

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL CON TECNOLOGÍA
MODERNA PARA UNA CALDERA ACUOTUBULAR**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRONICO**

**PRESENTADO POR :
EULOGIO LEON SALDIVAR**

**PROMOCIÓN
1991-II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL CON
TECNOLOGIA MODERNA PARA UNA CALDERA
ACUOTUBULAR**

AGRADECIMIENTO:

A MIS PADRES POR SUS
NOCHES DE DESVELO CUANDO
MAS LOS NECESITABA

SUMARIO

El presente trabajo busca optimizar el funcionamiento de una caldera acuotubular marca Fabrimet, modelo: CAL3001 - CAL3002. Esta Caldera se usa en Cervecería San Juan en Pucallpa para calentar una lavadora de botellas, un pasteurizador y las pailas de cocimiento del proceso de elaboración de cerveza. Por medio del estudio y conocimiento de sus parámetros de trabajo, sistema de control, sistemas de alarma y de monitoreo de emisión de gases se propone reemplazar el tablero eléctrico actual que usa programadores electromecánicos, contactores auxiliares y temporizadores por un Controlador Lógico Programable, PLC con una Interfase Hombre-Máquina, HMI para el manejo y visualización de operación. Los presostatos, termostatos y válvulas termostáticas se proponen reemplazar por sensores y válvulas con posicionador modernos.

Debido a su antigüedad los elementos de control actuales han pasado a ser elementos con alta probabilidad de falla y de difícil obtención en el mercado, si además se considera la cada vez mayor demanda de producción de la planta, con el cambio propuesto, se obtendrá un beneficio inmediato.

Mediante este informe se explica como convertir esta caldera antigua en una caldera moderna con solo reemplazar los elementos de control mencionados.

Por ser estándar en la Cervecería Backus y Johnston, se propone el uso de un equipo PLC Siemens S7-300 conectado a un software de visualización y control Wincc del mismo fabricante para el cambio propuesto. Además del control de operación, se propone aprovechar las capacidades del software de visualización para mantener un indicador y registro de fallas para disminuir el tiempo medio de reparación.

INDICE

INTRODUCCION	Pag. 1
CAPITULO I	
GENERACION DE VAPOR	2
1.1 Hogar	2
1.2 Sobrecalentador	3
1.3 Fundamentos sobre el efecto de la circulación	3
1.4 Domo superior	5
1.4.1 Factores que influyen en el nivel del domo	6
1.5 Quemadores	7
1.6 Atomización	7
1.7 Fundamentos básicos de la combustión	8
1.8 Quemado de combustibles líquidos	9
1.9 Aire atmosférico	10
1.10 Exceso de aire	10
1.11 Estudio de la composición química de los gases de combustión	12
CAPITULO II	
SENSORES	13
2.1 Definición	13
2.2 Termocuplas y RTD's	13
2.3 Sensor de presión	14
2.4 Sensor de nivel	16

CAPITULO III**ACTUADORES 17**

3.1	Modutrol	17
3.2	Convertidor I/P	18
3.3	Válvula	18

CAPITULO IV**SIMATIC HMI 19**

4.1	Panel HMI OP7-Simatic	20
4.2	Aplicación a nivel de máquina	21
4.3	Software homogéneo de configuración	22
4.4	Tipos de HMI	25
4.4.1	Terminal de Operador	25
4.4.2	PC + Software	25
4.4	Software HMI	26

CAPITULO V**SISTEMAS DE CALDERA 28**

5.1	Sistema de agua	28
5.2	Sistema de petróleo	29
5.3	Sistema de atomización	30
5.4	Sistema de purgas	30
5.5	Sistema de ignición	31

CAPITULO VI**PLC S7-300 SIMATIC 34**

6.1	Arranque del programa y creación del proyecto	34
6.2	Edición del programa	36
6.3	Modulos del PLC	40
6.4	Conexionado de los módulos I/O del PLC	40

CAPITULO VII**PROGRAMACION EN STEP 7 DE SIMATIC 45**

7.1	Definición de símbolos a usar en el programa	45
7.2	Programa de la caldera	47
7.2.1	El bloque de organización OB1	47
7.2.2	El bloque de organización OB35.	51
7.2.3	El bloque de organización OB100	52
7.2.4	La función FC10	53
7.2.5	La función FC11	67
7.2.6	La función FC13	70
7.2.7	La función FC30	79
7.2.8	El bloque de función FB31	79
7.2.9	La función FC101	80
7.2.10	La función FC103	83
7.2.11	La función FC104	84

CAPITULO VIII**WINCCFLEXIBLE2005 89**

8.1	Creación del proyecto OP77-B en WinCCflexible2005	89
8.2	El proyecto	89
8.3	Crear el proyecto	90

CAPITULO IX	
COSTOS	99
CONCLUSIONES	100
ANEXO 1	
MANUAL DE OPERACIÓN DEL OP77-B	
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCIÓN

Al momento de evaluar el éxito de una instalación industrial en función de mejoras continuas, siempre se tiene en cuenta que el uso de estrategias de control eficientes puede hacer que la planta produzca más y a la vez, con menor costo. La generación y el uso de la energía son candidatos para este tipo de análisis.

En la actualidad todos los establecimientos industriales poseen aplicaciones que se relacionan con la generación y/o uso racional del vapor. Es debido a esto que la caldera y sus equipos auxiliares se convierten en un eslabón estratégico dentro de la cadena del proceso industrial. Por lo tanto, es de vital importancia hacer énfasis en términos tales como confiabilidad, independencia operativa, seguridad y eficiencia. Estas cuatro últimas condiciones no sólo dependen del equipamiento de generación de vapor, sino que están estrechamente relacionadas con el sistema de control regulatorio, y también el de seguridad y encendido.

Todos estos temas serán tratados en este informe, y están basados en experiencias propias en una caldera acuotubular antigua a la cual se propone modernizar , con ello se tendrá una operación mas segura, con mayor aprovechamiento de los procesos de combustión y reducción de las paradas.

Para el desarrollo de este informe de suficiencia se ha considerado 9 capítulos y un anexo. En el capítulo I , generación de vapor , se expone a cerca de los componentes de la caldera , hogar , domo , etc. En el capítulo II , sensores , se explican los sensores a utilizar en el proyecto , sensor de temperatura pt100 , sensor de presión , sensor de nivel , su forma de trabajo. En el capítulo III , actuadores , se presentan los actuadores a utilizar , modutrol , convertidor I/P , válvulas. En el capítulo IV HMI simatic , se presenta el HMI , su aplicación y funciones . En el capítulo V se presenta los sistemas de la caldera , sistema de agua , sistema de petroleo , sistema de atomización , sistema de purgas , sistema de ignición. En el capítulo VI , PLC S7-300 Simatic , se explica como crear un proyecto en lenguaje Step7 , se explican las conexiones del PLC con cada uno de los elementos externos de la caldera . En el capítulo VII , Programación en step7 de Simatic , se detallan los símbolos a usar en el programa de la caldera , así como se detallan los bloques del programa , en el capítulo IIX , WinCCFlexible2005 , se explica como crear un proyecto para un HMI OP77-B usando el programa WinCCFlexible2005 y en el capítulo IX costos necesarios para automatizar.

CAPITULO I

GENERACION DE VAPOR

Cuando se calienta dentro de un recipiente cerrado y rígido, una masa de agua, partiendo desde una presión (atmosférica) y una temperatura determinada, ésta incrementará su temperatura hasta los (99°C), a partir de la cual comenzará el proceso de ebullición, con la consiguiente liberación de vapor.

El vapor así liberado comenzará a llenar rápidamente todos los espacios disponibles dentro del recipiente, a presión atmosférica, 1 Kg de vapor ocupa 1,750 veces más volumen que el mismo peso en agua. Debido a que el recipiente es rígido y que ya no existe más espacio disponible, la liberación de más vapor comenzará a comprimir a la masa de vapor ya existente resultando un aumento en la presión de éste.

1.1.- Hogar

El hogar, en una caldera, está virtualmente delimitado por tubos, (paredes de agua), que absorben calor. Esta superficie relativa representa sólo el 9% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe el 48% del calor total. Esta alta efectividad térmica se debe fundamentalmente al efecto de la radiación, que es consecuencia de la exposición directa a las llamas y gases de combustión en la zona de mayor temperatura.



Fig. 1.1 Hogar

1.2.- Sobrecalentador

El vapor saturado proveniente del domo, se calienta en el sobrecalentador, en donde las temperaturas de los gases a la entrada aún son elevadas, existiendo todavía algún efecto de la radiación. Su superficie relativa representa el 9% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe el 16% del calor total.

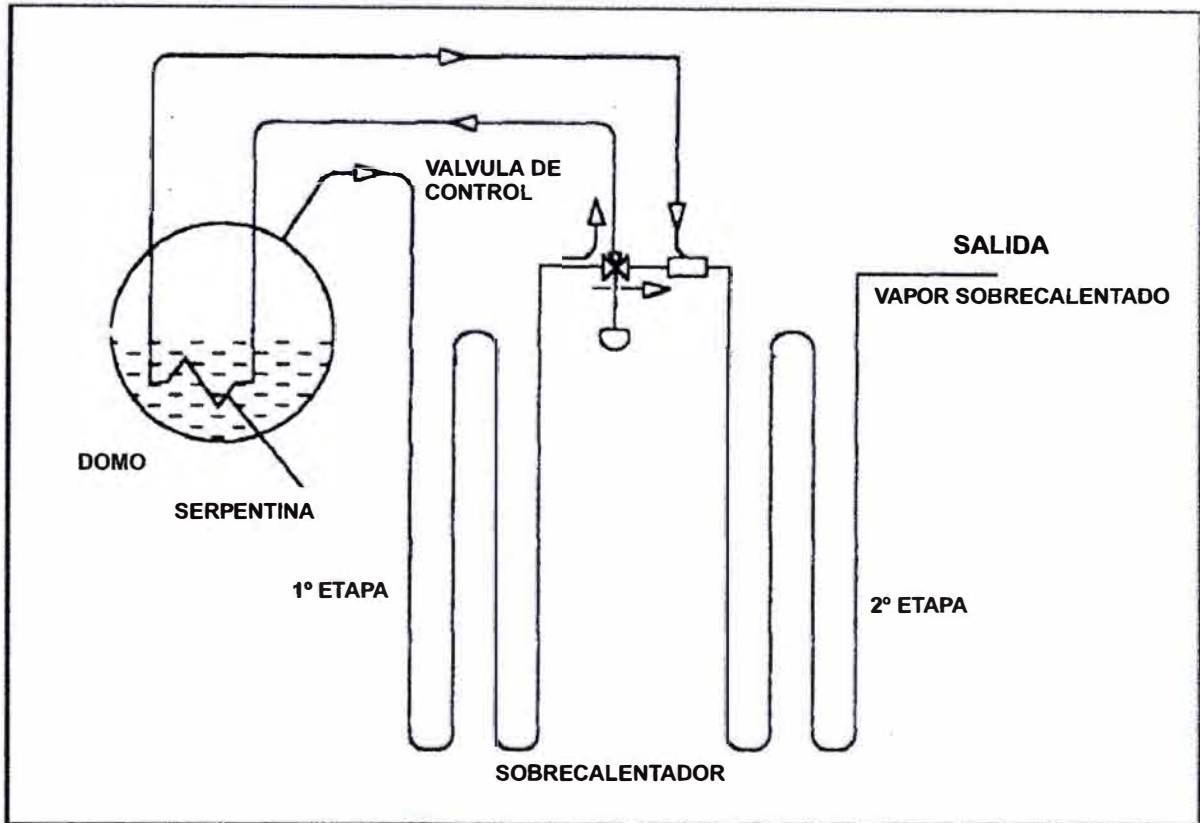


Fig. 1.2 Sobrecalentador

1.3.- Fundamentos sobre el efecto de la circulación

Ahora se analizará que le sucede al agua cuando a ésta se le agrega calor.

En un simple recipiente de vidrio se puede visualizar, sin mayor dificultad, lo que sucede si este es calentado desde su parte inferior.

Burbujas de vapor y agua caliente ascienden producto del desplazamiento por agua más pesada libre de vapor proveniente de zonas superiores y de menor temperatura. Estas desplazan las burbujas a la superficie de interfase, en donde se liberan formando vapor.

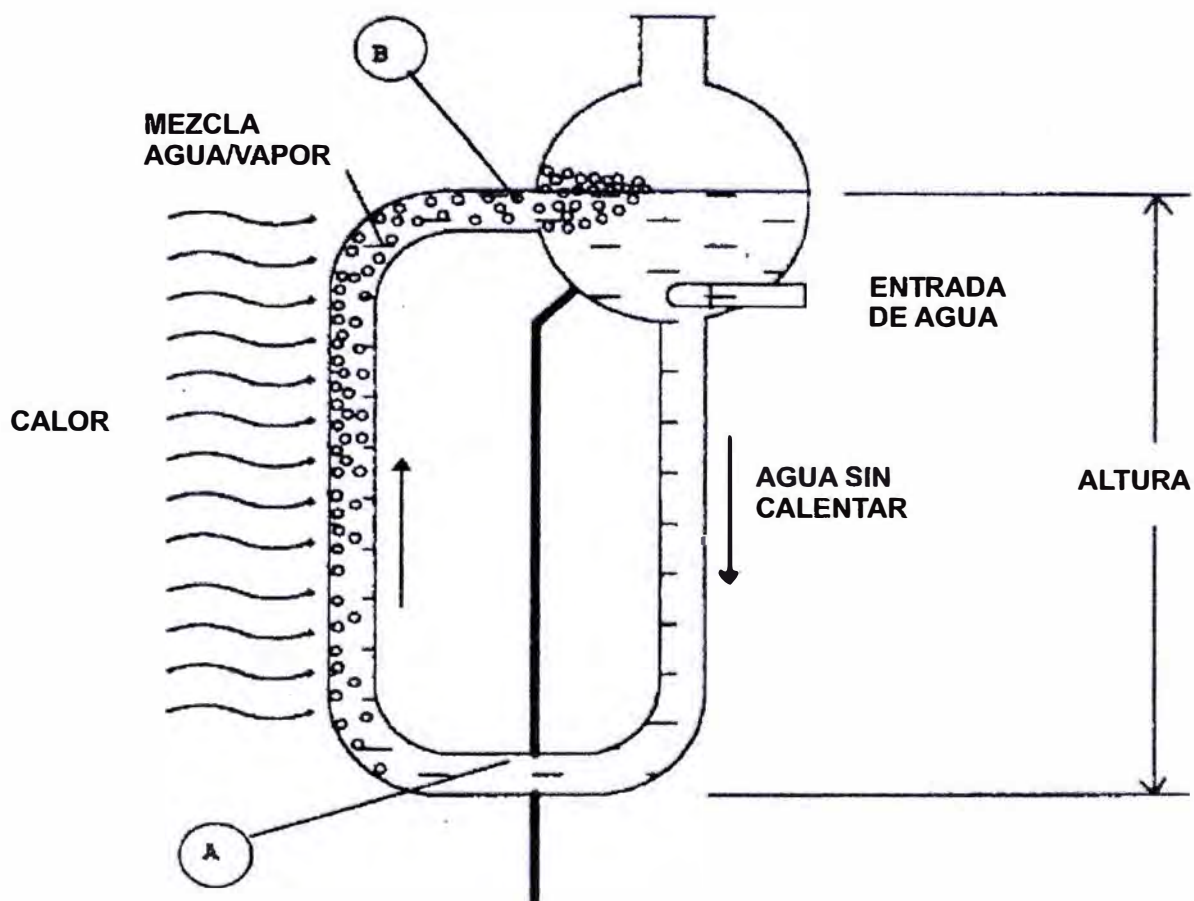


Figura 1.3 Modelo simplificado

En una caldera acuotubular, la mezcla agua/vapor circula dentro de un gran número de tubos que son calentados externamente por los gases producto de la combustión. Para ver lo que sucede en estas unidades se puede analizar un modelo simplificado, como se ejemplifica en la Fig. 1.3. Se trata de un recipiente que está compuesto por una salida para vapor, una entrada de agua de alimentación y un tubo en forma de lazo que sale y nuevamente ingresa a él. A este lazo se lo puede dividir en dos piernas: una que recibe la carga térmica y la otra que no.

El peso de una columna de agua es igual al producto de la altura de ésta por su área y por su densidad. Vemos que tanto la altura como su área son iguales en ambas piernas, por lo que la mayor o menor circulación se debe fundamentalmente a la diferencia de densidad entre ambas.

Aquí aparece una corriente natural debido a la diferencia de densidades de una pierna respecto a la otra.

En aquella pierna que efectivamente recibe la carga térmica, comienzan a formarse burbujas de vapor que al final de recorrido (B) ya coexiste una mezcla agua/vapor compuesta de aproximadamente 85% de agua y 15% vapor en peso. En la unión imaginaria de ambas piernas (A), se establece el desequilibrio de fuerzas.

Este desequilibrio que producirá la circulación, se auto limitará con las fuerzas de rozamiento presentes en el circuito. Si por algún motivo se produjera un incremento de aquel desequilibrio, debido por ejemplo a un aumento en la carga térmica, instantáneamente se produciría un incremento en la velocidad de circulación, pero también y de forma mucho más significativa en las fuerzas de rozamiento, ya que éstas se incrementan con el cuadrado de la velocidad. Este incremento de circulación crece hasta que se alcance un nuevo punto de equilibrio.

En sus primeras versiones, este equipo térmico consistía en un recipiente con una entrada de alimentación de agua y una salida de vapor, todo esto montado dentro de un recinto delimitado por ladrillos refractarios llamado **hogar**. El combustible se quemaba sobre una grilla ubicada dentro del hogar de manera tal que el calor liberado incidía directamente sobre la superficie inferior del recipiente, transfiriendo su carga térmica a la masa de agua dentro del mismo. Los gases de combustión se evacuaban por una chimenea.

1.4.- Domo superior

El domo superior cumple con las siguientes funciones:

- a) Proveer el espacio físico para producir la separación de fase entre la mezcla agua y vapor.
- b) Proveer el espacio físico para alojar todos los elementos de separación necesarios (separadores ciclónicos, separadores primarios, secundarios, etc.) a fin de garantizar la correcta separación de las partículas de agua y sólidos en suspensión de la corriente de vapor.
- c) Proveer un reservorio con el fin de absorber las variaciones del nivel durante los transitorios.
- d) Calentamiento del agua de alimentación que ingresa.
- e) Proveer el espacio físico necesario en donde se pueda mezclar el agua de caldera con productos químicos.

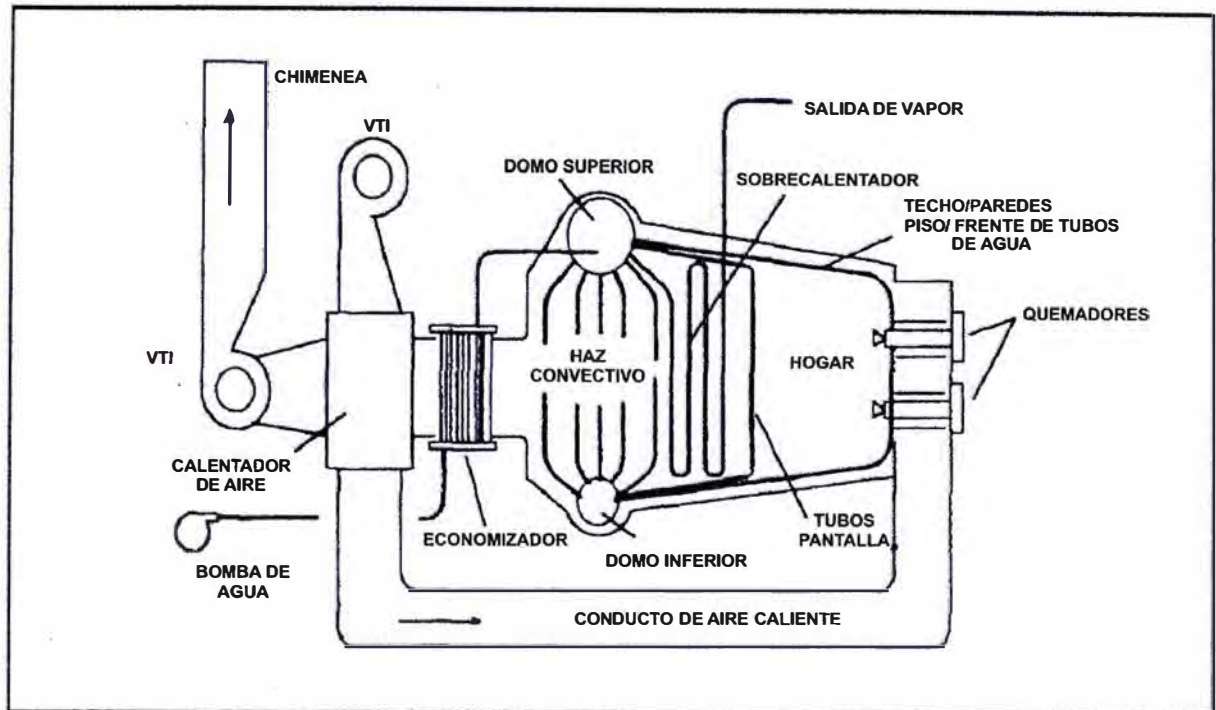


Figura 1.4 Caldera acuotubular

- f) Proveer el espacio físico necesario en donde se pueda efectuar el purgado del agua de caldera.
- g) Vinculo de anclaje mecánico para todos los tubos que ingresan a él.

1.4.1 Factores que influyen en el nivel del domo

En toda caldera que se encuentre operando, resulta casi obvio que la cantidad de agua que en él ingrese, se deba equilibrar con la cantidad de vapor producido, sumando a este último, las purgas. Este estado de equilibrio tiene como parámetro indicativo al nivel del domo, el cual debe mantenerse en todo momento dentro de una estrecha franja.

Si el nivel del domo baja por debajo del nivel de los tubos, estos últimos no serán refrigerados correctamente y en consecuencia aumentaría rápidamente su temperatura, originándose probablemente la rotura de los mismos.

Por el contrario, si este nivel sube demasiado, restaría lugar para que el vapor se separe satisfactoriamente del agua, resultando en el arrastre de agua y sólidos a los equipos.

En el estado de equilibrio es obvio que la masa de agua que ingresa en el domo se iguala a aquella masa de vapor que sale de él, manteniéndose de esta manera un nivel

constante. Esto se cumple sólo en los estados de equilibrio entre demanda y producción de la caldera.

Pero debido a las variaciones en la demanda y con el fin de alcanzar un nuevo estado de equilibrio, se deberá efectuar una variación de la carga de combustión. Como es de esperarse, este acomodamiento a un nuevo punto de equilibrio no tiene lugar instantáneamente, sino que existe una demora que depende fundamentalmente y entre otras cosas de la inercia térmica de la caldera, la magnitud de dicha variación y de la respuesta del sistema de control de combustión.

Esta demora resultante es la principal causante de las variaciones de nivel en el domo. Estas variaciones pueden minimizarse implementando controles de nivel que contemplen dichas perturbaciones.

1.5.- Quemadores

El quemador es el principal componente del circuito de combustión para calderas que queman combustibles líquidos y/o gaseosos y en casos muy particulares combustibles sólidos. Sus funciones más importantes contemplan las siguientes:

- a) Mezclado del aire con el combustible.
- b) No debemos confundir al aire que se mezcla con el combustible dentro o en el quemador, con el que ingresa al hogar a través de otros pasajes y que no interviene en la combustión. Al primero se lo denomina **aire primario** y es aquel que interviene directamente en la combustión; en cambio el otro se denomina **aire secundario** y sólo se diluye con los gases de combustión, enfriando los mismos.
- c) Atomizado del combustible líquido.
- d) Proveer una ignición continua de la mezcla aire/combustible

1.6.- Atomización

Con el fin de obtener una mezcla íntima entre el aire de combustión y el combustible de manera de asegurar una combustión completa y rápida, se hace necesario fragmentar al combustible en pequeñas partículas de manera tal que exponga la mayor superficie de contacto posible con el aire. La atomización es un trabajo mecánico que exige energía, no sólo para vencer el efecto de la tensión superficial, sino para comunicar al combustible una energía cinética tal que proyecte a estas partículas dentro de la cámara de combustión.

Los combustibles gaseosos no necesitan atomizarse por encontrarse ya en aquel estado. Pero sí los combustibles líquidos como por ejemplo el fuel oil, diesel oil, gas oil, etc. Existen dos formas de efectuar dicha atomización: asistida por vapor (o aire) y por medios mecánicos.

La atomización asistida por vapor o aire, es el método más eficiente ya que produce emulsiones de vapor-combustible (o aire combustible), las cuales al ingresar al hogar producen una rápida fragmentación del combustible, esto último debido a la violenta expansión del vapor (o del aire) dentro del hogar. El vapor (o aire) utilizado para esto, debe estar seco, pues la humedad causa pulsaciones en la llama, motivo por el cual puede tender a extinguirse.

La mezcla se realiza en unas pastillas especiales que se encuentran en la punta del quemador.

1.7.- Fundamentos básicos de la combustión

Básicamente se define como combustión al proceso de quemado de un determinado combustible. Desde el punto de vista químico se refiere a la reacción química de la oxidación de un combustible en presencia de oxígeno, resultando de ésta una fuerte liberación de calor y en la gran mayoría de los casos radiación luminosa. Esta reacción se auto-sustenta a partir de cierta temperatura.

Para que dé comienzo una combustión se le deberá suministrar a la mezcla aire-combustible energía proveniente de una fuente externa, de manera tal que eleve la temperatura en algún punto de su masa por encima de un determinado valor. A este valor se lo denomina **temperatura de inflamación**.

Una vez iniciado el proceso de combustión, éste se propagará de una molécula a otra, generando por sí solo (en condiciones normales) la energía necesaria para elevar el resto de su masa a la temperatura de inflamación, sin la necesidad de aportes energéticos externos. Este proceso prevalecerá mientras el calor proveniente de la reacción sea mayor que el cedido al medio que lo rodea.

La mayoría de los combustibles utilizados en la industria, están compuestos fundamentalmente por carbón, hidrógeno y pequeñas cantidades de azufre. Como

resultado de la combustión de estos tres elementos básicos se obtienen las siguientes reacciones:

carbón (C) + oxígeno (O₂) → dióxido de carbono (CO₂) + calor

hidrógeno (H₂) + oxígeno (O₂) → vapor de agua (H₂O) + calor

azufre (S) + oxígeno (O₂) → dióxido de azufre (SO₂) + calor

Cuando la combustión se realiza en laboratorio utilizando proporciones exactas de mezcla combustible/oxígeno, obtenemos como productos de la combustión solamente dióxido de carbono, vapor de agua y dióxido de azufre (si hay azufre presente). En este tipo de ensayo de laboratorio se obtiene lo que llamaremos: **combustión perfecta o estequiométrica**.

La máxima temperatura de llama para un determinado combustible se obtiene mediante una combustión perfecta. Si utilizamos más oxígeno del requerido para una combustión perfecta, este exceso no reaccionará en la combustión, reduciendo la temperatura de llama, y en consecuencia este exceso aparecerá como producto final de la combustión. En cambio, si la combustión se realiza con menor porcentaje de oxígeno de lo necesario, aparecerán como productos de la combustión, sumados a los nombrados anteriormente: monóxido de carbono (CO), hidrógeno gaseoso (H₂), compuestos hidrocarburos (C_xH_y), sulfhídrico (H₂S) y carbón (C).

Estos compuestos son el resultado de una combustión imperfecta e incompleta y producen contaminación ambiental.

1.8.- Quemado de combustibles líquidos

Los combustibles líquidos más utilizados son el fuel oil, gas oil, diesel oil, tar, alquitrán, etc. Estos combustibles deben ser atomizados por alguno de los métodos que ya se han mencionado.

Nuestra caldera usa el fuel oil N° 6 es el más utilizado entre los combustibles líquidos. Pero éste, a la temperatura ambiente, se hace demasiado viscoso para ser bombeado y transportado por cañerías. Por tal motivo se lo debe calentar y filtrar previo al quemado. Las pastillas de atomización para el quemado de estos combustibles se diseñan en base a un rango preestablecido de viscosidad.

Si el precalentado es muy alto, la viscosidad del fuel oil disminuirá por debajo de lo recomendado causando pulsaciones ruidosas e inestabilidad de la llama. Por lo contrario, si la temperatura de calentamiento es demasiado baja, la viscosidad será más alta de la recomendada y traerá aparejado una atomización incorrecta con desprendimiento de partículas demasiado grandes para poder quemarse completamente, resultando en la formación de cenizas.

Las cenizas de los combustibles fósiles pueden contener azufre, trazas de metal como **níquel, sodio y vanadio**. El contenido de estos elementos no debe tomarse a la ligera, pues son potenciales causantes del ensuciamiento, depósitos y problemas de corrosión de los tubos.

1.9.- Aire atmosférico

El oxígeno requerido para la combustión proviene del aire atmosférico que está compuesto por una mezcla de oxígeno, nitrógeno y pequeñas proporciones de dióxido de carbono, vapor de agua, argón y otros gases inertes. Desde el punto de vista de la combustión, el aire seco está compuesto en peso por 23.15% de oxígeno (O_2) y 76.85 % de nitrógeno (N_2). Como resultado de esto y para proveer a la combustión de 1 Kg de oxígeno, tendremos que suministrar 4.32 Kg de aire seco de los cuales 3.32 Kg corresponden al nitrógeno y gases inertes.

El nitrógeno prácticamente no interviene en la reacción de combustión, pero posee mucho peso respecto a la eficiencia de la caldera. Sucede que parte del calor proveniente de la combustión es utilizado para calentar al nitrógeno, que se escapará por la chimenea a la misma temperatura que el resto de los gases de combustión sin aporte energético alguno. Esto último se traduce en menores temperaturas de llama, si es comparado con las temperaturas de llama que se obtendrían utilizando oxígeno puro.

Se denomina **aire teórico** a la cantidad de aire a suministrar de manera tal de obtener una combustión perfecta. Cabe mencionar que existe un valor de aire teórico distinto para cada combustible, que dependerá de la composición química del mismo.

1.10 .- Exceso de aire

La combustión en equipos reales ocurre en tiempo y volúmenes limitados. Si se pretende que la combustión sea completa (combustión perfecta), hemos de tener en cuenta que cada molécula de combustible se combine con su correspondiente de aire. Es obvio que

esto no puede realizarse dentro de un equipo térmico real. Pero si a las moléculas de combustible le ofrecemos un excedente en aire, aumentaremos la probabilidad de que se combinen todas las moléculas de dicho combustible. También se hace evidente que este excedente de aire no formará parte de la reacción. A esta cantidad de aire por encima de la teórica se la denomina **exceso de aire**.

Asimismo este exceso, a pesar de atender contra el rendimiento de la caldera, es de vital importancia en lo que a seguridad se refiere. Se hace indispensable contar con un aumento de éste durante los períodos transitorios debido a variaciones del estado de carga. Como se desprende de la Fig.1.5 , estaremos en presencia de una mezcla peligrosa dentro del hogar si en algún momento se baja del 0% de exceso de aire.

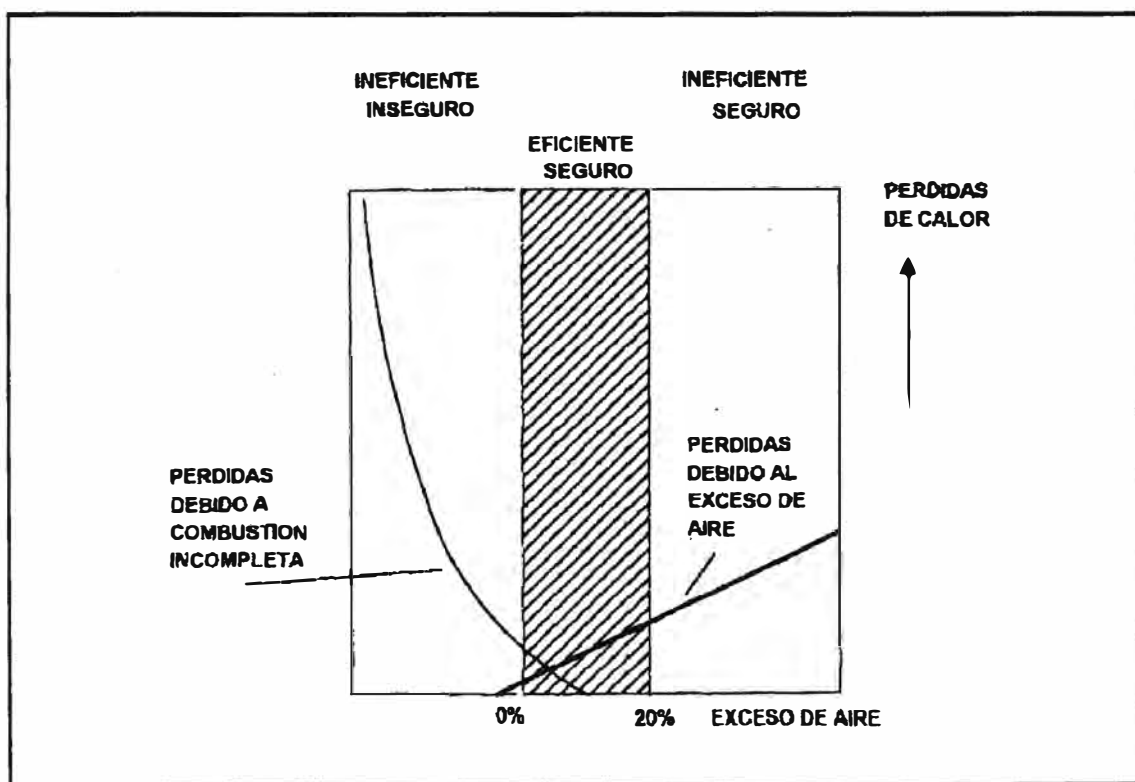


Figura 1.5 Exceso de aire

1.11.- Estudio de la composición química de los gases de combustión

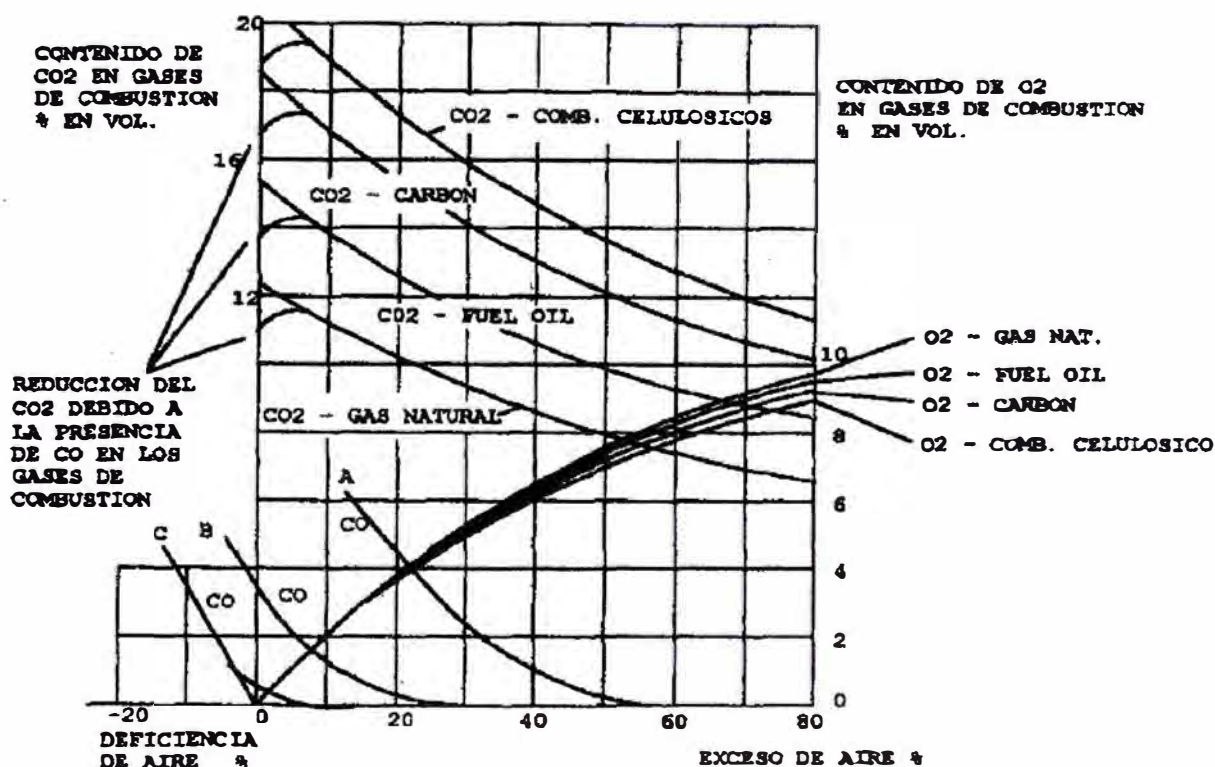


Figura 1.6 Gases de combustión

La composición que surge del análisis de los gases producto de la combustión se utiliza como indicador para evaluar la eficiencia de la combustión, ver Fig. 4. Por lo general sólo se evalúan aquellos compuestos que intervienen en el cálculo de rendimiento, como ser CO₂, CO, O₂, N₂.

Los porcentajes de CO₂ y CO son parámetros que nos indican si se ha llevado a cabo la totalidad de la combustión; en cambio, los porcentajes de CO₂ y O₂ son indicadores del exceso de aire presente en ésta.

Estaremos en presencia de una combustión óptima cuando se obtenga como resultado del análisis en los gases de combustión, en todo momento y a través de los distintos estados de carga, el mayor porcentaje posible de CO₂, utilizando el menor exceso de aire (mínimo O₂), y con la aparición de cantidades despreciables de CO. Esta regla deberá predominar en la calibración de un lazo de combustión.

CAPITULO II SENSORES

2.1.- Definición

Un sensor eléctrico es un dispositivo el cual convierte una magnitud física (iluminación, temperatura, presión, velocidad, distancia, etc.) en una magnitud eléctrica (corriente, tensión, resistencia, apertura o cierre de contactos eléctricos o mecánicos) en proporción a la magnitud física recibida, para que de ésta forma pueda ser medida y procesada por un sistema de control.

