- f)** Generador de históricos.
- g)** Opción de impresión de archivo.
- h)** Fácil operación con interfaces amigables al usuario.

i) Soporte técnico por parte de la empresa fabricante.

## 2.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS

La selección de equipos consta de dos fases para la ejecución de compra, la primera fase consiste en un aval por parte del ingeniero respecto a las especificaciones técnicas del equipo; y como segunda fase se basa en la selección del proveedor según sus criterios administrativos.

### 2.3.1 INSTRUMENTACIÓN

Sensores de Presión:

Tabla 2. Selección Equipos de Medidores de Presión.

PROVEEDOR	PRODUCTO	RANGO DE PRESION (PSI)		PRECISION (%)	SALIDA ANALÓGICA DE 4-20 mA.		IP 65 (SIN PENETRACION DE POLVO)		DOCUMENTACION		SOPORTE TECNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$col)
		MIN	MAX		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
ABB	265GS	0	8700	0.04	X		X	X			X		750.000
ENDRESS + HAUSER	PMP71	0	10150	0.075	X		X		X		X		900.000
SIEMENS	SITRANS P-Z	0	6000	0.25	X		X		X		X		435.600

Del Autor.

El Equipo seleccionado fue el Transmisor de Presión serie Z para presión relativa marca Siemens, gracias a que cumple con los requisitos necesarios y ofrece un

servicio post venta, haciendo un equipo fiable de utilizar.

Figura 17. Transmisor de presión SITRANS P, serie Z para presión relativa



Catalogo FI 01 de Siemens.

Sensores de Temperatura:

Tabla 3. Selección Equipos de Medidores de Temperatura.

PROVEEDOR	PRODUCTO	RANGO DE TEMPERATURA (°C)		PRECISION (%)	SALIDA ANALÓGICA DE 4-20 mA.		CONEXIÓN A 3 HILOS		ROSCA DE 1/2		SOPORTE TÉCNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$USD)
		MIN	MAX		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
ABB	Pt100/40 K	-40	80	0.1	X		X			X		X	
KyC S.A	PT100	-50	600	0.1	X		X			X		X	
EPCO	PT100	60	180	0.1	X			X		X	X		
SIEMENS	SITRANS TH200	-50	600	0.1	X		X			X		X	

Del Autor.

El equipo seleccionado para la medición de temperatura fue el transmisor SITRANS TH200 marca siemens. Un criterio adicional para la selección de este equipo es la

ubicación de la marca ya que los demás proveedores no se encuentran en la ciudad y por lo tanto no pueden brindar un soporte técnico

Figura 18. Transmisor de Temperatura SITRANS TH200.



Catalogo FI 01 de

Siemens.

Un transmisor de temperatura consiste básicamente en convertir la señal de un sensor que puede ser una termocupla o una Pt 100 en una señal de corriente 4 – 20 mA. transmitiéndolas a larga distancia por medio de los hilos sin necesidad de cables. Su tecnología microprocesada permite ser configurada mediante el PC.

### **2.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

El PLC seleccionado es un S7-200 marca Siemens; la CPU seleccionada es una 224 XP, su elección se debe principalmente a que maneja lenguajes estándares de programación y se programa bajo una herramienta de fácil acceso y operación que trabaja en plataforma Windows.

Tabla 4. Selección de PLC.

PROVEEDOR	PRODUCTO	MÓDULOS DE EXPANSIÓN	ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES		ENTRADAS / SALIDAS ANALÓGAS		PUERTOS DE COMUNICACION	OPERACIONES DE 32 BITS		CONTADORES RÁPIDOS (0-10KHz)		IP 65 (SIN PENETRACION DE POLVO)		DOCUMENTACION		SOPORTE TECNICO POR PARTE DEL PROVEEDOR		PRECIO (\$COL)
			DI	DO	AI	AO		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Siemens	S7-200 CPU224 XP	EM235 Analógicas	14	10	6	2	RS 485 (PPI, MPI)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	\$ 3500.000
		EM277 Profibus																
		Programador: MicroWin																
		Cable PPI Programador																
		Ethernet																
ALLEN BRADLEY	SLC 500	1746-NI4 Analógicas	16	16	4	0	RS 232	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	\$ 8200.000
		1746-IG16/OB16 Digitales																
		Programador: RS Logix 500																
		No necesita cable																
FESTO	FC34	Programador: FST	12	8	X	X	Ethernet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	\$ 2500.000
		No necesita cable																

Del Autor.

Figura 19. PLC S7-200 SELECCIONADO



[http://www.simotech.co.za/images/page\\_pics/automation/s7200.jpg](http://www.simotech.co.za/images/page_pics/automation/s7200.jpg)

### **2.3.3 SISTEMAS SCADA**

A continuación una pequeña información de algunos de los sistemas SCADA más influyentes y utilizados en la industria actualmente:

FABRICANTE: National Instruments

PRODUCTO: LabView

Ofrece un ambiente de desarrollo gráfico con una metodología muy fácil de dominar por ingenieros y científicos. Con esta herramienta se pueden crear fácilmente interfaces de usuario para la instrumentación virtual sin necesidad de elaborar código de programación. Para especificar las funciones sólo se requiere construir diagramas de bloque. Se tiene acceso a una paleta de controles de la cual se pueden escoger desplegados numéricos, medidores, termómetros, tanques, gráficas, etcétera, e incluirlas en cualquiera de los proyectos de control que se estén diseñando.

Se basa en un modelo de programación de flujo de datos denominado G, que libera a los programadores de la rigidez de las arquitecturas basadas en texto. Es también, a decir de NI, el único sistema de programación gráfica que tiene un compilador que genera código optimizado, cuya velocidad de ejecución es comparable al lenguaje C.

Los desarrollos construidos son plenamente compatibles con las normas VISA, GPIB, VXI y la alianza de sistemas VXI Plug & Play. Para facilitar aún más la operación de este producto se cuenta con la inclusión de una herramienta asistente capaz de detectar automáticamente cualquier instrumento conectado a la computadora, instalando los drivers apropiados y facilitando la comunicación con el instrumento al instante.



Aunque inicialmente fue creado para construir instrumentación virtual (osciloscopios, generadores de función, voltímetros, etc.), gracias a la amplia disponibilidad de tarjetas de adquisición de datos y a la facilidad de construir aplicaciones en un ambiente gráfico, las últimas versiones se han utilizado ampliamente para desarrollar aplicaciones en el control de procesos.

Recientemente, NI introdujo la versión de LabView 6i, que es la combinación de las funciones tradicionales del producto combinadas con algunas herramientas para el ambiente de Internet. Es el caso del LabView Player, un agregado que facilita ejecutar las aplicaciones por la red sin necesidad de contar con el producto LabView completo.

FABRICANTE: Siemens  
PRODUCTO: WinCC Flexible 2007

SIMATIC WinCC® flexible es el software HMI innovador para todas las aplicaciones a nivel de máquina y de proceso en la construcción de instalaciones, maquinaria y la construcción de máquinas en serie. El software de ingeniería permite la configuración continua y homogénea de todos los equipos SIMATIC HMI.

WinCC flexible significa máxima eficiencia de configuración: De librerías con objetos pre configurados, módulos de imagen reutilizables, herramientas inteligentes hasta la traducción automatizada de textos en proyectos multilingüe.

WinCC flexible Runtime ofrece la funcionalidad básica HMI en PCs a un precio atractivo - incluyendo un sistema de alarmas e informes – y, en su caso, puede ser ampliado puntualmente mediante opciones. Las funciones Runtime disponibles en los equipos SIMATIC HMI (Paneles, Mobile Paneles y Multi Paneles) dependen de

la clase de equipo.

Los conceptos basados en los paquetes Sm@rtClients y Sm@rt Server permiten un acceso global (a todo el sistema) a las variables e imágenes, estaciones de operador distribuidas y funciones de telemando y diagnóstico vía la Web – también en combinación con Paneles SIMATIC.

FABRICANTE: Rockwell Automation

PRODUCTO: RSVIEW32

Este software MMI para monitorear y controlar máquinas automatizadas y procesos está diseñado para operar en el ambiente de MS Windows 2000 con soporte para idioma español. Es completamente compatible con contenedores OLE para ActiveX, lo que facilita la inclusión de controles de este tipo suministrados por terceros. Incluye VBA, Visual Basic para aplicaciones como parte integrante de sus funciones, de modo que posibilita maneras ilimitadas de personalizar los proyectos.

El sistema SCADA seleccionado fue el WinCC Flexible debido a la interoperabilidad que posee con el PLC seleccionado S7200 y a la unificación de marca SIEMENS en el proceso.

## 2.4 LISTA DE EQUIPOS

Tabla 5. Listado de Equipos

ITEM	CANT	REFERENCIA	DESCRIPCION
1	1	6ES7214-2BD23-0XB0	<b><u>SISTEMA DE CONTROL</u></b> <b>PLC S7-200</b> CPU 224XP, Fuente 120/220 VAC, 14 DI DO/10DO Relé 2A, 2IN A 0-10Vdc, 1 OUT A V/I, 2Port MPI/PPI, 7 Mod Máx.
2	1	6EP1333-3BA00	<b>FUENTE</b> Fuente Sitop 5A Entrada 120/230 Vac; Salida 24 Vdc
3	2	6ES7231-0HC22-0XA0	<b>MÓDULO ANÁLOGO</b> EM231 Módulo de 4 IN análogas +/-10Vdc, Res. 12 bits.
4	1	6GK7243-1EX00-0XE0	<b>MODULO DE COMUNICACIÓN</b> CP243-1 Interface Industrial Ethernet, 10/100 Mb/s TCP/IP OPC para CPU 22x.
5	2	7MF1564-3CA00-1GA1	<b><u>INSTRUMENTACIÓN</u></b> <b>TRANSMISOR DE PRESIÓN</b> Transmisor serie Z, para medición de presión manométrica, rango de 0 a 145 psig, salida de 4-20mA, sin display, conexión 1/2" NPT.
6	3	7NG3211-1NN00	<b>TRANSMISOR DE TEMPERATURA</b> Transmisor de temperatura Sitrans TH-200, para montaje sobre el elemento sensor de conexión tipo DIN B, señal de salida de 4-20 MA, separación galvánica, para termocuplas y RTD's.
7	3	7MC1006-1DA16	<b>SENSOR DE TEMPERATURA</b> PT-100 Longitud de montaje 100 mm, conexión eléctrica de 3 hilos, rango de medición de -50 a 400°C, termopozo de acuerdo con DIN 43763, conexión a proceso rosca G 1/2"
8	1	6AV6613-1BA51-2CA0	<b>SISTEMA SCADA</b> WinCC flexible 2007 Runtime 128 Powertags SW Runtime, Single License SW y documen- tación En CD License Key en disq. Ejecutable Bajo