El tratamiento de la información a través de señales eléctricas trae marcadas ventajas como son: las señales pueden ser transmitidas más fácilmente (básicamente por dos hilos), son más fáciles de acondicionar (amplificar, filtrar, etc.) y almacenar. A continuación se enumeran una serie de sensores usados por esta caldera para la toma de datos las cuales enviarán información al PLC ya sea analógica o digital, esta información permitirá al PLC tomar decisiones de acuerdo a lo indicado por el programador del PLC.

2.2.- Termocuplas y RTD's (resistencias dependientes de la temperatura)

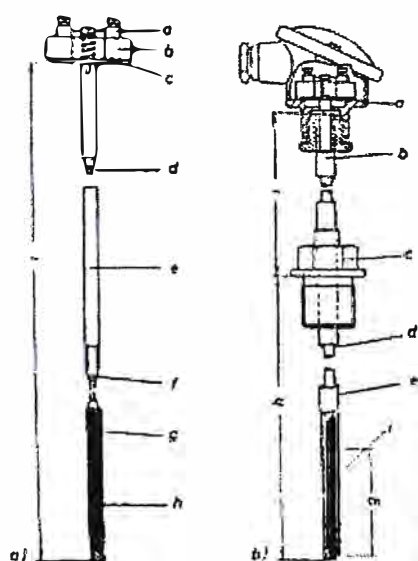


Fig.2.1 Termocupla y RTD

Las cuales son utilizadas para medir temperatura:

Termocuplas: basan su funcionamiento en el fenómeno SEEBECK el cual consiste en : La unión de dos metales diferentes se genera una tensión eléctrica la cual es función de la temperatura; dicho nivel de tensión es pequeño (milivoltios). Dependiendo del tipo de material usado la termocupla tendrá un valor máximo y mínimo para medir temperatura; siendo, en general, desde - 250°C hasta 1600°C tomando en cuenta también un encapsulado para cada temperatura y cada ambiente de trabajo.

Funcionamiento

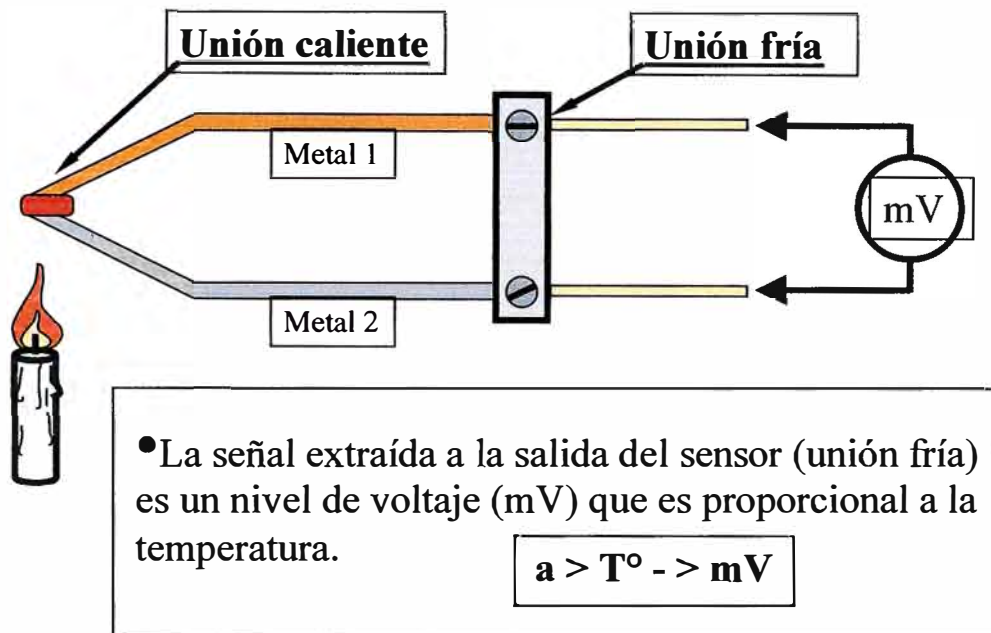


Fig.2.2 Termocupla

RTD's (resistencias dependientes de la temperatura):

Su principio de funcionamiento está basado en la variación de la resistencia (en razón positiva PTC y en razón negativa NTC), en forma proporcional, de determinados materiales (níquel Ni o platino Pt) con respecto de la temperatura a la que son sometidos. Éste tipo de sensores de temperatura utilizan sus salidas analógicas.

NOTA: Éstos sensores, termocuplas y RTD's, no cuentan con una circuitería interna para la transformación de la señal en un nivel de tensión o de corriente; si no que se toma su salida directa de los terminales hacia el controlador o el circuito de control.

2.3.- Sensor de presión

El principio de operación para estos sensores es el de capacitancia variable; la presión es aplicada a un diafragma capacitivo (óxido de aluminio), el cual se deforma por acción de la presión variando su capacidad en forma proporcional a la presión.



Fig.2.3 Sensor de presión

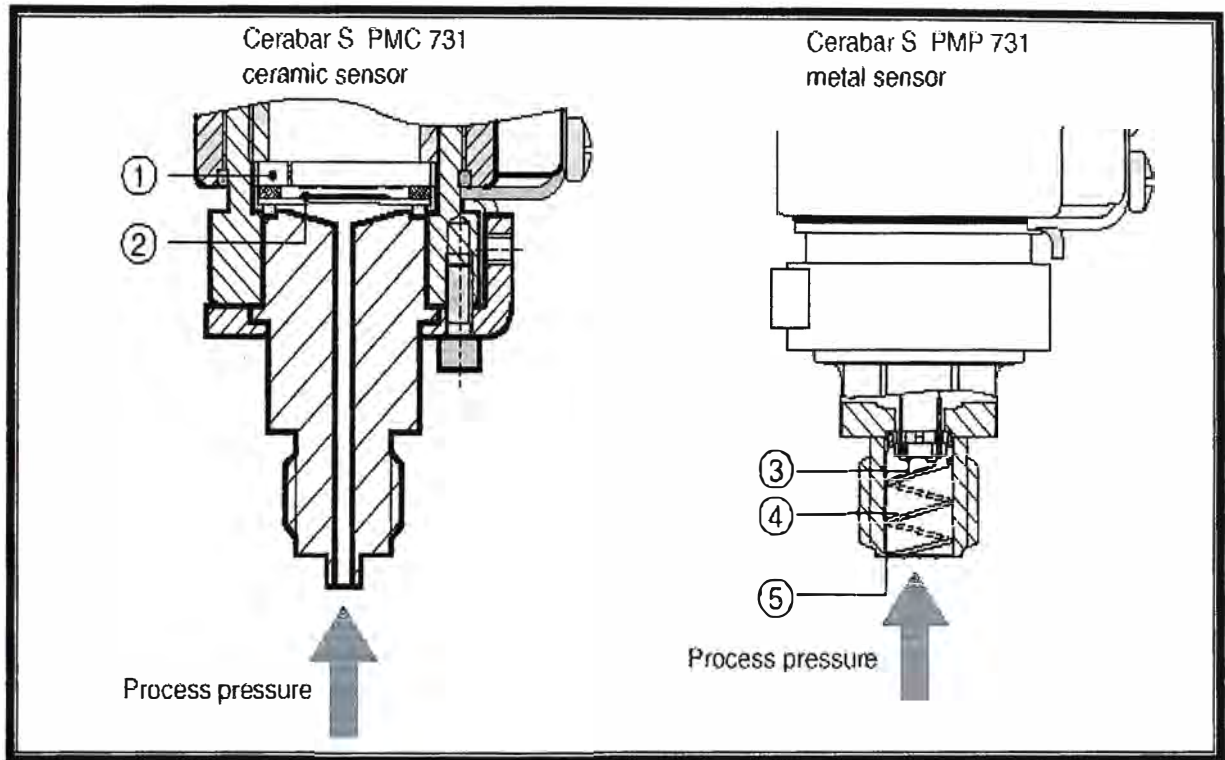
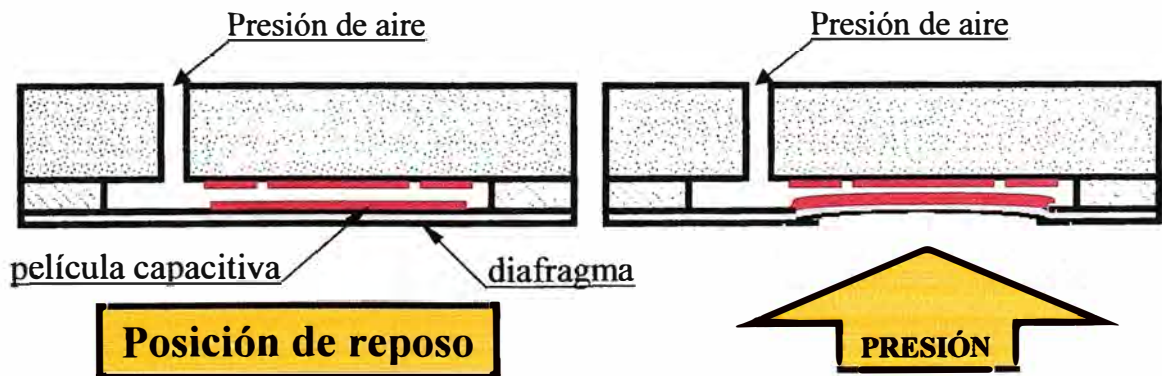


Fig.2.4 Teoría sensor de presión

FUNCIONAMIENTO



Sensor de diafragma cerámico (bajas presiones)

Sensor de diafragma metálico (altas presiones)

Fig.2.5 Funcionamiento sensor de presión

2.4.- Sensor de nivel

Este sensor de nivel está con un transductor de nivel que transmite una salida de corriente analógica de 4 a 20 mA actuada magnéticamente para la vigilancia del nivel fuera del área clasificada.

Este tipo de indicación usa un tubo de acero inoxidable que contiene una cadena de contactos reed - resistencias que está sujeto paralelamente al tubo de medida. La salida queda determinada por la posición del imán del flotador en el tubo de medida. Esta salida ha sido calibrada en fábrica y no requiere ningún ajuste posterior durante la puesta en servicio.

La lectura del transductor se convierte en una salida de corriente de 4 a 20 mA en el transmisor que está encapsulado en el alojamiento del transductor. El transmisor se usa con salida de 4 a 20 mA en la versión BM 26 A EExia.

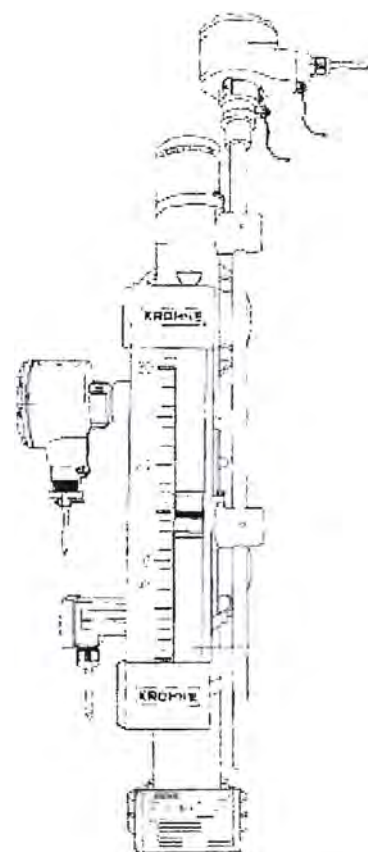
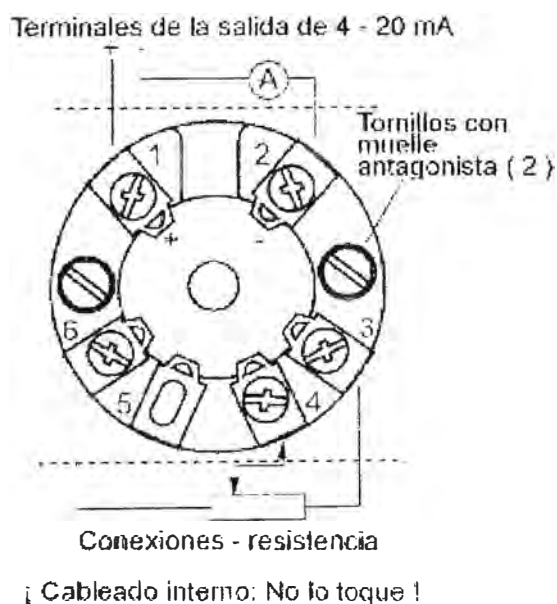


Fig.2.6 Sensor de nivel



En la figura 2.7 se observa la conexión de salida analógica de 4 a 20 mA , la cual entregará esta señal al módulo de entrada analógica del PLC , también se observa la conexión interna de la resistencia variable con el nivel del agua

Fig. 2.7 Conexión sensor de nivel

CAPITULO III ACTUADORES

Son los elementos que permiten realizar acciones de control , como inyectar aire , mover pistones neumáticos , abrir y cerrar válvulas o compuertas, etc.

3.1.- Modutrol

Es un actuador electromecánico , es alimentado con 220 VAC , pero es controlado por una corriente de 4 a 20 mA.

Este modulo hace girar un eje por medio de un motor interno , conectando este eje mediante una palanca se puede abrir o cerrar compuertas , en nuestro caso compuertas de aire y válvula de petroleo

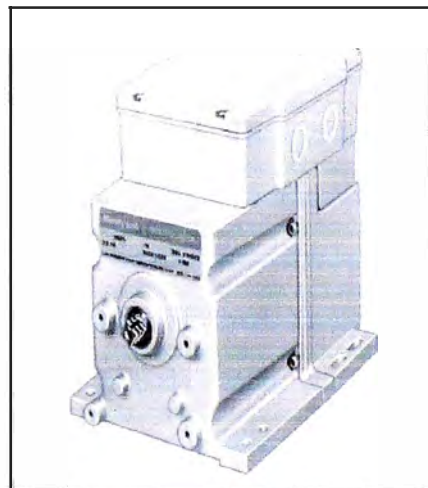


Fig. 3.1

Modutrol

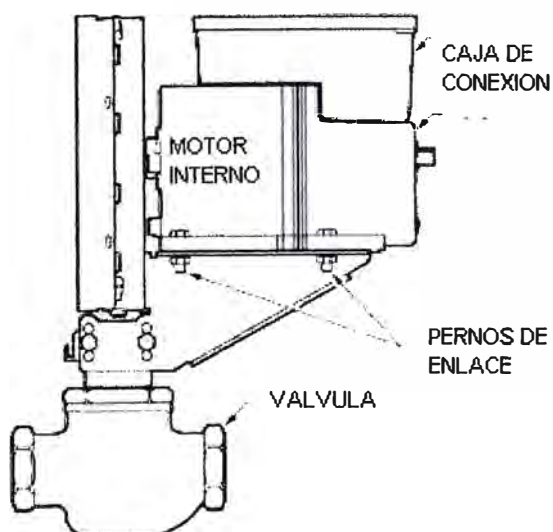


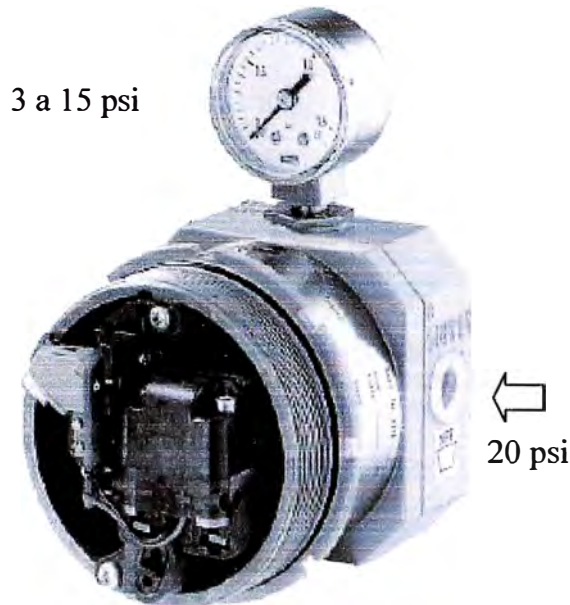
Fig. 3.2 Fijación modutrol a válvula

En la figura 3.2 se observa el enlace entre una válvula y el modutrol .

El modutrol transmite el movimiento de su motor a la válvula el cual permite abrir o cerrar esta.

Estos equipos pueden realizar giros de 90°C o 160°C según seleccione regulaciones internas del módulo

3.2.- Convertidor I/P



El convertidor I/P tiene la función de entregar una presión de aire controlada que varia entre 3 a 15 PSI , esto dependerá de la señal de corriente que reciba , esta variará entre 4 y 20 mA

Como se observa en la figura 3.3 tiene una línea de alimentación de aire que es de 20 psi y su salida variará de 3 a 15 psi.

Fig. 3.3 Convertidor I/P

3.3.- Válvula

La válvula es un actuador neumático , esta permite abrir o cerrar el paso de fluidos , en nuestro caso ingreso de agua , con esta válvula el PLC puede regular la cantidad de agua necesaria para el control de nivel de agua en el domo del caldero. Para accionar esta válvula el PLC envia una señal de 4 a 20 mA a un convertir I/P , luego esta la convierte a señal de aire de 3 a 15 PSI con la cual la válvula abre de 0 a 100% de apertura.

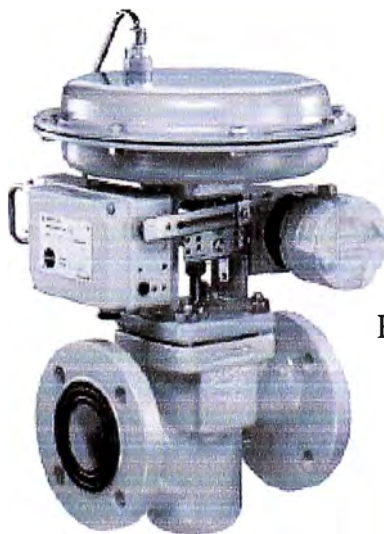


Fig. 3.4 Válvula de agua

CAPITULO IV

SIMATIC HMI

Para tener control del proceso de la caldera debemos instalar un HMI que es un interfase hombre máquina que permitirá comunicar al operador con la máquina el cual detallo a continuación.



Fig.4.1 Tablero actual sin PLC , ni HMI

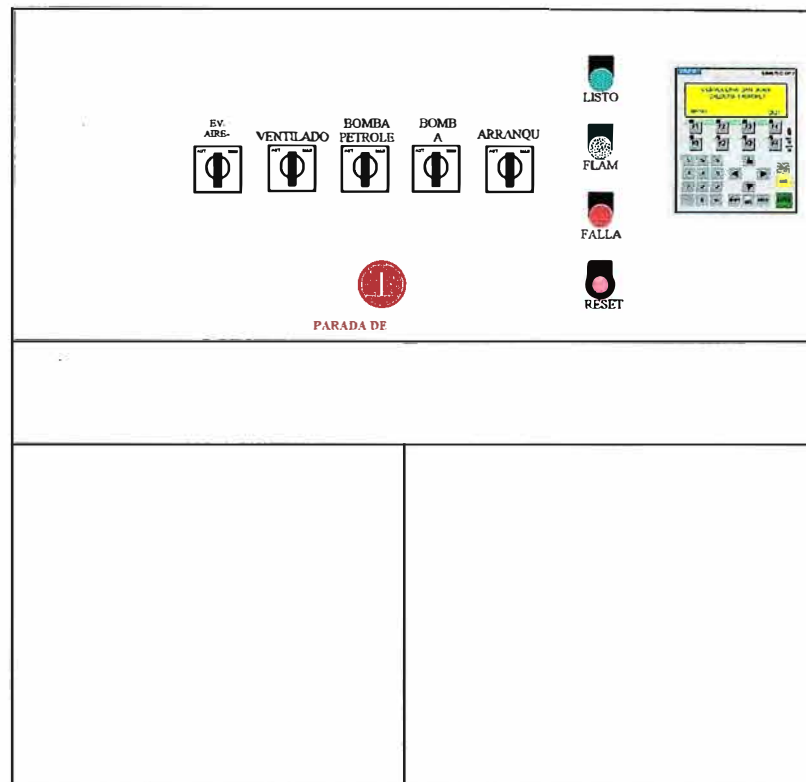


Fig. 4.2 Tablero nuevo con PLC y HMI

4.1.- Panel HMI OP77 B- Simatic

Saber qué ocurre y dónde, y reaccionar correctamente: en los entornos de producción automatizados. De ello ha resultado una tecnología propia cuya importancia crece de forma permanente. Esta tecnología se denomina manejo y visualización o interfaz hombre-máquina.

Manejo y visualización significa dominar el proceso, mantener en perfecto funcionamiento máquinas e instalaciones; significa más disponibilidad y productividad.

Simplificar cada vez más lo cada vez más complejo. Los procesos se hacen cada vez más complejos y crecen las exigencias impuestas a la funcionalidad de máquinas e instalaciones. Y en medio de estas realidades se encuentra el operador, que debe tener muchas cosas a la vista, en su cabeza y en sus manos. Lo que él necesita es un máximo de transparencia. Y esto es lo que le ofrece The Human Machine Interface (HMI ---- fig.4.3)



Fig.4.3 HMI OP77B

Ya sea en la automatización manufacturera, de procesos o de edificios: los paneles SIMATIC HMI están establecidos en las más variados sectores y aplicaciones, siempre allí donde se trata de manejar y visualizar a nivel local máquinas e instalaciones.

Todo a la vista: displays de alta calidad.

Todos los paneles SIMATIC disponen de displays de gran tamaño fáciles de leer y con amplia gama de contraste para manejo y visualización óptimos.

Tanto las versiones basadas en texto como las versiones gráficas, con los tamaños y tipos más diversos de display. El sistema de retroiluminación convence en todo caso gracias a su larga durabilidad.

Seguro y robusto: teclado o pantalla táctil. Los SIMATIC Panels, Multi Panels y Panel PCs están disponibles tanto en versión con pantalla táctil como con teclado convencional: los Mobile Panels ofrecen ambas posibilidades de manejo. Las grandes teclas mecánicas del teclado de membrana están dispuestas de forma ergonómica. Siempre disponibles ofrecen respuesta sensitiva a su pulsación.

En las pantallas táctiles el manejo se realiza en los botones gráficos sobre la pantalla, utilizando objetos romos de cualquier tipo o incluso con guantes. Común a todos los equipos: manejo seguro y robustez para aplicación industrial. Máxima flexibilidad: estacionario o móvil. Gracias a su formato compacto con reducido calado los equipos SIMATIC HMI estacionarios pueden alojarse incluso en espacios ínfimos, tanto en pupitres, armarios eléctricos o directamente en la máquina.

4.2.- Aplicación a nivel de máquina

Cuando se trata de funciones de manejo y visualización a nivel de máquina es necesario cumplir numerosos requisitos. Igual de numerosas son las razones que abogan por la aplicación de SIMATIC HMI.

Compatibilidad industrial y tamaño compacto

Todos los paneles SIMATIC HMI están perfectamente adaptados para su aplicación a nivel de máquina en entorno industrial rudo gracias a su alta resistencia a vibraciones, memoria de datos segura (flash), funcionamiento sin necesidad de ventilador así como protección IP 65 por el frontal y alta compatibilidad electromagnética.

Esto es también aplicable para los Mobile Panels: su caja ofrece una extrema robustez, resistente a los choques y grado de protección IP 65 por todos los puntos. Además, su

reducido peso y su construcción ergonómica permite manejarlos de forma simple y cómoda.

Abierto para los sistemas de automatización más diversos a pesar de su integración consecuente en el mundo SIMATIC nuestros paneles están abiertos para su conexión a PLCs y controles de los más diversos fabricantes.

De ello se encarga una gama completa de drivers de fácil uso. Por otro lado, todos los puertos requeridos como MPI o PROFIBUS-DP ya están integrados; en todos los Multi Panels incluso el puerto Ethernet.

4.3 .- Software homogéneo de configuración

Todos los paneles SIMATIC HMI incluso los sistemas basados en PC pueden configurarse de forma uniforme con SIMATIC WinCC flexible o SIMATIC ProTool®.

Como están disponibles en variantes con potencia escalonada, elija la más apta para su aplicación. Ello hace de la configuración una cuestión simple y eficiente, incluso sin conocimientos de programación.

Además, los proyectos ya configurados pueden reutilizarse dentro de la familia SIMATIC HMI.

Estructura del hardware

La siguiente figura muestra en un ejemplo una variante de la estructura de hardware con OP17:

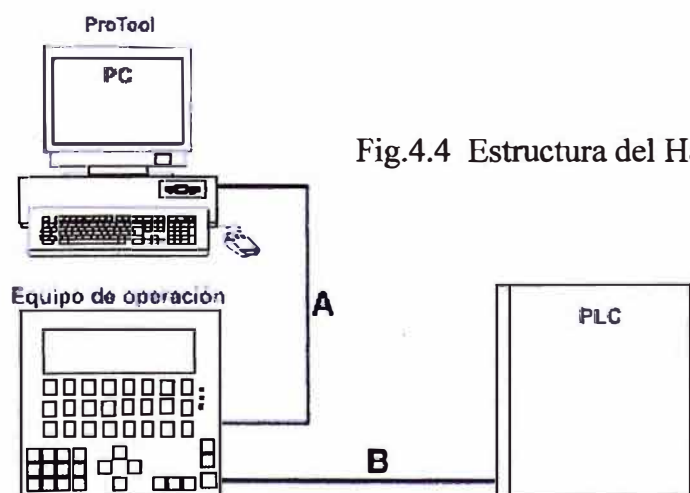


Fig.4.4 Estructura del Hardware

- A Conexión en serie para transferir la configuración (sólo fase de configuración)
- B Conexión entre equipo de operación y control (fase de configuración y servicio Online)

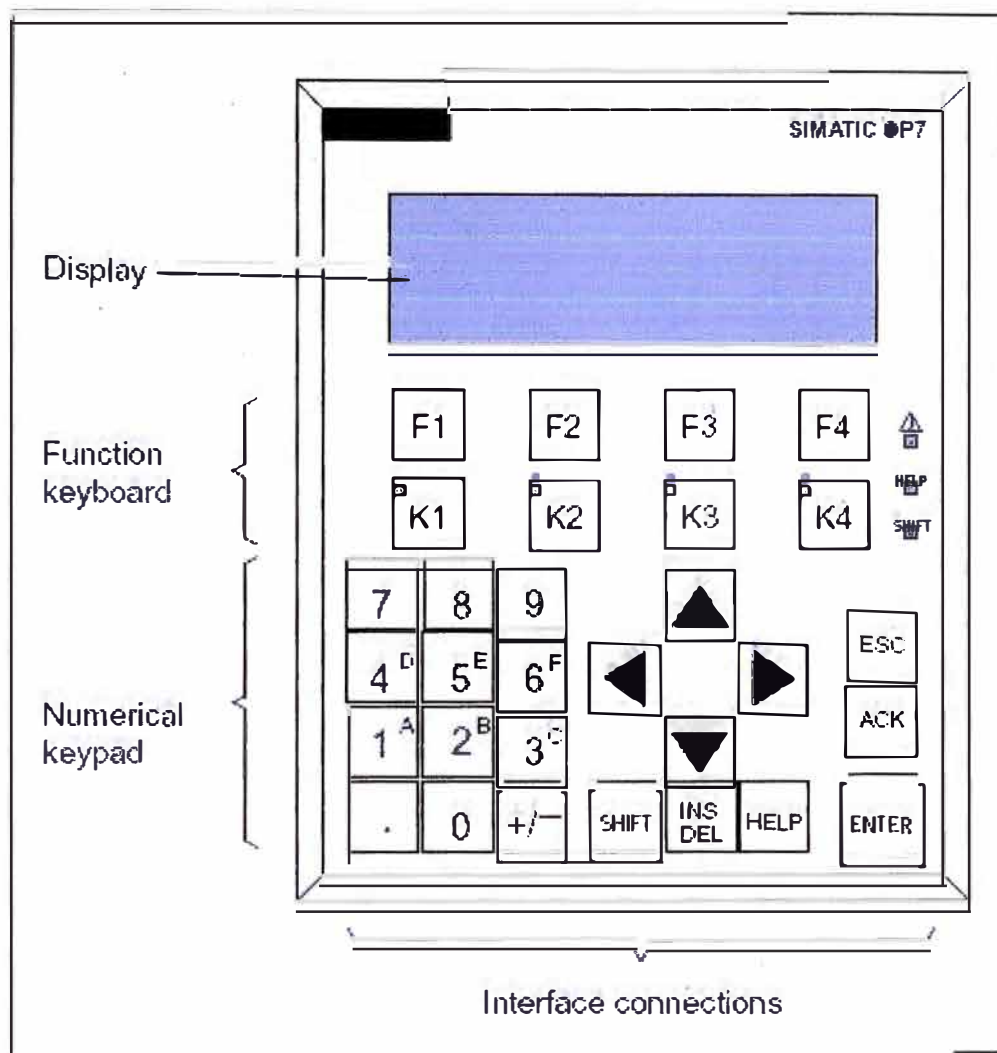


Fig. 4.5 Diseño de panel de operador OP77-B

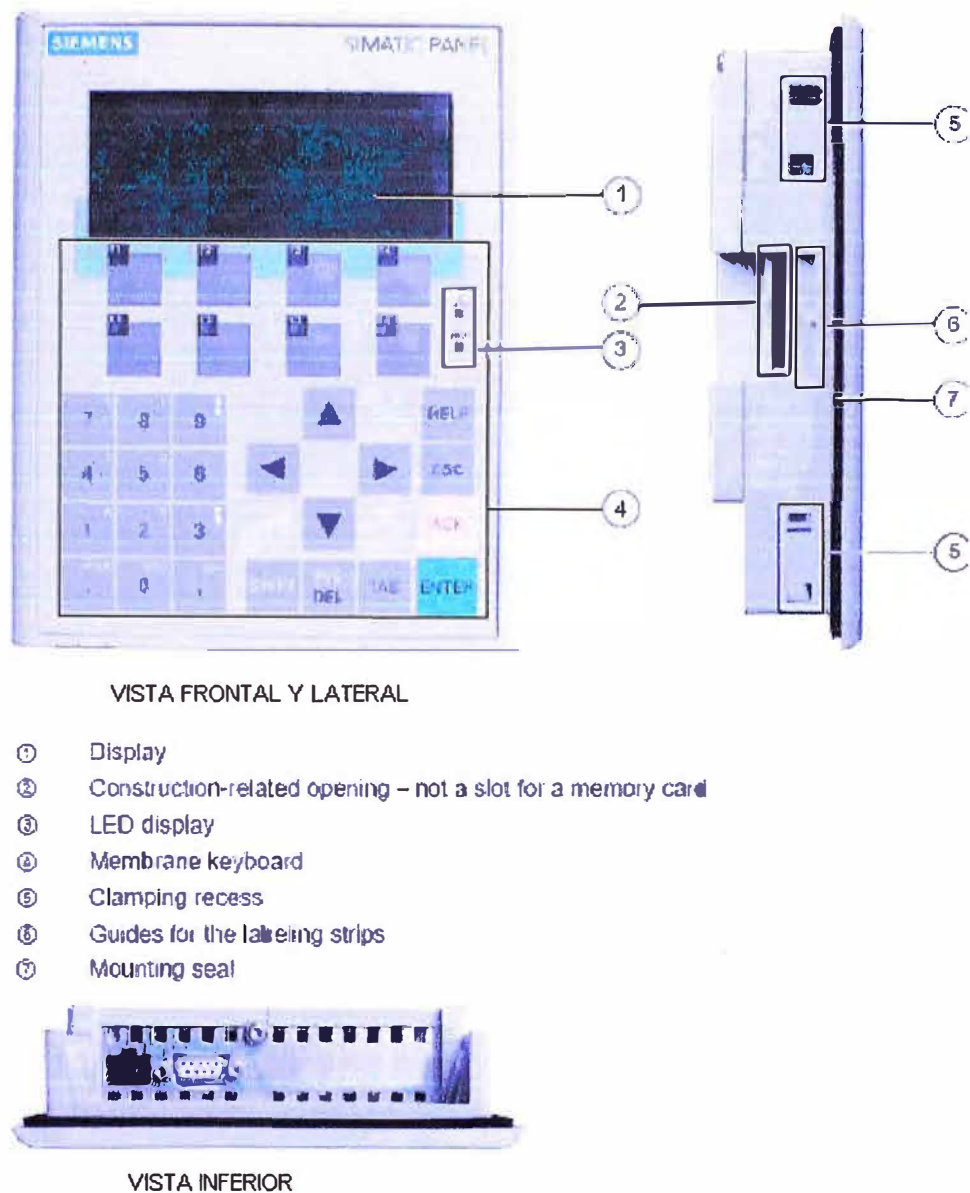


Fig.4.6 Vista del dispositivo HMI

HMI significa "Human Machine Interface", es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementados con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación.

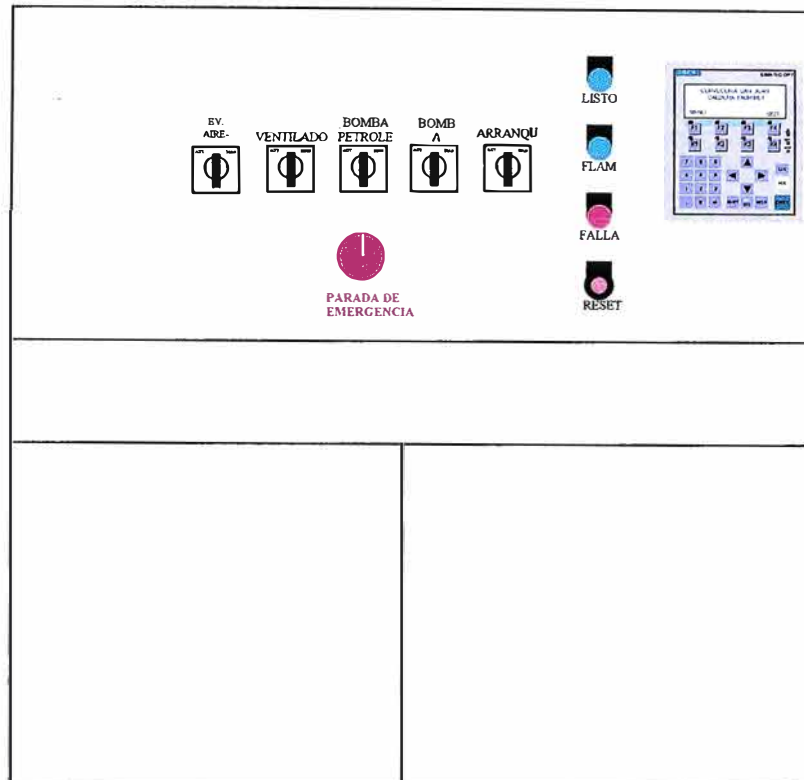


Fig.4.7 Tablero con HMI

4.4.- Tipos de HMI:

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

4.4.1.- Terminal de Operador, consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen)

4.4.2.- PC + Software, esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio (fig. 19)

Respecto a los softwares a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación.

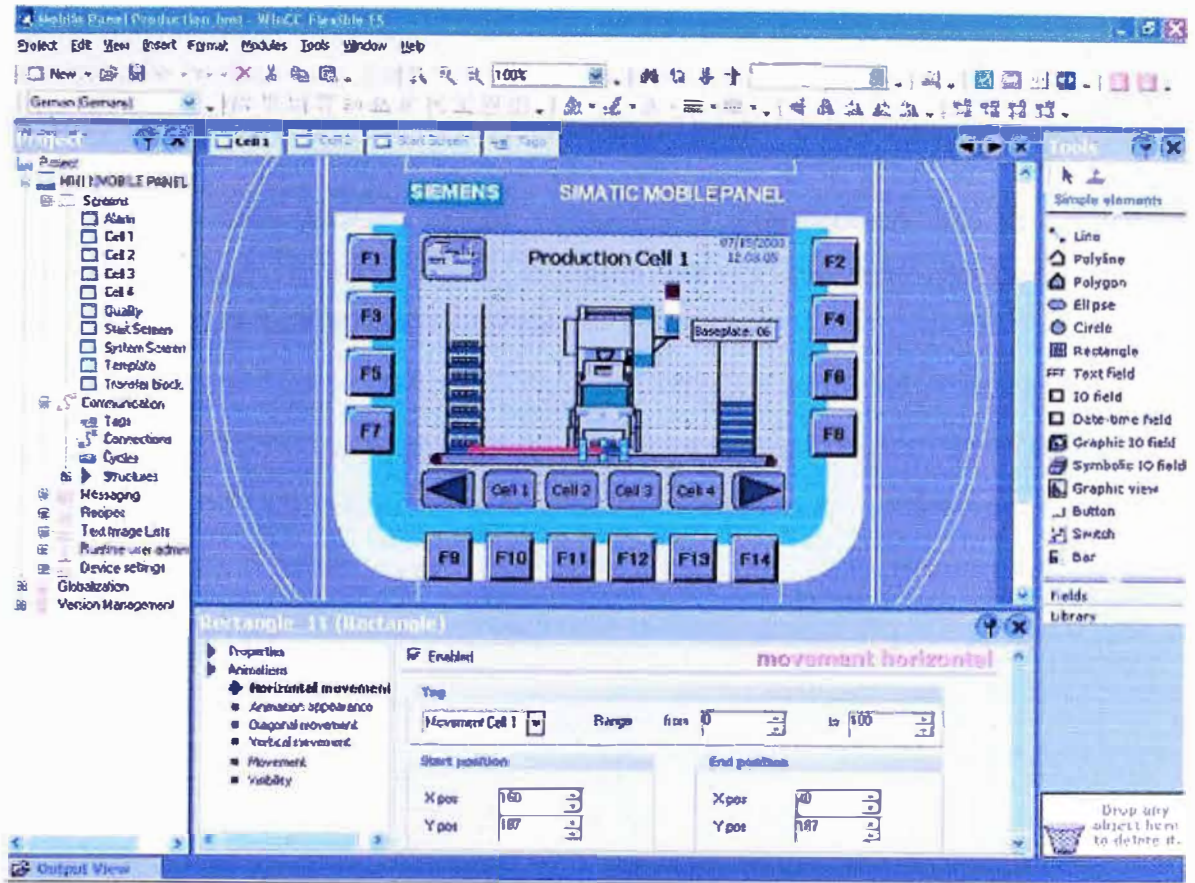


Fig.4.8 Mobil panel en Winccflexible

4.5 .-Software HMI:

Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interfase gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas.

Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas.



Fig.4.9 WinCC en PC

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time).

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

CAPITULO V

SISTEMAS DE LA CALDERA

5.1.- Sistema de agua: Comprende desde el ablandador, el precalentador, el tanque colector de condensado, la bomba del tanque de condensado, el desaereador, la bomba de alimentación a calderas.

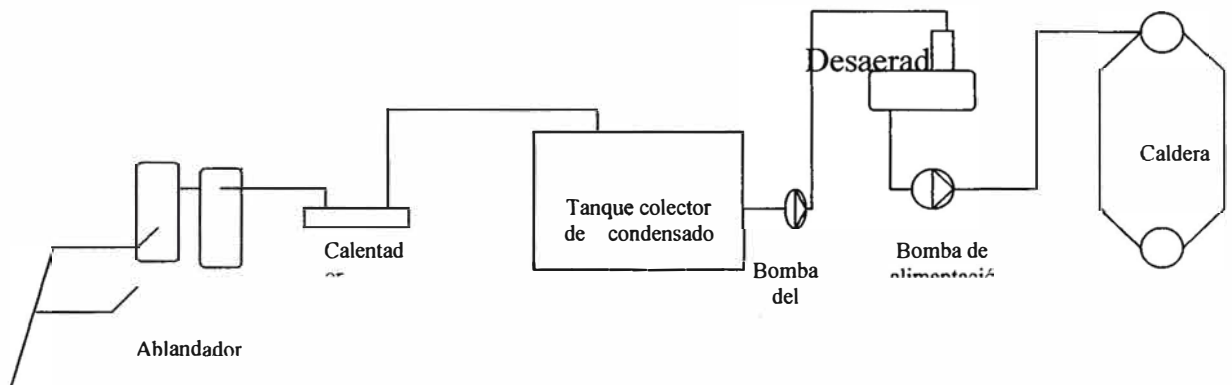


Fig.5.1 Sistema de agua

Controles que se deben realizar cuando se hace una inspección del sistema de agua:

Suministro de agua a los ablandadores.

Nivel de tanque colector de condensado.

Nivel del tanque desaereador (nivel y funcionamiento de bomba tk condensado)

Funcionamiento bomba de alimentación de agua a caldera.

Control de nivel de agua de caldera (fig.22).

Válvula neumática de ingreso de agua a caldera.

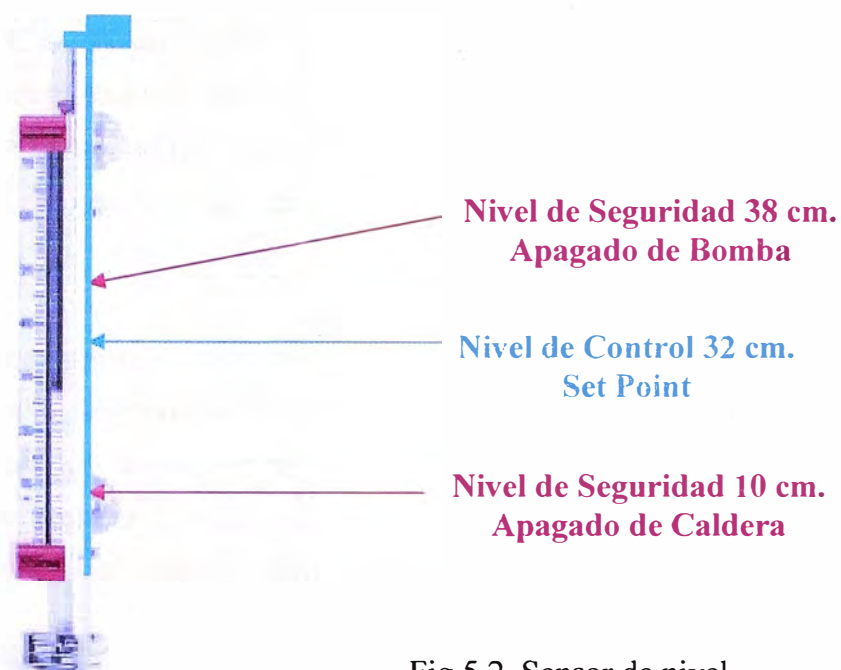


Fig.5.2 Sensor de nivel

5.2 .- Sistema de petróleo: Comprende el tanque de petróleo residual, la bomba de trasvase de petróleo, el tanque de uso diario, los filtros, las bombas, el precalentador de petróleo, la válvula reguladora de presión, la válvula de alivio, la válvula reguladora de caudal (micrométrica), válvula solenoide y el atomizador.

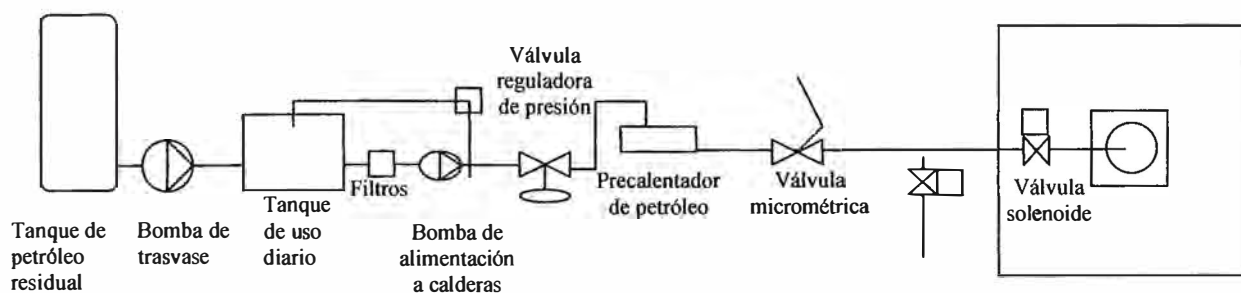


Fig.5.3 Sistema de petróleo

Controles que se deben realizar cuando se hace una inspección al sistema de petróleo:

Nivel de petróleo en el tanque de uso diario.

Correcto funcionamiento del calentador de petróleo del tanque.

Presión de petróleo a la salida de los calentadores (110psi). En caso que la presión no sea la especificada, regular con la válvula de alivio, si la presión no sube, cambiar filtro de petróleo.

- Verificar correcto funcionamiento de la válvula reguladora de presión de petróleo, debe mantener al ingreso de la caldera una presión de 80 psi.
- Verificar el correcto funcionamiento de la válvula micrométrica y del modutrol (giro del modutrol 165°, ajuste de los brazos que salen de ambos ejes del modutrol, ajuste de las contratueras de las rótulas de los brazos que accionan tanto el dumper de aire como también la válvula micrométrica, medir las longitudes de los brazos, brazo de movimiento de dumper, brazo de movimiento de válvula micrométrica.

5.3.- Sistema de atomización: El sistema de atomización en nuestras calderas es tanto con vapor como con aire, al arrancar la caldera después de un fin de semana, se debe atomizar con aire y cuando la presión de vapor esté por encima de 80 psi, se puede cambiar el medio de atomización por vapor. El sistema comprende de una válvula reguladora de presión, una válvula diferencial, un sensor de presión una válvula solenoide.

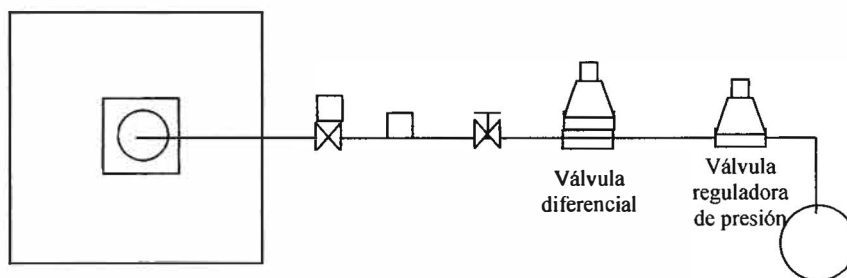


Fig.5.4 Sistema de atomización

5.4.- Sistema de purgas: Las calderas tienen dos tipos de purga, la primera es la purga de superficie con la cual se consigue controlar los STD en la caldera, se encuentra ubicada en la parte media del domo superior de la caldera y a través de una válvula de aguja se consigue regular el flujo que se necesita purga para mantener los STD en norma. El segundo tipo de purga es la purga de fondo con la cual se extrae los lodos que se han precipitado en el domo inferior

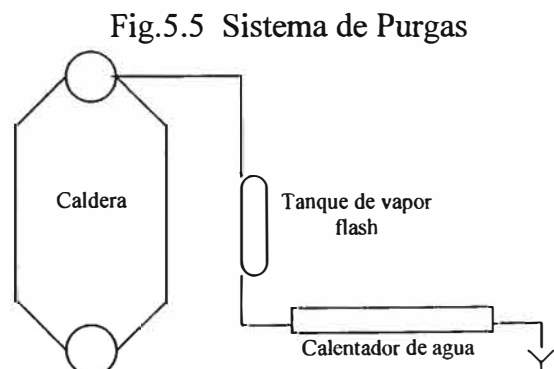
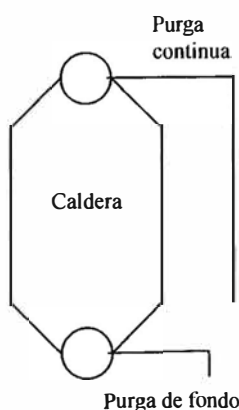


Fig.5.5 Sistema de Purgas

La purga continua llega a un tanque que se denomina tanque de vapor flash, el calor sensible de esta purga es usado para precalentar el agua de reposición de las calderas.

5.5.- Sistema de ignición: formado por un balón de gas propano una reguladora de presión una válvulas solenoides el piloto de ignición, el transformador.

La función de este sistema es de arrancar el caldero, según programa el PLC envía señal a la válvula solenoide para que permita el ingreso de gas al piloto y a su vez se genera la chispa en los electrodos del piloto obteniéndose la llama de ignición en el proceso de arranque de la caldera.

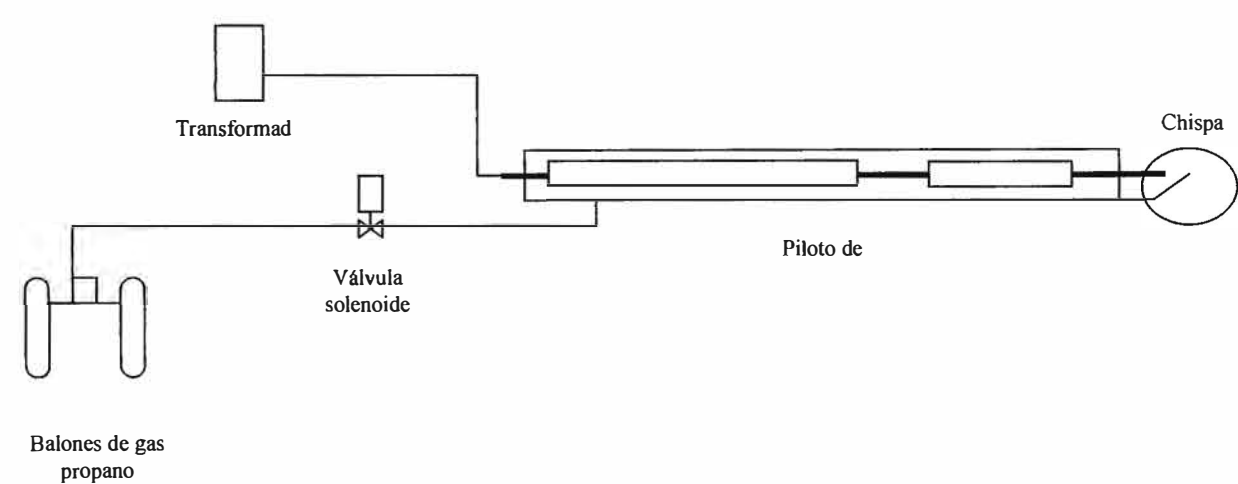


Fig. 5.6 Sistema de ignición

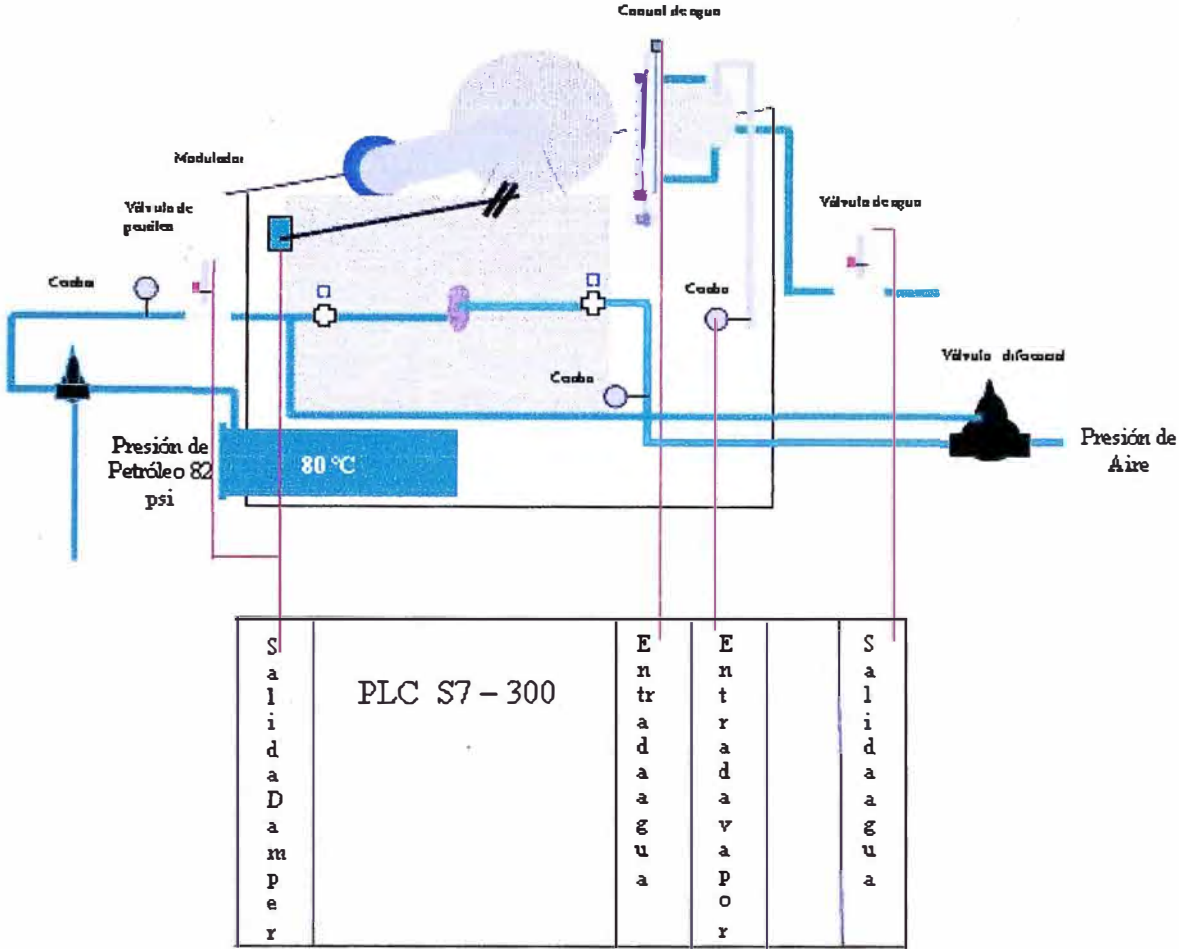


Fig. 5.7 Control de la caldera

En la figura 5.7 se muestra el control principal del sistema, se mide nivel de agua y se controla el nivel con una válvula de entrada de agua, se mide presión de vapor y se controla el modulador el cual abre o cierra la válvula de petróleo y el damper de aire, que permite realizar la combustión para calentar mas o menos rápido el agua del domo para generar presión de vapor.

Tabla 5.1

CERVECERIA SAN JUAN S.A.A. División de Producción Dpto. de Mantenimiento y Servicios. PARÁMETROS DE CONTROL DE OPERACIÓN			Cod.
EQUIPO			
Nombre: Caldera Fabrimet		Código: CAL3001 - CAL3002	Ubicación: Planta de Fuerza.
PARÁMETROS		CONDICION / RANGO	OBS
Presión de petróleo antes de válvula micrométrica		80 psi	
Presión de petróleo en la válvula de alivio		100 psi.	
Temperatura de petróleo		65 °C	
Presión de petroleo después válvula micrométrica		20 – 50 psi	
Temperatura de agua en el desaereador		100 °C	
Temperatura de salida de gases de escape		300 °C máximo	
Presión de vapor de atomización antes de la válvula diferencial		100 - 130 psi	
Presión de vapor/aire de atomización después de la reguladora		65 – 75 psi	
Presión diferencial entre vapor y petróleo		5 – 15 psi (mas el vapor)	
Presión de suministro de vapor		110 a 140 psi	
Ph retorno de condensado		8 – 9.2	
Dureza de agua salida ablandador		2 ppm (máximo)	
STD de agua de Caldera		3300 - 3500 ppm	
Residual de sulfitos		20 – 30 ppm	
Residual de fosfatos		20 – 40 ppm	
Soplado de hollín		1 vez al día (tercer turno)	
Purga de fondo		1 vez por turno (10 seg.)	
<p>Nota: Mientras todos los operadores mantengan estos parámetros bajo especificaciones estaremos contribuyendo al ahorro del consumo de petróleo. Cualquier anomalía en el funcionamiento deberá ser reportada de inmediato al supervisor del turno para realizar las correcciones del caso.</p>			
APROBADO POR: Jefe del Dpto. de Mantenimiento y Servicios		FIRMA:	FECHA:

CAPITULO VI

PLC S7-300 Simatic

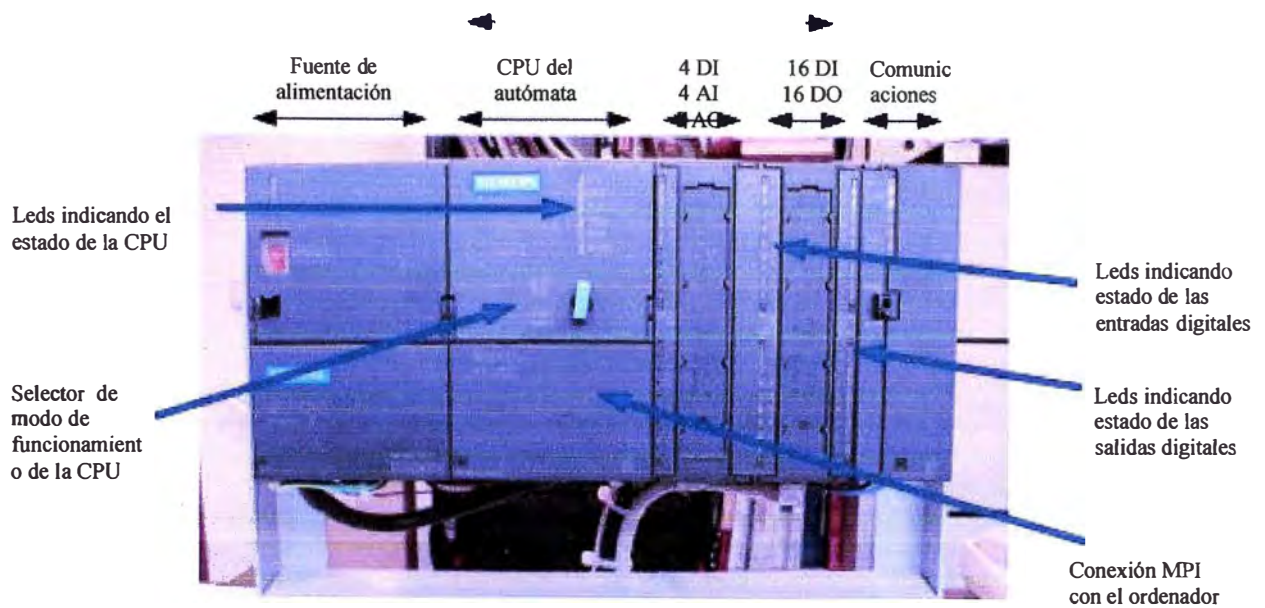


Figura 6.1 Autómata Programable Siemens

Pasos para programar el PLC en el entorno Step-7

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Arrancar el programa y crear un proyecto.
2. Editar el programa.

6.1.- Arranque del programa y creación del proyecto

Para arrancar el programa Step-7:

Inicio -> Programas -> Simatic -> STEP7 -> Administrador SIMATIC.

Crear un nuevo proyecto:

6.1.1 De forma automática al arrancar el programa aparece la siguiente pantalla con el programa Asistente de STEP7 para configurar un nuevo proyecto.

(Si por alguna causa no arrancase o se quiere volver a arrancar, se puede lanzar desde el menú de la ventana Administrador SIMATIC con Archivo->Asistente “Nuevo Proyecto”).

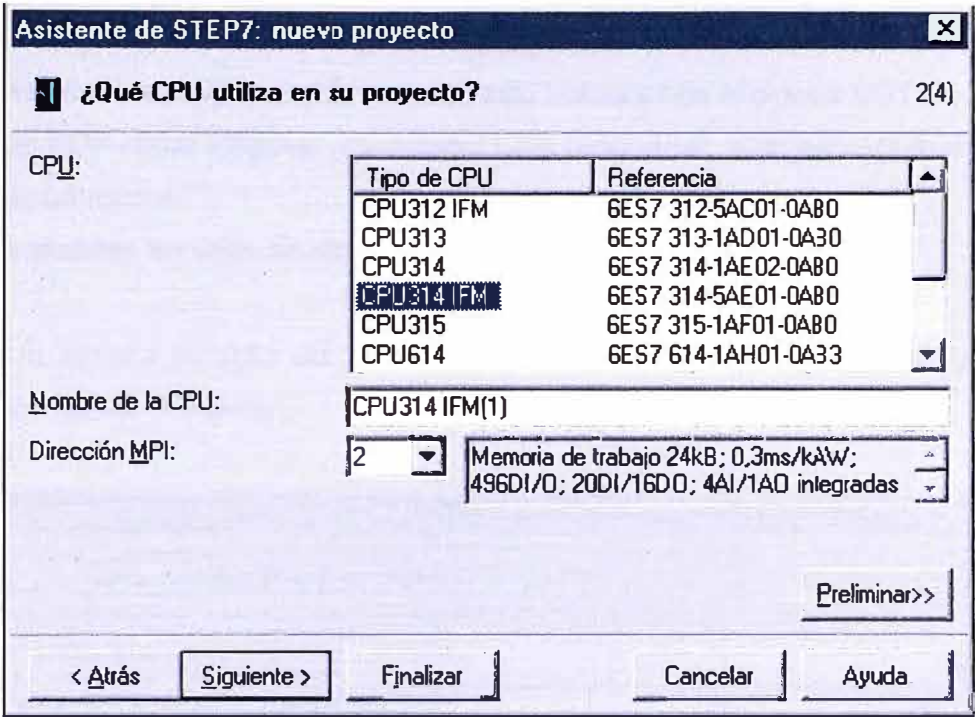


Fig 6.2 Selección del CPU con el asistente Step7

En esta ventana se selección el PLC a utilizar: CPU 314 IFM; y la dirección de red del PLC para poder comunicarse con él desde el PC y cargar el programa. Si no hay otra indicación, la dirección correcta es MPI = 2. Una vez hecha la selección, pulsar el botón de “Siguiete”.

6.1.2. Aparece la segunda pantalla del Asistente:

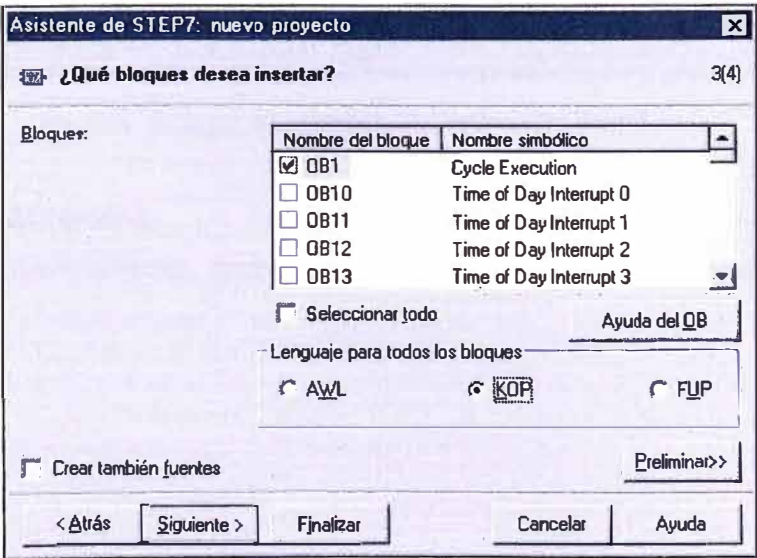


Fig 6.3 Selección de bloques a insertar

En ella se configuran los bloques que va a utilizar el programa del PLC y el lenguaje por defecto en el que se va a realizar la programación. Siempre se debe seleccionar el bloque OB1. Éste se corresponde con la tarea cíclica. Se pueden utilizar otros bloques que tienen una función específica, como programas sincronizados con el tiempo. En nuestro caso de una programación sencilla, sólo utilizaremos el bloque OB1.

Selecciónar KOP como lenguaje por defecto para programar. KOP se corresponde con el lenguaje de contactos.

Una vez realizadas las selecciones, pulsar “Siguiente”.

6.1.3. En la tercera pantalla del Asistente se selecciona el nombre del proyecto. Y a continuación pulsar “Finalizar”.

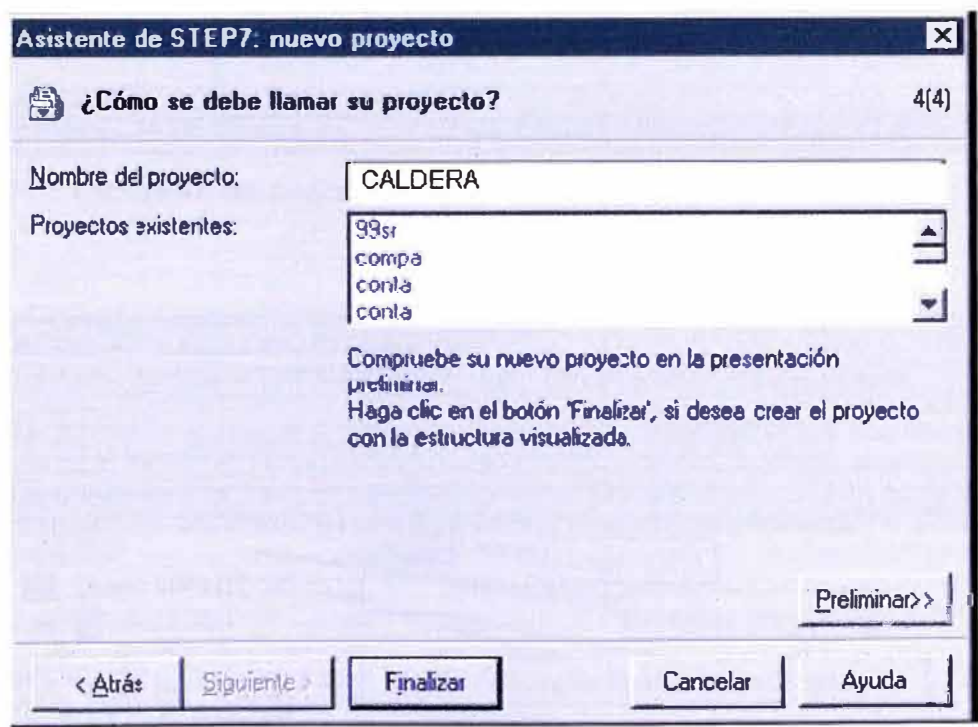


Fig 6.4 Selección nombre del proyecto Step7

6.2.- Edición del programa

A partir de la acción anterior aparece la siguiente ventana que controla el proyecto seleccionado:

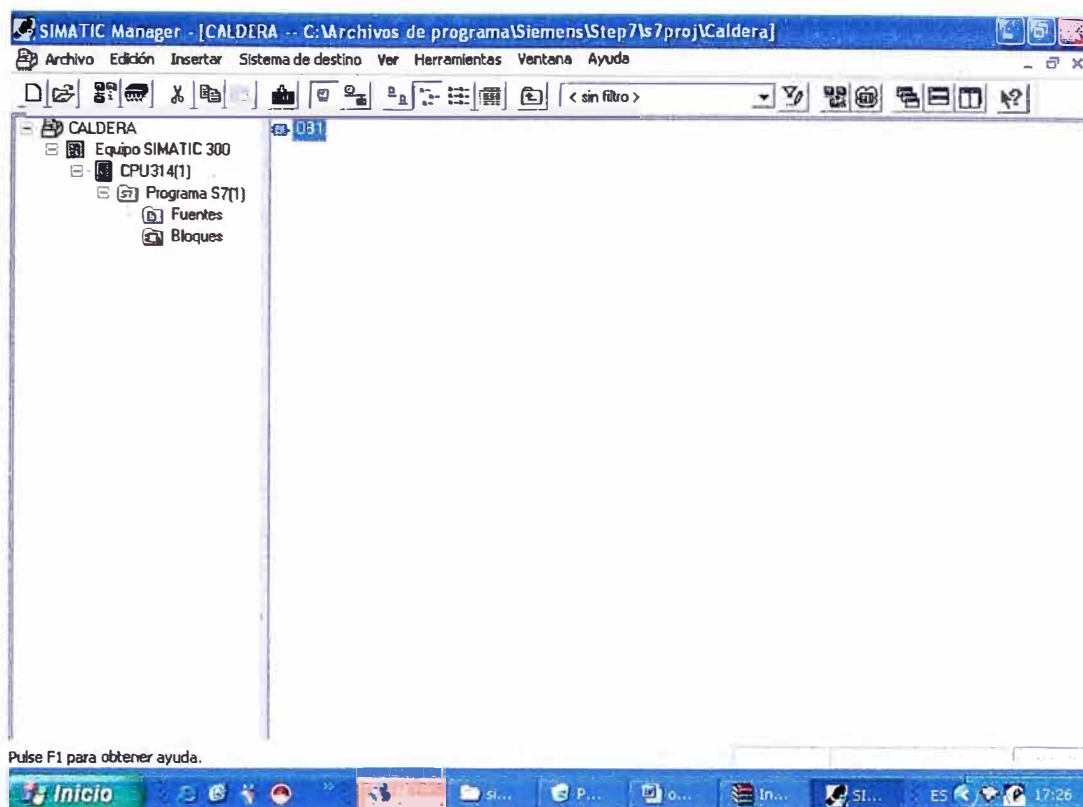


Fig 6.5 Estructura del proyecto Step7 en Administrador Simatic

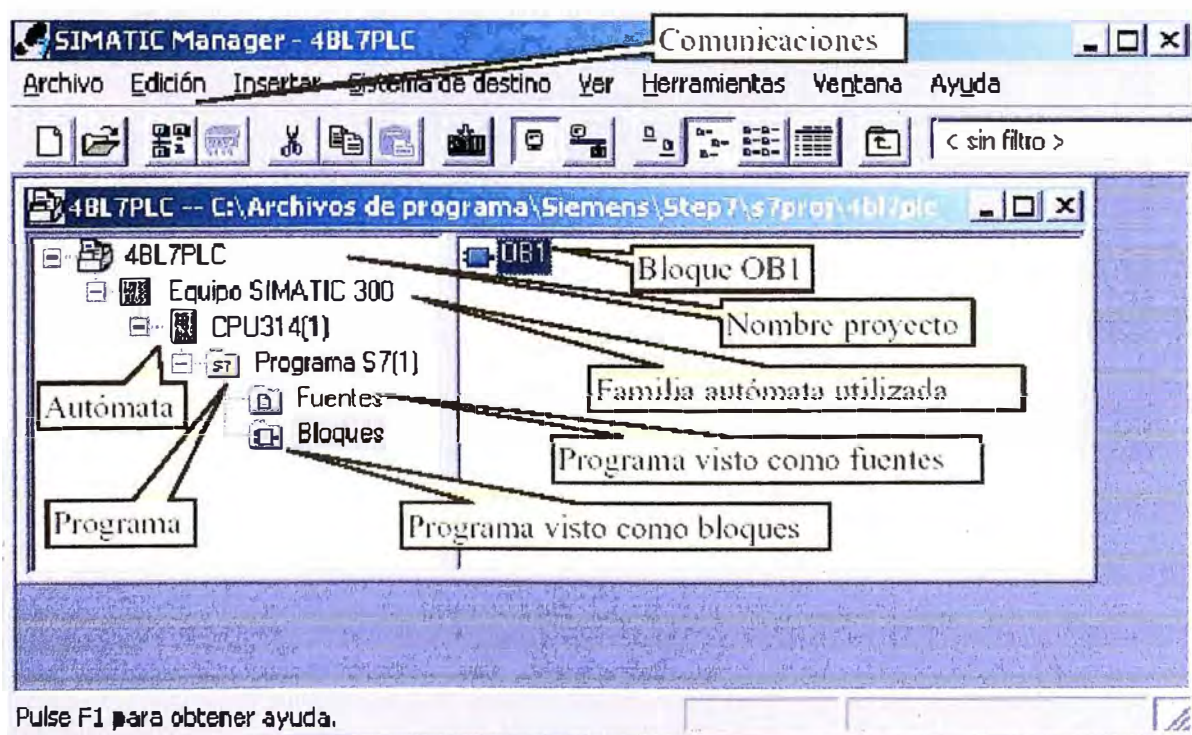


Fig 6.6 Partes de la estructura del proyecto Step7

Si se quiere utilizar un proyecto ya creado seleccionar en **Administrador SIMATIC**:

Archivo->Abrir -> Proyecto e indicar el nombre del proyecto.

La ventana de proyecto permite acceder y cambiar toda la información que forma parte del proyecto. A nosotros sólo nos interesa poder crear y modificar el programa que ejecuta el autómata, es decir el bloque **OB1**.

Para poder editar el objeto **OB1**, lo abrimos (Si no aparece en pantalla, hay que ir descendiendo desde el nombre del proyecto con el ratón hasta llegar a OB1 en la ventana de control del proyecto).