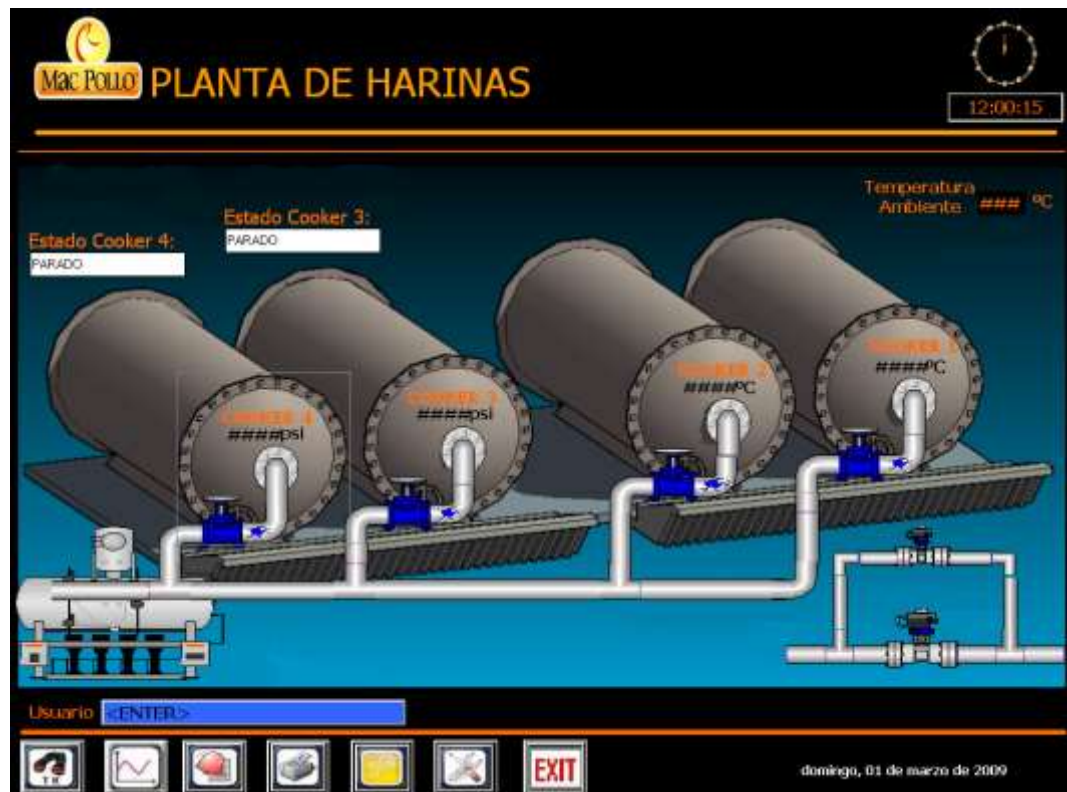
## CAPITULO 3. DESARROLLO Y PRUEBAS

### 3.1 DESCRIPCION TECNICA

La Implementación de la metodología del proceso de cocción automático desarrollada en este documento, se encuentra conformada por los siguientes sistemas.

- Software SCADA (HMI), *WinCC Flexible*, para mando y supervisión del proceso, la cual mantiene comunicación mediante ETHERNET con el PLC S7-200 (PLC de la línea Simatic de SIEMENS).

Figura 20. Visualización del SCADA.



Del Autor.

- Controlador Lógico Programable (PLC), *SIMATIC S7200*, para la adecuación de las señales para el control de cocción de los cookers. Así también se utiliza como medio de comunicación hacia la red ETHERNET utilizando un modulo de comunicación *EM 241*.
- Fuente de Alimentación para los sensores y controladores del Sistema de Cocción.

Fotografía 1. Tablero de Control.



Del Autor.

- Registro de los datos en hojas de cálculo (*Microsoft Office EXCEL*), en el computador donde se encuentra el sistema SCADA.
- Instrumentación de Temperatura y de Presión en los cooker's, que se encuentra conectado hacia un extremo del cooker mediante conexión de 1/2 " NPT.

Fotografía 2. Instrumentación de Presión.



Del Autor.

Fotografía 3. Instrumentación de Temperatura.

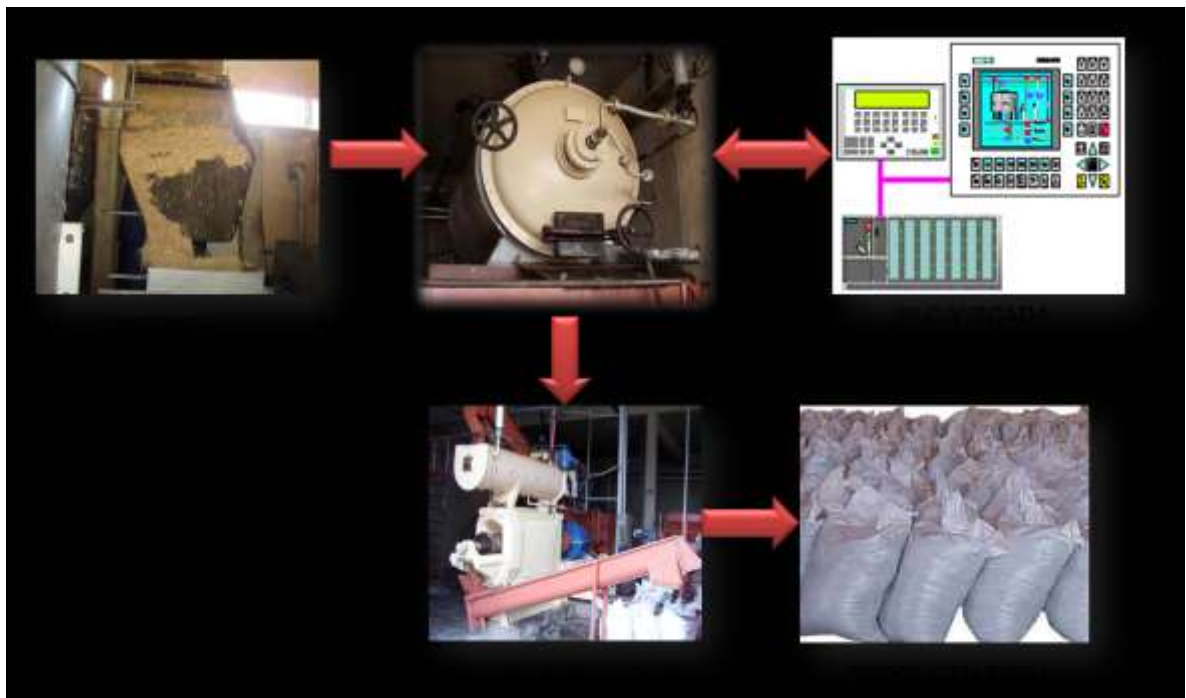


Del Autor.

### 3.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

El proceso de cocción de la planta de harinas se basa en un funcionamiento de modo automático que tiene como orden iniciar el sistema con el cargue de materia prima en los cooker's a través de unas tolvas de almacenamiento continuo, la figura 27., muestra un diagrama de bloques que especifica el funcionamiento de la planta.

Figura 21. Esquema de Funcionamiento.



Del Autor.

El buen funcionamiento de la planta depende de la capacidad que tenga el operario para poner a punto el proceso, es decir que los operarios encargados de operar la planta deben ser capacitados con todas las normas de seguridad para brindarle un funcionamiento normal al proceso.

Antes de que el operario inicie el proceso debe garantizar que el computador y el PLC este energizado para dar inicio al SCADA donde se encuentra el control del proceso de cocción, tan pronto el operario inicie el Runtime se activa la base de datos y empieza el registro de temperatura del cooker 1y 2 y el registro de presión del cooker 3 y 4. La base de datos le permite al operario determinar cada cuanto se reinicia el proceso y el análisis del comportamiento de las variables durante el proceso de cocción de cada cooker.

Luego de ubicarse el operario en el Scada debe energizar las válvulas de presurización para el caso de los cooker 3 y 4 que se basan en el control de presión. Inmediatamente debe revisar los medidores de presión y temperatura que garantice un estado de funcionamiento normal.

Fotografía 4. Ubicación del SCADA en la planta.



Del Autor.



Fotografía 5. Cooker's

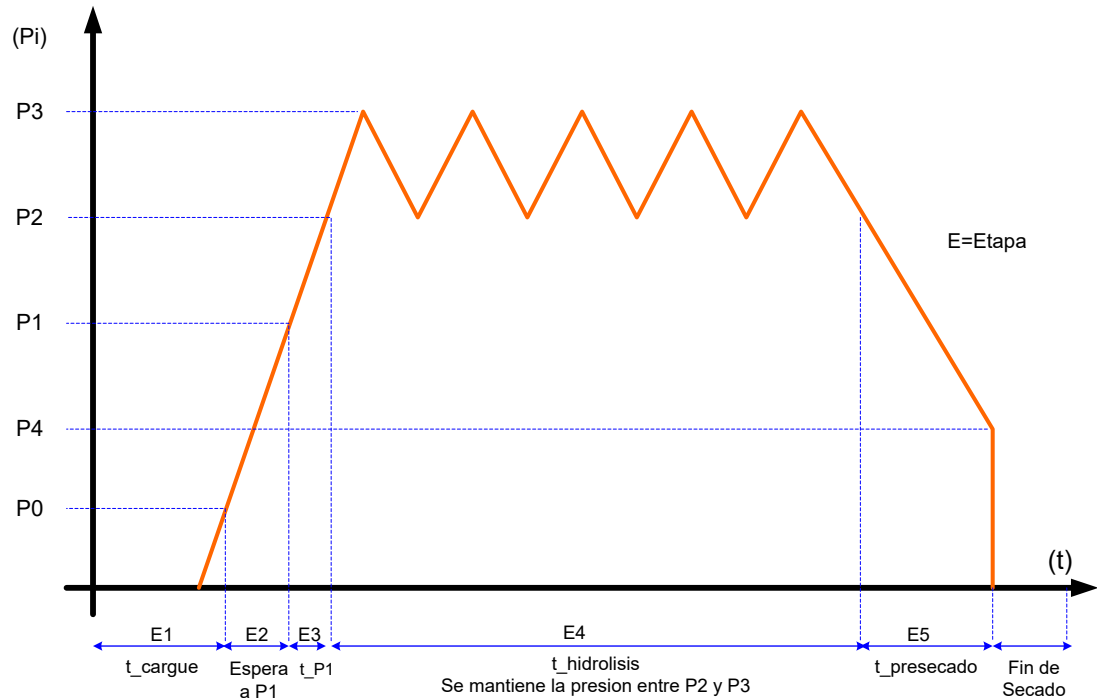


Del Autor.

En estas condiciones el operario se ubica en la pantalla de inicio (figura 26.) y selecciona el cooker a que desee trabajar, si da inicio a cualquiera de los cooker 1 ó 2, el sistema se encarga de realizar la secuencia del proceso en modo automático.

Si el operario inicia cualquiera de los cooker 3 ó 4, el sistema de control de presión debe garantizar el comportamiento a través de una curva.