Al abrir **OB1**, se arranca el editor de programas **KOP/AWL/FUP** con el objeto **OB1**, tal como muestra la pantalla siguiente:

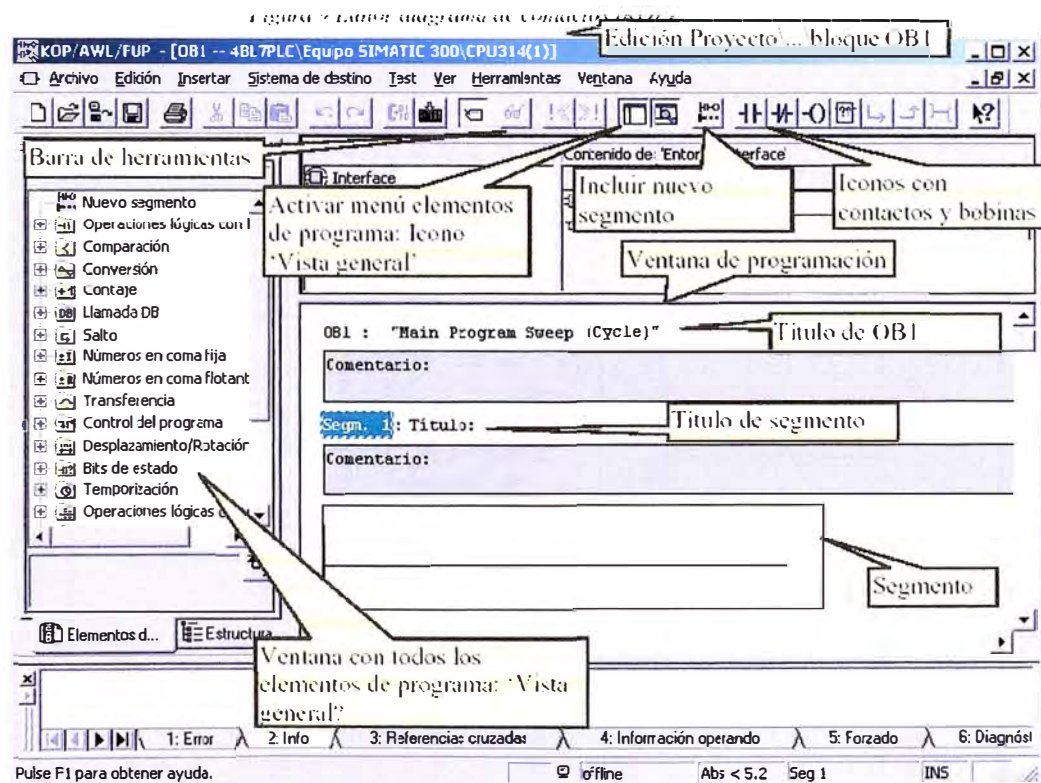


Fig 6.7 Partes de la estructura en OB1

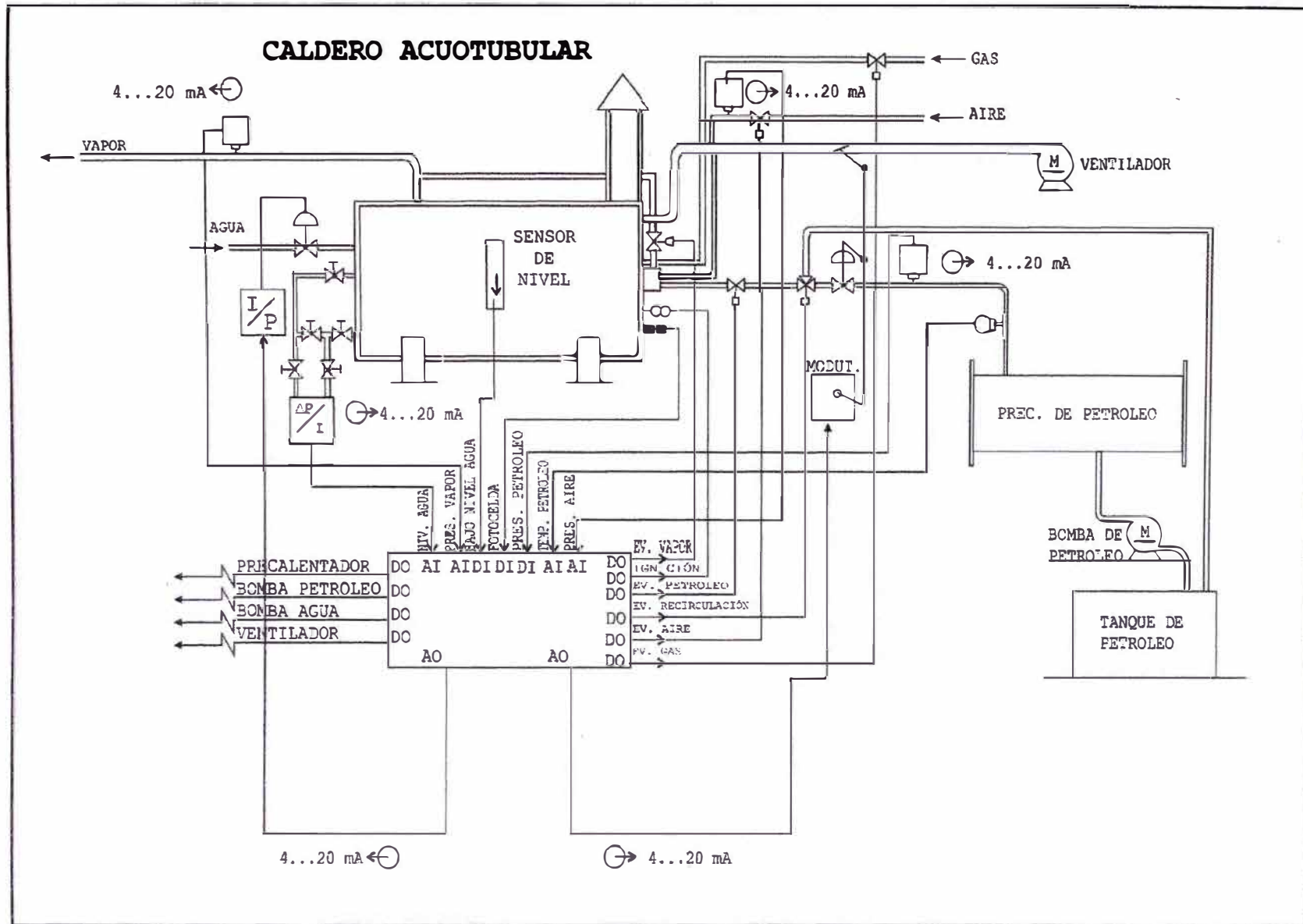


Fig 6.8 Conexión de elementos de la caldera con el PLC

6.3.- Modulos del PLC

Tabla 6.1 Modulos del PLC

Slot	Modulo	Referencia	firm ware	Dirección MPI	Dirección E	Dirección S
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU314	6ES7 314-1AF11-0AB0	V2.0	2		
3						
4	AI4/AO2x8/8Bit	6ES7 334-OCE01-0AA0			128...135	128...131
5	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			124...125	
6	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			126...127	
7	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0AA0				124...125
8	FM 355 C PID Control	6ES7 355-0VH10-0AE0		3	256...271	256...271

6.4.- Conexionado de los módulos I/O del PLC

MODULO 4

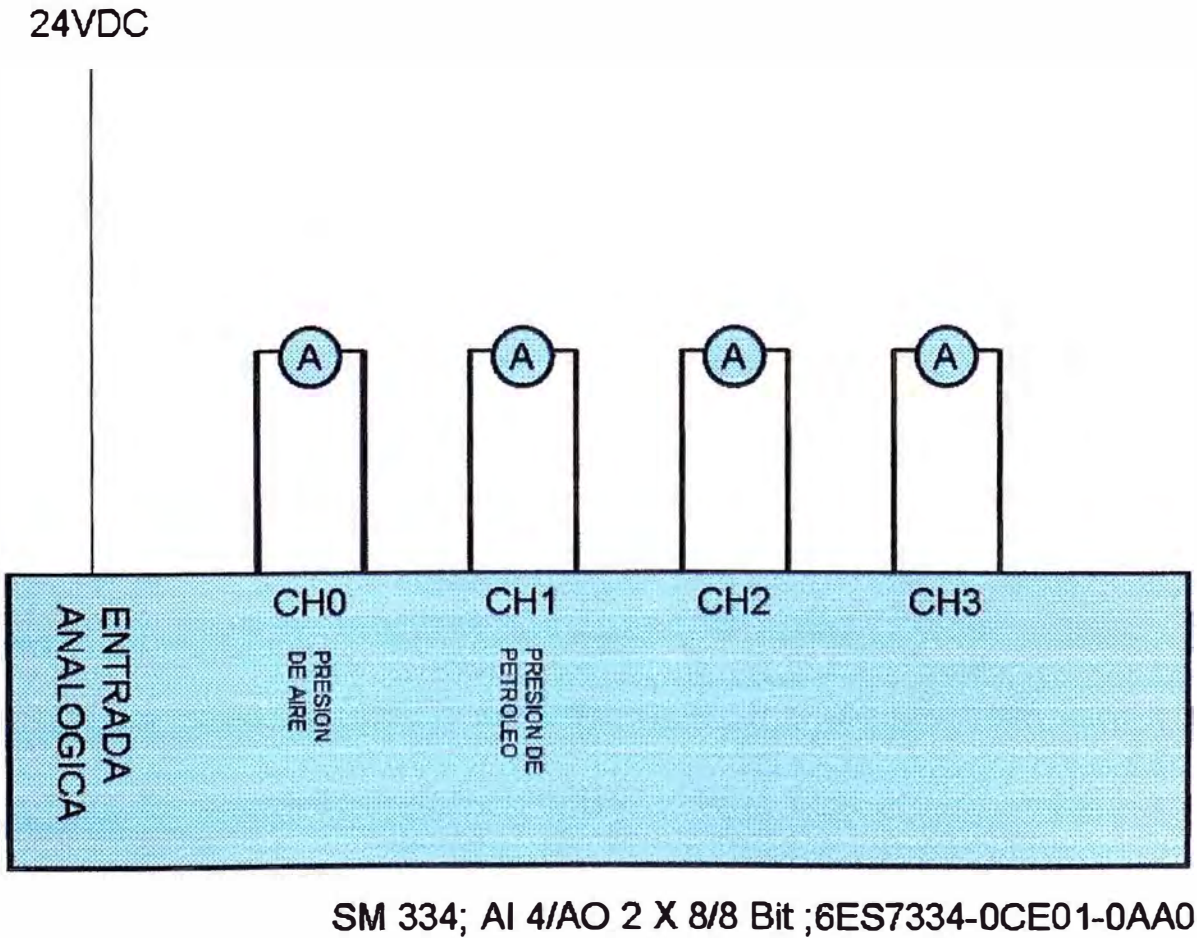


Fig. 6.9 Conexión módulo 4

CAPITULO VII

PROGRAMACION EN STEP7 SIMATIC

7.1.- Definición de símbolos a usar en el programa

Símbolos del programa S7 de la caldera			
Símbolo	Dirección	Tipo dato	Comentario
ALA_PRE_AL_VAP	M 100.0	BOOL	ALARMA PRESION ALTA DE VAPOR
ALA_PRE_BA_VAP	M 100.1	BOOL	ALARMA DE PRESION BAJA DE VAPOR
ALA_TEM_AL_PETRO	M 100.2	BOOL	ALARMA DE TEMPERATURA ALTA PETROLEO
ALA_TEM_BA_PETRO	M 100.3	BOOL	ALARMA DE TEMPERATURA BAJA DE PETROLEO
ALA_NIV_AL_AGU	M 100.4	BOOL	ALARMA DE NIVEL ALTO DE AGUA
ALA_NIV_MUY_AL_AGU	M 100.5	BOOL	ALARMA DE NIVEL MUY ALTO DE AGUA
ALA_NIV_MUY_BA_AGU	M 100.6	BOOL	ALARMA DE NIVEL MUY BAJO DE AGUA
ALA_PRE_AL_PETRO	M 100.7	BOOL	ALARMA DE PRESION ALTA DE PETROLEO
ALA_PRE_BA_PETRO	M 101.0	BOOL	ALARMA DE PRESION BAJA DE PETROLEO
ALA_PRE_AL_AIR	M 101.1	BOOL	ALARMA DE PRESION ALTA DE AIRE
ALA_PRE_BA_AIR	M 101.2	BOOL	ALARMA PRESION BAJA DE AIRE
ALA_FALLA_FLAMA	M 101.3	BOOL	ALARMA FALLA DE FLAMA
ALA_FALLA_ARR_VENT	M 101.4	BOOL	ALARMA FALLA DE ARRANCADOR DE VENTILADOR
ALA_PRE_BA_AIRE_PRESOS	M 101.5	BOOL	ALARMA PRESION BAJA DE AIRE POR PRESOSTATO
ALA_PRE_AL_AIRE_PSOST	M 101.6	BOOL	ALARMA PRESION ALTA DE VAP.POR PRESOSTATO
ALA_NIV_BA_AGU	M 101.7	BOOL	ALARMA DE NIVEL BAJO DE AGUA
LAMP_GAS	A 124.0	BOOL	LAMPARA VÁLVULA DE GAS ACTIVADA
LAMP_PETRO	A 124.1	BOOL	LAMPARA VÁLVULA DE PETROLEO ACTIVADA
LAMP_FALLA_FLAMA	A 124.2	BOOL	LAMPARA FALLA DE FLAMA.
VACIO	A 124.3	BOOL	NO ESTA EN EL PROGRAMA
VENTILADOR	A 124.4	BOOL	VENTILADOR EN SERVICIO
BBA_PETRO	A 124.5	BOOL	BOMBA DE PETROLEO EN SERVICIO
BBA_AGUA	A 124.6	BOOL	BOMBA DE AGUA EN SERVICIO
TIG	A 124.7	BOOL	TRANSFORMADOR DE IGNICION
EV_GAS	A 125.0	BOOL	EV DE GAS EN SERVICIO
EV_PETRO	A 125.1	BOOL	EV DE PETROLEO EN SERVICIO
CALE_VAPOR	A 125.2	BOOL	CALENTADOR DE PETROLEO A VAPOR EN SERVICIO
EV_AIRE	A 125.3	BOOL	EV DE AIRE
CALE_RESISTENCIA	A 125.4	BOOL	CALENTADOR PETROLEO A RESISTENCIA EN SERVICIO
EV_RECIRC	A 125.5	BOOL	EV DE RECIRCULACION EN SERVICIO
MODUTROL	A 125.6	BOOL	MODUTROL EN SERVICIO
SIRENA	A 125.7	BOOL	ALARMA SONORA

SELEC_MAN_BBA_PET	E 124.0	BOOL	SELECTOR MANUAL BOMBA DE PETROLEO
SELECT_AUT_BBA_PET	E 124.1	BOOL	SELECTOR AUTOMATICO BOMBA PETROLEO
SELEC_MAN_BBA_AGU	E 124.2	BOOL	SELECTOR MANUAL BOMBA DE AGUA
SELECT_AUT_BBA_AGU	E 124.3	BOOL	SELECTOR AUTOMATICO BOMBA AGUA
SELEC_ARRQ	E 124.4	BOOL	SELECTOR DE ARRANQUE
PARA_EMERG	E 124.5	BOOL	PARADA DE EMERGENCIA
RESET	E 124.6	BOOL	RESET DE ALARMA
FOTO	E 125.0	BOOL	SALIDA 24 VDC FOTOCELDA
SENS_DUMPER_CERR	E 125.1	BOOL	SENSOR DE DUMPER CERRADO
RELE_NIVEL	E 125.2	BOOL	RELE DE NIVEL BAJO DE AGUA
PSOTO_PRE_BA_AIRE	E 125.3	BOOL	PRESOSTATO PRESION BAJA DE AIRE
PSOTO_PRE_BA_VENT	E 125.4	BOOL	PRESOSTATO PRESION BAJA DE AIRE DE VENTILADOR
FALLA_ENERG	E 125.5	BOOL	FALLA DE ENERGIA
PSOST_PRE_AL_VAP	E 125.6	BOOL	PRESOSTATO DE PRESION ALTA DE VAPOR
CERT_VENT_SERV	E 126.0	BOOL	CERTIFICACION DE VENTILADOR EN SERVICIO
NO_USADO	E 126.1	BOOL	NO USADO
SELEC_MAN_VENT	E126.2	BOOL	SELECTOR MANUAL VENTILADOR
SELEC_AUT_VENT	E126.3	BOOL	SELECTOR AUTOMATICO VENTILADOR
SELEC_CALENT_RESIS	E126.4	BOOL	SELECTOR DE CALENTAMIENTO POR RESISTENCIA
SELEC_CALENT_VAPOR	E126.5	BOOL	SELECTOR DE CALENTAMIENTO POR VAPOR
CICLICO	OB 1	OB 1	PROGRAMA DE EJECUCIÓN CICLICA
TIMED	OB 35	OB 35	PROGRAMA DE EJECUCION TEMPORIZADA
I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O POINT FAULT 1
START_UP	OB 100	OB 100	PROGRAMA DE ARRANQUE DE PLC
ARRANQUE	FC 10	FC 10	SECUENCIA DE ARRANQUE DE CALDERA
SEC_ARRANQUE	FC 11	FC 11	SECUENCIA DE ARRANQUE DEL CALDERO
ALARMAS	FC 13	FC13	ALARMAS DEL SISTEMA
CONVERSION	FC 30	FC 30	CONVIERTE ENTRADA ANALOGA EN SALIDA REAL
LAZO_PETRO	FC 101	FC 101	ENTRADA:VAPOR – SALIDA: MODULADOR
LAZO_AGUA	FC 103	FC 103	ENTRADA:NIVEL AGUA – SALIDA: CONTROL VALVULA
LAZO_TEMP_PETRO	FC 104	FC 104	ENTRADA:TEM PETRO – SALIDA: VV DE VAPOR
BASE_TIEMPOS	DB 10	DB 10	BASE DE TIEMPO DE TEMPORIZADOTES
DATOS	DB 11	DB 11	DATOS DEL PROGRAMA
SET_ALAR	DB 13	DB 13	SET DE ALARMAS
LAZ_PETRO	DB 31	FB 31	DB_PID_LAZO1
LAZ_AGUA	DB 33	FB 31	DB_PID_LAZO3
LAZ_TEMP_PETRO	DB 34	FB 31	DB_PID_LAZO 4
COM_PLC	DB 100	DB 100	AREA DE INTERNASE ENTRE PANEL Y PLC
PARE_CALEN_PETRO	M 10.0	BOOL	PARE AUTOMATICO CALENTADOR POR TEMPERATURA ALTA DE PETROLEO

ARRANQ_CALEN_PETRO	M 10.1	BOOL	ARRANQUE AUTOMATICO DE CALENTADOR POR TEMPERATURA BAJA DE PETROLEO
PARE_BBA_AGUA	M 10.2	BOOL	PARE AUTOMATICO DE BBA. AGUA POR NIVEL ALTO
ARRANQ_BBA_AGUA	M 10.3	BOOL	ARRANQ AUTOMÁT..DE BBA DE AGUA POR NIVEL BAJO
INICIO	M 10.4	BOOL	INICIO DE SECUENCIA DE ARRANQUE
PURGA	M 10.5	BOOL	
IGNICION	M 10.6	BOOL	
FLAMA	M 10.7	BOOL	DETECCION DE FLAMA
START	M 11.0	BOOL	INICIO DE RAMPa
FALLA_FLAMA	M 20.0	BOOL	FALLA DE FLAMA
SEG	M 20.1	BOOL	SEGURIDADES
PARADA	M 20.2	BOOL	PARADA EN SECUENCIA
ULTIMO	M 20.3	BOOL	ULTIMO INTENTO DE ARRANQUE
START_EVA	M 40.0	BOOL	ENCENDIDO DE ELECTROVALVULA DE AIRE
LISTO_START	M 40.1	BOOL	LISTO PARA ARRANCAR
ONE	M 50.0	BOOL	SIEMPRE UNO
ARRANQ_PRE_BA_VAPOR	M 50.2	BOOL	ARRANQUE AUTOMATICO POR PRESION BAJA DE VAPOR
PRESION ALTA DE VAPOR	M 60.0	BOOL	PRESION ALTA DE VAPOR
LAZO_1	VAT 1		ENTRADA: PRESION VAPOR—SALIDA: CONTROL MODUTROL
LAZO_3	VAT 3		ENTRADA: NIVEL DE AGUA—SALIDA: CONTROL VV. DE INGRESO AGUA
LAZO_4	VAT 4		ENTRADA:TEMPER PETRO—SALIDA: VV DE VAPOR
TIEMP PURGA	T 5	TIMER	TIEMPO DE PURGA
TIEMP IGNIC	T 6	TIMER	TIEMPO DE IGNICION
PULSO	T 7	TIMER	NUEVO INTENTO DE ARRANQUE
PULSO_START	T 8	TIMER	PULSO DE ARRANQUE
T_OFF_AUTO	T 22	TIMER	TIEMPO DE ESPERA PARA APAGADO AUTOMATICO DE VENTILADOR
VAT2	VAT 2		
VAT5	VAT 5		
SET PLV	MD 70	DWORD	SET DE BAJA PRESION DE VAPOR

7.2 .- Programa de la caldera

El programa está conformado por 3 bloques de organización : OB1 , OB35 y OB100 , por 7 funciones : FC10 , FC11 , FC13 ; FC30 ,FC101, FC103 , FC104 , por 1 bloque de función FB31 , por 6 bloques de datos BD10 , BD11 , BD13 , BD31 , BD33 y BD34.

7.2.1 .-El bloque de organización OB1 (programa de ejecución cíclica) , es el bloque principal , este bloque realiza la transferencia de datos y direcciones para uso de los canales de entrada del módulo FM35 (módulo de control PID) , así como transferencia de parámetros de control desde el bloque de datos auxiliar usado por el OP7 a los bloques de datos usado por cada canal , carga de parámetros de control de temp. Petróleo ,

control de apertura del Damper y nivel de agua. Realiza llamadas a funciones de alarmas , arranque , rampa , modutrol y escalamiento.

Segm.1 :



Segm. 2 :

```

L      256
T      "LAZ_PETRO".MOD_ADDR      DB31.DBW0      -- FM355/455 module address
T      "LAZ_AGUA".MOD_ADDR      DB33.DBW0      -- FM355/455 module address
T      "LAZ_TEMP_PETRO".MOD_ADDR DB34.DBW0      -- FM355/455 module address

```

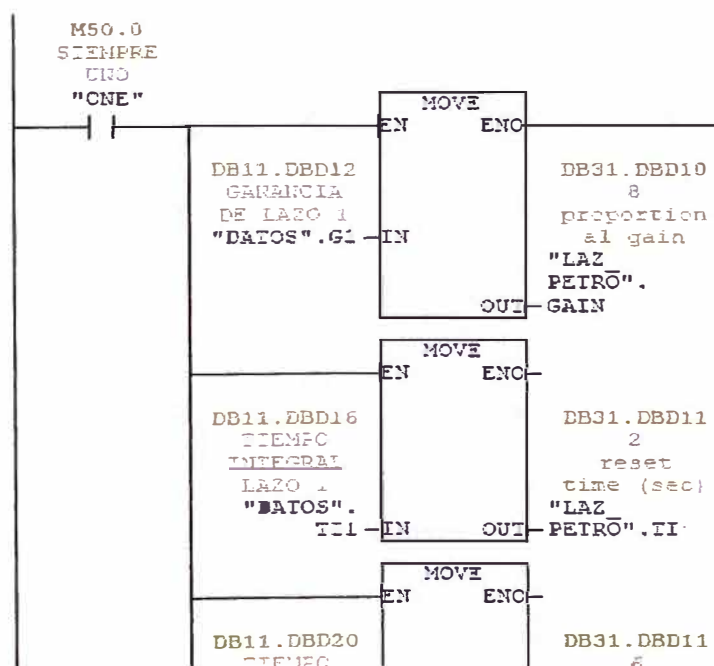
Segm. 3 :

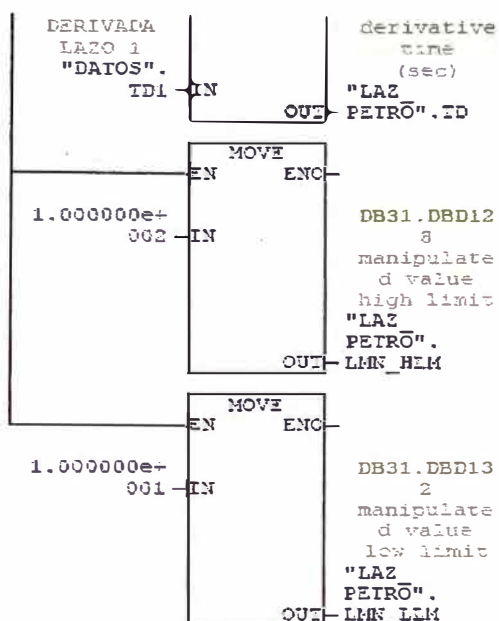
```

L      1
T      "LAZ_PETRO".CHANNEL      DB31.DBW2      -- channel number
L      3
T      "LAZ_AGUA".CHANNEL      DB33.DBW2      -- channel number
L      4
T      "LAZ_TEMP_PETRO".CHANNEL DB34.DBW2      -- channel number

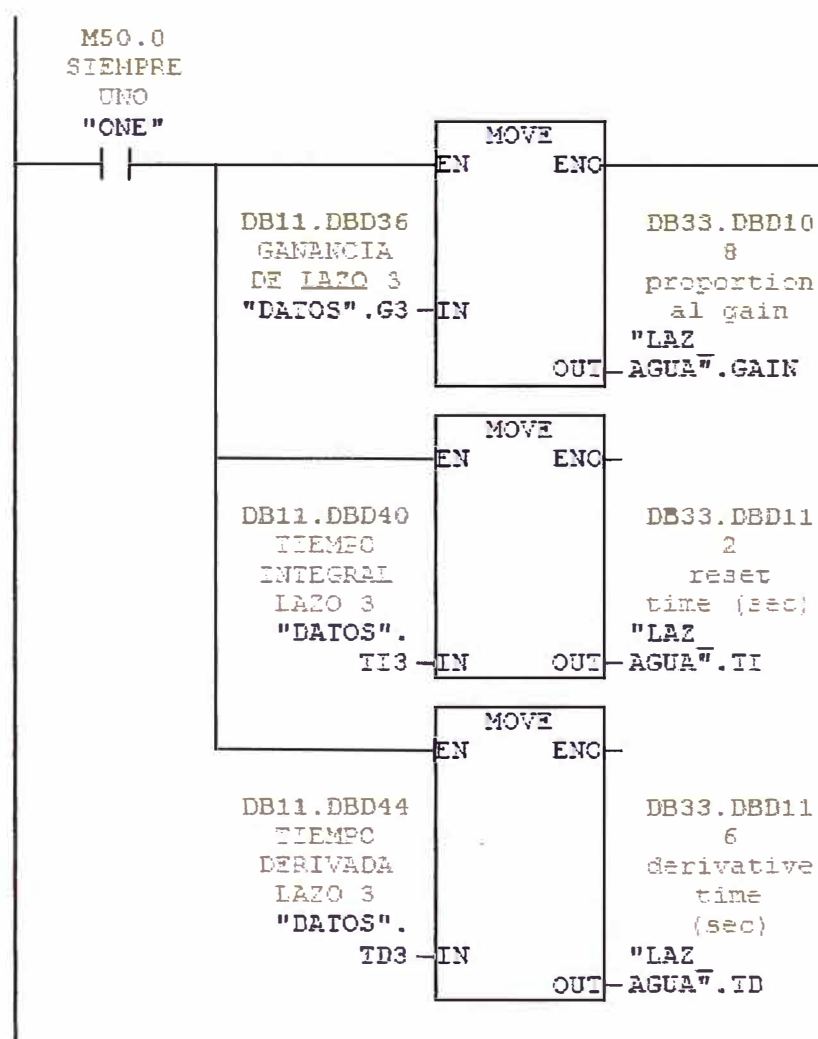
```

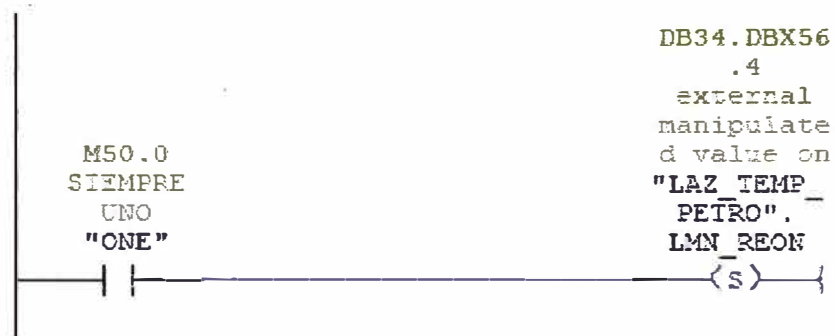
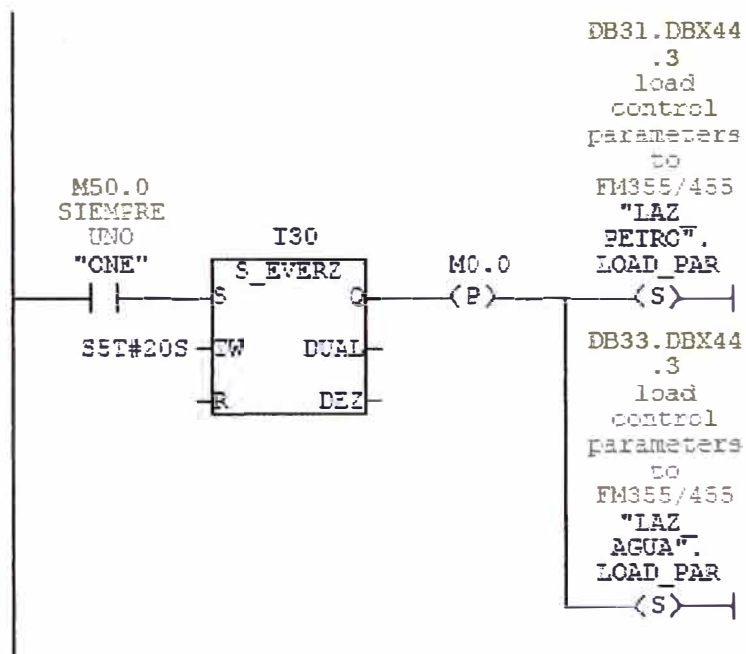
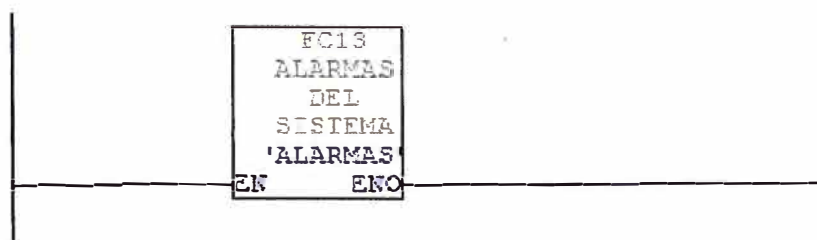
Segm. 4 :

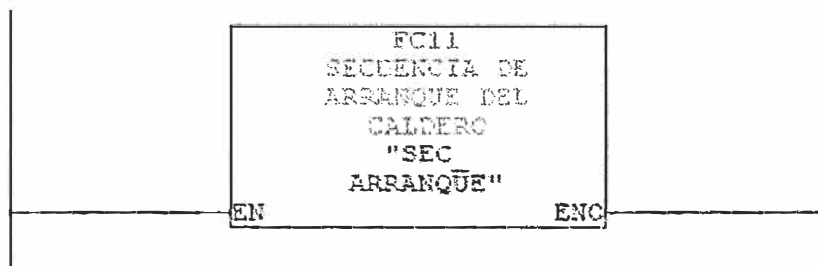




Segm. 5:



Segm. 6 :**Segm. 7 :****Segm. 8 :**

Segm. 9 :**Segm. 10 :**

7.2.2 .-El bloque de organización OB35 (programa de ejecución temporizada) , se realiza con cada ciclo de interrupción , y realiza llamadas a funciones de control de temp. Petróleo, apertura del Damper de aire y nivel de agua.

Segm. 1 :

```
CALL "LAZO PETRO" FC101          -- ENTRADA:VAPOR- SALIDA:MODULADOR
COM_RST:=FALSE
```

Segm. 2 :

```
CALL "LAZO AGUA" FC103          -- ENTRADA:NIVEL AGUA - SALIDA: CONTROL VALVULA
INO:=FALSE
```

Segm. 3 :

```
CALL "LAZO_TEMP_PETRO" FC104    -- ENTRADA:TEM PETRO - SALIDA: VV DE VAPOR
INO:=FALSE
```

7.2.3.-El bloque de organización OB100 (programa de arranque del PLC) , realiza llamadas a funciones de control de temp. petróleo , apertura del Damper de aire y nivel de agua.

Segm. 1 : SIEMPRE UNO

```
R      "ONE"    M50.0          -- SIEMPRE UNO
```

Segm. 2 :

```
L      256
T      "LAZ_PETRO".MOD_ADDR      DB31.DBW0          -- FM355/455 module address
T      "LAZ_AGUA".MOD_ADDR       DB33.DBW0          -- FM355/455 module address
T      "LAZ_TEMP_PETRO".MOD_ADDR DB34.DBW0          -- FM355/455 module address
```

Segm. 3 :

```
L      1
T      "LAZ_PETRO".CHANNEL      DB31.DBW2          -- channel number
L      3
T      "LAZ_AGUA".CHANNEL       DB33.DBW2          -- channel number
L      4
T      "LAZ_TEMP_PETRO".CHANNEL DB34.DBW2          -- channel number
```

Segm. 4 :

```
CALL "LAZO_PETRO" FC101          -- ENTRADA:VAPOR- SALIDA:MODULADOR
COM_RST:=TRUE
```

Segm. 5 :

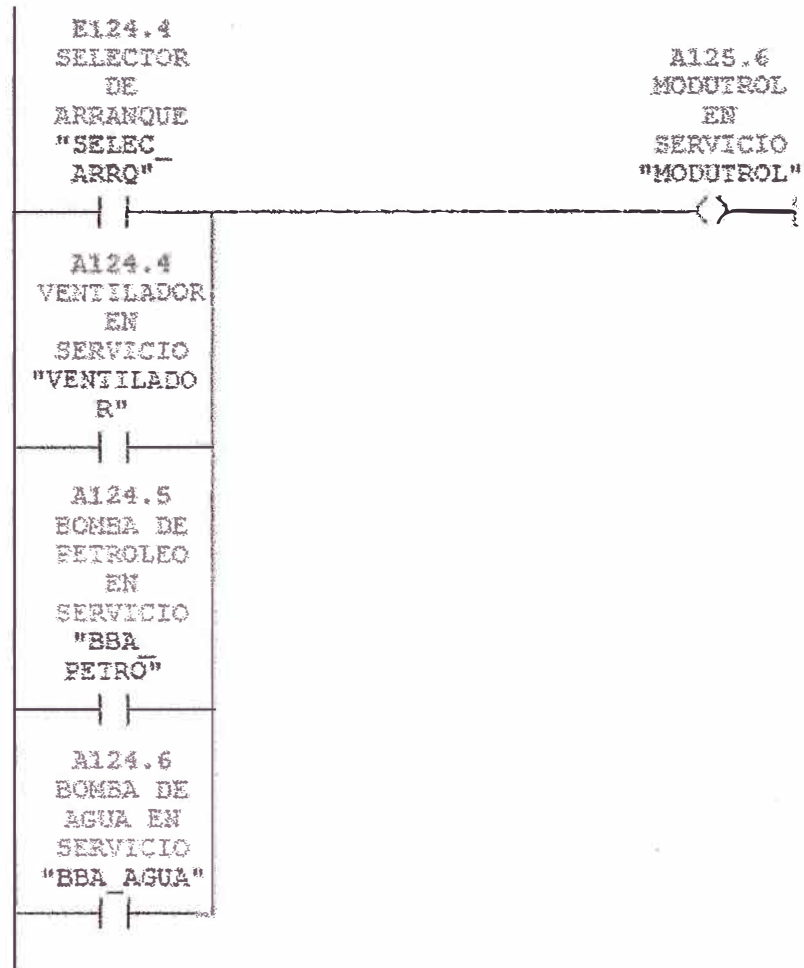
```
CALL "LAZO_AGUA" FC103          -- ENTRADA:NIVEL AGUA - SALIDA: CONTROL VALVULA
INO:=TRUE
```

Segm. 6 :

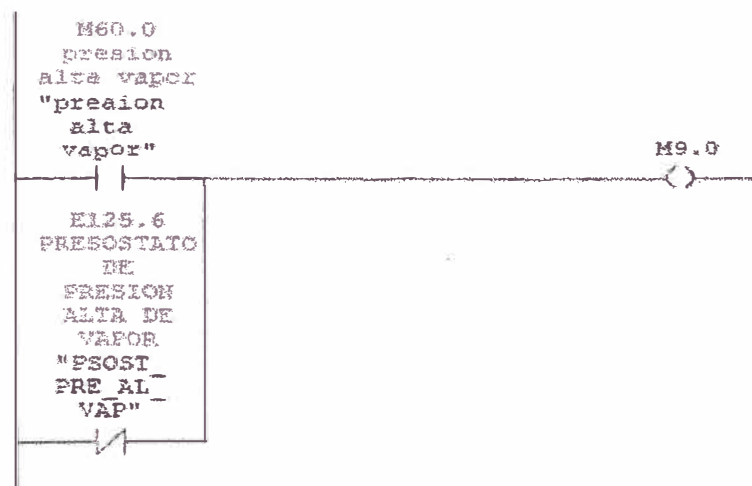
```
CALL "LAZO_TEMP_PETRO" FC104    -- ENTRADA:TEM PETRO - SALIDA: VV DE VAPOR
INO:=TRUE
```

7.2.4 .-La función FC10 (secuencia de arranque de caldera) ,

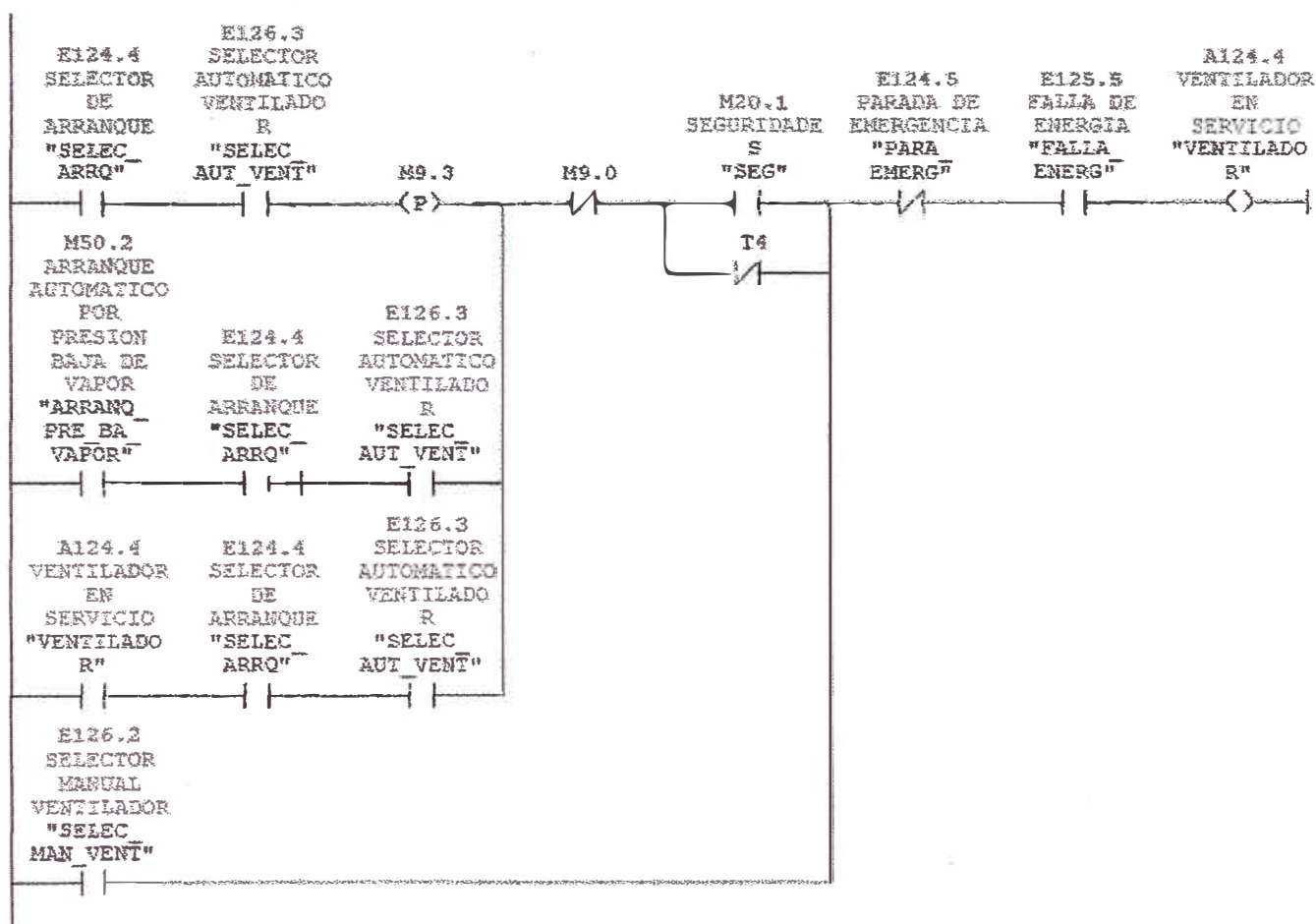
Segm. 1 :



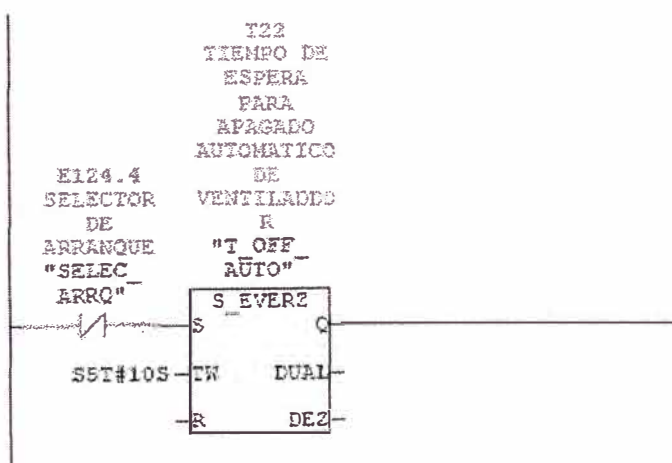
Segm. 2 :



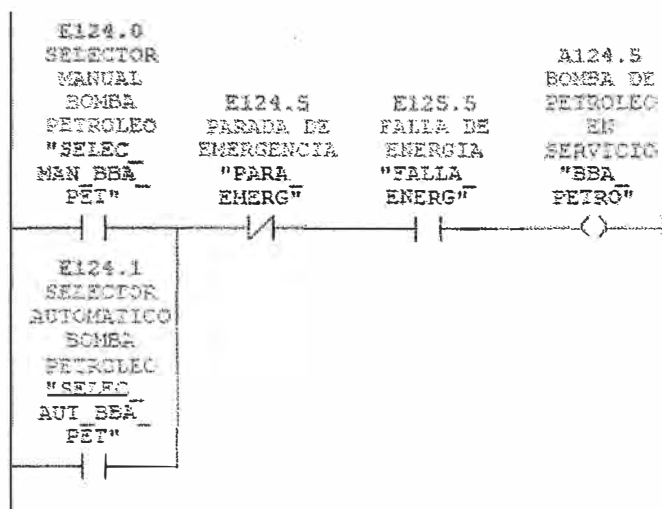
Segm. 3 :



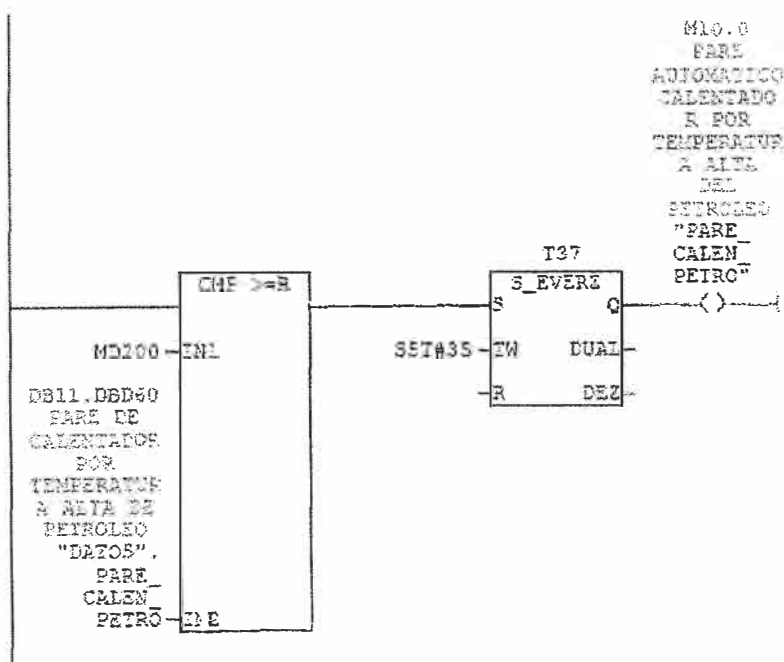
Segm. 4 :



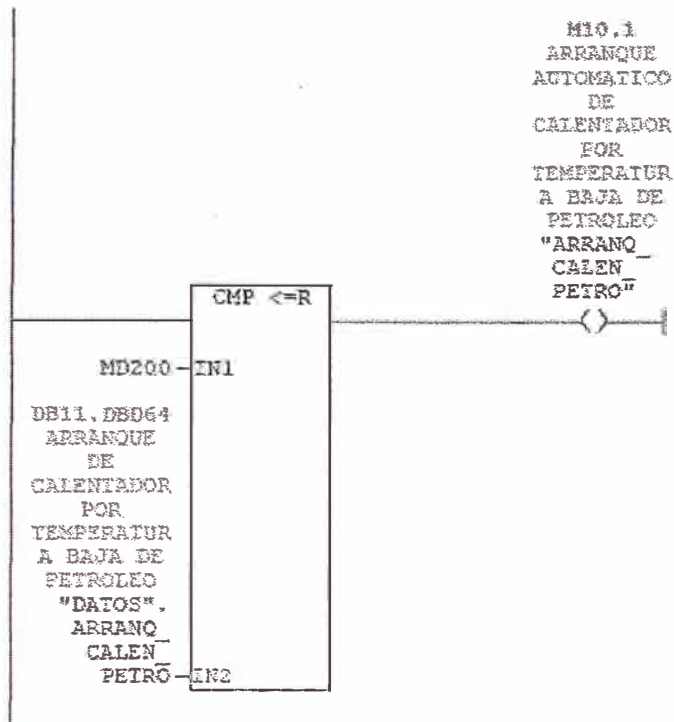
Segm. 5 :



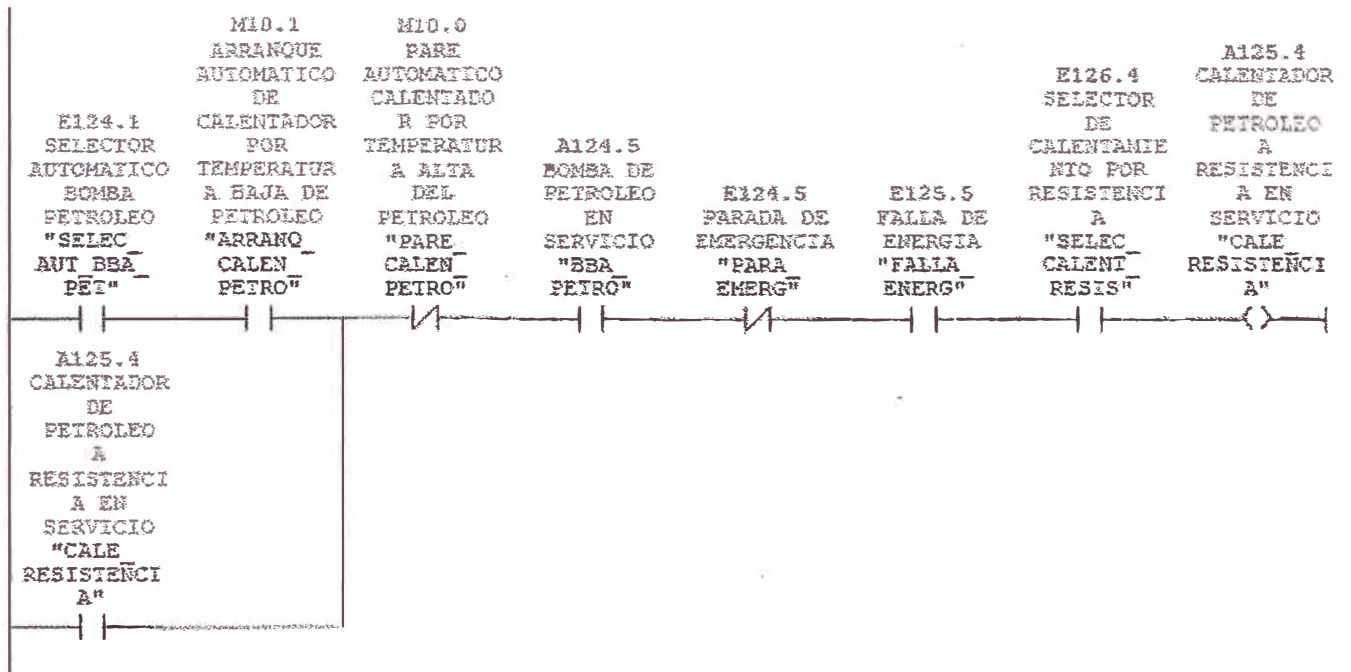
Segm. 6 :



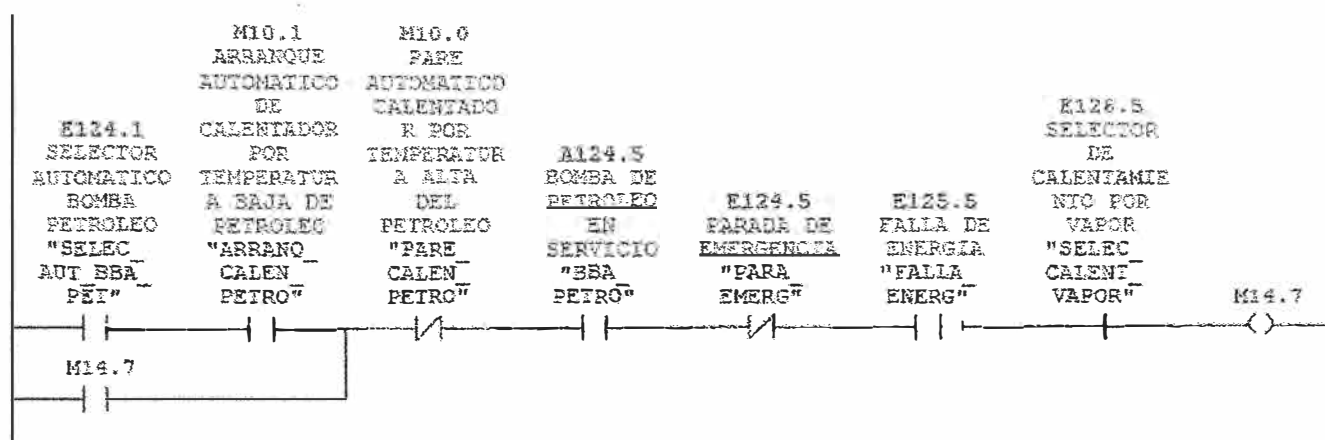
Segm. 7 :



Segm. 8 :



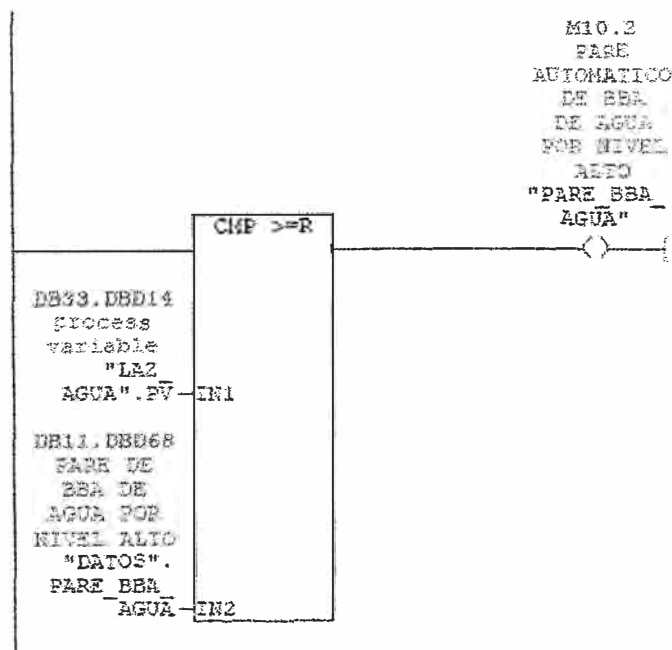
Segm. 9 :



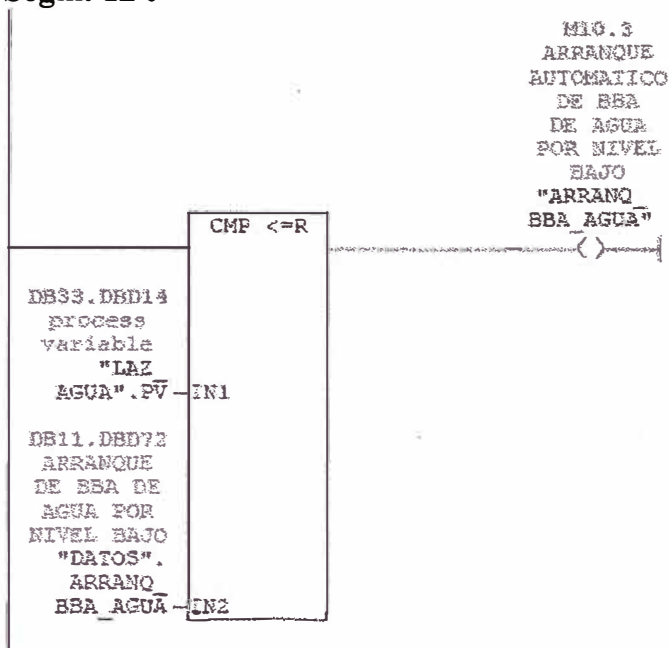
Segm. 10 :



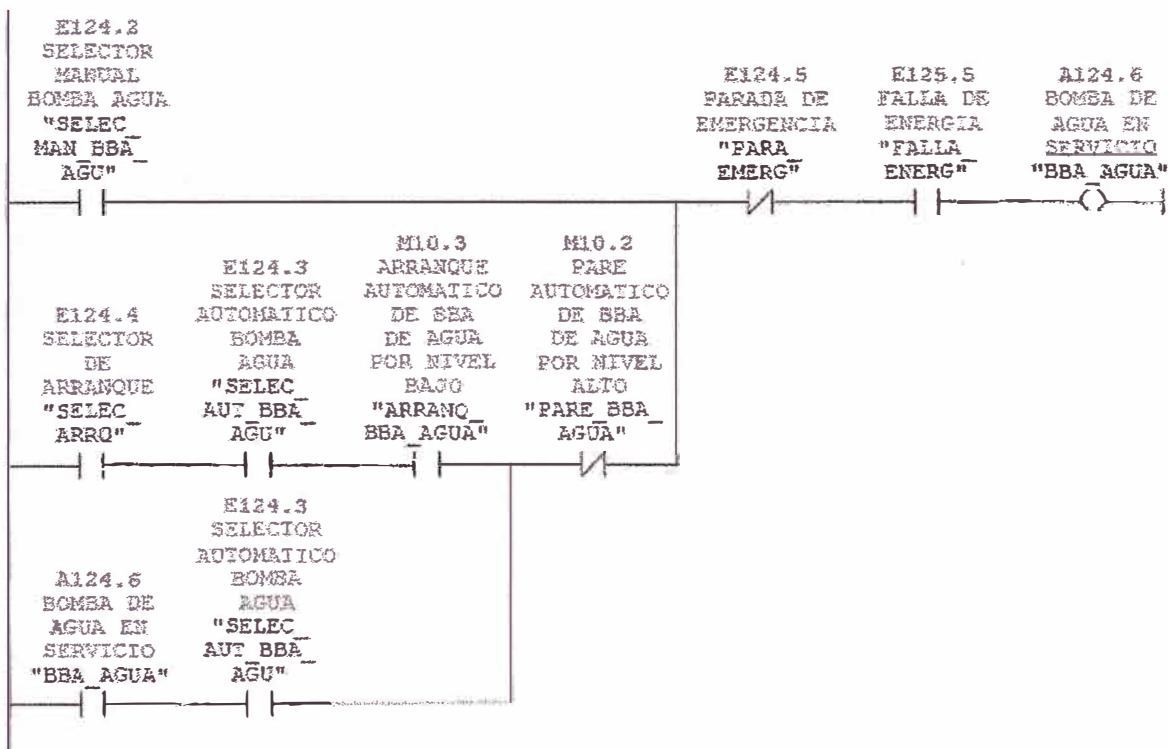
Segm. 11:



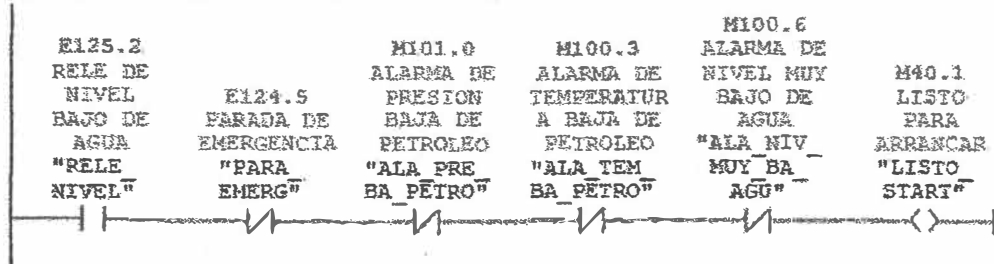
Segm. 12 :



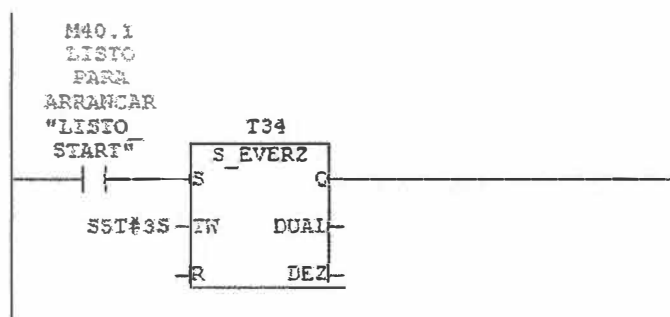
Segm. 13 : Condiciones para arranque de bomba de agua



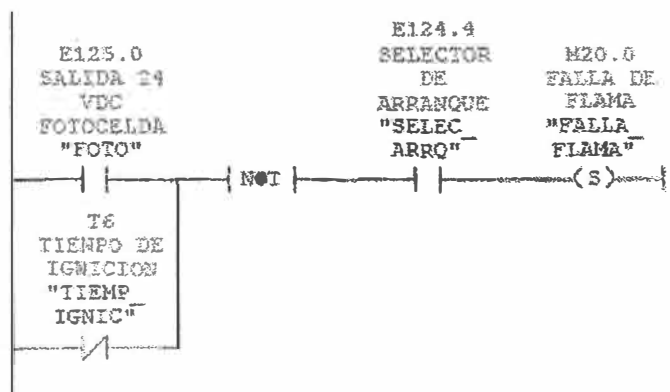
Segm. 14 : Condiciones de arranque



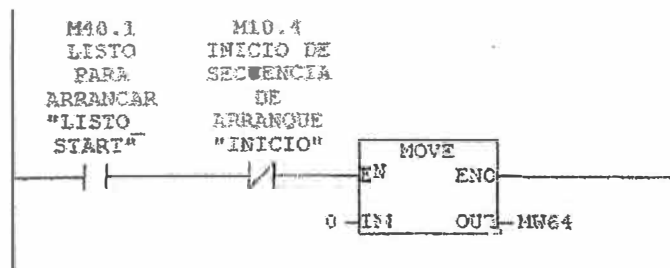
Segm. 15 :



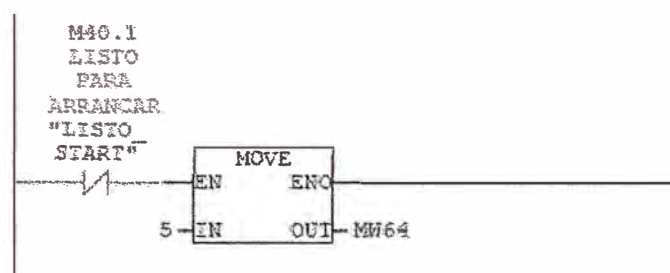
Segm. 16 :



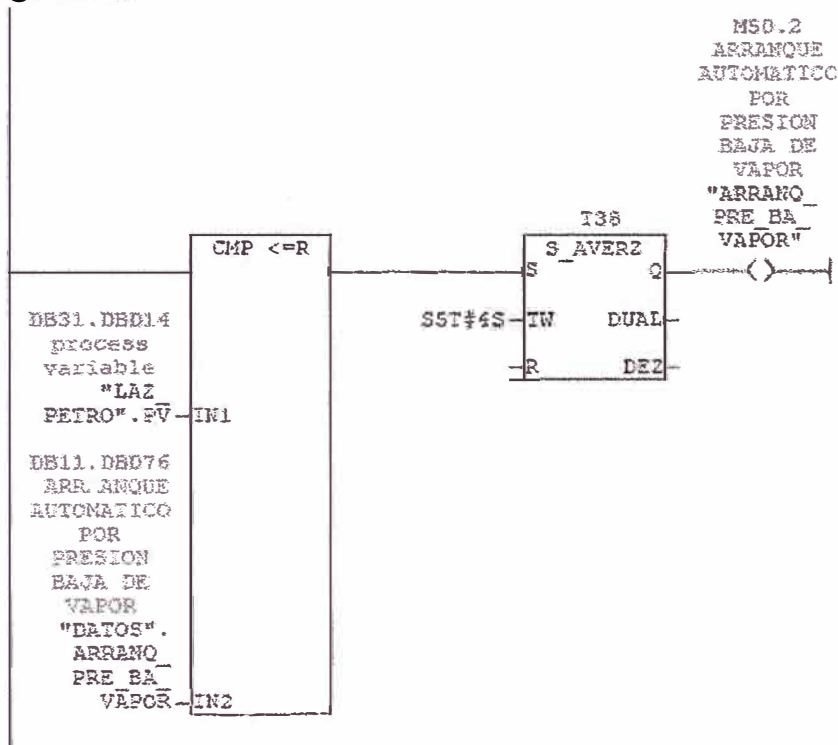
Segm. 17 :



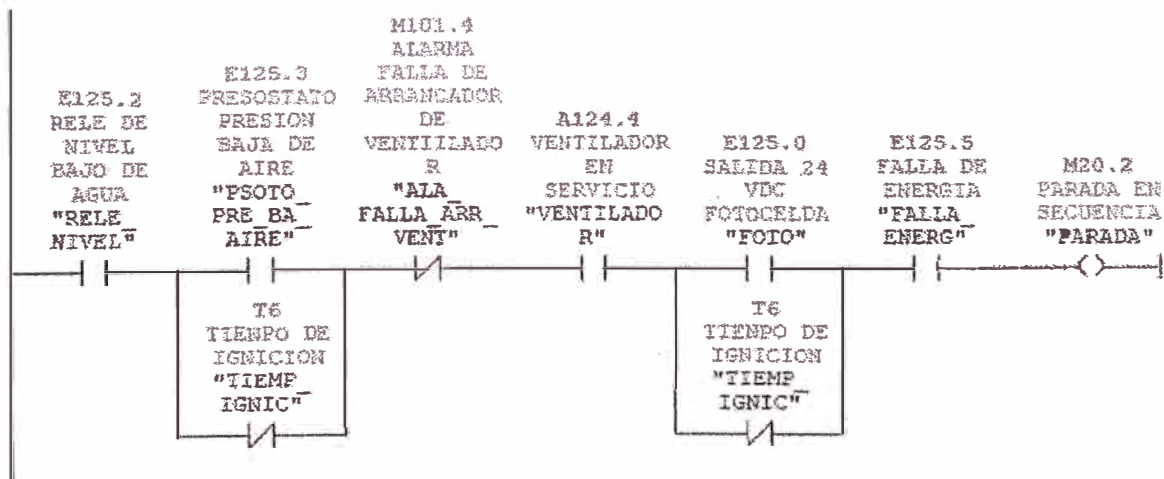
Segm. 18 :



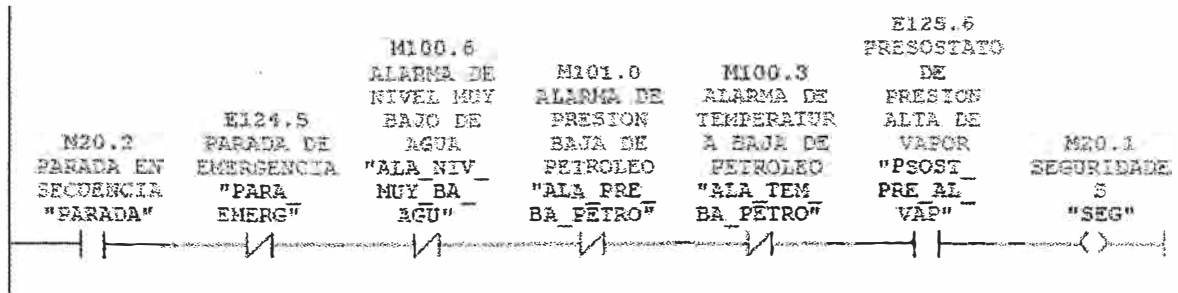
Segm. 19 :



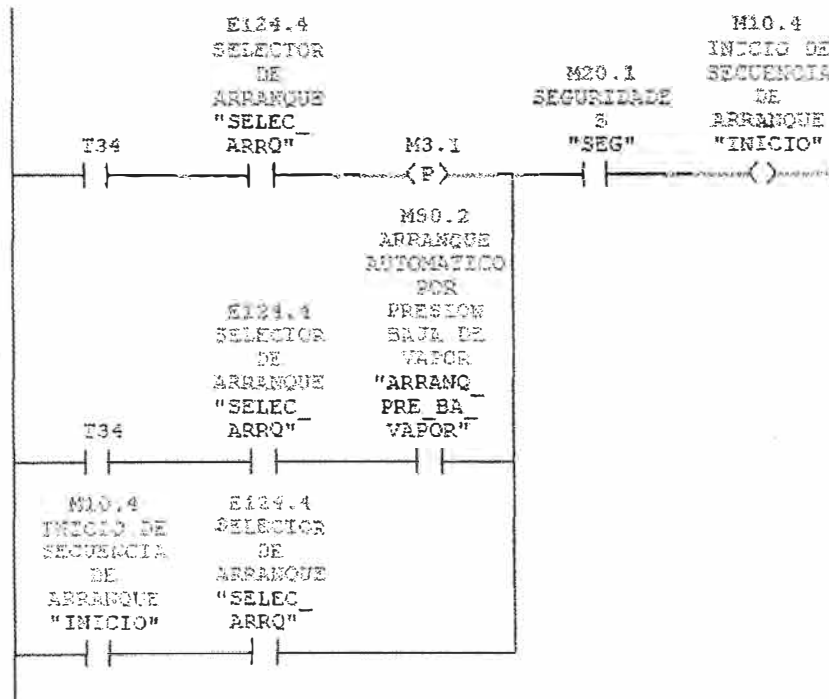
Segm. 20 : Seguridades



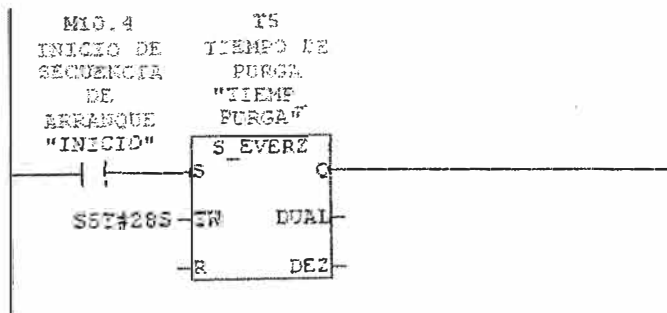
Segm. 21 :



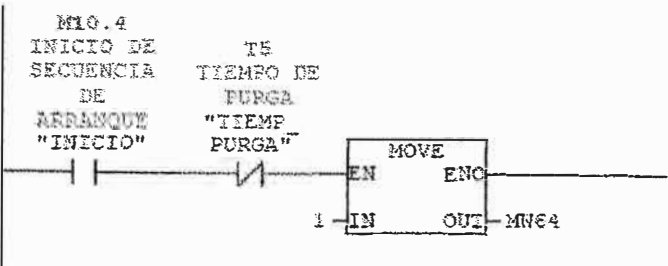
Segm. 22 : Condiciones de inicio



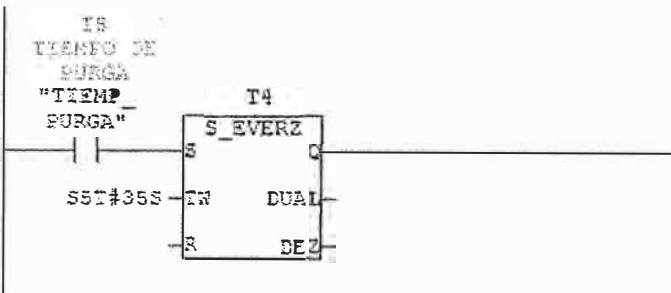
Segm. 23 :



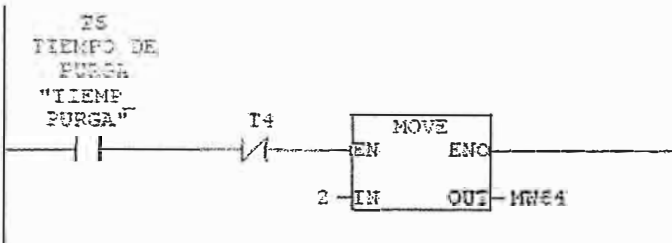
Segm. 24 :



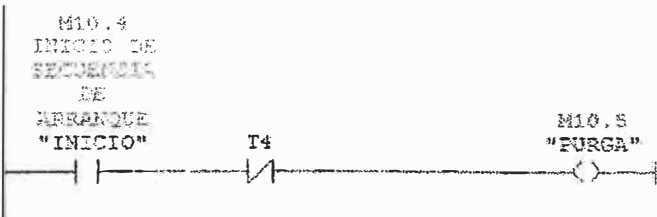
Segm. 25 :



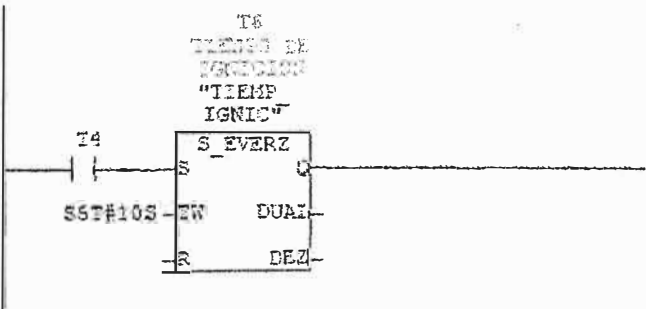
Segm. 26 :



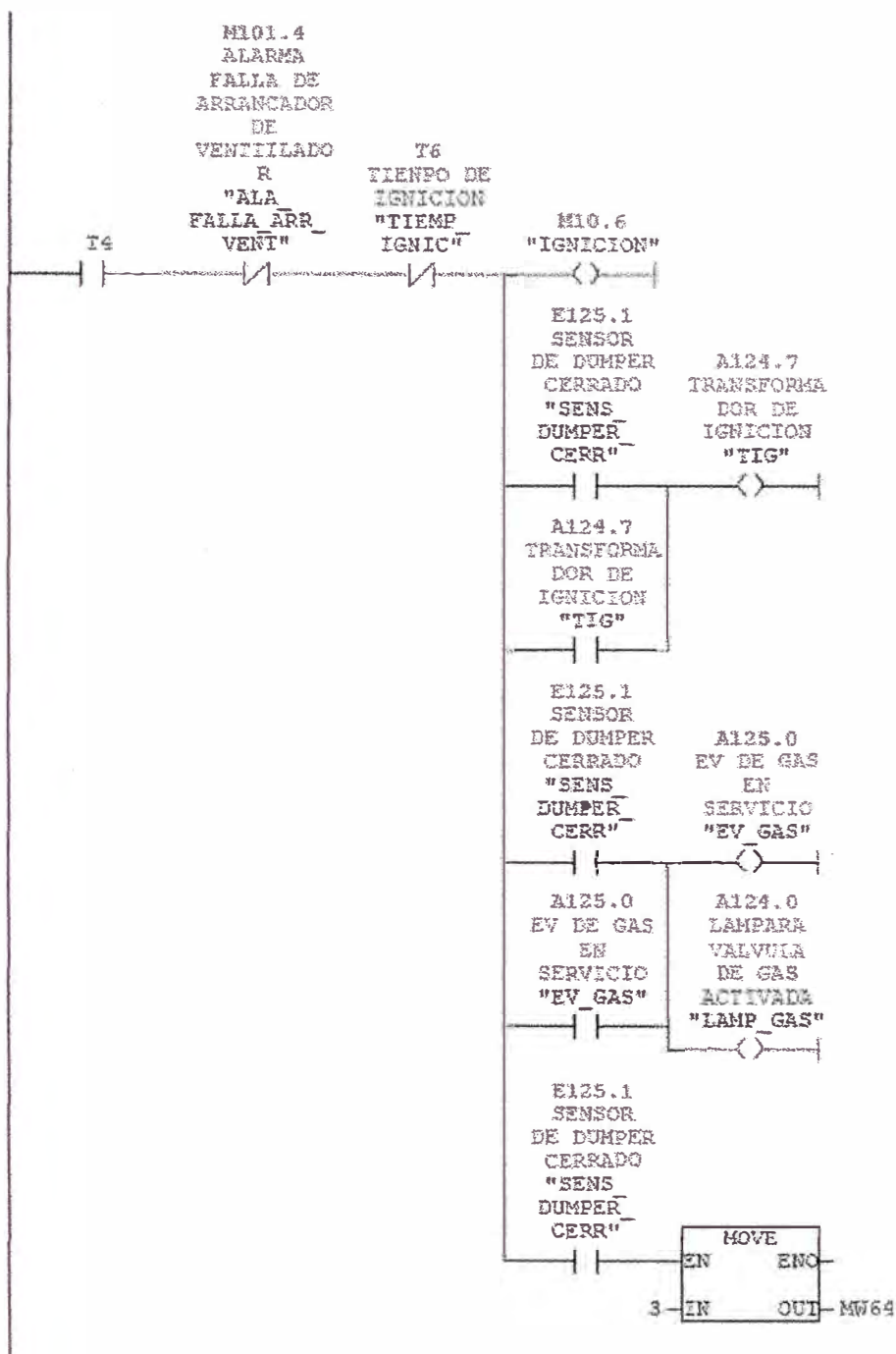
Segm. 27 :



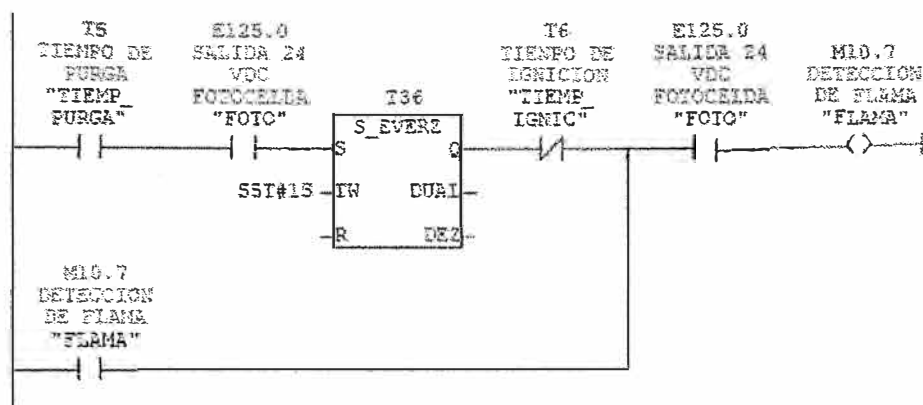
Segm. 28 :



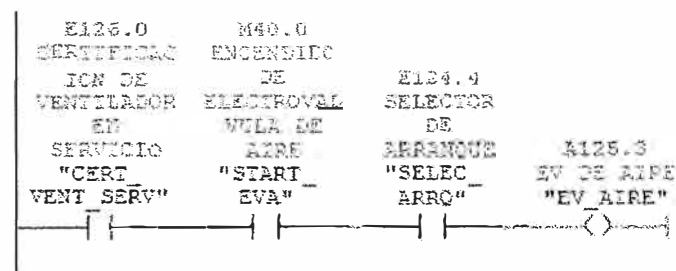
Segm. 29 :



Segm. 30 :

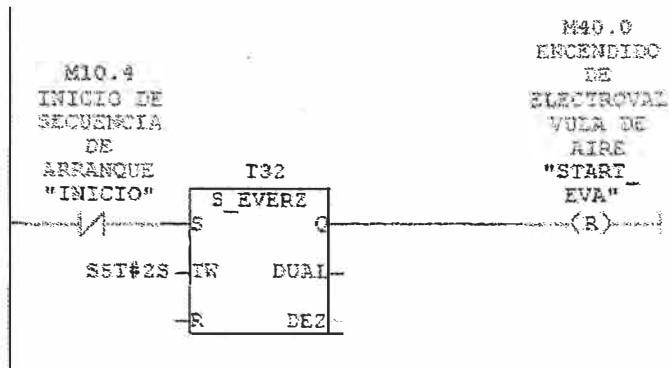
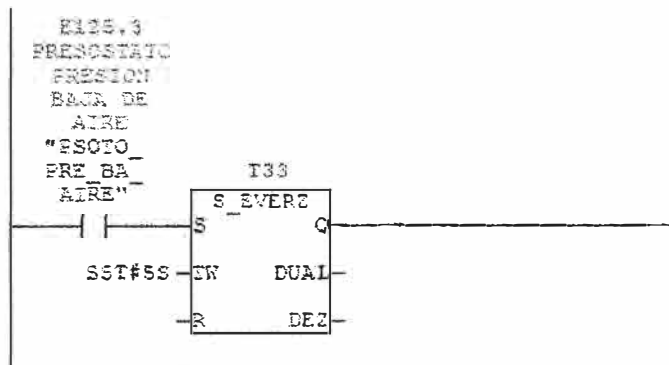


Segm. 31 :