Figura 22. Curva del Proceso de Cocción

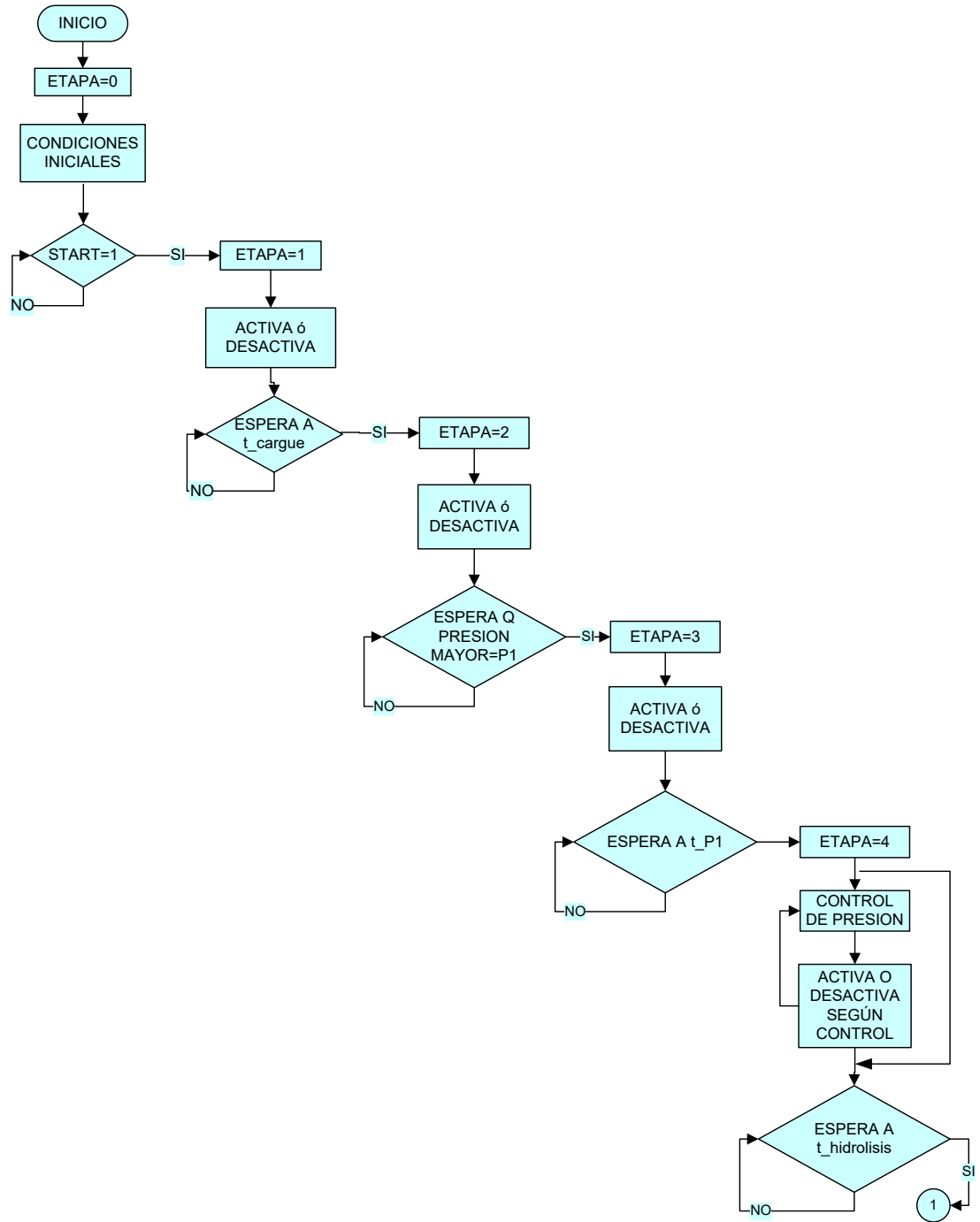


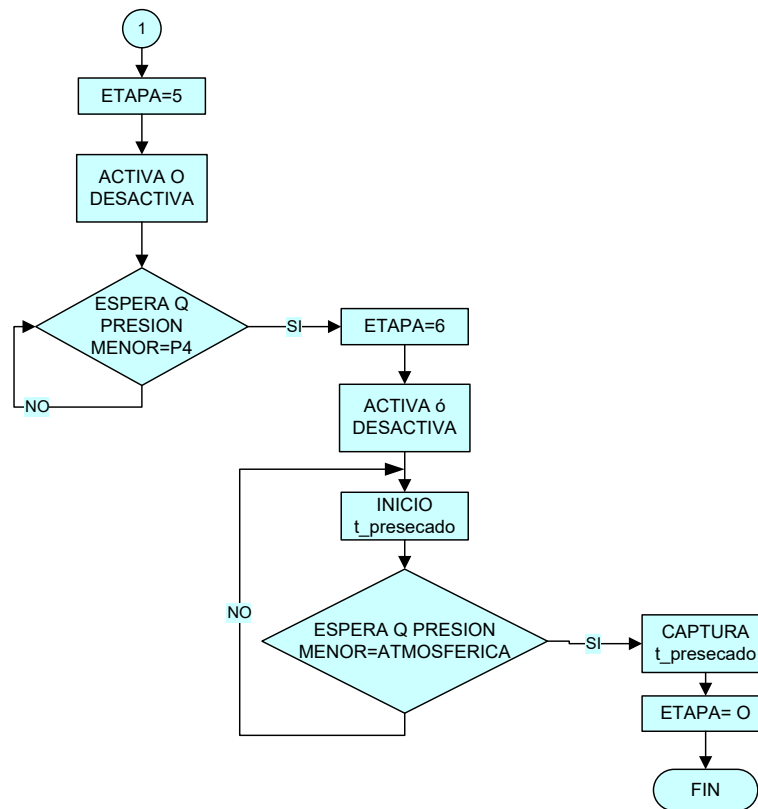
Del Autor.

Esta curva representa el control que se diseñó para el proceso de cocción de los cooker's de pluma 3 y 4. Este proceso se ejecuta automáticamente a través del autómeta el PLC s7-200.

El control consiste básicamente en ejecutar 5 etapas secuencialmente en modo automático a través de un PLC S7-200 con el fin de establecer un comportamiento ideal en el proceso de cocción de los cooker's 3 y 4, el parámetro principal para la programación de dicho controlador es la presión, a continuación se explica mediante un diagrama de flujo los parámetros y condiciones del proceso de cocción que se tuvieron en cuenta para el diseño del sistema de control

Figura 23. Diagrama de flujo





Del Autor.

- a) Etapa 1. El autómatas espera un tiempo de cargue igual a 20 minutos  $t_{cargue}$ .
- b) Etapa 2. Activa la válvula normalmente abierta y comienza a presurizar el sistema hasta una presión  $P1 = 40$  psi.
- c) Etapa 3. Cuenta un tiempo  $tP1$  hasta llegar a la presión  $P2 = 42$  psi.
- d) Etapa 4. Inicia el proceso de hidrólisis, proceso durante el cual la presión debe mantenerse entre las presiones  $P2 = 42$  psi y  $P3 = 45$  psi, en este proceso hay un control de presión que consiste en abrir y cerrar una válvula ( $Va$ ). cuando la presión sea igual a 45 psi se abre para disminuir la presión ya que la presión  $P3$  es la máxima que puede soportar el sistema y cuando la presión sea igual a 42 psi, la válvula se cierra para que conmute y empiece de nuevo a subir la presión, el proceso de hidrólisis se da durante

un tiempo  $t_{\text{hidrolisis}} = 35$  minutos.

- e) Etapa 5. Activa la válvula para iniciar la despresurización del sistema disminuyendo la presión a  $P_4 = 2$  psi, cuando se cumpla lo anterior el autómatas activa una válvula de 6" NC para despresurizar por completo el proceso es decir lleva la presión a cero. Este proceso de despresurización se da durante un tiempo  $t_{\text{presecado}} = 15$  minutos y finalmente el sistema se deja en reposo durante 35 minutos, en este orden el control del autómatas finaliza y reinicia nuevamente el proceso según la selección del operario.

### **3.3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL**

#### **3.3.1 SOFTWARE PROGRAMADOR STEP 7 – Micro/Win**

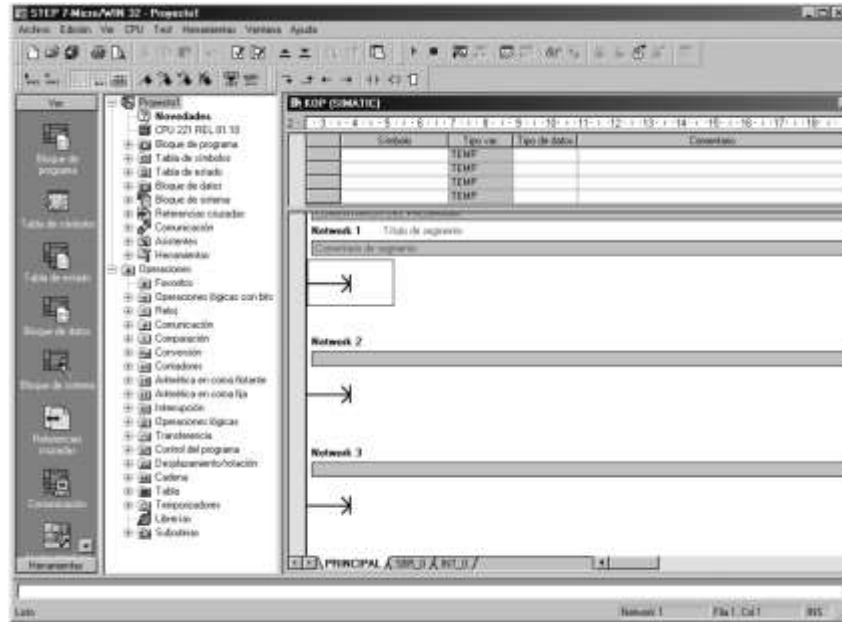
El paquete de programación STEP 7-Micro/WIN constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con objeto de controlar la aplicación. STEP 7-Micro/WIN comprende tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

#### Requisitos del sistema:

STEP 7-Micro/WIN se puede ejecutar en un ordenador (PC), o bien en una unidad de programación de Siemens (por ejemplo, en una PG 760). El PC o la PG deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema operativo: Windows 2000, Windows XP (Professional o Home)
- 100 MB libres en el disco duro (como mínimo)
- Ratón (recomendado)

Figura 24. STEP 7 Micro/Win



Manual del Sistema de Automatización S7-200 / Siemens.

## Comunicación Ethernet

El S7-200 soporta la comunicación Ethernet TCP/IP por medio de un módulo de expansión Ethernet (CP 243-1).