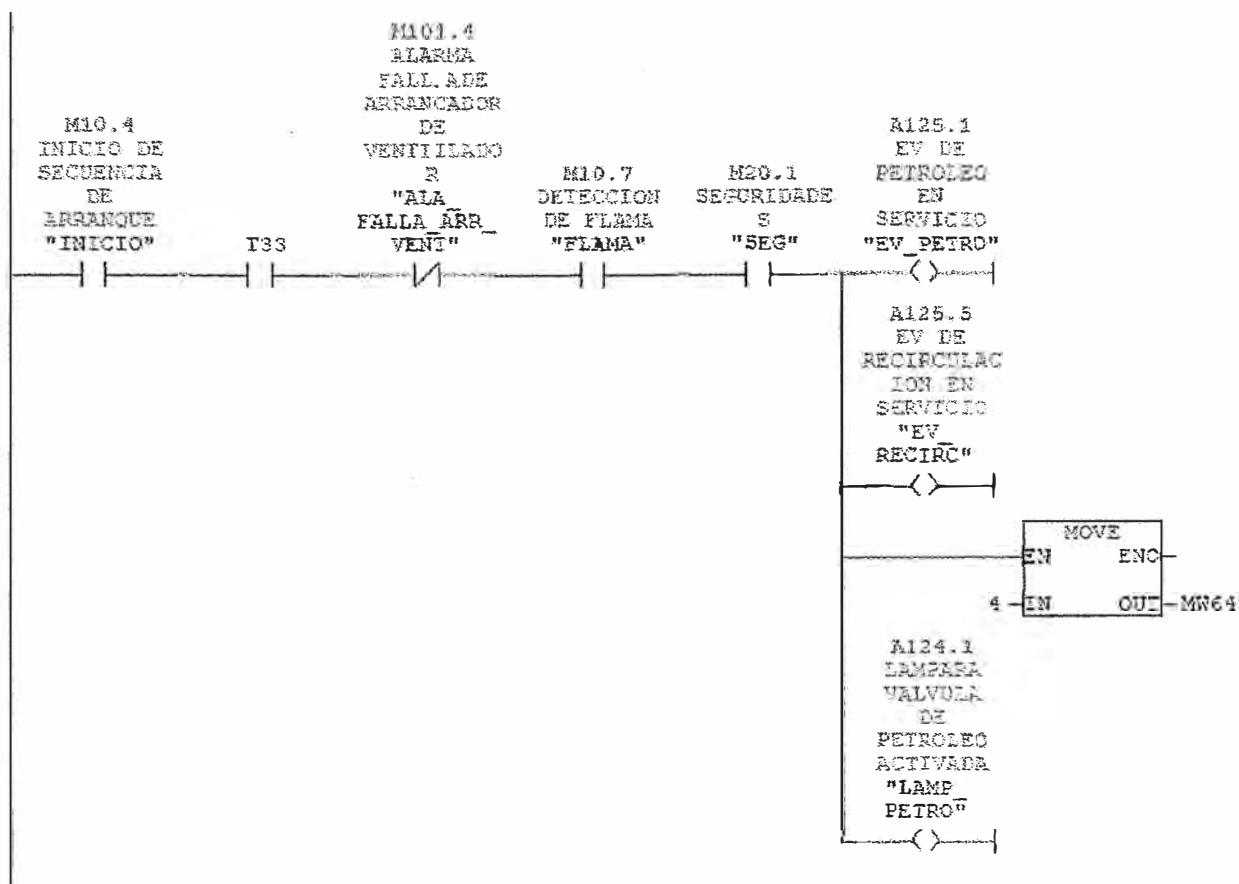


Segm. 32 :



Segm. 33 :**Segm. 34 :**

Segm. 35 : Condiciones de encendido de EV petroleo



Segm. 36 :

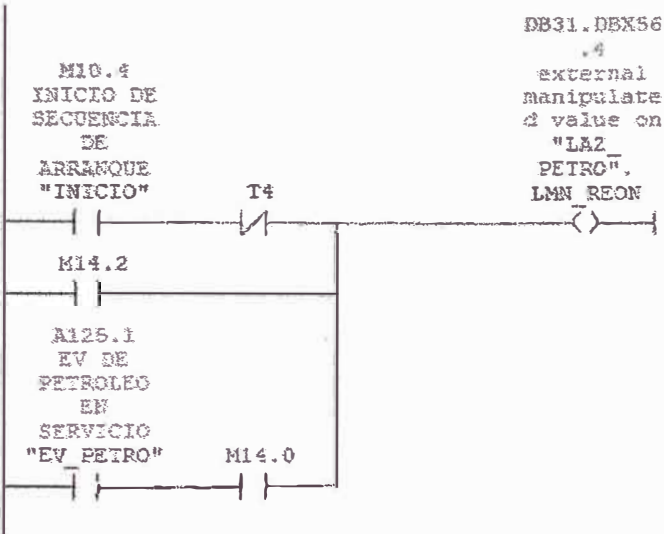


Segm. 37 :

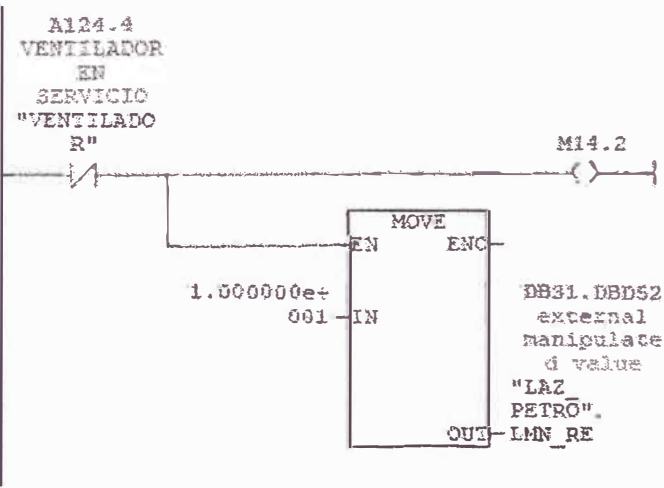


7.2.5 .-La función FC11 (secuencia de arranque de caldera) ,

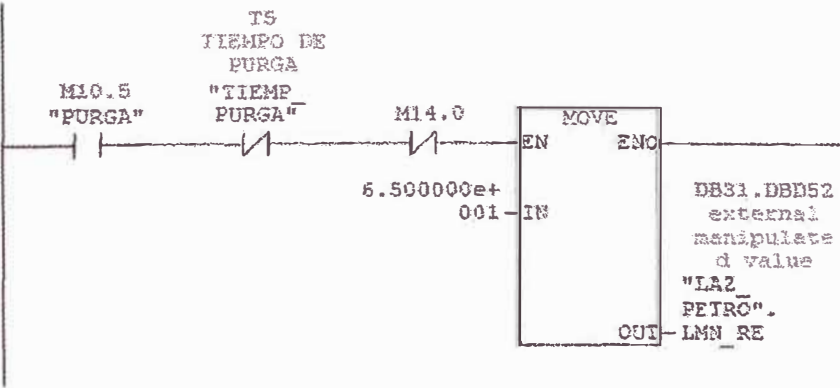
Segm. 1 :



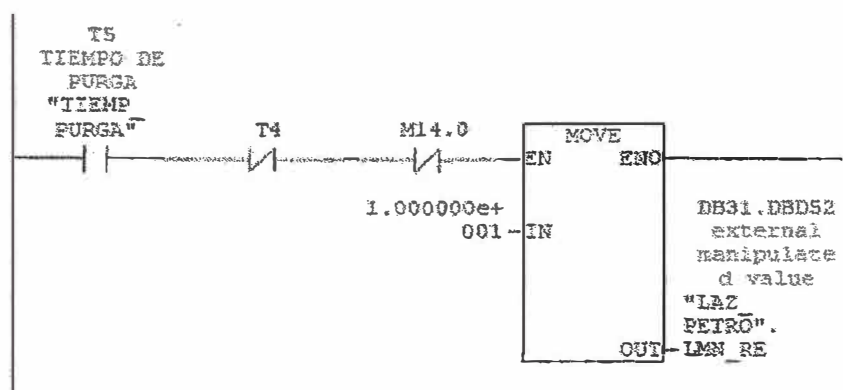
Segm. 2 :



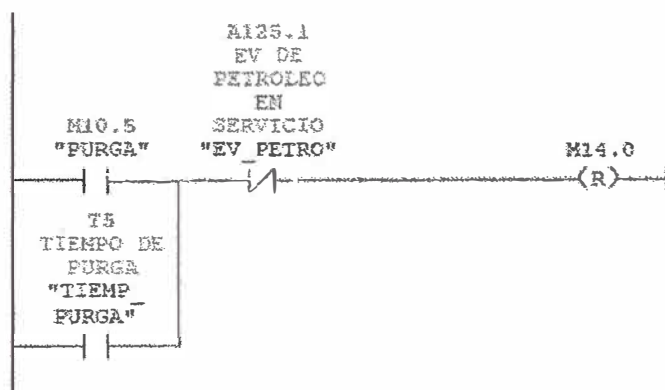
Segm. 3 :



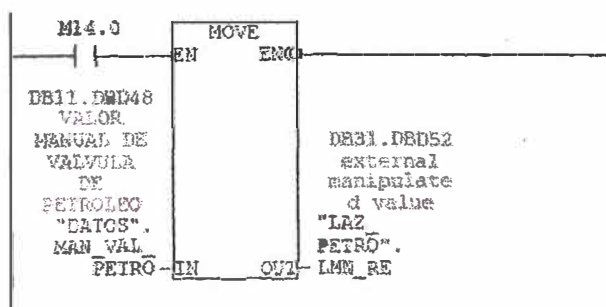
Segm. 4 :



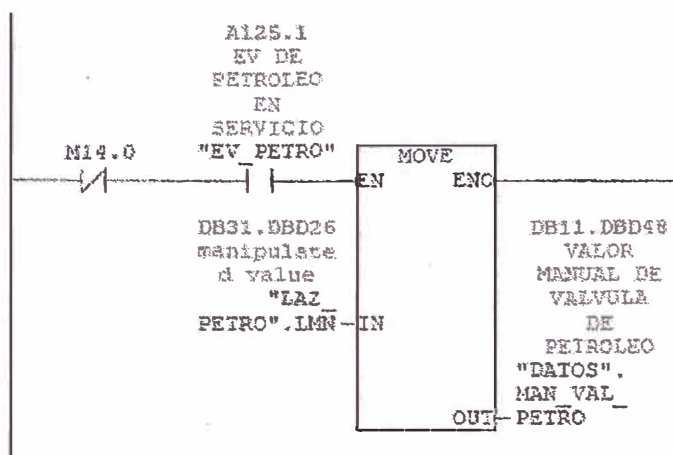
Segm. 5 :



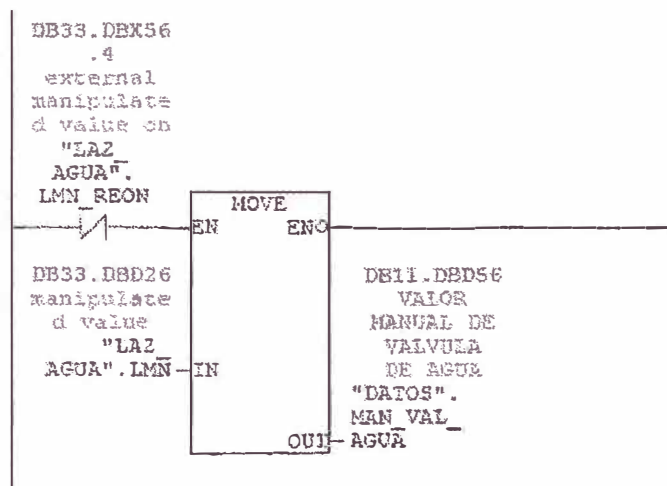
Segm. 6 : Valor manual de válvula de petroleo



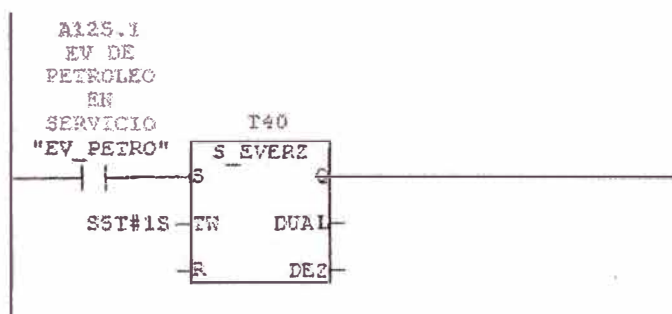
Segm. 7 :



Segm. 8 :

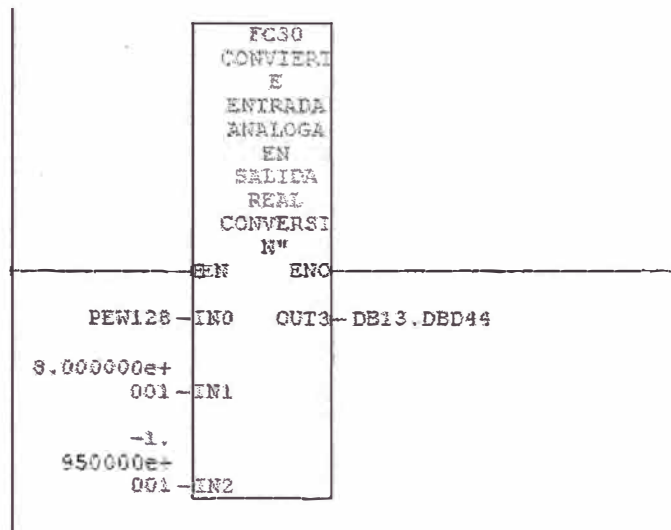


Segm. 9 :

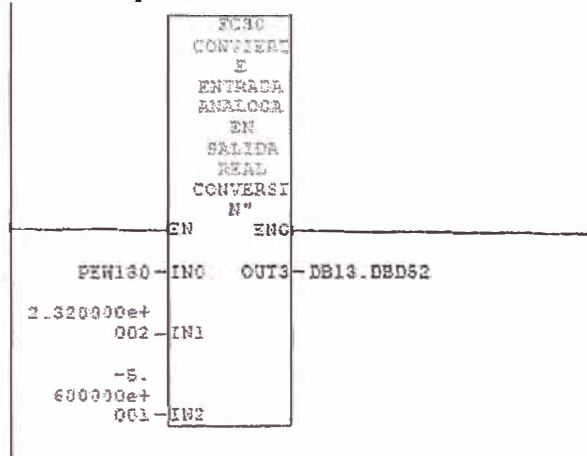


7.2.6 .-La función FC13 (alarmas del sistema) ; Señal analogica

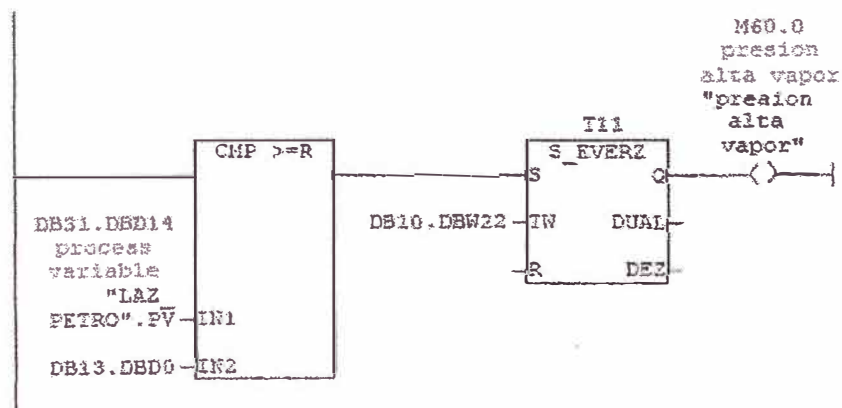
Segm. 1 : Presión de aire



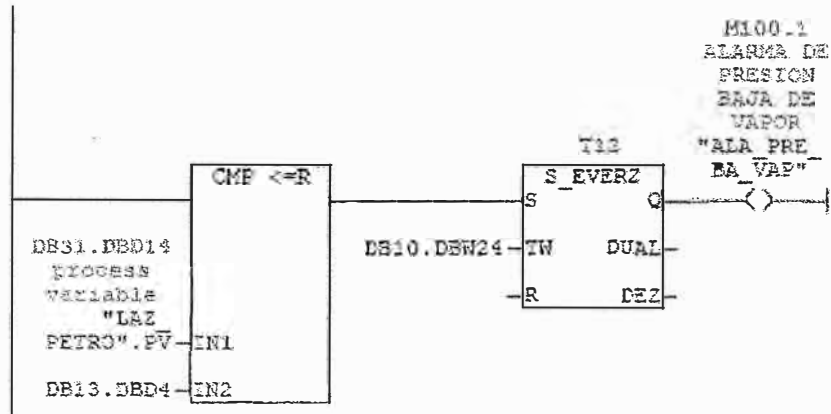
Segm. 2 : Presión de petroleo



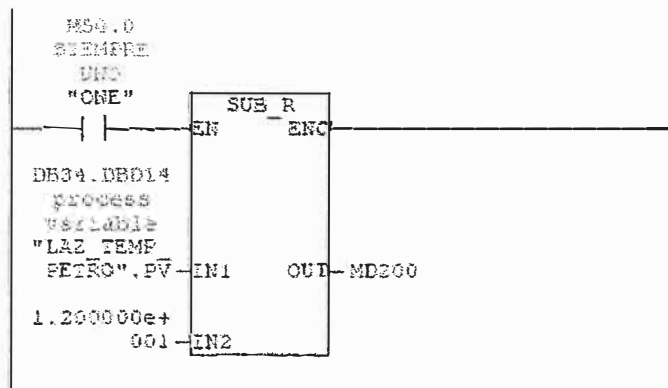
Segm. 3 : Alarma presión alta de vapor



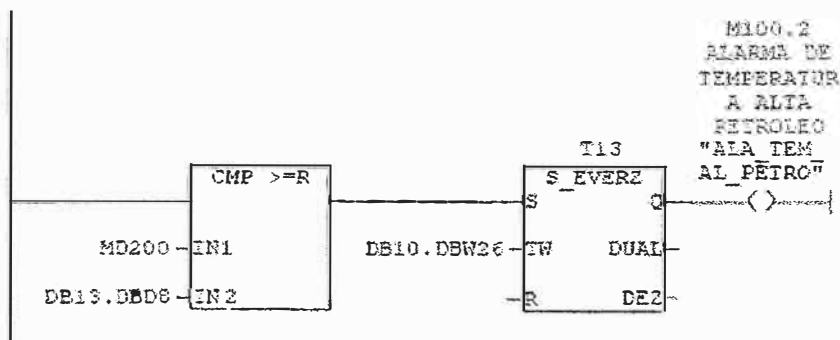
Segm. 4 : Alarma presión baja de vapor



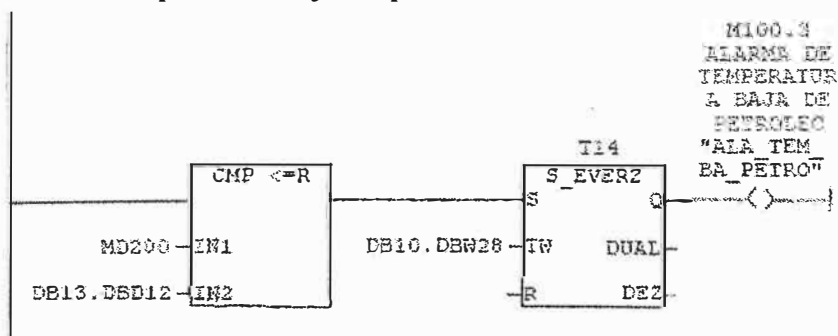
Segm. 5 :



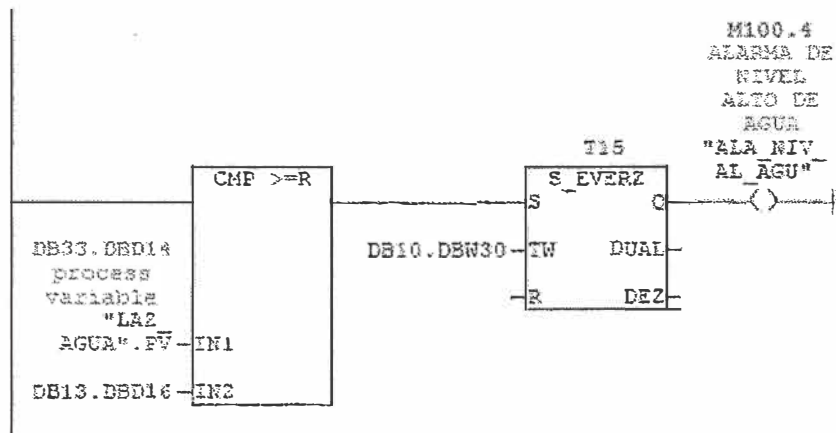
Segm. 6 : Alarma temperatura alta de petroleo



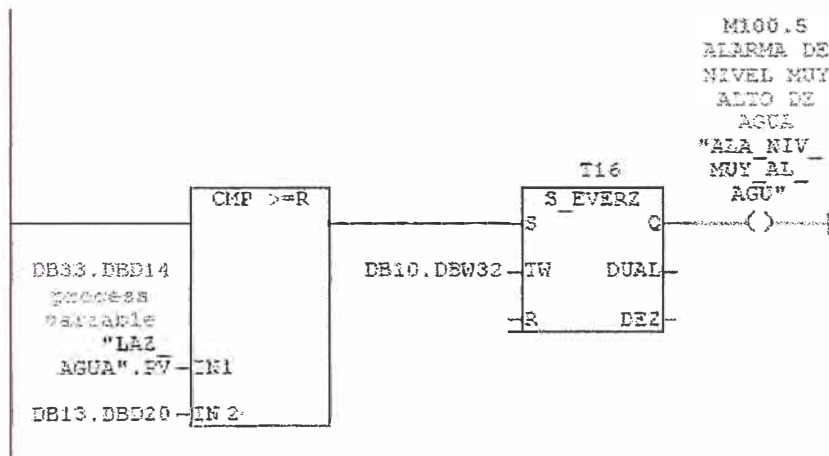
Segm. 7 : Alarma temperatura baja de petroleo



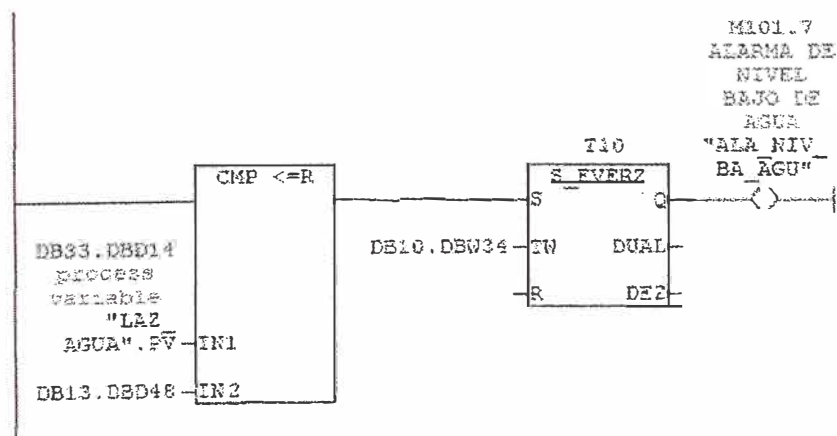
Segm. 8 : Alarma nivel alto de agua



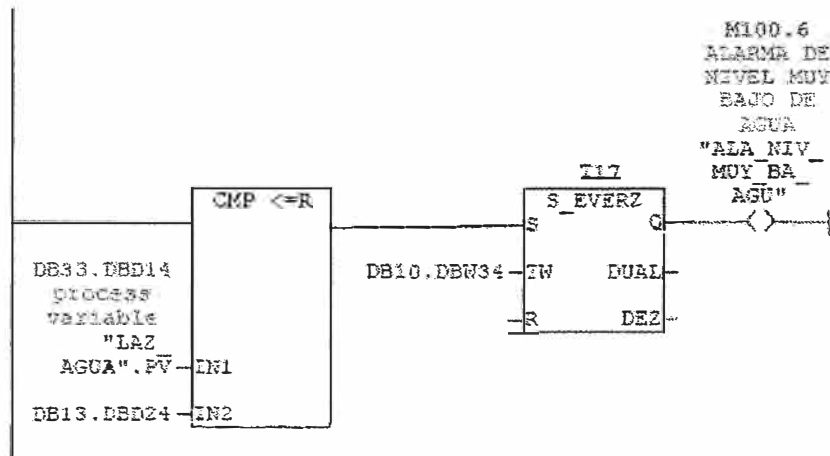
Segm. 9 : Alarma nivel muy alto de agua



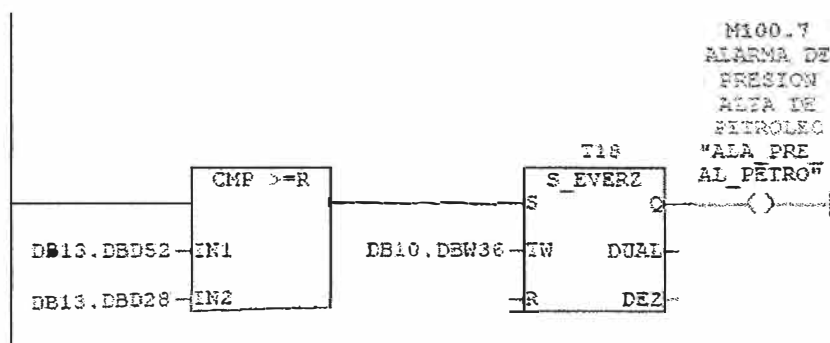
Segm. 10 : Alarma nivel bajo de agua



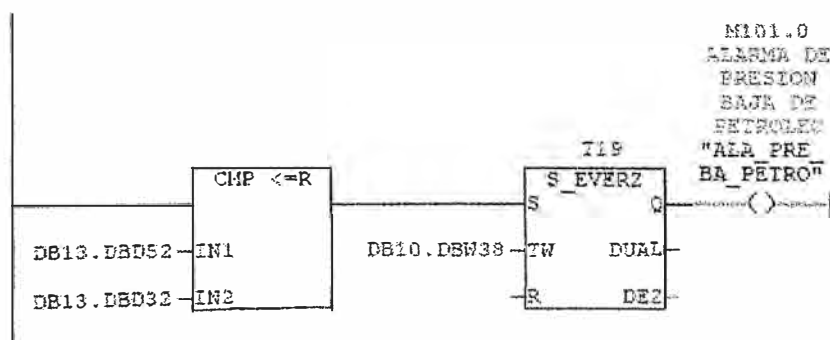
Segm. 11 : Alarma nivel muy bajo de agua



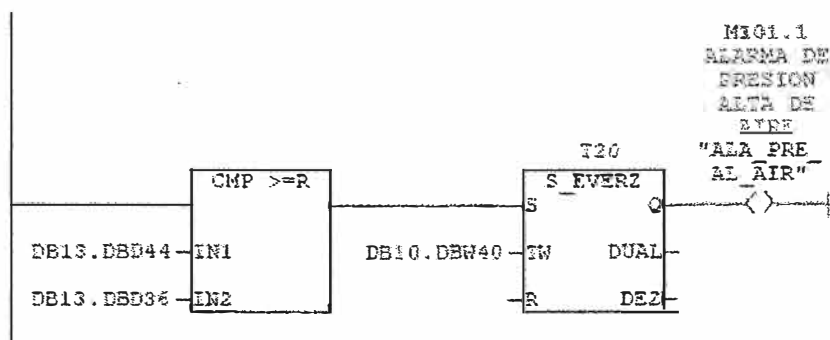
Segm. 12 : Alarma presión alta de petroleo



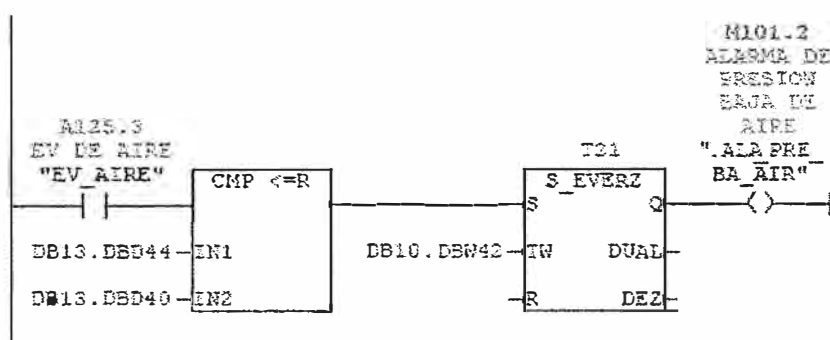
Segm. 13 : Alarma presión baja de petroleo



Segm. 14 : Alarma presión alta de aire



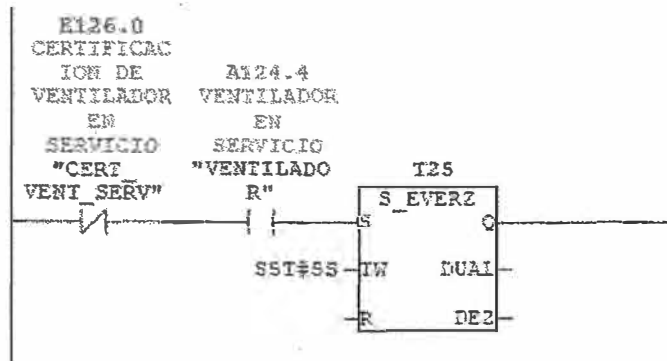
Segm. 15 : Alarma presión baja de aire



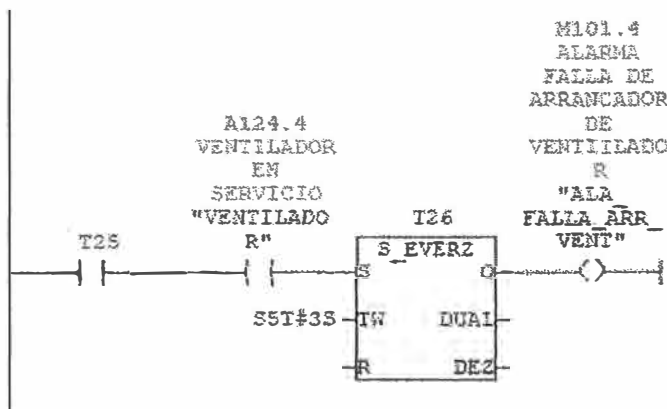
Segm. 16 : Alarma falla de flama



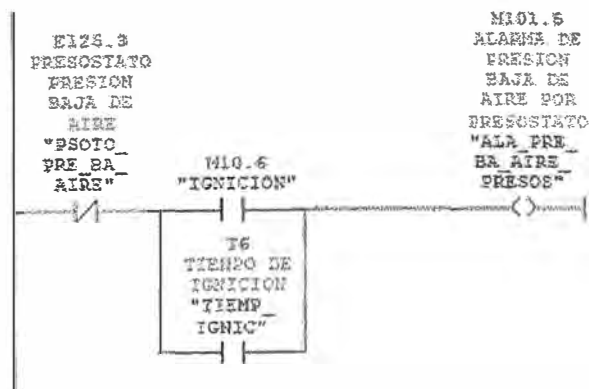
Segm. 17 :



Segm. 18 : Alarma falla arrancador de ventilador

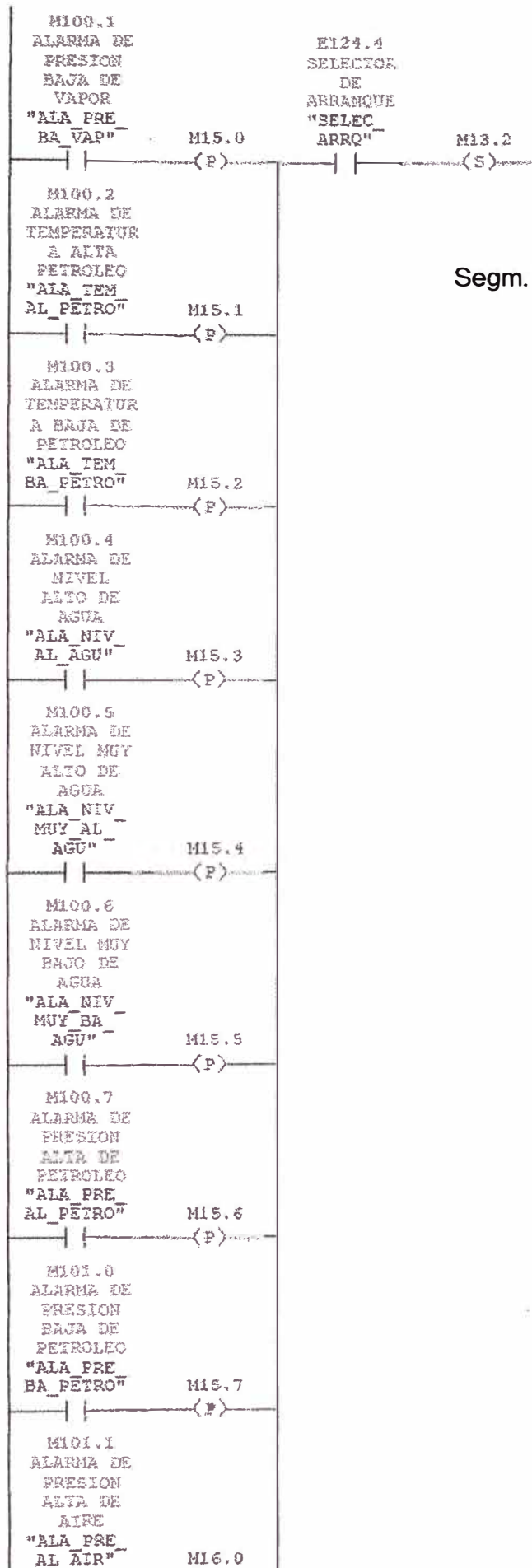


Segm. 19 : Alarma presión baja aire en presostato

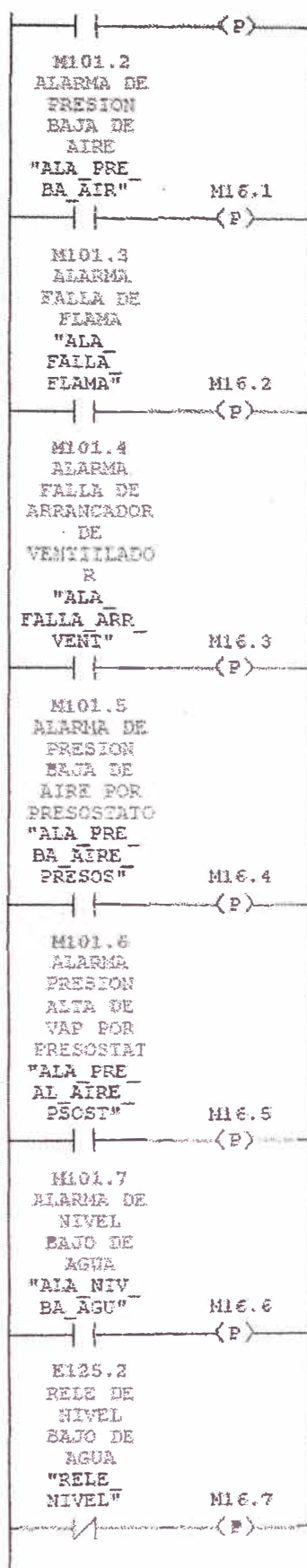


Segm. 20 : Alarma presión alta de vapor en presostato

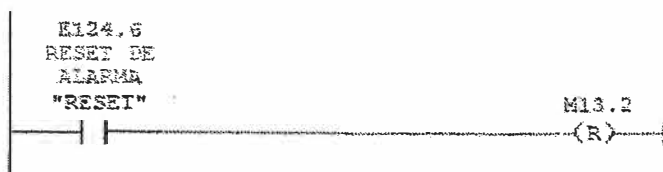




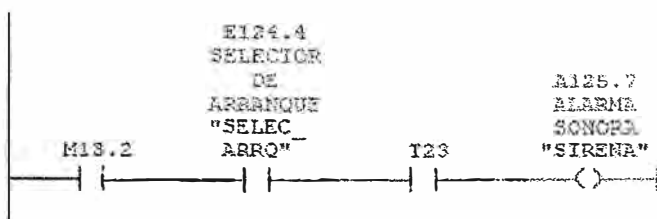
Segm. 21: Activación de alarma



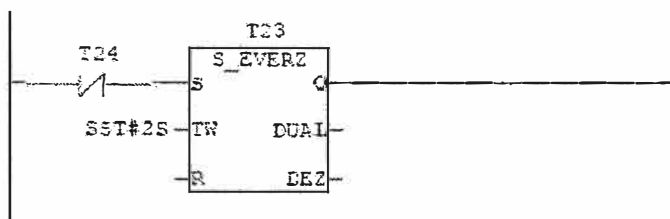
Segm. 22 :



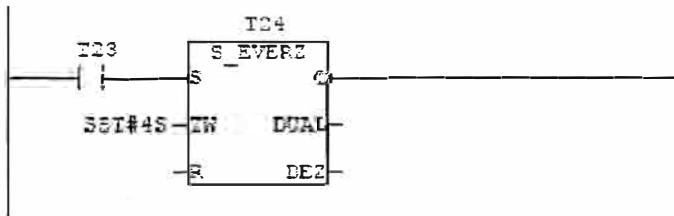
Segm. 23 : Sirena



Segm. 24 :

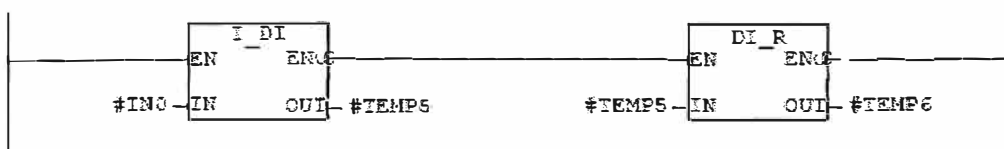


Segm. 25 :

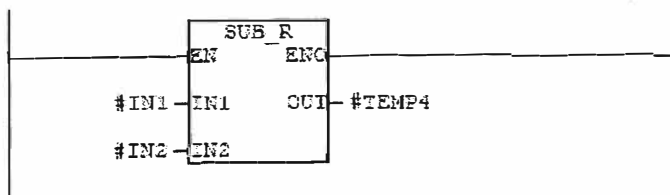


7.2.7 .-La función FC30 (convierte entrada analogica en salida real) :

Segm. 1 :

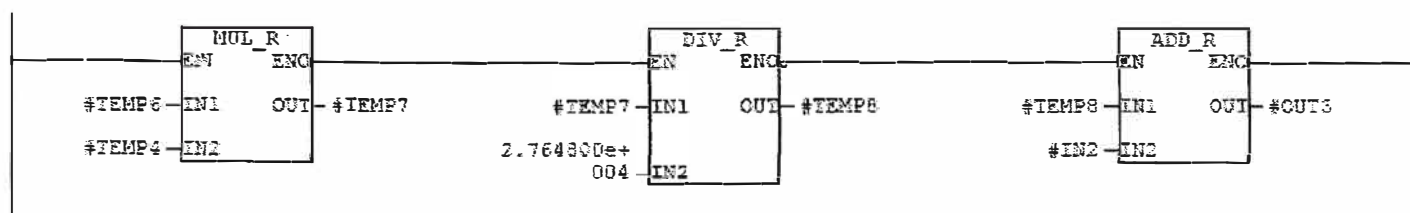


Segm. 2 :



Segm.

3



7.2.8 .-El bloque de función FB31 (proporcionado por siemens permite una comunicación con el módulo FM355) ; este módulo utiliza una tabla de datos BD31 para poder ingresar datos analógicos y recibir datos analógicos a través de la tarjeta FM355. El bloque de datos BD31 permite recibir mediciones analogicas en valores reales a través del canal de entrada analogico 1 y obtener una señal de control a través de la salida analógica 1 . El bloque de función FB31 permite realizar lo mismo con los otros canales de entrada (canales 3 y 4) para esto utiliza los bloques de datos BD33 y BD34. Este bloque de función proporcionado por Siemens está bloqueado , pero si entrega información del uso de sus variables para un proceso de control PID.

7.2.9 .-La función FC101 .- Lectura de parámetros de control desde el FM355 C ,realizando un llamado al FB31 y utilizando el BD31 usado para intercambio de parámetros y datos para el control de presion de vapor.

Entrada: vapor salida : modulador

Segm. 1 :


```

U      #COM_RST
S      "LAZ_PETRO".COM_RST
S      "LAZ_PETRO".LMN_REON
SPBN   M001
L      0.000000e+000
T      "LAZ_PETRO".LMN_RE
M001: U      "LAZ_PETRO".QLMN_RE
UN     "ONE"

R      "LAZ_PETRO".LMN_REON

SET
S      "LAZ_PETRO".READ_V_AR
S      "LAZ_PETRO".LOAD_OF

CALL   FB      31 , "LAZ_PETRO"
MOD_ADDR:=
CHANNEL :=
PHASE   :=
REI_VAL:=
out_par :=
SP      :=
PV      :=
ER      :=
DISV    :=
LMN     :=
LMN_A   :=
LMN_B   :=
QH_ALM  :=
QH_WRN  :=
QL_WRN  :=
QL_ALM  :=
QLMN_HLM:=
QLMN_LLM:=
QPARA_F :=
QCH_F   :=
QCPRLM  :=
QCNRLM  :=
QSP_HLM :=
QSP_LLM :=
QLMNUP  :=
QLMNDN  :=
QID     :=
free1   :=
QSPOFON :=
QLMNSAFE:=
QLMNOPON:=
QLMNIRK :=
QLMN_RE :=
QLMNR_HS:=

```

Durante el reinicio el valor alternativo externo será 0.0

```

QFUZZY :=
QSPLEPV :=
QSPR :=
free2 :=
QMAN_FC :=
free3 :=
free4 :=
QPARABUB:=
QMOD_F :=
COM_RST :=
LOAD_OP :=
READ_VAR:=
LOAD_PAR:=
OP_par :=
SP_RE :=
LMN_RE :=
SP_OP_ON:=
SAFE_ON :=
LMNOP_ON:=
LMNTRKON:=
LMN_REON:=
LMNRHSRE:=
LMNRHSRE:=
LMNSOPON:=
LMNUP_OP:=
LMNDN_OP:=
free5 :=
LMNRS_ON:=
FUZID_ON:=
SP_OP :=
LMN_OP :=
LMNRSVAL:=
cont_par:=
P_SEL :=
PFDB_SEL:=
MONERSEL:=
D_EL_SEL:=
SP_HLM :=
SP_LLM :=
H_ALM :=
H_WRN :=
L_WRN :=
L_ALM :=
HYS :=
DEADB_W :=
GAIN :=
TI :=
TD :=
TM_LAG :=
LMN_SAFE:=
LMN_HLM :=
LMN_LLM :=
MTR_TM :=
PULSE_TM:=
BREAK_TM:=

```

```

V      #COM_RST
SPEN   M005
L      0.000000e+000
T      "LAZ_PETRO".LMN

```

Durante el reinicio se carga 0.0 en la ruta

```
M005: NOP 0
```

```
BE
```

7.2.10 .-La función FC103.- Lectura de parámetros de control desde el FM355 C ,realizando un llamado al FB31 y utilizando el BD31 usado para intercambio de parámetros y datos para el control de nivel de agua.

Entrada : Nivel de agua Salida : Control de válvula

Segm 1 :

```

      U      #INC
      S      "LAZ_AGUA".COM_RST
      S      "LAZ_AGUA".LMN_REON
      SPBN    M001
      L      0.000000e+000
      T      "LAZ_AGUA".LMN_RE
M001: U      "LAZ_AGUA".QIMN_RE
      UN     "ONE"
      R      "LAZ_AGUA".LMN_REON
      SET
      S      "LAZ_AGUA".READ_VAR
      S      "LAZ_AGUA".LOAD_OP
      CALL    FB    31 , "LAZ_AGUA"
      MOD_ADDR:=
      CHANNEL :=
      PHASE    :=
      RET_VALU:=
      out_par :=
      SP       :=
      PV       :=
      ER       :=
      DISV    :=
      LMN      :=
      LMN_A   :=
      LMN_B   :=
      QH_ALM  :=
      QH_WRN  :=
      QL_WRN  :=
      QL_ALM  :=
      QLMN_HLM:=
      QLMN_LLM:=
      QPARA_F :=
      QCH_F   :=
      QUPRLM  :=
      QDNRLM  :=
      QSP_HLM :=
      QSP_LLM :=
      QLMNUP  :=
      QLMNDN  :=
      QID     :=
      free1   :=
      QSPONON :=
      QLMNSAFE:=
      QLMNOPON:=
      QLMNTRK :=
      QLMN_RE :=
      QLMNR_HS:=
      QLMNR_LS:=

      QSPLEPV :=
      QSPR     :=
      free2    :=
      QMAN_FC :=
      free3    :=
      free4    :=
      QPARABUS:=
      QMOD_F   :=
      COM_RST  :=
      LOAD_OP  :=

      READ_VAR:=
      LOAD_PAR:=
      op_par  :=
      SP_RE   :=
      LMN_RE  :=
      SP_OP_ON:=
      SAFE_ON :=
      LMNOP_ON:=
      LMNTRKON:=
      LMN_REON:=
      LMNRHSRE:=
      LMNRHSRE:=
      LMNSOPON:=
      LMNUP_OP:=
      LMNDN_OP:=
      free5   :=
      LMNRS_ON:=
      FUZID_ON:=
      SP_OP   :=
      LMN_OF  :=
      LMNRSVAL:=
      cont_par:=
      P_SEL   :=
      PFDB_SEL:=
      MONERSEL:=
      D_EL_SEL:=
      SP_HLM  :=
      SP_LLM  :=
      R_ALM   :=
      R_WRN   :=
      L_WRN   :=
      L_ALM   :=
      HYS     :=
      DEADB_W :=
      GAIN    :=
      TI      :=
      TD      :=
      TM_LAG  :=
      LMN_SAFE:=
      LMN_HLM :=
      LMN_LLM :=
      MTR_TM  :=
      PULSE_TM:=
      BREAK_TM:=
      U      #INC
      SPBN    M002
      L      0.000000e+000
      T      "LAZ_AGUA".LMN
M002: NOP    0
      BE

```

7.2.11 .-La función FC104 .- Lectura de parámetros de control desde el FM355 C ,realizando un llamado al FB31 y utilizando el BD31 usado para intercambio de parámetros y datos para el control de temperatura de petróleo.

```

U      #INC
S      "LAZ_TEMP_PETRO".COM_RST
S      "LAZ_TEMP_PETRO".LMN_REON
SPBN   M001
L      0.0000000e+000
T      "LAZ_TEMP_PETRO".LMN_RE
M001: U      "LAZ_TEMP_PETRO".QLMN_RE
      UN     "ONE"
      R      "LAZ_TEMP_PETRO".LMN_REON
      SET
      S      "LAZ_TEMP_PETRO".READ_VAR
      S      "LAZ_TEMP_PETRO".LOAD_OP
CALL   FB      31 , "LAZ_TEMP_PETRO"
      MOD_ADDR:=
      CHANNEL :=
      PHASE    :=
      RET_VALU:=
      out_par :=
      SP       :=
      FV       :=
      ER       :=
      DISV     :=
      LMN      :=
      LMN_A    :=
      LMN_B    :=
      QH_ALM   :=
      QH_WRN   :=
      QL_WRN   :=
      QL_ALM   :=
      QLMN_HLM:=
      QLMN_LLM:=
      QPARA_F :=
      QCH_F    :=
      QUPRLM   :=
      QDNRLM   :=
      QSP_HLM  :=
      QSP_LLM  :=
      QLMNUP   :=
      QLMNDN   :=
      QID      :=
      free1    :=
      QSPONON  :=
      QLMNSAFE:=
      QLMNOCFON:=
      QLMNTRK  :=
      QLMN_RE  :=
      QLMNR_HS:=
      QLMNR_LS:=
      QLMNR_ON:=
      QFUZZY   :=

```

```

QSPLEPV :=
QSPR     :=
free2    :=
QMAN_FC  :=
free3    :=
free4    :=
QPARABUB:=
QMOD_F   :=
COM_RST  :=
LOAD_OP  :=
READ_VAR:=
LOAD_PAR:=
op_par   :=
SP_RE    :=
LMN_RE   :=
SP_OP_ON:=
SAFE_ON  :=
LMNOF_ON:=
LMNTRKON:=
LMN_REON:=
LMNRHSRE:=
LMNRHSRE:=
LMNRHSRE:=
LMNSOFON:=
LMNUP_OP:=
LMNDN_OP:=
free5    :=
LMNRS_ON:=
FUZID_ON:=
SP_OP    :=
LMN_OP   :=
LMNRSVAL:=
cont_par:=
P_SEL    :=
PFDB_SEL:=
MONERSEL:=
D_EL_SEL:=
SP_HLM   :=
SP_LLM   :=
H_ALM    :=
H_WRN    :=
L_WRN    :=
L_ALM    :=
HYS      :=
DEADB_W  :=
GAIN     :=
TI       :=
TD       :=
TM_LAG   :=
LMN_SAFE:=
LMN_HLM  :=
LMN_LLM  :=
HTR_TM   :=
PULSE_TM:=
BREAK_TM:=
U      #INC
SPBN   M002
L      0.0000000e+000
T      "LAZ_TEMP_PET
M002: NOP  5
      BE

```

Tabla 7.1 BD11 : Datos del programa

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	RAMPA	REAL	0.000000e+000	NO USADO EN EL PROGRAMA
+4.0	LMITE1	REAL	1.000000e+002	APERTURA DE COMPUERTA MAXIMA
+8.0	INICIO	REAL	1.400000e+001	APERTURA DE COMPUERTA AL INICIO
+12.0	G1	REAL	1.500000e+000	GANANCIA DE LAZO 1
+16.0	TI1	REAL	3.000000e+000	TIEMPO INTEGRAL LAZO 1
+20.0	TD1	REAL	5.000000e+000	TIEMPO DERIVADA LAZO 1
+24.0	G4	REAL	1.500000e+000	TIEMPO DERIVADA LAZO 4
+28.0	TI4	REAL	3.000000e+000	TIEMPO INTEGRAL LAZO 4
+32.0	TD4	REAL	5.000000e+000	TIEMPO DERIVADA LAZO 4
+36.0	G3	REAL	1.500000e+000	GANANCIA DE LAZO 3
+40.0	TI3	REAL	3.000000e+000	TIEMPO INTEGRAL LAZO 3
+44.0	TD3	REAL	5.000000e+000	TIEMPO DERIVADA LAZO 3
+48.0	MAN_VAL_PETRO	REAL	0.000000e+000	VALOR MANUAL DE VALVULA DE PETROLEO
+52.0	MAN_DUM	REAL	0.000000e+000	NO USADO EN EL PROGRAMA
+56.0	MAN_VAL_AGUA	REAL	0.000000e+000	VALOR MANUAL DE VALVULA DE AGUA
+60.0	PARE_CALEN_PETRO	REAL	1.000000e+002	FARE DE CALENTADOR POR TEMPERATURA ALTA DE PETRO LEO
+64.0	ARRANQ_CALEN_PETRO	REAL	9.000000e+001	ERRANQUE DE CALENTADOR POR TEMPERATURA BAJA DE P ETROLEO
+68.0	PARE_BBA_AGUA	REAL	4.200000e+001	FARE DE BBA DE AGUA POR NIVEL ALTO
+72.0	ARRANQ_BBA_AGUA	REAL	3.000000e+001	ARRANQUE DE BBA DE AGUA POR NIVEL BAJO
+76.0	ARRANQ_PRE_BA_VAPOR	REAL	1.100000e+002	ARRANQUE AUTOMATICO POR PRESION BAJA DE VAPOR
+80.0		END_STRUCT		

Tabla 7.2 BD31 lazo petro

Dirección	Declaración	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual	Comentario
0.0	in	MOD_ADDR	INT	256	256	FM355/455 module address
2.0	in	CHANNEL	INT	1	1	channel number
4.0	in	PHASE	INT	0	0	phase of PID self tuner
6.0	out	RET_VALU	WORD	W#16#0	W#16#0	return value of SFC WR_REC and SFC RD_REC
8.0	out	out_par	WORD	W#16#3130	W#16#3130	beginn of output parameters
10.0	out	SP	REAL	0.000000e+000	1.150000e+002	setpoint
14.0	out	PV	REAL	0.000000e+000	3.835577e-001	process variable
18.0	out	ER	REAL	0.000000e+000	-3.835577e-001	error signal
22.0	out	DISV	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	disturbance variable
26.0	out	LMN	REAL	0.000000e+000	1.400000e+001	manipulated value
30.0	out	LMN_A	REAL	0.000000e+000	1.400000e+001	man. var. A of split range function / repeated man. var.
34.0	out	LMN_B	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	man. var. B of split range function
38.0	out	QH_ALM	BOOL	FALSE	FALSE	high limit alarm reached
38.1	out	QH_WRN	BOOL	FALSE	FALSE	high limit warning reached
38.2	out	QL_WRN	BOOL	FALSE	TRUE	low limit warning reached
38.3	out	QL_ALM	BOOL	FALSE	TRUE	low limit alarm reached
38.4	out	QLMN_HLM	BOOL	FALSE	FALSE	high limit of manipulated value reached
38.5	out	QLMN_LLM	BOOL	FALSE	TRUE	low limit of manipulated value reached
38.6	out	QPARA_F	BOOL	FALSE	FALSE	parameter assignment error
38.7	out	QCH_F	BOOL	FALSE	FALSE	channel error
39.0	out	QUPRLM	BOOL	FALSE	FALSE	limit of positive setpoint inclination
39.1	out	QDNRLM	BOOL	FALSE	FALSE	limit of negative setpoint inclination
39.2	out	QSP_HLM	BOOL	FALSE	FALSE	high limit of setpoint reached
39.3	out	QSP_LLM	BOOL	FALSE	FALSE	low limit of setpoint reached
39.4	out	QLMNUP	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated signal up
39.5	out	QLMNDN	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated signal down

Dirección	Declaración	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual	Comentario
39.6	out	QID	BOOL	FALSE	FALSE	identification in work
39.7	out	free1	BOOL	FALSE	FALSE	unused
40.0	out	QSPON	BOOL	FALSE	FALSE	setpoint operation on
40.1	out	QLMNSAFE	BOOL	FALSE	FALSE	safety operation
40.2	out	QLMNOPON	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated value operation on
40.3	out	QLMNTRK	BOOL	FALSE	FALSE	follow-up operation
40.4	out	QLMN_RE	BOOL	FALSE	TRUE	manual=0; automatic=1
40.5	out	QLMNR_HS	BOOL	FALSE	FALSE	high limit signal of repeated manipulated value
40.6	out	QLMNR_LS	BOOL	FALSE	FALSE	low limit signal of repeated manipulated value
40.7	out	QLMNR_ON	BOOL	FALSE	FALSE	repeated manipulated value on
41.0	out	QFUZZY	BOOL	FALSE	FALSE	PID algorithm=0; fuzzy = 1
41.1	out	QSPLEPV	BOOL	FALSE	FALSE	fuzzy display: setpoint < process variable
41.2	out	QSPR	BOOL	FALSE	FALSE	split range operation
41.3	out	free2	BOOL	FALSE	FALSE	unused
41.4	out	QMAN_FC	BOOL	FALSE	FALSE	manual mode or anti-reset-windup by follower controller
41.5	out	free3	BOOL	FALSE	FALSE	unused
41.6	out	free4	BOOL	FALSE	FALSE	unused
41.7	out	QPARABUB	BOOL	TRUE	FALSE	internal variable
42.0	out	QMOD_F	BOOL	FALSE	FALSE	module error
44.0	in_out	COM_RST	BOOL	FALSE	FALSE	read control parameters from FM355/455
44.1	in_out	LOAD_OP	BOOL	FALSE	FALSE	load operator parameters to FM355/455
44.2	in_out	READ_VAR	BOOL	FALSE	FALSE	read process variables parameters from FM355/455
44.3	in_out	LOAD_PAR	BOOL	FALSE	TRUE	load control parameters to FM355/455
46.0	in_out	op_par	WORD	W#16#0	W#16#3130	beginn of operation parameters
48.0	in_out	SP_RE	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	external setpoint
52.0	in_out	LMN_RE	REAL	0.000000e+000	1.400000e+001	external manipulated value
56.0	in_out	SP_OP_ON	BOOL	FALSE	FALSE	setpoint operation on
56.1	in_out	SAFE_ON	BOOL	FALSE	FALSE	safety position on
56.2	in_out	LMNOP_ON	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated value operation on
56.3	in_out	LMNTRKON	BOOL	FALSE	FALSE	match (LMN from analog input)
56.4	in_out	LMN_REON	BOOL	FALSE	TRUE	external manipulated value on
56.5	in_out	LMNRHSRE	BOOL	FALSE	FALSE	high limit signal of repeated manipulated value
56.6	in_out	LMNRLSRE	BOOL	FALSE	FALSE	low limit signal of repeated manipulated value
56.7	in_out	LMNSOPON	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated signal operation on
57.0	in_out	LMNUP_OP	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated signal up operation
57.1	in_out	LMNDON_OP	BOOL	FALSE	FALSE	manipulated signal down operation
57.2	in_out	free5	BOOL	FALSE	FALSE	unused
57.3	in_out	LMNRS_ON	BOOL	FALSE	FALSE	simulation of the repeated manipulated value on
57.4	in_out	FUZZID_ON	BOOL	FALSE	FALSE	fuzzy identification on
58.0	in_out	SP_OP	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	setpoint operation
62.0	in_out	LMN_OP	REAL	0.000000e+000	1.500000e+001	manipulated value operation

Dirección	Declaración	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual	Comentario
66.0	in_out	LMNRSVAL	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	start value of the repeated manipulated value in simulation
70.0	in_out	cont_par	WORD	W#16#0	W#16#3130	beginn of control parameters
72.0	in_out	P_SEL	BOOL	FALSE	TRUE	P action on
72.1	in_out	PFDB_SEL	BOOL	FALSE	FALSE	P action in feedback path
72.2	in_out	MONERSEL	BOOL	FALSE	FALSE	supervision: process variable=0, error signal=1
74.0	in_out	D_EL_SEL	INT	0	0	D-element input for the controller
76.0	in_out	SP_HLM	REAL	0.000000e+000	3.000000e+002	setpoint high limit
80.0	in_out	SP_LLM	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	setpoint low limit
84.0	in_out	H_ALM	REAL	0.000000e+000	1.000000e+002	high limit alarm
88.0	in_out	H_WRN	REAL	0.000000e+000	9.000000e+001	high limit warning
92.0	in_out	L_WRN	REAL	0.000000e+000	1.000000e+001	low limit warning
96.0	in_out	L_ALM	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	low limit alarm
100.0	in_out	HYS	REAL	0.000000e+000	1.000000e+000	hysteresis
104.0	in_out	DEADB_W	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	dead band width
108.0	in_out	GAIN	REAL	0.000000e+000	3.000000e+000	proportional gain
112.0	in_out	TI	REAL	0.000000e+000	1.000000e+001	reset time (sec)
116.0	in_out	TD	REAL	0.000000e+000	1.000000e+000	derivative time (sec)
120.0	in_out	TM_LAG	REAL	0.000000e+000	5.000000e+000	time lag of the derivative action (sec)
124.0	in_out	LMN_SAFE	REAL	0.000000e+000	0.000000e+000	safety manipulated value
128.0	in_out	LMN_HLM	REAL	0.000000e+000	1.000000e+002	manipulated value high limit
132.0	in_out	LMN_LLM	REAL	0.000000e+000	1.000000e+001	manipulated value low limit
136.0	in_out	MTR_TM	REAL	0.000000e+000	6.000000e+001	motor manipulated value (sec)
140.0	in_out	PULSE_TM	REAL	0.000000e+000	2.000000e-001	minimum pulse time (sec)
144.0	in_out	BREAK_TM	REAL	0.000000e+000	2.000000e-001	minimum break time (sec)
148.0	stat	pv_lmn	BOOL	FALSE	FALSE	
148.1	stat	low_high	BOOL	FALSE	FALSE	
148.2	stat	flmnrs	BOOL	FALSE	FALSE	
148.3	stat	mecomrst	BOOL	FALSE	FALSE	
148.4	stat	R_L_BEGIN	BOOL	TRUE	TRUE	
148.5	stat	W_L_BEGIN	BOOL	TRUE	TRUE	
150.0	stat	LOADW	INT	0	0	
152.0	stat	READW	INT	0	0	

CAPITULO VIII WINCCFLEXIBLE 2005

8.1.- Creación de proyecto OP77B en WinCCFlexible2005

Para esto utilizamos los siguientes elementos:

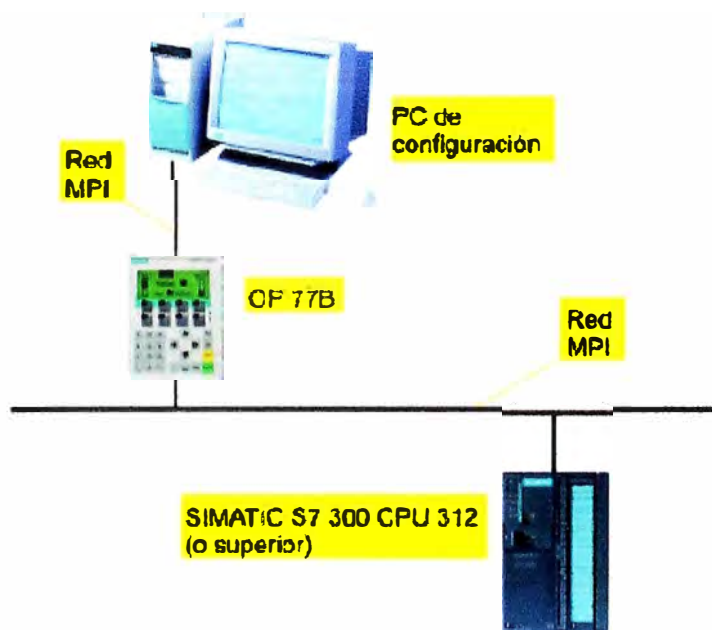


Fig. 8.1 Red MPI entre PC – OP77B -- PLC

8.2.- El Proyecto:

El proyecto es la base para configurar la interfaz de usuario. En el proyecto se crean y se configuran todos los objetos necesarios para manejar y vigilar la caldera , tales como

- Imágenes para representar y manejar la caldera de vapor.
- Variables para intercambiar datos entre el panel de operador y el PLC de la caldera.
- Avisos para visualizar en el panel de operador los estados operativos de la Caldera.

8.3.- Crear el proyecto:

Para crear el proyecto en WinccFlexible , debe iniciar WinccFlexible , durante su arranque este nos presenta la opción de crear un proyecto nuevo o abrir un proyecto existente , en nuestro caso seleccionamos el crear un proyecto nuevo , luego nos preguntan si el proyecto es grande o pequeño , seleccionamos pequeño , pues solo usaremos un panel de operador pequeño. Ahora seleccionamos el modelo del panel de operador en este caso será el OP77-B , por ultimo introducimos información del proyecto.

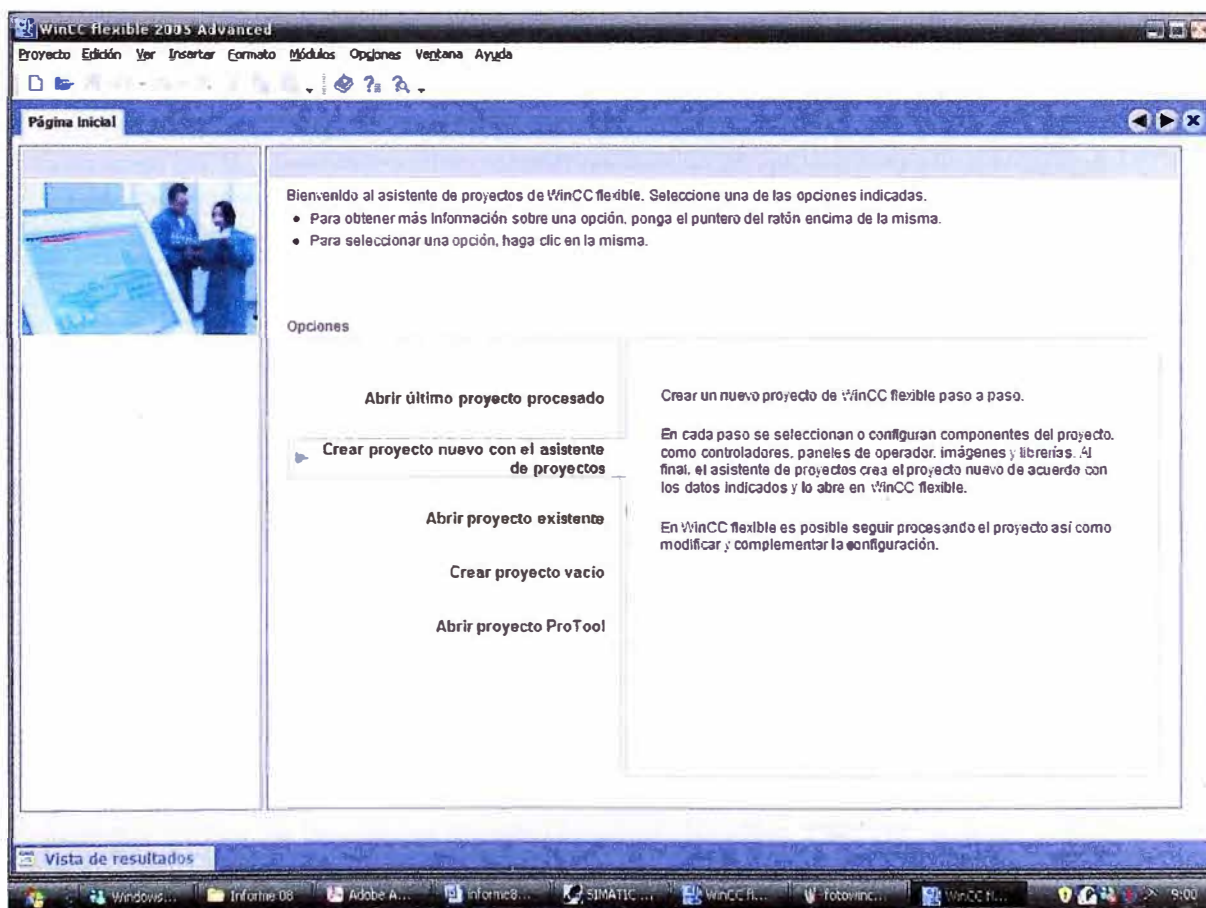


Fig. 8.2 Proyecto nuevo con Winccflexible

En esta figura se observa la creación de un proyecto nuevo en WinCCflexible2005

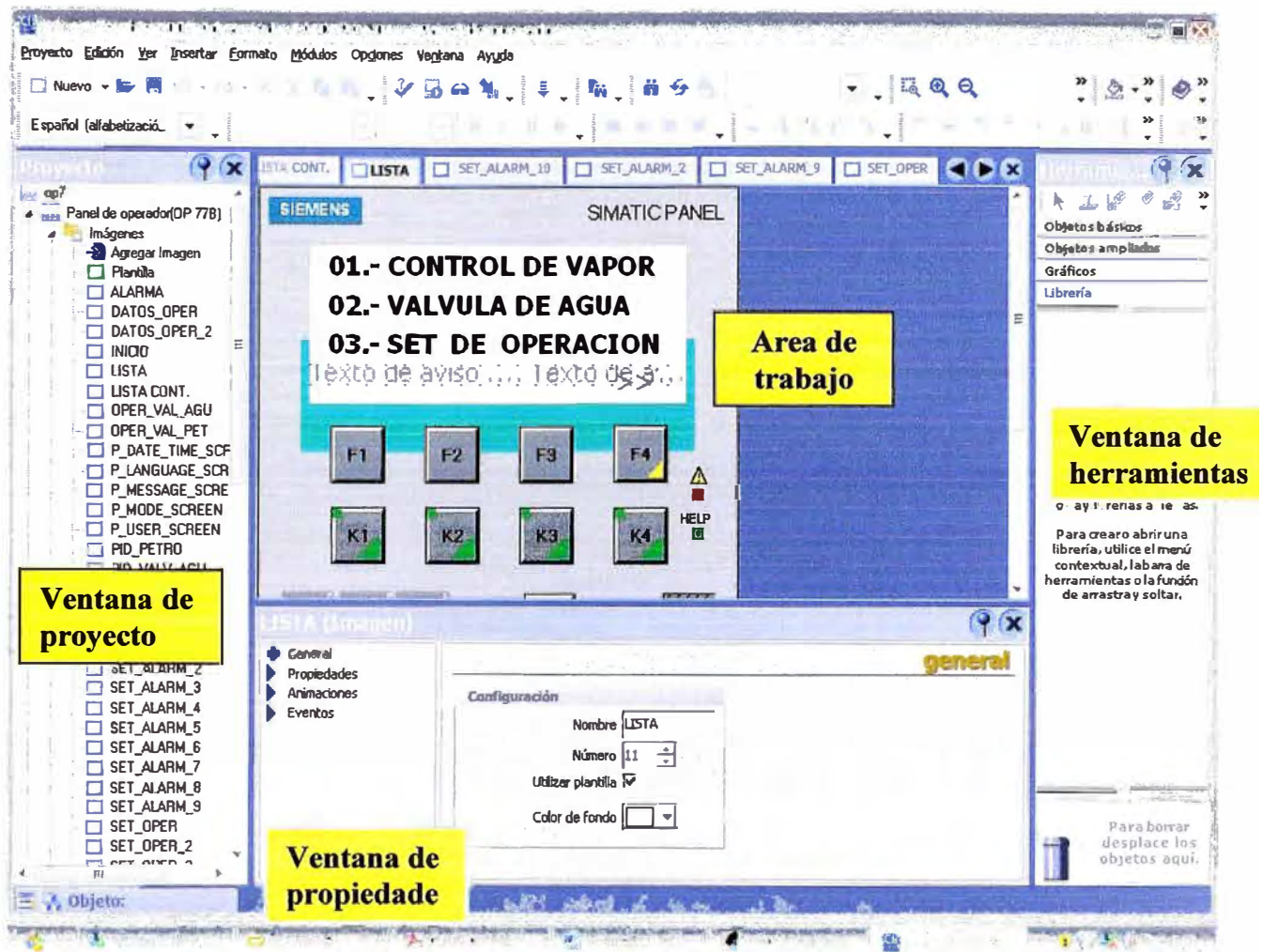


Fig. 8.3 Nombres de ventanas en Wiccflexible

Una vez ingresado información del proyecto se abre la ventana de WinnCCflexible 2005 y en ella se van creando las imágenes de alarma, datos de operación, inicio, etc., para ello se cuenta con ventanas de proyecto, ventana de herramientas, ventana de propiedades y área de trabajo en nuestro caso se visualiza OP77B, que es el HMI que nos va servir entre el operador de máquina y el PLC.

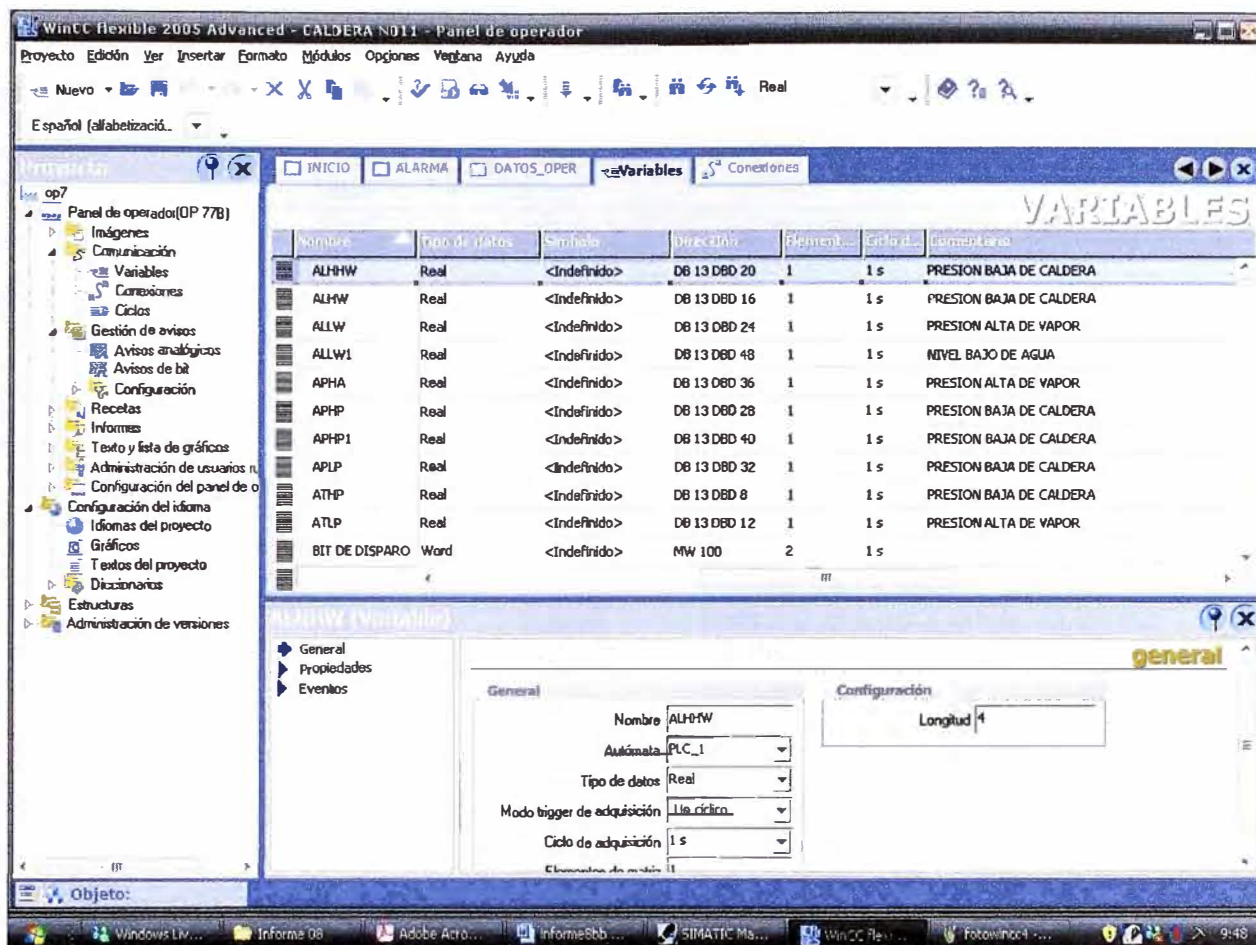


Fig. 8.4 Ventana de variables en Winccflexible

En esta ventana de variables se definen las variables usar , su ubicación en los bloques de datos del PLC , estas variables serán usadas luego durante la configuración del HMI (OP77 B)

Tabla 8.1 : Tabla de variables del OP77B

VARIABLES DE PANEL DE OPERADOR OP77-B				
Nombre	Tipo de dato	Long.	Dirección	Comentario
ALHHW	Real	4	DB13 DBD20	Alarma nivel muy alto de agua
ALHW	Real	4	DB13 DBD16	Alarma nivel alto de agua
ALLW	Real	4	DB13 DBD24	Alarma nivel muy bajo de agua
ALLW1	Real	4	DB13 DBD48	Alarma nivel bajo de agua
APHA	Real	4	DB13 DBD36	Alarma presión alta de aire
APHP	Real	4	DB13 DBD28	Alarma presión alta de petróleo
APHP1	Real	4	DB13 DBD40	Alarma presión baja de aire
APLP	Real	4	DB13 DBD32	Alarma presión baja de petróleo
ATHP	Real	4	DB13 DBD8	Alarma temperatura alta de petróleo
ATLP	Real	4	DB13 DBD12	Alarma temperatura baja de petróleo
BIT DE DISPARO	Word	4	MW100	Bits de disparo de alarmas
COM_MAN=1_AUTO=0	Bool	0	M14.0	COMPUERTA MAN=1_AUTO=0
DALHW	Timer	2	DB10 DBW30	DELAY ALARMA NIVEL ALTO DE AGUA
DALLW	Timer	2	DB10 DBW34	DELAY ALARMA NIVEL BAJO Y MUY BAJO DE AGUA
DALLW1	Timer	2	DB10 DBW40	DELAY ALARMA PRESION ALTA DE AIRE
DAPHP	Timer	2	DB10 DBW36	DELAY ALARMA PRESION ALTA DE PETROLEO
DAPHP1	Timer	2	DB10 DBW42	DELAY ALARMA PRESION BAJA DE AIRE
DAPLP	Timer	2	DB10 DBW38	DELAY ALARMA PRESION BAJA DE PETROLEO
DAPVH	Timer	2	DB10 DBW22	DELAY ALARMA PRESION ALTA DE VAPOR
DAPVL	Timer	2	DB10 DBW24	DELAY ALARMA PRESION BAJA DE VAPOR
DATHP	Timer	2	DB10 DBW26	DELAY ALARMA TEMP. ALTA DE PETROLEO
DATLP	Timer	2	DB10 DBW28	DELAY ALARMA TEMP. BAJA DE PETROLEO
G1	Real	4	DB11 DBD12	GANANCIA LAZO1
G3	Real	4	DB11 DBD36	GANANCIA LAZO3
INICIO	Real	4	DB11 DBD8	APERTURA DE INICIO DE LA VALVULA
LAZ AGUA PV	Real	4	DB33 DBD14	Process variable
LAZ AGUA SP_RE	Real	4	DB33 DBD48	External setpoint
LHW	Real	4	DB11 DBD68	NIVEL ALTO DE AGUA
LIMITE1	Real	4	DB11 DBD4	LIMITE MAXIMO DE APERTURA AL INICIO
LMN	Real	4	DB31 DBD26	Manipulated value
LMN_A	Real	4	DB33 DBD26	Manipulated value
LMN_HLM	Real	4	DB31 DBD128	Manipulated value high limit
LMN_LLM	Real	4	DB31 DBD132	Manipulated value low limit
LMN_REON	Bool	0	DB31 DBX56.4	External manipulated value on
LMN_REON_A	Bool	0	DB33 DBX56.4	External manipulated value on
LOAD_PAR_L1	Bool	0	DB31	Load control parameters to FM355/455