El CP 243-1 es un procesador de comunicaciones que está previsto para utilizarlo en un autómata programable S7-200. Permite conectar un sistema S7-200 a Industrial Ethernet (IE). De este modo, con el CP 243-1 también es posible realizar comunicaciones vía Ethernet en la gama de prestaciones inferior de la serie de productos S7. Y así, usando un S7-200 y STEP 7 Micro/WIN 32 se puede, por un lado, configurar, programar y diagnosticar vía Ethernet incluso a distancia, y por otro lado, un S7-200 puede comunicarse vía Ethernet con otro autómata S7-200, con un S7-300 o con un S7-400. También es posible la comunicación con un servidor OPC.

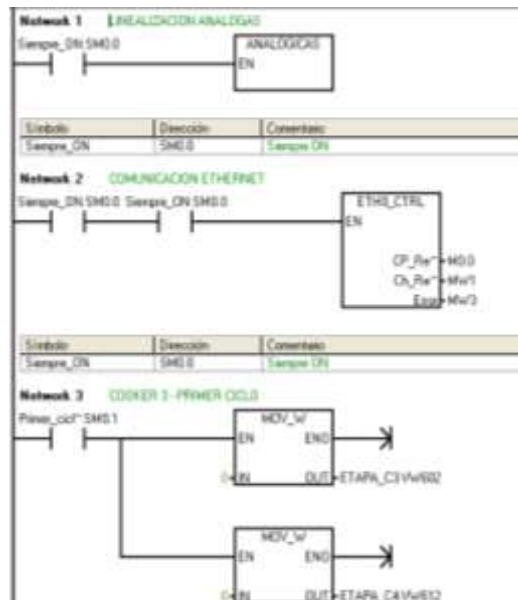
Figura 25. Modulo de Expansi3n Ethernet CP 243-1



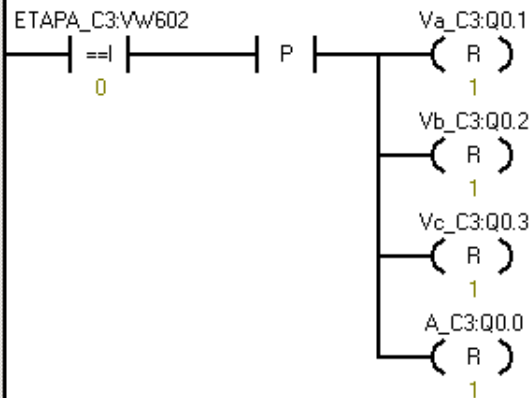
Manual de Siemens MN\_CP243-1\_78 ETHERNET

### 3.3.2 PROGRAMACI3N DEL PLC

Figura 26. Programa.

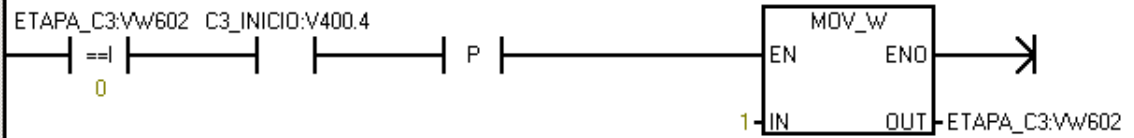


**Network 4** ETAPA 0 - CONDICIONES



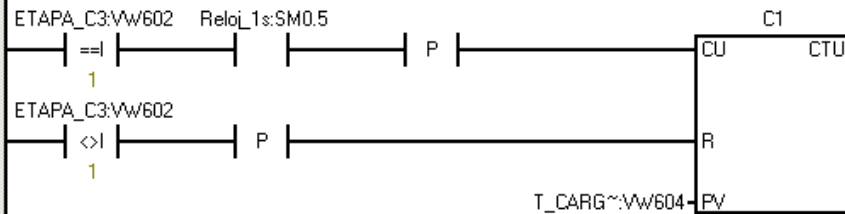
Símbolo	Dirección	Comentario
A_C3	Q0.0	
ETAPA_C3	Vw602	
Va_C3	Q0.1	
Vb_C3	Q0.2	
Vc_C3	Q0.3	

**Network 5** ETAPA 0 - FIN DE ETAPA



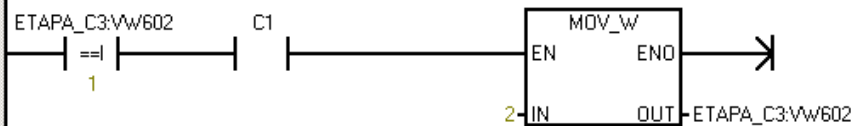
Símbolo	Dirección	Comentario
C3_INICIO	V400.4	
ETAPA_C3	Vw602	

**Network 6** ETAPA 1 - INICIO CONTADOR SEGUNDOS



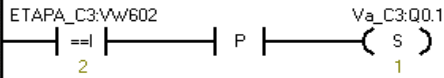
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Reloj_1s	SM0.5	Reloj ON durante 0,5 s, OFF durante 0,5 s, tiempo de ciclo = 1 s.
T_CARGUE_C3	Vw604	

**Network 7** ETAPA 1 - FIN DE ETAPA



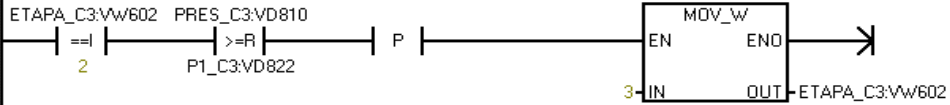


**Network 8** ETAPA 2 - CONDICIONES



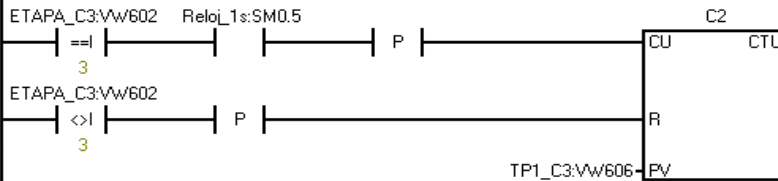
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Va_C3	Q0.1	

**Network 9** ETAPA 2 - FIN DE ETAPA



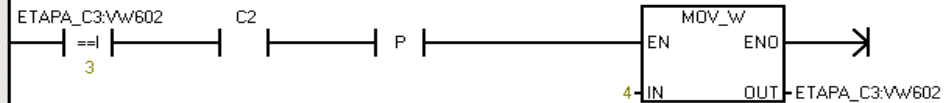
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
P1_C3	VD822	
PRES_C3	VD810	

**Network 10** ETAPA 3 - EMPIEZO TIEMPO 1



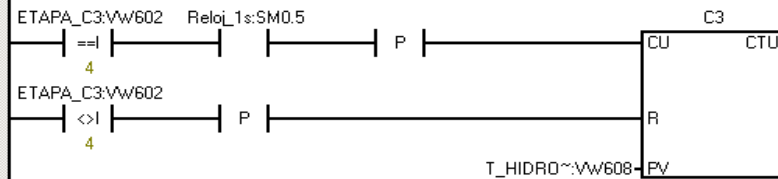
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Reloj_1s	SM0.5	Reloj ON durante 0,5 s, OFF durante 0,5 s, tiempo de ciclo = 1 s.
TP1_C3	Vw606	

**Network 11** ETAPA 3 - FIN DE ETAPA



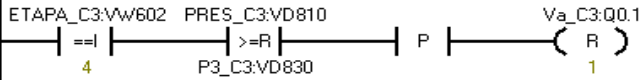
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	

**Network 12** ETAPA 4 - INICIO EL TIEMPO



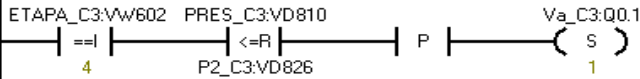
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Reloj_1s	SM0.5	Reloj ON durante 0,5 s, OFF durante 0,5 s, tiempo de ciclo = 1 s.
T_HIDROL_C3	Vw608	

**Network 13** ETAPA 4 - CONTROL HIDROLISIS



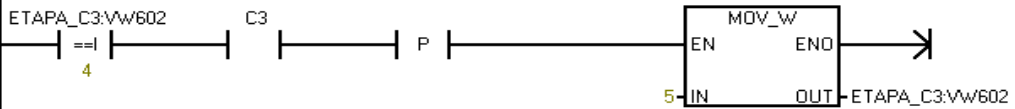
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
P3_C3	VD830	
PRES_C3	VD810	
Va_C3	Q0.1	

**Network 14**



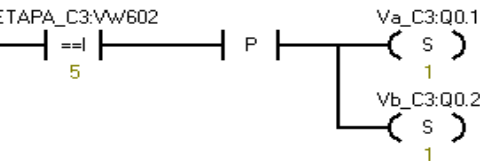
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
P2_C3	VD826	
PRES_C3	VD810	
Va_C3	Q0.1	

**Network 15** ETAPA 4 - FIN DE ETAPA



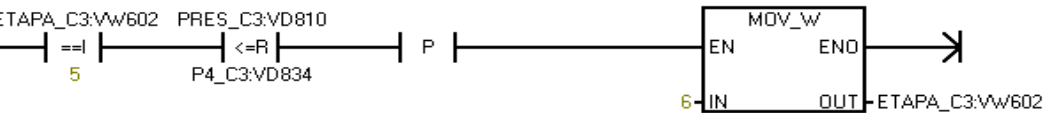
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	

**Network 16** ETAPA 5 - CONDICIONES



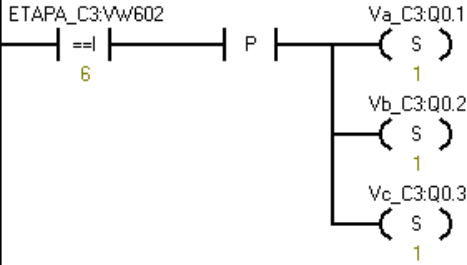
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Va_C3	Q0.1	
Vb_C3	Q0.2	

**Network 17** ETAPA 5 - FIN ETAPA



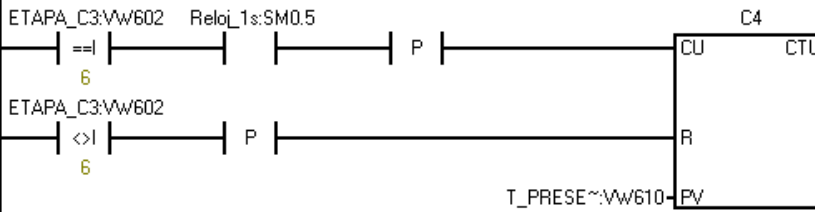
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
P4_C3	VD834	
PRES_C3	VD810	

**Network 18** ETAPA 6 - CONDICIONES



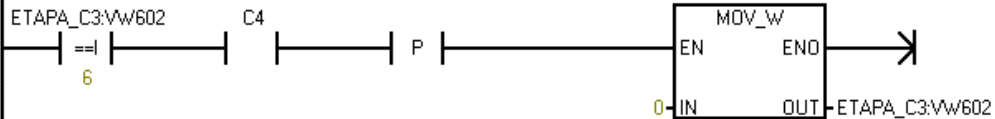
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Va_C3	Q0.1	
Vb_C3	Q0.2	
Vc_C3	Q0.3	

**Network 19** ETAPA 6 - INICIO TIEMPO PRESECADO



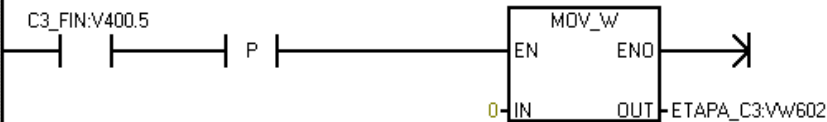
Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	
Relo_1s	SM0.5	Reloj ON durante 0,5 s, OFF durante 0,5 s, tiempo de ciclo = 1 s.
T_PRESEC_C3	Vw610	

**Network 20** ETAPA 6 - FIN ETAPA



Símbolo	Dirección	Comentario
ETAPA_C3	Vw602	

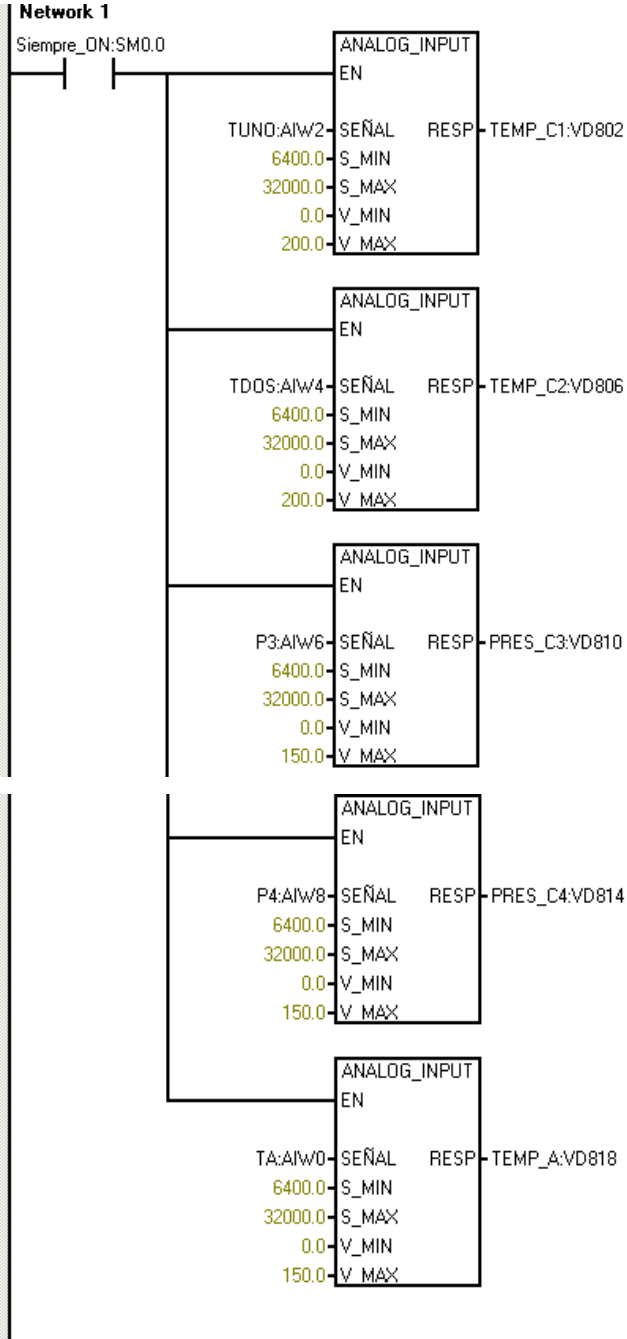
**Network 21** COOKER 3 - PARADA DE EMERGENCIA



Símbolo	Dirección	Comentario
C3_FIN	V400.5	
ETAPA_C3	Vw602	

Del Autor.

Subrutina que convierte cualquier señal de entrada del PLC en una variable de tipo real.

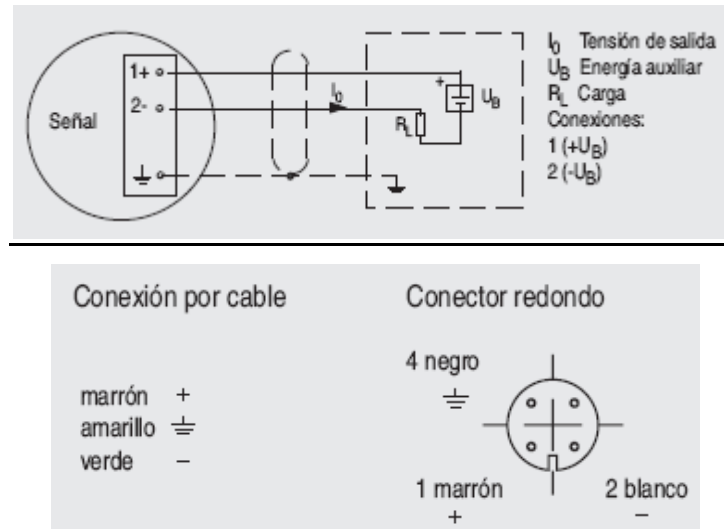


Del Autor.

### 3.4 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTRUMENTACIÓN

#### 3.4.1 SENSOR DE PRESION

Figura 27. Esquema de Conexión del Sensor SITRANS P.



Manual de Siemens FI 01.

La conexión al proceso según DIN EN 837-1 es de latón y tiene una rosca exterior  $G\frac{1}{2}B$  o una rosca interior  $G1/8B$ .

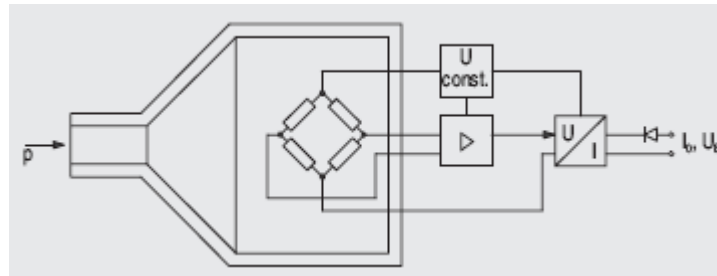
#### FUNCIONAMIENTO SITRANS P.

Los transmisores de presión relativa de la serie Z permiten medir la presión de gases, líquidos y vapores corrosivos y no corrosivos.

La célula de medida de película fina dispone de un puente de resistencias de película fina, en el cual la presión de servicio "p" se transmite a una membrana cerámica. La tensión de salida de la célula de medida se conduce hacia un

amplificador y se transforma en una señal de salida tipo corriente de 4 a 20 mA. La corriente de salida es linealmente proporcional a la presión de entrada.

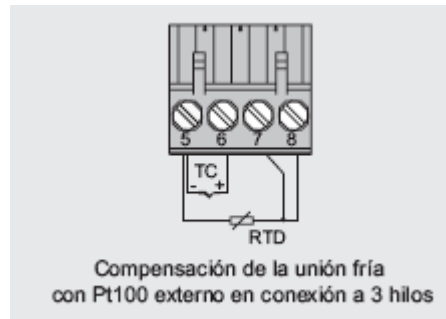
Figura 28. Diagrama de Función del SITRANS P.



Manual de Siemens FI 01.

### 3.4.2 SENSOR DE TEMPERATURA

Figura 29. Esquema de Conexión del Sensor de temperatura SITRANS TH200.



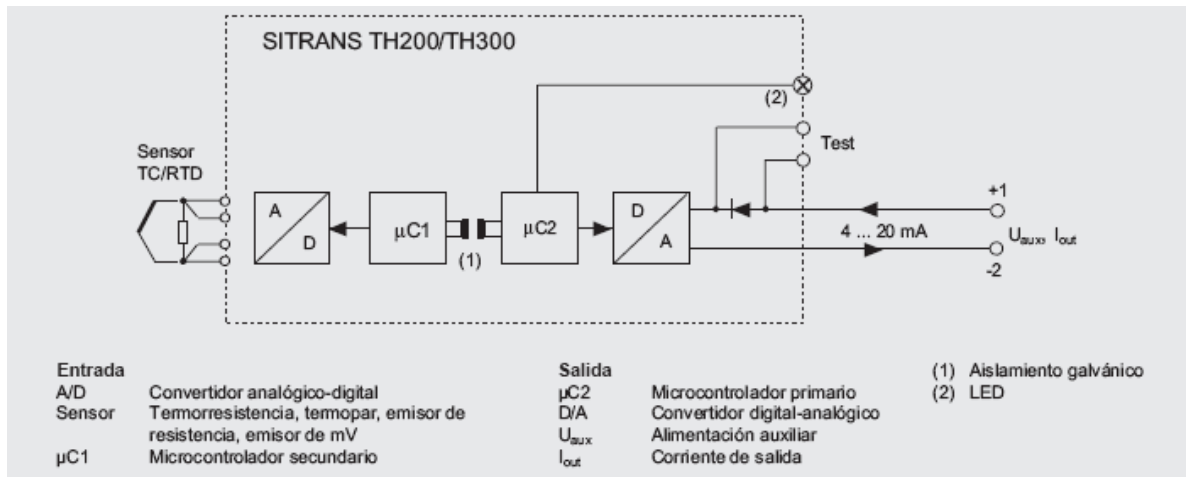
Manual de Siemens FI 01.

### FUNCIONAMIENTO SITRANS TH200.

Tras correcta conexión de sensor y alimentación auxiliar, el transmisor emite una señal de salida que es lineal con la temperatura, y el LED de diagnóstico luce en color verde. En caso de cortocircuito o rotura de sensor, el LED luce en rojo y el error interno del aparato es señalizado por medio de la luz permanente roja.

Los conectores de prueba permiten conectar en cualquier momento un amperímetro para controlar y verificar la plausibilidad del sistema. Ahora se puede leer la corriente de salida sin tener que interrumpir ni abrir el bucle de corriente.

Figura 30. Diagrama de Función del SITRANS TH200.

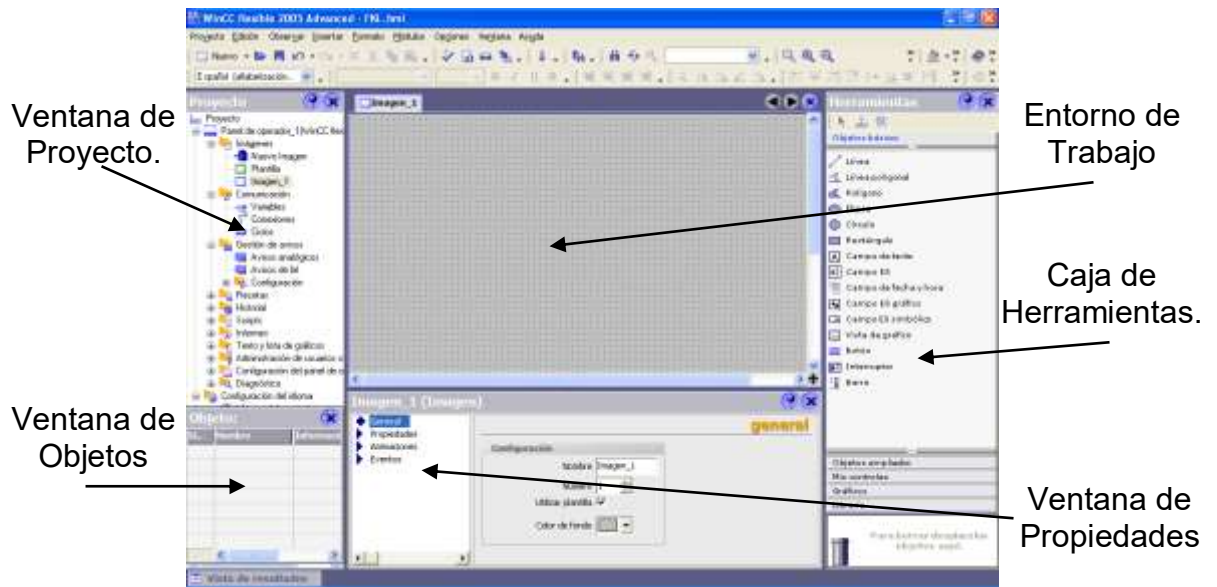


Manual de Siemens FI 01.

### 3.5 DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

Como se menciona anteriormente el sistema SCADA se desarrollo en la plataforma de WinCC Flexible 2007.

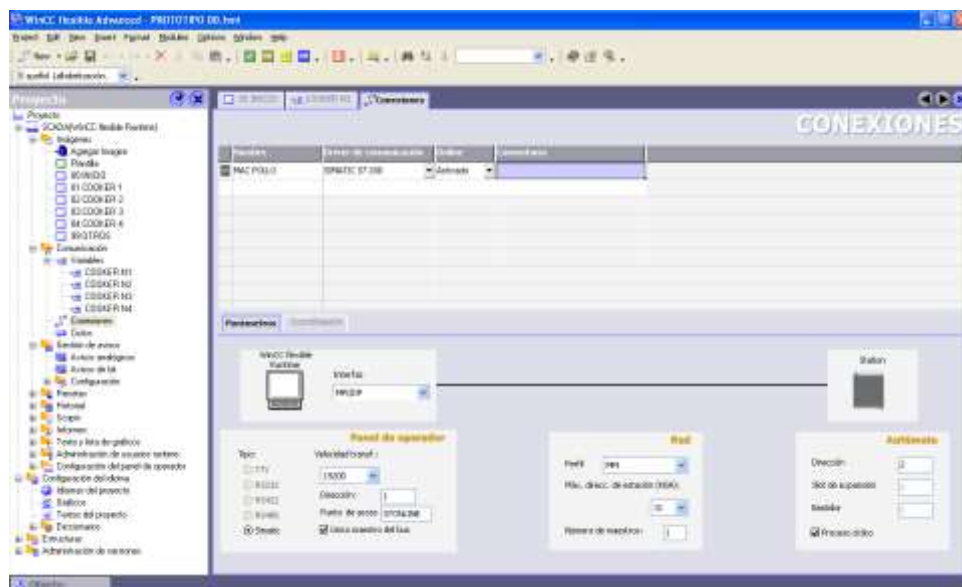
Figura 31. Escritorio WinCC Flexible.



Del Autor.

Primero se definieron y configuraron los parámetros de comunicación con el PLC S7-200.

Figura 32. Conexiones WinCC Flexible.

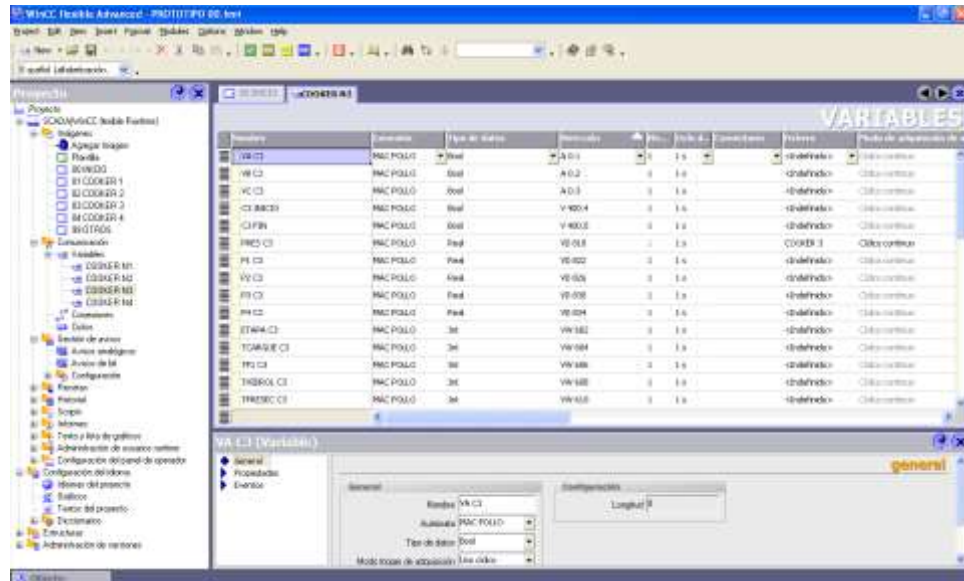


Del Autor.



Después de tener parametrizada la comunicación entre el sistema SCADA y el PLC se configura la variables, y sus respectivos direccionamientos, para poder así luego acceder y/o manipular los datos adquiridos.

Figura 33. Variables del Sistema SCADA.

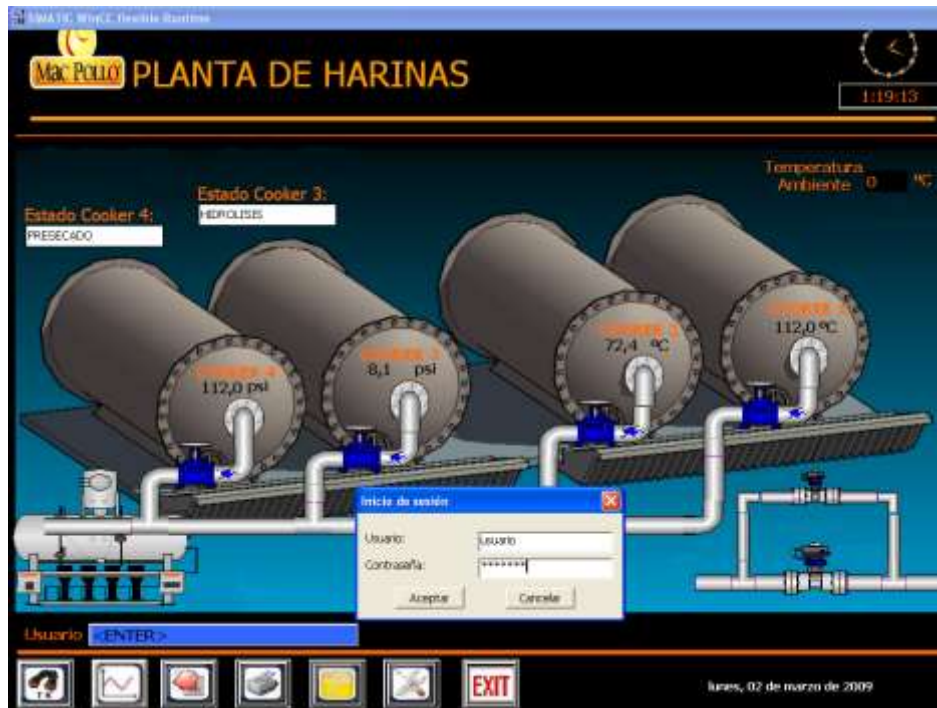


Del Autor.

## 3.6 PRUEBAS

### 3.6.1 INICIO DEL RUNTIME Y REGISTRO DE LA BASE DE DATOS

Figura 34. Inicio del Runtime.



Del Autor.

Figura 35. SCADA cooker 1.



Del Autor.

Figura 36. SCADA cooker 2.



Del Autor.

Figura 37. SCADA cooker 3.



Del Autor.

Figura 38. SCADA cooker 4.



Del Autor.

Figura 39. Simulación de variables en el RUNTIME.

The screenshot shows the WinCC flexible Runtime Simulator interface. The main window displays a table of variables. The table has the following columns: Variable, Tipo de datos, Valor actual, Ciclo de escrit, Simulación, Ajustar valor, Valor mín, Valor máx, Período, and Inicio. The table contains the following data:

Variable	Tipo de datos	Valor actual	Ciclo de escrit	Simulación	Ajustar valor	Valor mín	Valor máx	Período	Inicio
COOKER N1TEMP C1	REAL	117,059	1,0	Seno		0	120	30,000	<input checked="" type="checkbox"/>
COOKER N2TEMP C2	REAL	35,53518	1,0	Seno		0	120	30,000	<input checked="" type="checkbox"/>
COOKER N3PRES C3	REAL	35,63262	1,0	Seno		0	120	30,000	<input checked="" type="checkbox"/>
COOKER N4PRES C4	REAL	112,0089	1,0	Seno		0	120	3,000	<input checked="" type="checkbox"/>
COOKER N3IVA C3	BOOL	-1	1,0	<Indicación>		-1	0		<input checked="" type="checkbox"/>
COOKER N3ETAPA C3	INT	3	1,0	<Indicación>	3	-32768	32767		<input checked="" type="checkbox"/>
* ---									<input type="checkbox"/>

Del Autor.

La base de datos se diseñó a partir de WinCC flexible con la herramienta ficheros, ya que son una herramienta que sirven para documentar el funcionamiento de la planta y Gracias a la información que se puede guardar en dichos ficheros se podrá:

- ✓ Optimizar los ciclos de mantenimiento.
- ✓ Aumentar la calidad de producción.
- ✓ Garantizar los estándares de calidad.

A continuación en la figura 46 se muestra la carpeta que se creó desde el SCADA para registrar la base de datos a través de ficheros.

Figura 40. Dirección Base de datos.



Del Autor.

Pruebas del registro en la base de datos:

Tabla 6. Registro Base de datos del cooker 1.

VarName	TimeString	VarValue	Validity	Time_ms
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:05	84,39986	1	39874045658
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:05	119,6696	1	39874045721
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:05	95,29012	1	39874045785
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	35,63262	1	39874045848
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	0,3341604	1	39874045911
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	24,68112	1	39874045974
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	72,47238	1	39874046038
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	117,059	1	39874046101
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	104,6061	1	39874046164
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	47,5624	1	39874046228
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	2,952013	1	39874046291

COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	15,37009	1	39874046354
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	72,40281	1	39874046417
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:06	111,9556	1	39874046481
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	111,9734	1	39874046544
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	60,03556	1	39874046607
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	8,062198	1	39874046671
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	8,008868	1	39874046734
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	59,92888	1	39874046797
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	104,5823	1	39874046861
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	117,07	1	39874046927
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	72,50716	1	39874046990
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	15,44146	1	39874047053
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	2,919053	1	39874047119
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:07	47,45806	1	39874047182
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:08	95,26136	1	39874047245
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:08	119,6733	1	39874047309
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:08	84,43235	1	39874047372
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:08	24,76742	1	39874047435
COOKER N1\TEMP C1	02/03/2009 1:08	0,3230116	1	39874047499

Del Autor.

Tabla 7. Registro Base de datos del cooker 2.

VarName	TimeString	VarValue	Validity	Time_ms
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	0	1	39874046544
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	0	1	39874046607
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	65	1	39874046671
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	110,9551	1	39874046734
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	130	1	39874046797
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	110,9824	1	39874046861
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	65,03852	1	39874046927
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	19,07212	1	39874046990
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	2,57E-05	1	39874047053
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	18,99042	1	39874047119

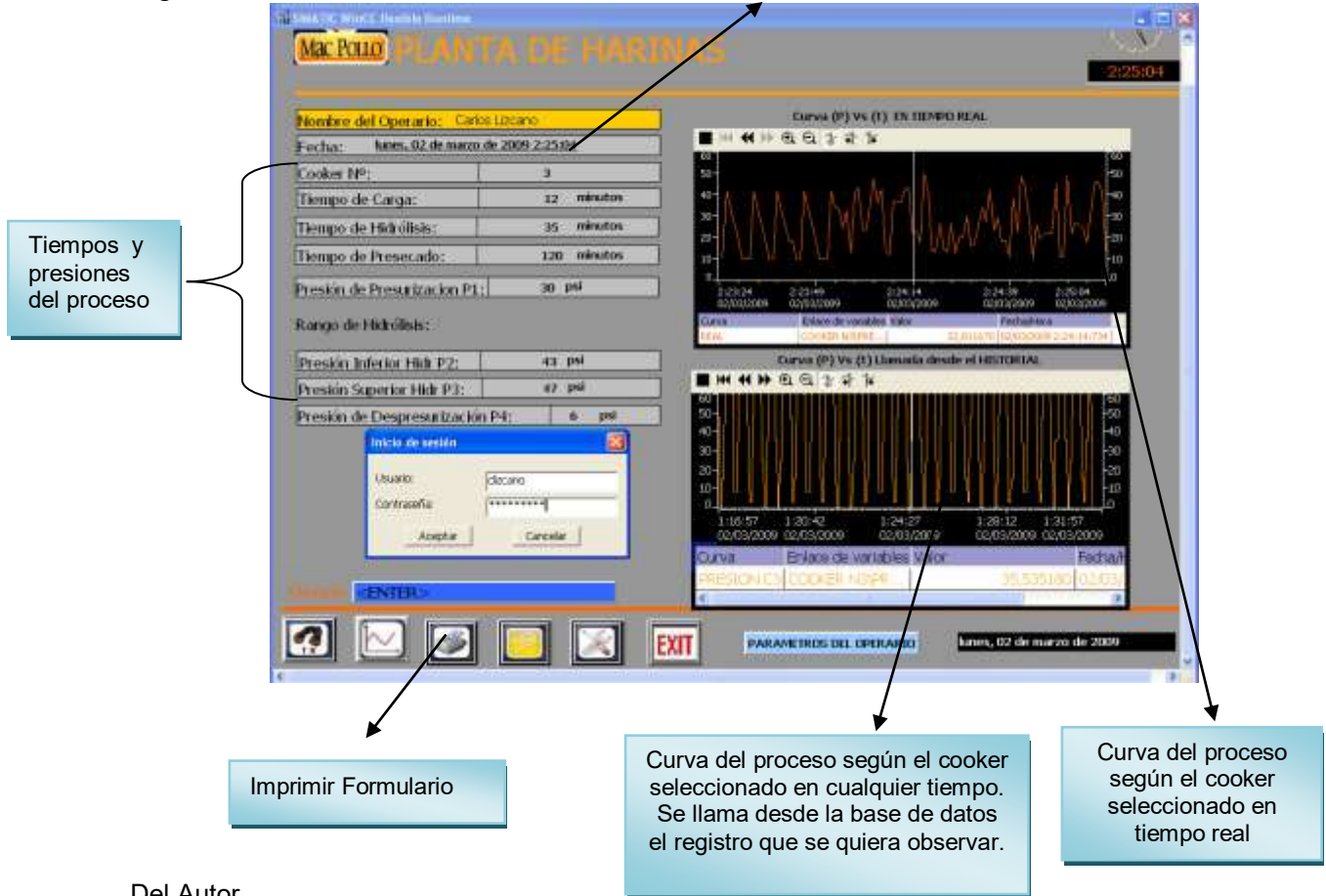
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:07	64,92296	1	39874047182
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	94,50423	1	39874047245
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	126,8139	1	39874047309
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	122,9268	1	39874047372
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	85,11907	1	39874047435
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	35,5301	1	39874047499
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	2,952013	1	39874047562
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	6,512997	1	39874047625
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	24,68112	1	39874047688
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	50,54545	1	39874047752
COOKER N2\TEMP C2	02/03/2009 1:08	87,23468	1	39874047815

Del Autor.

### 3.6.2 IMPRESIÓN DE FORMULARIOS

Nombre del Operario

Figura 41. Formulario



Del Autor.

La impresión de formularios se basa en los parámetros del operario ya que él se encuentra encargado del proceso que esté operando y debe hacer registro de las variables que tuvo el sistema en tiempo real. Como pueden observar en la figura 47 el formulario permite varias opciones para hacer de un reporte al momento de entregar un turno, una información completa y eficaz.

Si bien, pueden observar dos graficas, la primera visualiza la variable en tiempo real y la segunda curva muestra el comportamiento que tuvo el proceso en cualquier tiempo, es decir en el tiempo y fecha que el operario desee observar.



Esta curva se puede ejecutar gracias a la base de datos que se llama desde el SCADA a través de ficheros.

## CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

### 4.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se diseñó un sistema de automatización industrial para el proceso de cocción de harinas, en el cuál se aplicó conocimientos adquiridos durante la carrera y se realizó estudios sobre el software de supervisión (WinCC Flexible) de la familia SIEMENS, de donde se obtienen datos confiables y una interfaz totalmente amigable.
- ✓ Es significativamente importante seleccionar los elementos más convenientes de usar en el sistema ya que se deben cumplir algunas especificaciones técnicas que el proceso necesita, para esto se tuvo en cuenta los recursos suministrados por la empresa. Este es un punto relevante debido a que finalmente fue aplicado a la industria, en donde se pudo ver que un diseño es una guía que muestra un buen procedimiento, es decir, el suministro de los equipos por parte del contratista y la disponibilidad de los mismos limita o satisface el proyecto propuesto.
- ✓ En el sistema de control se utilizó un lenguaje de programación que permite llegar a un software que brinda al usuario facilidad de manejo, porque no necesita de una capacitación profunda para hacer uso del mismo. El control que se llevo a cabo va de la mano de este software que da como resultado un interfaz humano máquina (HMI), lo cual permite que cualquier proceso industrial sea más efectivo, obteniendo a la vez historiales de cualquier tipo de proceso y también facilitando ver el proceso en tiempo real desde un lugar remoto.

- ✓ El manejo de la información del proceso en forma digital y automática mediante el sistema SCADA es de gran importancia para la empresa ya que le permite analizar estadísticamente los procesos y optimizar los ciclos de mantenimiento, aumentar la calidad de producción y garantizar los estándares de calidad.

## 4.2 RESULTADOS

- ✓ El impacto fue bastante bueno y bien recibido por parte de mantenimiento y de producción.
- ✓ La empresa modernizó su proceso de cocción en los cooker's.
- ✓ Aumentó la calidad de producción.
- ✓ Aumentó la productividad de los cocedores industriales.
- ✓ La empresa adquirió un ahorro considerable de energía.
- ✓ El Know-How de la automatización se quedó con la empresa

## BIBLIOGRAFÍA

INSTRUMENTOS PARA MEDIDA DE PRESIÓN - Catálogo FI 01, Alemania: Siemens, 2008.

INSTRUMENTOS PARA MEDIDA DE TEMPERATURA - Catálogo FI 01, Alemania: Siemens, 2008.

PALLÁS ARENY, R.; "Sensores y acondicionadores de señal". 3ª ed. Marcombo, Barcelona 2000.

GREENE, Richard W., Válvulas selección, uso y mantenimiento, México: Editorial McGraw – Hill, 1992.

CREUS, Antonio Creus, Instrumentación Industrial, México: Alfaomega. Sexta Edición, 1998.

DOEBELIN, Ernest, Measurement Systems, Application and Design, Estados Unidos: McGraw-Hill, 1990.

SOISSON, Harold, Instrumentación Industrial, Limusa Noriega Editores. 2001

## PAGINAS DE INTERNET

[http://www.ancoeaglin.com/product\\_pages/continuous\\_cooker\\_spanish.html](http://www.ancoeaglin.com/product_pages/continuous_cooker_spanish.html)

[www.ancoeaglin.com/.../batch\\_fish\\_cooker.jpg](http://www.ancoeaglin.com/.../batch_fish_cooker.jpg)

<http://imagenes.acambiode.com/img-bbdd/06-02.jpg>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_electr%C3%B3nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_electr%C3%B3nica)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_electr%C3%B3nica#Sensores](http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_electr%C3%B3nica#Sensores)

<http://www.interflex.es/img/096b.jpg>

[http://www.loefer.com.br/Idioma/Espanhol/SPAN\\_TDT.htm](http://www.loefer.com.br/Idioma/Espanhol/SPAN_TDT.htm)

<http://www.arian.cl>

[http://www.neumaticarotonda.com/2006/images/otrasteorias/teoria\\_capitulo6\\_valvulas\\_distribuidoras\\_imagen8.jpg](http://www.neumaticarotonda.com/2006/images/otrasteorias/teoria_capitulo6_valvulas_distribuidoras_imagen8.jpg)

<http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>

<http://www.lpc-uk.com/sst/asisc.jpg>

[http://www.sea.siemens.com/step/images/plcs/plc2/plc2\\_2\\_1.gif](http://www.sea.siemens.com/step/images/plcs/plc2/plc2_2_1.gif)

[http://www.cncdesign.com.au/img/products/imgright\\_plc01.jpg](http://www.cncdesign.com.au/img/products/imgright_plc01.jpg)

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

<http://proton.ucting.udg.mx/~omarcas/plc.htm>

<http://www.internet-remotecontrol.net/data/Web-Base-SCADA.gif>

[http://www.simotech.co.za/images/page\\_pics/automation/s7200.jpg](http://www.simotech.co.za/images/page_pics/automation/s7200.jpg)

<http://www.ni.com/>

<http://www.software.rockwell.com/>

<http://www.ad.siemens.com.cn/blog/user1/89/upload/20078115883.jpg>

## ANEXOS

### ANALISIS FINANCIERO

<b>PLANTA DE HARINAS</b>					
<b>PV = Precio de Venta</b>					
<b>ANTES</b>					
<b>COOKER'S DE VISCERA (1 Y 2)</b>					
tiempo/bache	baches/dia	ton/bache	bultos/bache	PV/bulto	PV/bache
3 hrs	16	3 ton	25	100.000	2.500.000
PV/dia	PV/semana	PV/mes	PV/año		
40.000.000	240.000.000	960.000.000	11.520.000.000		
<b>COOKER'S DE PLUMA (3 Y 4)</b>					
tiempo/bache	baches/dia	ton/bache	bultos/bache	PV/bulto	PV/bache
3.5 hrs	14	4 ton	20	80.000	1.600.000
PV/dia	PV/semana	PV/mes	PV/año		
22.400.000	134.400.000	537.600.000	6.451.200.000		
<b>DESPUES</b>					
<b>COOKER'S DE VISCERA (1 Y 2) 5 am - 12 noche</b>					
tiempo/bache	baches/dia	ton/bache	bultos/bache	PV/bulto	PV/bache
1,5 hrs	25	3 ton	25	100.000	2.500.000
PV/dia	PV/semana	PV/mes	PV/año		
62.500.000	375.000.000	1.500.000.000	18.000.000.000		
<b>COOKER'S DE PLUMA (3 Y 4) 4 am - 12 noche</b>					
tiempo/bache	baches/dia	ton/bache	bultos/bache	PV/bulto	PV/bache
2 hrs	20	4 ton	20	80.000	1.600.000
PV/dia	PV/semana	PV/mes	PV/año		
32.000.000	192.000.000	768.000.000	9.216.000.000		
<b>COSTO DE INVERSION</b>		<b>BENEFICIO DEL PROCESO AUTOMATICO</b>			
<b>PESOS</b>		<b>PROCESOS</b>		<b>Aumento/dia</b>	
10.000.000		PROCESO DE COCCION VISCERA		22.500.000	
		PROCESO DE COCCION PLUMA		9.600.000	
<p>Con este análisis financiero se logra concluir que la inversión de 10.000.000 garantizó un aumento en la producción ya que el sistema de automatización disminuyó tiempos durante el proceso de cocción y mejoró los tiempos de parada con lo cual se adquirió un ahorro considerable de energía.</p>					

## MANUAL DEL OPERARIO PARA EL SISTEMA DE COCCION DE COOKER'S

Antes de poner en funcionamiento el software, lea atentamente el manual y cumpla con las indicaciones del mismo, para asegurar un excelente funcionamiento del control del proceso. Solo debe permitirse manipular el programa a personal debidamente instruido en las funciones y autorizado para hacerlo. Así mismo solo debe modificar sus parámetros de funcionamiento el personal de Mantenimiento conocedor del proceso. Si tiene alguna duda o pregunta póngase en contacto con su supervisor o con el creador del programa.

### Acceso al control del proceso:

Para acceder al software, el operario debe seguir las siguientes Instrucciones

1. Abrir el archivo: SCADA\_MacPollo, que se encuentra en el escritorio del computador.
2. Aparecerá la siguiente pantalla: “Pantalla Básica de Control–PBC”

Pantalla Básica de Control.





La PBC será la pantalla que más tiempo el operario tenga que manejar y con la cual interactuara para realizar la supervisión. Está conformada por diferentes elementos, todos con un propósito específico que permiten mantener una supervisión, control y registro de las condiciones del proceso en cada estado específico.

En ella se visualizan los esquemas de los cuatro cooker's que se están controlando, sobre ellos la temperatura o presión que estén manejando en cada momento.

3. Al ingresar a la PBC, el operario, podrá visualizar el valor de las presiones o temperaturas que cada uno de los cuatro cooker's está presentando. También es posible visualizar el estado de las válvulas y la temperatura ambiente.
4. Además de la pantalla principal, cada cooker tiene su propia pantalla. A estas pantallas individuales, el operario accede haciendo clic sobre el cooker deseado en la PBC.

En cada una de ellas es posible visualizar y controlar aspectos importantes de los cooker's.

Así para el cooker 1 se tiene:



Para el cooker 2:



En estas imágenes se tiene la visualización del comportamiento de la temperatura dentro del cooker 1 y 2, y su comparación con el valor de la temperatura ambiente. Estos cooker hacen parte del proceso de Harina de Viscera.

Para el cooker 3:



Para el cooker 4:



En estas imágenes se tiene la visualización del comportamiento de la presión dentro del cooker 3 y 4 del proceso de Harina de Pluma.

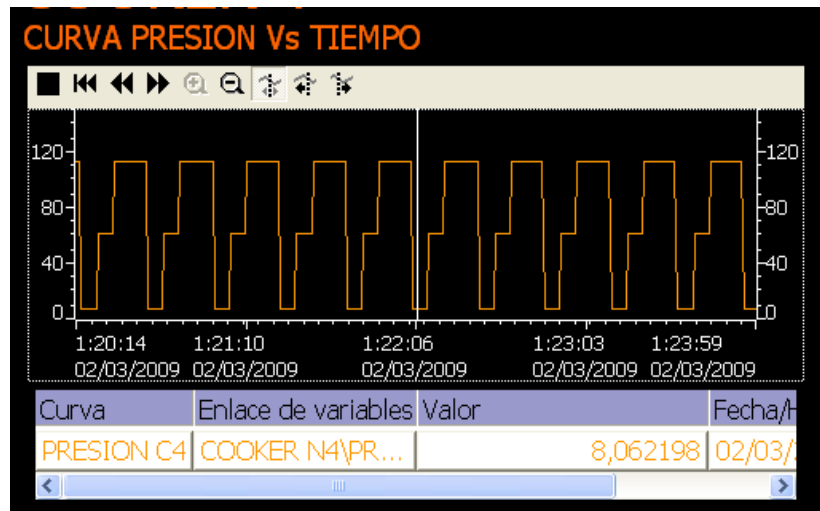
Por otra parte, este proceso presenta más cantidad de pasos, que deben ser controlados por tiempo o por el valor de la presión, es por esto que además de la grafica de comportamiento de Presión vs. Tiempo, en esta pantalla se encuentra el indicador de la etapa del proceso que está ocurriendo, así como el tiempo que lleva en dicha etapa.



Parámetros de visualización proceso Pluma

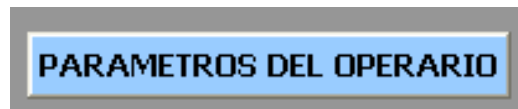
De igual forma que en los cooker de víscera, también se cuenta el espacio para observar el comportamiento grafico de la presión contra el tiempo.

Visualización grafica comportamiento Presión

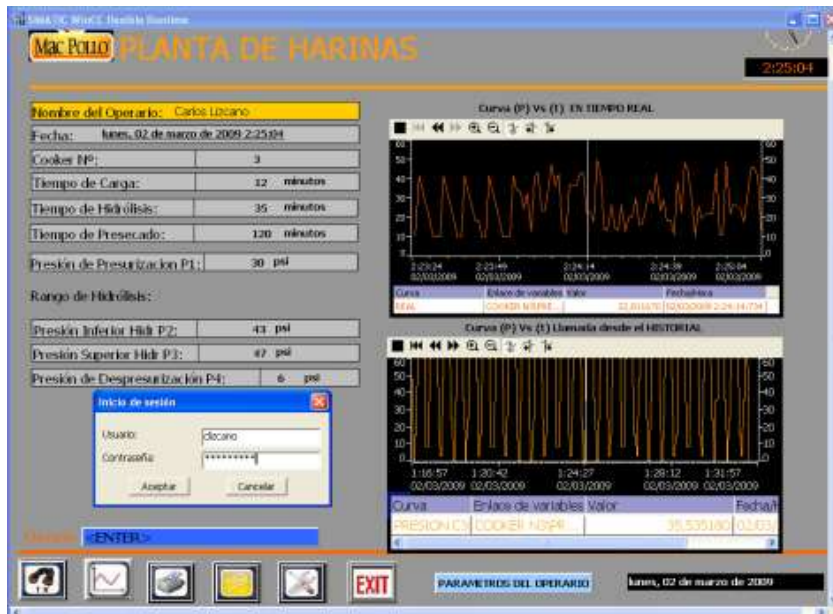


5. Dado que existe un operario que es siempre responsable por el estado de cada cooker y por el éxito del bache, también existirá el informe presentado por el de los tiempos de su proceso controlado, para esto el software cuenta con la opción “**Parámetros del Operario**”.

Icono parámetros del operario



En cada una de las pantallas de cooker individual se tiene la opción de Parámetros Operario, que al hacer clic sobre ella, abre la siguiente ventana:



Esta ventana corresponde al formulario que se debe llenar con los datos de la persona u operario que carga el bache o inicia el proceso del mismo y quien quedara como responsable del proceso.

Al ingresar por primera vez en esta pantalla, el Operario:

1. Ingresara su nombre en el espacio "Responsable".
2. Luego de hacerlo deberá oprimir la tecla ENTER para confirmar la información escrita, de lo contrario esta se ignorara.
3. Ingresara el numero del cooker del que va hacer registro luego de hacerlo deberá oprimir la tecla ENTER para confirmar la información escrita, de lo contrario esta se ignorara.
5. luego ingresa los datos de tiempos y presiones que se tuvieron durante el proceso.
6. Por último el operario al terminar su bache, y antes de iniciar el siguiente, deberá dar en la opción Imprimir para generar el registro o ficha de informe del bache.

Icono para imprimir:



6. En cualquier momento es posible regresar a la Pantalla Básica de Control, eso se logra haciendo clic sobre el icono:



7. Para salir del SCADA, debe dar click en el icono EXIT.



Advertencias generales sobre la operación del equipo:

- ✓     El mantenimiento eléctrico, electrónico y mecánico, en caso de ser necesario, deberá ser realizado por un técnico especialista.
- ✓         Verificar el buen estado de los tubos comprobando que no haya fisuras para evitar escapes.
- ✓     En caso de fuga, verificar la ubicación de la misma y no encender el equipo hasta haber solucionado el inconveniente.

- ✓     Aunque el equipo está protegido contra sobrecargas no debe ser empleado en aplicaciones para las cuales no fue diseñado.
- ✓     Se deben leer las instrucciones de operación y mantenimiento de cada elemento (sensores, válvulas) antes de cualquier mantenimiento o cualquier reparación.

#### Rutinas de mantenimiento:

A continuación enumeramos los requerimientos de mantenimiento de los equipos:

1. Se debe hacer una revisión completa de las válvulas una vez al año con el objetivo de evaluar su estado para garantizar su confiabilidad y poder programar el cambio con anticipación.
2. Se deben tener los cuidados mínimos de limpieza recomendados para este tipo de componentes a la hora de manipular cada uno de los elementos del sistema, lo que asegura una mayor vida útil de los mismos.
3. Mantenimiento y reparación del sensor de temperatura y presión. El SITRANS TH200 y el SITRANS serie Z no requiere mantenimiento interno, si hay un fallo es necesario repararlo.