			DBX44.3	
LOAD_PAR_L3	Bool	0	DB33 DBX44.3	Load control parameters to FM355/455
LOAD_PAR_VAP	Bool	0	DB31 DBX44.3	Load control parameters to FM355/455
LLW	Real	4	DB11 DBD72	NIVEL BAJO DE AGUA
MAN_VAL	Real	4	DB11 DBD48	VALOR MANUAL DE VALVULA
MAN_VAL_A	Real	4	DB11 DBD56	VALOR MANUAL DE VALVULA
OPERACION	Int	2	MW64	
P_VAPOR	Real	4	DB31 DBD14	Process variable
PRE_AIRE	Real	4	DB13 DBD44	PRESION DE AIRE
PRES_ALTA	Real	4	DB13 DBD0	PRESION ALTA DE VAPOR
PRES_BAJA	Real	4	DB13 DBD4	PRESION BAJA DE CALDERA
PRES_PETRO	Real	4	DB13 DBD52	
RAMPA	Real	4	DB11 DBD0	RAMPA DE CALENTAMIENTO
SP_VAPOR	Real	4	DB31 DBD48	External setpoint
STAR_PRESIO	Real	4	DB11 DBD76	
T_IG	Timer	2	DB10 DBW12	
T_PETR_CORR	Real	4	MD200	
T_PETRO	Real	4	DB34 DBD14	Process variable
T_PURGA	Timer	2	DB10 DBW10	
TD1	Real	4	DB11 DBD20	TD LAZO1
TD3	Real	4	DB11 DBD44	TD LAZO3
TEMP_02	Timer	2	DB10 DBW4	
THP	Real	4	DB11 DBD60	TEMPERATURA ALTA DE PETROLEO
TI1	Real	4	DB11 DBD16	TI LAZO1
TI3	Real	4	DB11 DBD40	TI LAZO3
TLP	Real	4	DB11 DBD64	TEMPERATURA BAJA DE PETROLEO

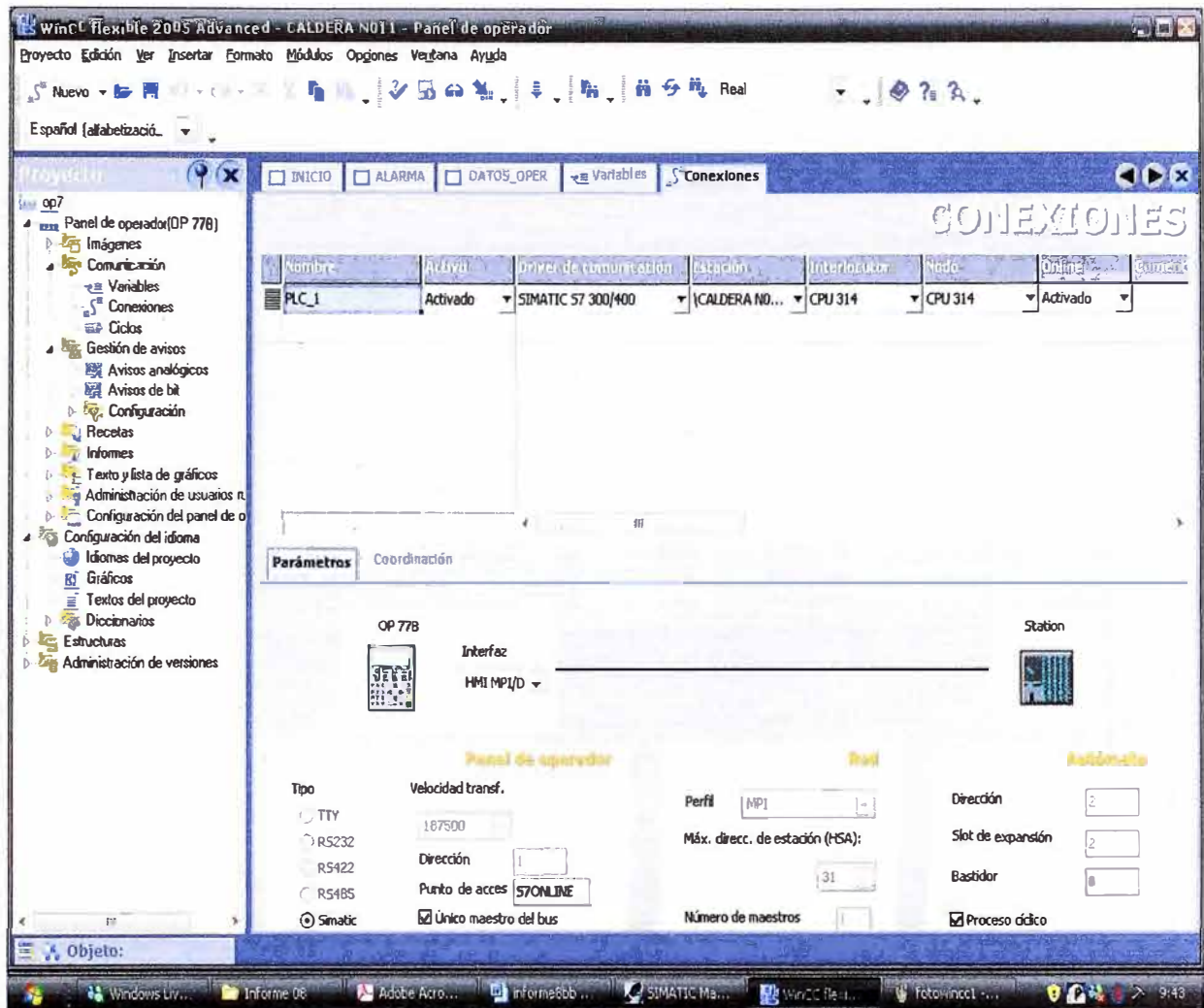


Fig. 8.5 Ventana de conexiones en Winccflexible

En esta ventana se observa la conexión entre el OP77B y el PLC, el cual se definió durante la etapa inicial de creación del proyecto, se observa su comunicación MPI y sus direcciones, también el nombre del proyecto y el CPU a utilizar.

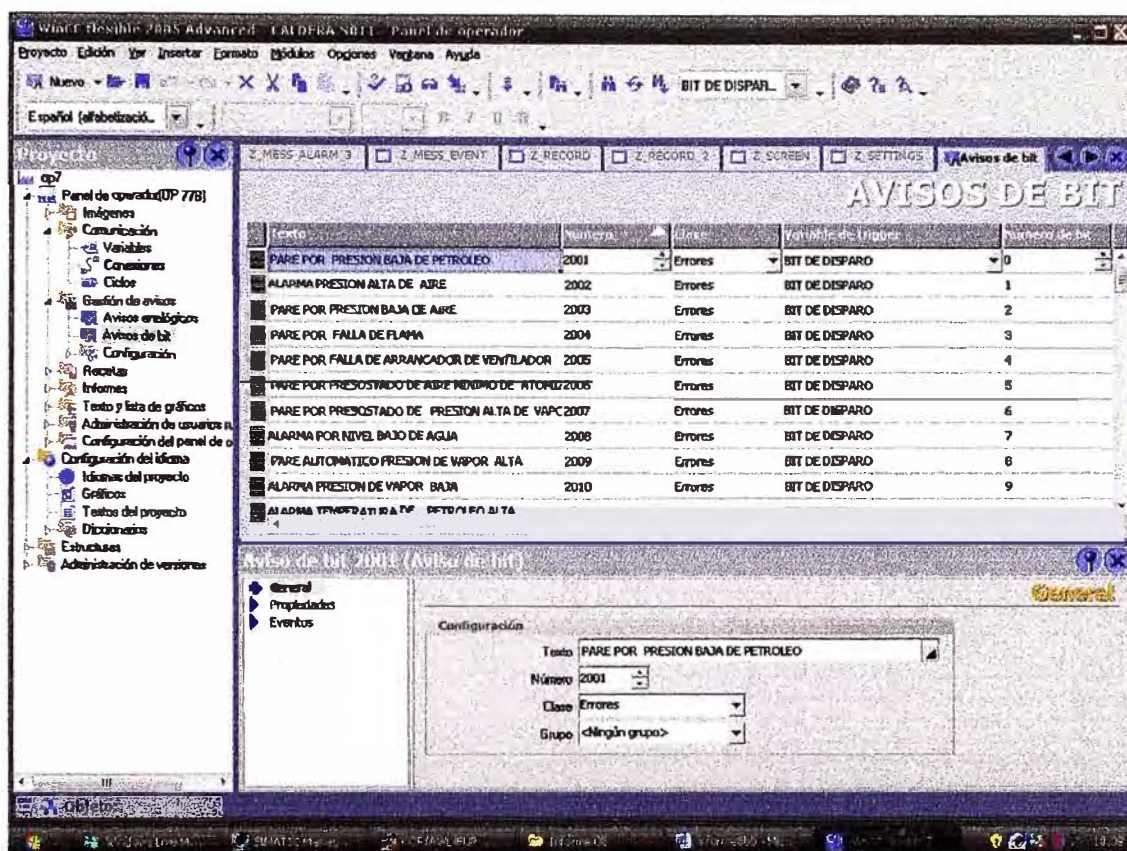


Fig. 8.6 Ventana de avisos de bit

En esta ventana de avisos de bit se definen los mensajes de alarma ante la activación de un bit de disparo específico

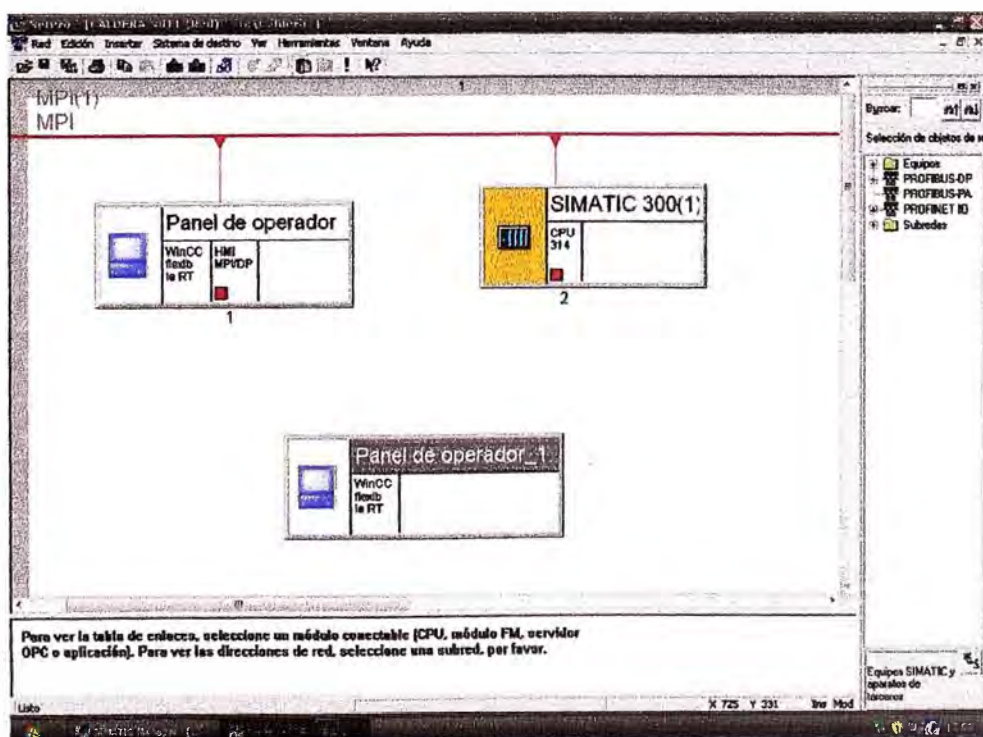


Fig. 8.7 Ventana de Red MPI

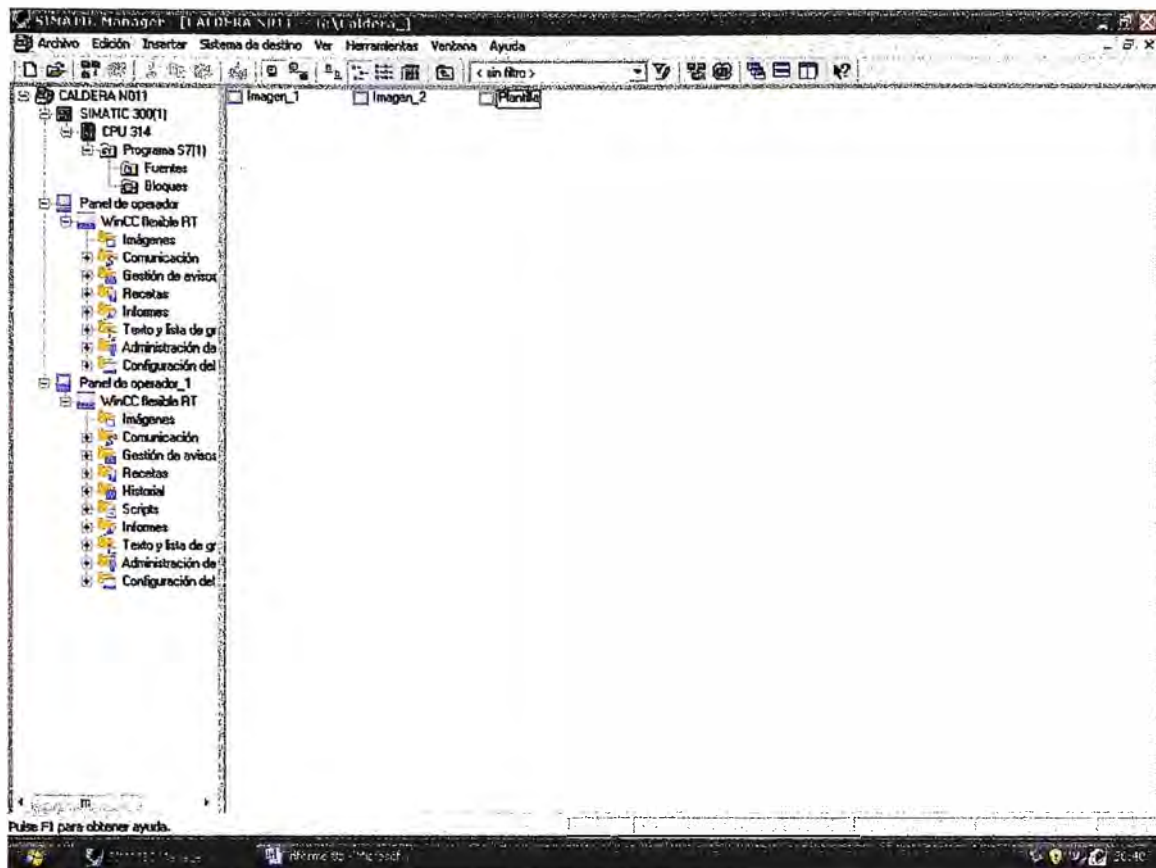


Fig. 8.8 Programa Step7 y panel de operador enlazados

Se muestra en la Fig. 8.7 y 8.8 la posibilidad de crear un HMI adicional haciendo uso del PC como HMI , de la misma forma en que creamos el proyecto de HMI del OP77B en WinCCflexible , queda la posibilidad de crear un panel de operador utilizando el PC , para esto en ves de seleccionar el OP77B , se debe seleccionar el PC como opción de HMI

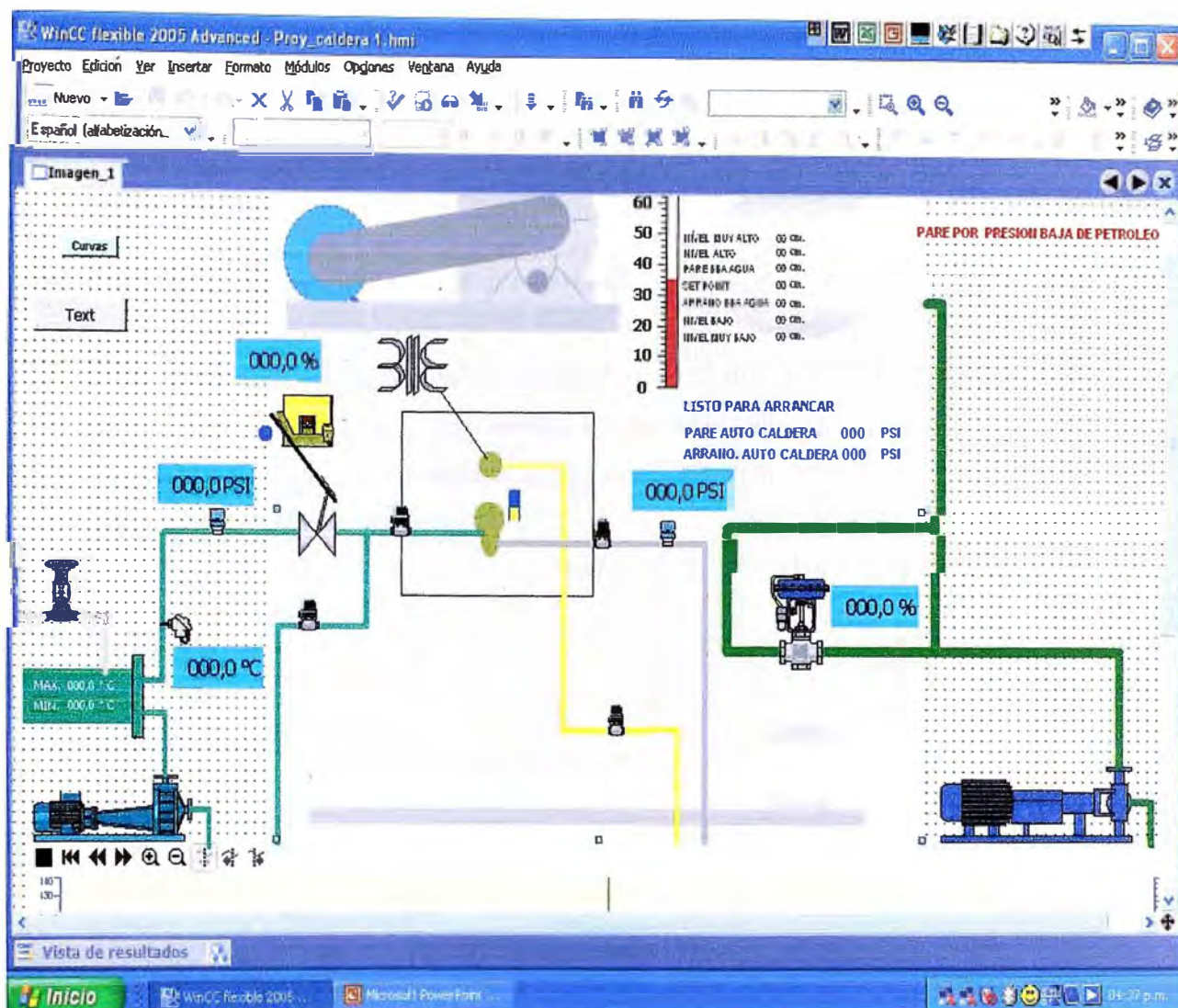


Fig. 8.9 PC como HMI mediante el Winccflexible

Finalmente una vez creada esta opción se puede insertar un fondo de caldera e ir ubicando las variables que mostraran los valores de operación tal como se muestra en la Fig. 8.9 .

CAPITULO IX COSTOS

Los costos que se consideran en el presente informe de suficiencia están restringidos a los referidos con la modernización del sistema , hardware : módulo PLC S7-300 , con sus tarjetas de entrada , salida digital y analógica , así como al software: Administrador Simatic y WinCCflexible 2005. Los costos de la dirección técnica y la mano de obra calificada no se consideran por ser parte de la planilla. A continuación detallo la tabla de costos de los elementos mencionados:

Tabla 9.1 Costos de automatización

Item	Elemento	Cantidad	Costo unitario	Costo total (dólares)
1	FUENTE DE 5 AMP. PS 307 5-A 6ES7 307-1EA00-0AA0	1	265	265
2	CPU314 6ES7 314-1AF11-0AB0	1	884	884
3	MODULO DE ENTRADA-SALIDA ANALOGICA AI4/AO2x8/8Bit 6ES7 334-OCE01-0AA0	1	754	754
4	MODULO DE ENTRADA DIGITAL DI16XDC24V 6ES7 321-1BH02-0AA0	2	243	486
5	MODULO DE SALIDA DIGITAL DO16XDC24V/0.5A 6ES7 322-1BH01-0AA0	1	423	423
6	MODULO DE CONTROL FM 355 C PID 6ES7 355-0VH10-0AE0	1	1528	1528
7	PANEL DE OPERADOR (incluye WinCC Flexible compacto) OP77B 6AV6641-OCA01-0AX0-SIEMENS	1	850	850
8	STEP7 PROFESSIONAL V5.4 (STEP7 + SCL + GRAPH + PLC-SIM) 6ES7810-5CC10-OYA5	1	3065	3065
9	CONVERTIDOR I/P 4-20 mA , salida 3-15psi MOD. SEX71AB021 MARCA: SPRIANO	1	763	763
10	SENSOR DE PRESION SITRANS de 0 A 10 BAR ,SALIDA 4-20 mA , conexión 2 hilos , alimentación auxiliar 10 a 36 VDC 7MF1564-3CA00-1AA1 uso en vapor , petroleo , aire.	3	164	492
TOTAL				9510

CONCLUSIONES

Actualmente en la industria se encuentran calderas antiguas que vienen trabajando con la misma tecnología con las que fueron instaladas , es decir con programadores electromecánicos , los cuales no permiten mejorar la eficiencia de operación del equipo , ocasionando un combustión no eficiente , el cual ocasiona exceso de consumo de combustible y emanación de contaminantes a la atmósfera , esto se podría evitar reemplazando su control antiguo basado en lógica cableada , contactores y programadores electromecánicos con un PLC y siguiendo los pasos indicados en este informe y adaptando algunas entradas y salidas a su equipo específico lograrán tener realmente el control de su proceso de combustión , ya que se contará con un HMI (interfase hombre máquina) el cual permite al operador tener realmente el control de la operación en automático , además de contar con alarmas y seguridades que garantizaran el trabajo seguro tanto para el equipo como para el operador.

El presente trabajo explica el funcionamiento y operación de una caldera acuotubular para poder entender su funcionamiento y relación con los sensores y actuadores electromecánicos .

Luego detallamos las conexiones de los módulos del PLC con las válvulas , sensores , actuadores , contactores , lámparas de señalización e interruptores.

También explicamos la creación de un proyecto en PLC S7-300 , usando el programa Administrador Simatic .

Luego desarrollamos el programa de la caldera explicando en detalle la operación de cada uno de sus bloques de organización , función y datos.

Después explicamos la creación de un proyecto para la conexión de un módulo HMI (OP77-B) usando el programa WinCCFlexible2005 , explicando cada una de sus etapas.

Finalmente dejamos abierto la posibilidad de uso del WinCCflexible para la creación un panel de operador usando el PC , utilizando para ello los mismos pasos que se usaron para el OP77-B.

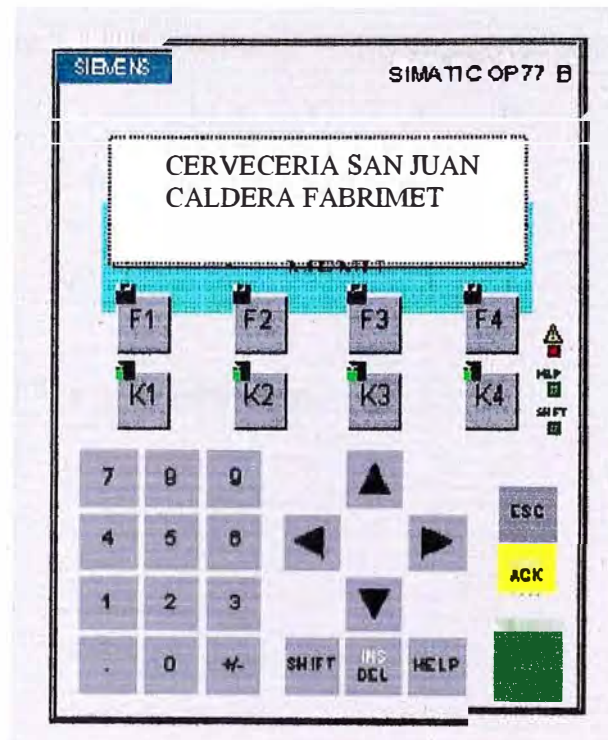
ANEXOS

ANEXO 1

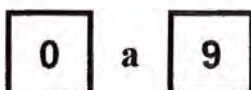
MANUAL DE OPERACIÓN PANEL OP77-B

PANEL DE OPERADOR OPERACIONES GENERALES

1. DESCRIPCIÓN DEL TECLADO

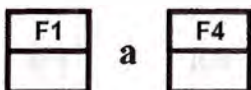


Teclas Numéricas:



- Teclas de entrada para caracteres numéricos (0 al 9).

Teclas del Sistema:



- El teclado puede ser configurado como teclas de sistema, a las cuales se les pueden asignar funciones específicas en las diferentes pantallas.

Tecla **SHIFT**:



- Conmuta a la segunda función asignada a las teclas. Para realizar esto, la tecla SHIFT se presiona simultáneamente con la otra tecla requerida.

Tecla **SIGN**:



- Cambia el signo + a - y viceversa.

Tecla **ENTER**



Con esta tecla:

- Se confirma y termina una entrada.
- Se conmuta entre los mensajes de servicio y la pantalla principal

Tecla **ESCAPE**



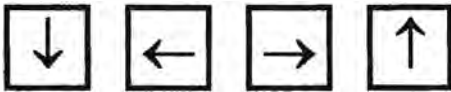
- Cancela entradas incorrectas que **NO** han sido confirmadas con **ENTER**
- Por medio de esta tecla se retorna a la pantalla principal.
- Borra los mensajes de alarma para poder acceder a otras pantallas
- Borra los mensajes del sistema.

Tecla **ACK**



- Acusa los mensajes de alarma para poder acceder a otras pantallas
- El led ACK asignado luce con intermitencia cuando al menos existe una alarma sin acusar
- El led ACK luce sólo cuando hay alarmas acusadas

Cursores



- Sirven para moverse entre campos de entrada hacia abajo, izquierda, derecha y abajo

Tecla INS/DEL



- Con esta tecla se borrará en las entradas numéricas el caracter de la posición actual del cursor. Todos los caracteres se desplazarán una posición hacia la izquierda

Tecla HELP



- Cuando se encienda el led correspondiente, se puede examinar en la pantalla información sobre la indicación actual

2. SELECCIÓN DE PANTALLAS

Se puede seleccionar las pantallas por medio de las **teclas del sistema** o mediante el **directorio principal del sistema**.

Selección de pantallas por medio del directorio general del sistema

- a. Presione varias veces la tecla ESC hasta ubicarse en la pantalla principal. Ver figura adjunta.



- b. Presione la tecla F1 (ésta es indicada con una barra en la pantalla), observará que aparecerá el directorio principal con las siguientes opciones:
- **CONT. COMBUSTION**, permite ajustar los parámetros para el control de presión.
 - **CONT. NIVEL**, permite ajustar los parámetros para el control de nivel de agua del domo superior.
 - **SET OPERACIÓN**, permite ajustar los parámetros de operación de la secuencia de encendido, precalentador y niveles para arranque y parada de bomba.
 - **SET DE ALARMAS**, permite ajustar los puntos de disparo de las diferentes alarmas del sistema
 - **CALIBRACIÓN**, permite definir los puntos de operación de la curva de combustión para el damper y la válvula de petróleo.

Con el cursor ubíquese en el campo de entrada deseado y presione **ENTER** para acceder a esta nueva pantalla.

3. INGRESO DE VALORES

En los campos de entrada, diferentes valores pueden ser ingresados al panel OP77-B que luego serán transferidos al PLC.

Procedimiento General

a. Abrir la pantalla requerida F1 (Directorio) el cual muestra, como indicamos anteriormente, las seis opciones siguientes:

- CONT. COMBUSTION.
- CONT. NIVEL.
- SET OPERACIÓN.
- SET DE OPERACION
- SET DE ALARMAS.
- CALIBRACIÓN

b. Utilizando el cursor, seleccione el campo de entrada requerido (CONT. COMBUSTION por ejemplo)

Confirme su entrada presionando **ENTER**.

c. Utilizando el cursor seleccione cualquiera de los parámetros mostrados:

- **CONT. COMBUSTION: #####**
- **P.V: 112 PSI**
- **SP : 110 PSI**
- **OUT: 34 % PID**

Se podrá cambiar las cantidades en las ubicaciones de los símbolos de números (#).

d. Confirme su selección presionando **ENTER**

e. Se podrá modificar las cantidades utilizando las teclas de números y para los mensajes utilizando la tecla **SHIFT** y la tecla subir y bajar, luego presionar **ENTER** para aceptar modificación.

Cualquier orden mal elaborada podrá ser cancelada presionando la tecla

ESC

Ingreso de valores numéricos

En los campos de entrada que permiten el ingreso de valores numéricos, se deberán ingresar éstos, caracter por caracter, usando el teclado numérico.

Si existe un valor numérico en el campo, éste será borrado completamente cuando el primer caracter numérico es ingresado. Una vez que empiece a ingresar el valor numérico, Usted no podrá abandonar el campo de entrada hasta que ésta sea aceptada (**ENTER**) o cancelada (**ESC**).

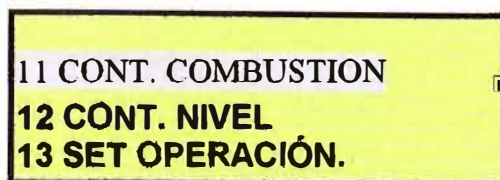
Ejemplo 1: Estando en la pantalla principal, se desea variar el largo de las viguetas a 3.5 m.



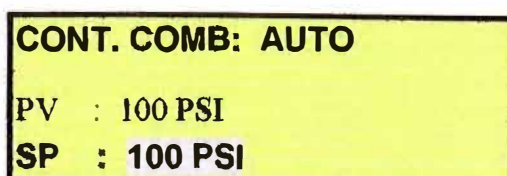
1. Presionar **F1**



2. Con los cursores ubicar el campo de entrada deseado y presionar **ENTER**



3. Con el cursor elegir la cantidad a modificar



4. Con los dígitos numéricos modificar el valor de consigna deseado

CONT. COMB: AUTO	
PV : 100 PSI	
SP : 110 PSI	
OUT: 20 %	PID

5. Para aceptar el valor ingresado, presionar **ENTER**.
6. Para volver a la pantalla principal presionar **ESC** varias veces

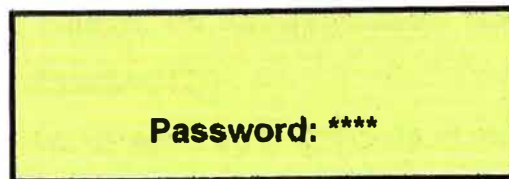
funcionamiento de teclas especiales.

Las teclas que tiene una función especial ingreso directo a pantallas de operación son:

- ✓ K1 pasa ala pantalla de DATOS DE OPERACIÓN
- ✓ K2 pasa ala pantalla de VAL COMBUSTIBLE
- ✓ K3 pasa ala pantalla de VAL AGUA.
- ✓ K4 pasa ala pantalla de CALIBRACIÓN.

4. ADMINISTRACIÓN DE CONTRASEÑAS

Cuando el sistema lo requiera le solicitará el ingreso de su contraseña. La siguiente pantalla será visualizada:

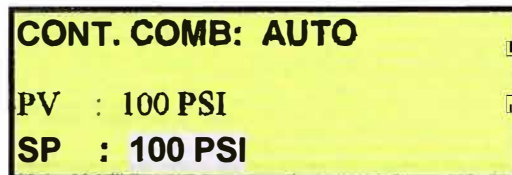


Ingrese su contraseña, el cursor salta automáticamente al campo siguiente después de la entrada de cada carácter, el cual aparecerá representado por un asterisco (*) en el área de entrada. Después de la entrada del último carácter, deja de ser visible el cursor.

Confirmar con **ENTER**, si su clave es válida se abandona la imagen estándar y se retorna a la pantalla original

5. DESCRIPCIÓN DE PANTALLAS

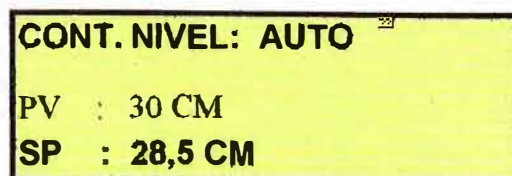
CONT. COMBUSTIÓN



Los valores que se muestran son:

- ✓ VAL. COMB : modo de funcionamiento del controlador: manual [MAN] o automático [AUTO].
- ✓ PV : valor de presión de la caldera en unidades PSI
- ✓ SP : valor de consigna del controlador en PSI
- ✓ OUT: valor de salida del controlador (control de válvula).
- ✓ PID: cambia ala pantalla de configuración del PID presionando **F4**

CONT. NIVEL



Los valores que se muestran son.:

- ✓ CONT. NIVEL : modo de funcionamiento del controlador: manual [MAN] o automático [AUTO].
- ✓ PV : valor de nivel de agua en el domo de la caldera en cm
- ✓ SP : valor de consigna del controlador de nivel en cm
- ✓ OUT: valor de salida del controlador (apertura de la válvula).
- ✓ PID: cambia a la pantalla de configuración del PID presionando **F4**

SET OPERACIÓN.

Rampa de Arranque

OSCILADOR :

RAMPA :

L_MAX.....:

Los valores que se muestran son:

- ✓ OSCILADOR : Tiempo de incremento de apertura
- ✓ RAMPA : valor de incremento de apertura
- ✓ L_MAX : valor máximo de apertura de válvula
- ✓ L_MIN : valor de inicio de apertura de válvula.

Precalentador y bomba de agua

TEMP. ALTA P.:
TEMP. BAJA P :
NIV. ALTO AGUA:

Los valores que se muestran son.:

- ✓ TEMP. ALTA P : Temperatura alta de petróleo, apaga el precalentador
- ✓ TEMP. BAJA P : Temperatura baja de petróleo, enciende el precalentador
- ✓ NIV. ALTO AGUA : Nivel alto de agua, apaga la bomba de agua
- ✓ NIV. BAJO AGUA : Nivel bajo de agua, arranca la bomba de agua

Válvula de petróleo

VÁLVULA DE PETRÓLEO
APERTURA MAX:
APERTURA MIN:

Los valores que se muestran son.:

- ✓ APERTURA MAX. : Apertura máxima de válvula de petroleo
- ✓ APERTURA MIN.: Apertura minima de válvula de petroleo
- ✓ ACEPTAR: guardar modificación en el control.

DATOS DE OPERACIÓN

Controles de vapor y nivel

P VAPOR.:
SP :
N. AGUA :

Los valores que se muestran son.:

- ✓ P.VAPOR.: Presion de vapor
- ✓ SP : set point de presion de vapor

- ✓ N AGUA: Nivel de agua del Domo
- ✓ SP : set point de nivel de agua.

Datos de presiones y temperatura

P PETRO.:
P AIRE :
T PETRO :

Los valores que se muestran son.:

- ✓ P.PETRO: Presion de petroleo de ingreso.
- ✓ P AIRE: Presion de aire de atomizacion.
- ✓ T PETRO: Temperatura de petroleo.

SET DE ALARMAS.

Ingreso de puntos de disparo de presion de vapor y temperatura.

SET	DELAY
APVH :	
APVL :	

Los valores que se muestran son.:

- ✓ APVH :Set de alarma de presión de vapor alta .
- ✓ APVL : Set de alarma de presión de vapor bajo.
- ✓ AHP : Set de alarma de temperatura alta de presión.
- ✓ DELAY: Tiempo de permanencia de alarma minima.

Ingreso de puntos de disparo de temperatura y nivel

SET	DELAY
ATLP :	
ALHW:	
ALHH :	

Los valores que se muestran son.:

- ✓ ATLP :Set de alarma de temperatura de petróleo .
- ✓ ALHW : Set de alarma de nivel de agua alta.
- ✓ ALHH : Set de alarma de nivel de agua muy alto.

Ingreso de puntos de disparo de nivel y presion de petroleo.

SET	DELAY
ALLW :	
APHP:	

Los valores que se muestran son.:

- ✓ ALLW :Set de alarma de nivel bajo de agua .
- ✓ APHP : Set de alarma de presión de petróleo alto.
- ✓ APLP : Set de alarma de presión de petróleo bajo.

Ingreso de puntos de disparo presion de aire

	SET	DELAY
APHA :		
APLA:		

Los valores que se muestran son.:

- ✓ APHA :Set de alarma de presion alta de aire .
- ✓ APLA : Set de alarma de presión baja de aire.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Instrucciones de Caldera –“Acuotubular C.E. FABRIMET 13 2VP- 10W”
Año de construcción 1974
2. Manual Siemens – “WinCC flexible Getting Started Básico”
Edición 04/2006 A5E00279581 -03
3. Manual Siemens - “SIMATIC FM 355 C Getting Started”
Edition 03/2000
4. Manual Siemens – “Sistema de automatización S7-300”
Edición 02/2004 A5E00105507-03
5. Manual Siemens – “SIMATIC Programar con STEP 7 V5.3”
Edición 01/2004 A5E00261426-01
6. Internet - Principios de programación en Step7
www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/3.00.pdf
7. Internet - Programar con Step7
www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/step/step/step7/proyecto%20step7/paginas/contenido/step7/pasos.htm
8. Internet - Introducción a la programación step7
www.dea.icaei.upco.es/jarm/asignaturas/automatizacionIndustrial_3itiei/practicas/2introPLC.pdf
9. ¿Qué es una caldera?
www.quiminet.com.mx/art/ar_4E%257F%25A4v%251A%250A%25BA.php
10. Winccflexible
www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf