

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN MEDIANTE
EL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PCS7 Y VISUALIZACIÓN SCADA
WINCC DE SIEMENS**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

CARLOS ERNESTO DE LA CRUZ MENACHO

**PROMOCIÓN
1987 – I**

**LIMA – PERÚ
2007**

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN MEDIANTE
EL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PCS7 Y VISUALIZACIÓN SCADA
WINCC DE SIEMENS**

DEDICATORÍA

El presente trabajo esta dedicado en primer lugar a mí
Señor y Salvador Jesucristo, quién es digno de recibir todo honor
y gloria. Agradezco a mi familia por su constante apoyo y paciencia, sin
la cual no hubiera sido posible realizar este trabajo con entusiasmo y constancia

SUMARIO

El sistema de control de procesos y supervisión usado para la automatización de la Planta de Molienda de Carbón se basa en la plataforma SIMATIC PCS7 de Siemens, la cual esta incluida en el concepto de "Automatización Totalmente Integrada". Esta plataforma permite la integración de todas las herramientas, soluciones y tecnologías para la automatización de procesos industriales, compartiendo la información de todo el sistema en una sola base de datos, permitiendo mantener una consistencia de datos a lo largo del tiempo. El diseño del control se realizó con una arquitectura distribuida, mediante el uso de estaciones remotas, ubicadas de forma estratégica por la planta recolectando las señales de las distintas zonas de operación y llevándolas hacia la estación de procesamiento por medio de un bus de comunicación de alta velocidad. Se hace uso de dos niveles de comunicación industrial, basados en tecnologías estandarizadas. Para el bus de control se usa Profibus, mientras que para el bus de datos se usa Industrial Ethernet. Las interfaces gráficas fueron desarrolladas basadas en el software scada WinCC, que es parte de la Plataforma PCS7, basando su arquitectura en un sistema cliente-servidor. El sistema de manejo de datos esta basado en SQL, permitiendo el acceso de los datos desde otras aplicaciones para su posterior gestión, llevando de esta manera los datos de planta hacia el nivel superior de automatización, es decir a la red de datos administrativos involucrando directamente la misma en el planeamiento productivo y de mantenimiento.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

1.1.	Descripción de la Cancha de Almacenamiento de Carbón	10
1.1.1	Tolva de Recepción de Vagones de Ferrocarril	11
1.1.2	Tolva de Recepción de Camiones	11
1.1.3	Alimentador Vibratorio de Descarga	11
1.1.4	Túnel y Faja de Transferencia	11
1.1.5	Faja Apiladora	11
1.1.6	Cancha de Almacenamiento	11
1.1.7	Túnel de Recuperación	11
1.1.8	Alimentadores Vibratorios de Recuperación	12
1.1.9	Faja de Recuperación	12
1.1.10	Separador Magnético y Detector de Metales	12
1.2.	Descripción de la Planta de Molienda de Carbón	12
1.2.1	Sistema de Alimentación y Dosificación	13
1.2.2	Sistema de Trituración, Clasificación y Molienda	13
1.2.3	Sistema de Colección de Producto Final	15
1.2.4	Sistema de Transporte Neumático	17
1.2.5	Sistema de Gases Calientes	17
1.2.6	Sistemas Auxiliares	18
1.2.7	Sistema Eléctrico de Fuerza, Mando y Control	20
1.3	Esquemas de la Planta de Almacenamiento y Molienda de Carbón	20
1.3.1	Esquema Planta de Almacenamiento de Carbón.	20
1.3.2	Esquema Planta de Molienda de Carbón.	21

CAPÍTULO II: RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

2.1	Redes de Comunicación con Simatic NET	23
2.1.1	Conceptos Fundamentales	24
2.1.2	Clasificación de las Redes	24
2.1.3	Industrial Ethernet	25
2.1.4	Bus de Campo PROFIBUS	26

2.1.5	PROFIBUS DP	28
2.2	Arquitectura de Comunicación en la Planta de Molienda	28
2.2.1	Red de Control Industrial Ethernet	29
2.2.2	Red de Estaciones Remotas ET200M	30
2.2.3	Red de Instrumentación	31
2.2.4	Configuración de la Red	32
2.3	Componentes y Dispositivos para Conectividad de una Red	33
2.3.1	Componentes de Conexión a una Red Industrial Ethernet	35
2.3.2	Componentes de Conexión a una Red Profibus	37
2.3.3	Dispositivos de Conexión a Simatic S7	38

CAPÍTULO III: TECNOLOGIAS PARA EL CONTROL AUTOMATICO EN UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

3.1.	Computadoras Industriales y Autómatas Programables	40
3.1.1	Computadoras Industriales	41
3.1.2	Autómatas Programables o PLC (Programmer Logic Controller)	42
3.1.3	Procesador de Comunicaciones	44
3.1.4	Periferia Distribuida	44
3.1.5	Módulos de Entrada y Salida	46
3.2	Instrumentación de Campo, Analítica de Procesos y Equipos Auxiliares	47
3.2.1	Instrumentación de Campo	47
3.2.2	Instrumentación Analíticas de Proceso	54
3.2.3	Equipos Auxiliares	55

CAPÍTULO IV: ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PCS7 PARA UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

4.1	Descripción del Sistema de Control de Procesos Simatic PCS7	62
4.1.1	Sistema de Ingeniería Simatic PCS7	62
4.1.2	Principales Herramientas de Ingeniería de Simatic PCS7	63
4.2	Descripción del Proyecto de Molienda de Carbón usando PCS7	67
4.2.1	Estación de Ingeniería	68
4.2.2	Arquitectura del Sistema de Control	69
4.2.3	Creación del Proyecto en PCS7	72
4.2.4	Configuración de Hardware del Proyecto	72
4.2.5	Configuración de la Red de Comunicaciones	73
4.2.6	Descarga de la Configuración del Hardware y Red de Comunicaciones	74

4.2.7	Definición de la Estructura de Planta	74
4.2.8	Lista de Entradas y Salidas	76
4.2.9	Diagramas Lógicos	76
4.2.10	Diagrama de Flujo	77
4.2.11	Diagrama de Instrumentación	79
4.3	Programación del Proyecto de Molienda de Carbón usando PCS7	80
4.3.1	Diagramas Lógicos del Grupo Molienda de Carbón	80
4.3.2	Enclavamiento del Grupo Molienda de Carbón	85
4.3.3	Funcionamiento del Grupo Molienda de Carbón	87

CAPÍTULO V: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN SCADA WINCC PARA UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

5.1	Descripción del Sistema de Supervisión SCADA WinCC	90
5.1.1	Estación de Operador SCADA Win CC	91
5.1.2	Principales Herramientas del SCADA WinCC	94
5.1.3	Procedimiento de Desarrollo de Proyectos WinCC	96
5.2	Configuración del SCADA WinCC para Planta de Molienda de Carbón	100
5.2.1	Ingeniería de la Estación de Operador	100
5.2.2	Disposición de la Pantalla	106
5.2.3	Esquemas de las Pantallas de Supervisión	112
5.3	Operación del Sistema de Supervisión SCADA en la Planta de Carbón	117
5.3.1	Operación del Transporte a los Silos de Carbón	117
5.3.2	Operación del Sistema de Gases Calientes	118
5.3.3	Operación del Sistema de Lubricación del Molino	119
5.3.4	Operación del Sistema de Molienda de Carbón	121
5.3.5	Operación de Sistema de Alimentación de la Molienda	121
5.3.6	Operación del Sistema de Recuperación	122
5.3.7	Operación de la Cancha de Almacenamiento	123

CONCLUSIONES	124
---------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	125
---------------------	------------

PRÓLOGO

Desde la aparición de la lógica cableada hasta hoy con los más avanzados autómatas programables (PLC), ha habido una gran revolución en la industria buscando soluciones para lograr la mejora de la calidad y la rapidez de producción a través de la automatización de procesos. Hoy en día la mayoría de procesos ya tienen una solución automatizada en las que el hombre apenas interviene. El presente trabajo tiene como objetivo presentar en forma resumida los conocimientos y herramientas necesarias para la implementación y la puesta en marcha del sistema de control y supervisión para la cancha de almacenamiento y planta de Molienda de Carbón de la empresa Cemento Andino S.A., Para lo cual se ha considerado el sistema de control de procesos Simatic PCS7 V6.0.

A todas las personas involucradas en el diseño, la implementación y puesta en marcha de los sistemas de automatización se presenta la necesidad creciente de conocer y entender el funcionamiento de los sistemas de control de procesos que se ofrecen en el mercado. Para tales personas, el presente trabajo suministra la información necesaria para la comprensión básica de un sistema de control de procesos (Simatic PCS7) y supervisión (Scada WinCC) de Siemens, sin pretender cubrir de manera exhaustiva cada tema tratado.

El presente trabajo consta de cinco capítulos. En el primer capítulo se describen las características técnicas y de funcionamiento de la cancha de almacenamiento de carbón y la planta de molienda de carbón. Asimismo en este capítulo se presentan los esquemas de proceso de dicha planta.

En el segundo capítulo se examinan las redes de comunicación industrial usadas en el proyecto, así como la arquitectura de comunicación planteada como solución más adecuada para la planta. También se presentan los componentes y dispositivos usados para la conectividad de una red.

En el capítulo tres se presentan las tecnologías usadas para el control automático de una planta, aquí se consideran las características necesarias de las computadoras y autómatas programables, así como la instrumentación de campo, los equipos auxiliares y las analíticas de procesos necesarios para un control confiable.

El capítulo cuatro trata de la arquitectura y programación del sistema de control de procesos PCS7, considerando la descripción de las herramientas de dicho sistema, así como la programación del sistema de control basado en el proyecto de molienda de carbón.

Finalmente en el capítulo cinco se considera la configuración del sistema de supervisión Scada WinCC, examinando las herramientas necesarias para la implementación de un sistema de supervisión Scada. Asimismo en este capítulo se trata acerca de la configuración y operación de las pantallas de supervisión de la planta.

Deseo agradecer a todo el personal de Cemento Andino por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

Espero que el presente trabajo cumpla con su objetivo, contribuyendo conjuntamente con la bibliografía existente a la mejor comprensión en la implementación de un sistema de control de procesos.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

Durante las dos últimas décadas un gran número de plantas productoras de cemento han reemplazado la combustión con combustible por el uso de carbón, y las nuevas plantas han sido equipadas para trabajar con combustión a carbón. El creciente interés en la combustión a carbón se debió al aumento de los precios de petróleo durante la década de los 70. Por lo general las instalaciones de molienda de carbón construidas desde entonces han sido diseñadas teniendo presentes las últimas normas relativas a la construcción y a la operación de las instalaciones para el tratamiento de carbón. Las normas de seguridad vigentes así como también la introducción de tipos de hornos modernos de uso eficaz de combustible, han tenido mucha influencia sobre el moderno diseño de las instalaciones de molienda de carbón.

El sistema de molienda seleccionado para este proyecto fue el del tipo “tandem”, es decir, si bien la trituradora se alimenta con material fresco, el producto que sale se une al que procede del molino de bolas en un ducto común y van juntos al separador estático de gravedad para clasificarse. En esta etapa, en el ducto de ascenso al separador, se realiza el mayor secado del carbón, proceso conocido como “secado flash”. El producto final que sale del separador estático se captura en un filtro de mangas que lo descarga a las bombas de transporte neumático para el llenado de los silos de carbón pulverizado.

La Planta de Molienda de Carbón se puede dividir en dos partes principales, a saber, la cancha de almacenamiento de carbón y la planta de molienda de carbón propiamente dicha, las cuales se describen a continuación:

1.1. Descripción de la Cancha de Almacenamiento de Carbón

La cancha de almacenamiento de carbón en bruto, tanto del bituminoso importado, como del semi-antracítico nacional, se ubica en un área cercana a la planta de molienda de carbón, con la finalidad de minimizar los costos de mantenimiento y operación del sistema de recuperación y transporte del carbón. La cancha de almacenamiento de carbón esta constituido de las siguientes partes:

1.1.1 Tolva de Recepción de Vagones de Ferrocarril.

De 40 m³ de capacidad, vía un alimentador vibratorio de 250 t/h, descarga sobre la faja de traspaso, cuya capacidad de transporte es de 250 t/h y se ubica en el interior de un túnel de concreto armado. Ésta a su vez descarga sobre la faja de transferencia.

1.1.2 Tolva de Recepción de Camiones.

De 30 m³ de capacidad, descarga vía un alimentador vibratorio de 250 t/h, sobre la faja de transferencia. En la parte superior, cuenta con una parrilla metálica amortiguada para minimizar el ingreso de materiales extraños y limitar el tamaño máximo de partícula permitida.

1.1.3 Alimentador Vibratorio de Descarga

Esta ubicado en la parte inferior de la tolva de recepción de camiones y descarga el material en forma uniforme a un régimen predeterminado. Lleva sobre él una compuerta de agujas de accionamiento manual para aislamiento, en caso de mantenimiento o reparación cuando se tiene la tolva con material.

1.1.4 Túnel y Faja de Transferencia.

De 250 t/h de capacidad de transporte, cuyo primer tramo se ubica en el interior de un túnel de concreto armado, se eleva hasta la parte superior de las estructuras de la cancha de almacenamiento, donde descarga sobre la faja de apilado. Para llevar un control del carbón recibido posee una balanza electrónica para faja de 250 t/h. Como elemento de protección contra la lluvia y el viento, la faja lleva cobertura a lo largo de toda la longitud expuesta.

1.1.5 Faja Apiladora

Esta faja tiene una capacidad de 250 t/h es del tipo reversible y móvil. Recibe el carbón de la faja de transferencia y lo descarga y distribuye a lo largo de la cancha de almacenamiento. Teniendo en cuenta que esta faja se halla al interior de una galería, la protección contra lluvia y viento se logra mediante la instalación de cubiertas de protección en la propia estructura de la galería.

1.1.6 Cancha de Almacenamiento

Es del tipo abierto y posee una capacidad de 26,000 m³ (Fig.1.1). Es el lugar físico dónde se deposita el carbón y tiene la capacidad de almacenar dos tipos de carbón. Cuenta con su respectivo sistema de drenaje para evacuar las aguas de lluvia (con presencia de partículas finas de carbón) que se transportan a una poza prevista para tal fin.

1.1.7 Túnel de Recuperación

Es el elemento estructural de concreto armado, ubicado bajo la cancha de almacenamiento. Lleva en su interior los alimentadores vibratorios y la parte inicial de la faja de recuperación. El túnel fue construido con tolvas en el techo, dispuestas de manera

equidistante, apropiadas para recuperar el carbón desde la cancha y entregarlo a los alimentadores vibratorios de recuperación.



Fig.1.1 Cancha de Almacenamiento

1.1.8 Alimentadores Vibratorios de Recuperación

Son los encargados de recuperar el material de la cancha de almacenamiento y entregarlo a la faja de recuperación. Están ubicados en la parte superior del túnel, debajo de las tolvas de recuperación, aislados de éstas mediante unas compuertas de agujas de accionamiento manual, para cuando se requiera mantenimiento o reparación.

1.1.9 Faja de Recuperación

De 150 t/h, en su primera parte se ubica bajo la cancha de almacenamiento, en el interior de un túnel de concreto armado, para luego elevarse hasta la parte superior del edificio de molienda, pudiendo alimentar, mediante un chute con compuerta desviadora, a cualquiera de las dos tolvas de almacenamiento de la planta de molienda. La carga de esta faja se realiza mediante un máximo de 2 de los 8 alimentadores vibratorios de 100 t/h de capacidad ubicados bajo la cancha. Para el control de carga y transporte de la faja se ha instalado una balanza de faja de 150 t/h.

1.1.10 Separador Magnético y Detector de Metales

A fin de minimizar la posibilidad de presencia de elementos metálicos (ferromagnéticos y diamagnéticos), en el carbón entregado a las tolvas, se tiene instalado en la faja de recuperación, como elementos de protección, un separador magnético y un detector de metales. Este último actúa sobre una compuerta de desvío que remueve automáticamente el material contaminado del sistema sin detener la operación de alimentación.

1.2. Descripción de la Planta de Molienda de Carbón

La Planta de molienda de carbón tiene por finalidad la producción de carbón pulverizado a partir del carbón en bruto recibido de la cancha de almacenamiento de carbón, el

mismo que una vez procesado, es entregado a los silos de almacenamiento de carbón existentes en la planta. Forma parte de la planta de molienda, la tubería de gases calientes, la cual en condiciones de operación normal, capta los gases a la salida del intercambiador del Horno 3. Como alternativa operativa, se toma dichos gases, de la salida del intercambiador del Horno 2. Si bien estos últimos presentan una menor temperatura, permiten continuar, la operación y producción de la planta de molienda con mínimas limitaciones. La planta de molienda de carbón esta constituido de los siguientes sistemas:

1.2.1 Sistema de Alimentación y Dosificación.

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Tolvas de Almacenamiento. Está conformado por dos tolvas de alimentación, tronco cónicas excéntricas de 97 m³ de capacidad cada una, con sistema de pesaje. Las tolvas descargan, vía dos dosificadores (uno bajo cada tolva), de 3 a 60 y 1.5 a 30 t/h, con los que se puede lograr (para una producción de 45 t/h), una relación de mezcla de dos carbones diferentes desde 1/30 hasta 1/1.

b) Dosificadores. Debajo de las tolvas esta instalado, en cada una, un dosificador de faja, de modo que regula y fija el porcentaje óptimo de mezcla de los dos tipos de carbón que se va a moler. Los dosificadores descargan a un transportador de cadenas con rascadores, con una capacidad de 80 t/h, que alimenta la trituradora de martillos. Se tiene instalado compuertas de agujas de accionamiento manual como elemento de aislamiento entre las tolvas y los dosificadores, para trabajos de mantenimiento o reparación (con presencia de material en las tolvas), así como para la regulación o limitación de la cama de material sobre los mismos.

c) Transportador de Cadena de Alimentación. Este equipo, además de transportar el material recibido de los alimentadores hacia el chute de descarga que alimenta la trituradora, propicia el sello requerido por el sistema (que trabaja en depresión), a fin de minimizar el ingreso de aire falso (con mayor porcentaje de oxígeno) al sistema de molienda. Como elemento de sello adicional del sistema, tiene instalado una compuerta doble pendular en el chute de alimentación a la trituradora.

1.2.2 Sistema de Trituración, Clasificación y Molienda.

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Trituradora de Martillos. Equipo encargado de realizar la molienda primaria, donde se reduce el material hasta partículas de 10 mm, permitiendo el máximo rendimiento del mismo. A la trituradora ingresa, conjuntamente con el carbón, los gases calientes

provenientes del intercambiador del horno, la cual al tener alta temperatura y comportamiento de gas inerte (bajo contenido de O_2 y CO), sirven para el secado del carbón y como elemento de transporte del mismo, entre la trituradora, el separador estático y el filtro de mangas, sin riesgo de explosión. El material procesado por la trituradora es arrastrado, por el flujo de gases calientes, a través de un ducto ascendente (aislado térmicamente), hasta el separador estático, al cual ingresa por la parte central inferior:

b) Separador Estático de Gravedad. Equipo que realiza la clasificación (separación) de las partículas de carbón presente en los gases, hasta en tres etapas. La separación primaria se produce cuando el carbón, que ingresa con el flujo de gases por la parte inferior del separador, impacta contra la cofia de éste. Las partículas de mayor tamaño rebotan hacia los lados y salen del flujo de gases, cayendo a la tolva de descarga. Las partículas que continúan su ascenso con los gases experimentan dos separaciones adicionales. La separación secundaria se produce por gravedad, debido a la pérdida del arrastre de los gases por disminución de su velocidad, pues, conforme se va ascendiendo, el diámetro del separador y la sección se va haciendo mayor; Como consecuencia de ello la mayor parte de las partículas de carbón presentes en el gas caen a la tolva de descarga. La tercera etapa de separación, se realiza por efecto de una combinación de la fuerza centrífuga y de la fuerza de arrastre del gas. Las partículas más gruesas (que deben retomar) son impulsadas hacia la periferia del ciclón interno del separador, cayendo por gravedad hacia la base de éste, evacuándose a través de la ranura anular central, ingresando nuevamente al flujo de gases, donde los mayores caen a la tolva de descarga del separador y los más finos ascienden nuevamente, repitiéndose el proceso. El material fino que continua siendo arrastrado por el flujo de gases hacia el filtro de mangas, es el producto final. Las partículas de carbón grueso (recirculante), que han alcanzado la tolva de descarga del separador son evacuadas a través de un chute con compuerta pendular hacia el transportador de cadena de recirculación que alimenta el molino de bolas.

La regulación del corte fino/grueso se consigue mediante la variación de la posición de los álabes internos del separador. Cuanto más cerrados, se tiene una mayor velocidad de rotación de los gases en su interior, obligando a partículas cada vez más pequeñas a dirigirse a la tolva, es decir a retornar al proceso, con lo que el producto acabado resulta cada vez más fino. A fin de minimizar la pérdida de calor de los gases por las paredes del separador, el equipo es aislado térmicamente.

c) Transportador de Cadena de Recirculación. El carbón recirculante evacuado del separador que alimenta este transportador, es llevado al molino de bolas, vía un chute

con compuerta doble pendular, para completar su proceso. Por sus características este equipo, sumado a la compuerta doble pendular, minimiza el ingreso de aire falso al sistema.

d) Molino de Bolas. Principal responsable de la producción del carbón pulverizado, es capaz de procesar la mayor cantidad de material hasta la dimensión final de partícula requerida. Como parte de este equipo se incluye el sistema de accionamiento compuesto, además de la catalina y del piñón motriz, por el reductor y un motor eléctrico de 900 kW con su arrancador de resistencias y motor eléctrico auxiliar, acoplamiento, chumaceras, sistema de engrase de la catalina y piñón, sistema de lubricación de las chumaceras principales, el oído electrónico para control de la carga del molino y demás. El carbón procesado por el molino (Fig.1.2), es descargado, vía un corto transportador helicoidal ubicado en su boca de salida, a un chute que forma parte integrante de la salida de la trituradora, transportándose al separador estático para su clasificación.

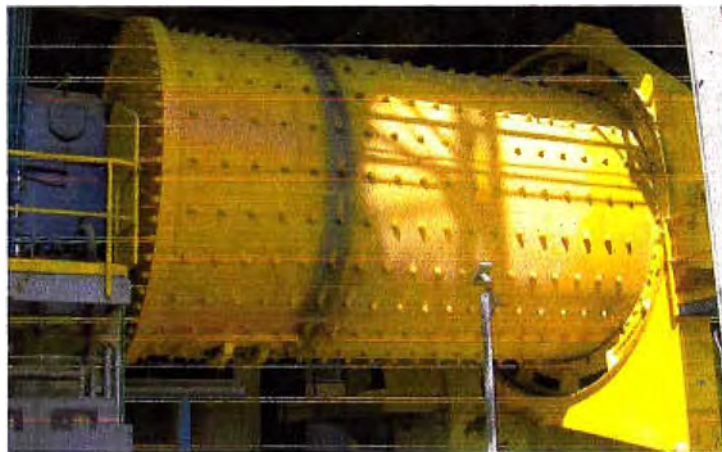


Fig.1.2 Molino de Bolas

e) Válvula de Explosión. Como elemento de seguridad se tiene instalado una válvula de explosión en el ducto de salida de gases con polvo en la parte superior del separador. Esta válvula se abre, enviando la respectiva señal al sistema de control, en caso de producirse una eventual explosión en el sistema, evacuando en forma rápida los gases producto de la expansión, cerrándose inmediatamente para evitar el ingreso de aire del ambiente. Cumple una función de protección, aminorando los efectos que este tipo de falla puede producir en los diferentes elementos del sistema.

1.2.3 Sistema de Colección de Producto Final.

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Filtro de Mangas. Tipo Jet pulse diseñado para un caudal de 180 A m^3/h y asegura una emisión al ambiente menor a los 40 mg/m^3 . Posee 1,476 mangas acrílicas con

recubrimiento de teflón y malla metálica integrada para descarga a tierra de las cargas eléctricas estáticas, de ϕ 6.25" x 138" de longitud, con un área filtrante total de 2,580 m².

El carbón colectado por las mangas, es descargado por los pulsos de aire que se inyectan a contraflujo y generan a su paso por el venturi una onda sónica (vibratoria) a lo largo de la manga. El producto desprendido de las mangas cae a la tolva piramidal del filtro, un transportador helicoidal ubicado en su parte inferior descarga el carbón a través de una compuerta rotativa, que a la vez sirve de elemento de sello e impide el ingreso de aire falso. El producto descargado por la rotativa se dirige a un transportador helicoidal secundario que lleva el carbón a la tolva de una de las bombas de transporte neumático. Como parte integrante de este equipo se incluyen también los elementos requeridos para el transporte y suministro del aire comprimido, tales como el tanque de almacenamiento, las líneas de aire comprimido, electro-válvulas, válvulas, válvulas de seguridad y demás. Como elementos de protección, este equipo lleva incorporadas al cuerpo un conjunto de compuertas de explosión, que se abrirán ante la presencia de una sobrepresión brusca, minimizando las posibilidades de colapso del filtro. A fin de evitar la condensación en el interior del filtro y reducir sus efectos, el filtro es aislado térmicamente en toda su superficie. Así mismo a fin de mantener una adecuada temperatura de los gases en su interior durante las paradas (para evitar condensación), se disponen resistencias de calefacción que se conectan ante una parada del sistema.

b) Ventilador de Tiro. Equipo encargado de generar la depresión necesaria en todo el sistema, y el responsable de crear el flujo de gases calientes y/o de recirculación requerido para el proceso de molienda, desde la salida del intercambiador del horno hasta la planta de molienda. La regulación del flujo de gases por el ventilador de tiro principal, con motor eléctrico de 750 kW, se logra variando la velocidad del motor eléctrico con un variador de frecuencia. Por ser el último equipo en la línea de gases, es el encargado de evacuar los gases "fríos" y libres de carbón al ambiente, a través de la correspondiente chimenea.

c) Válvula de Regulación. La succión necesaria para generar el caudal de gases calientes requeridos para el proceso, lo realiza el ventilador, regulándose mediante una válvula de triple persiana con accionamiento manual de ϕ 2,000 mm, colocada en el ducto de ingreso al ventilador.

d) Válvula de Explosión en Derivación. Es un elemento de protección adicional del filtro y del sistema. Se encuentra instalado en la línea de gases, inmediatamente antes de su ingreso al filtro. Permite evacuar al ambiente, conjuntamente con las válvulas de explosión, los gases del sistema ante presencia de una deflagración, contribuyendo a

minimizar los efectos de ésta, a la vez de aislar parcialmente los elementos del circuito que se encuentran antes de ella, de los que se ubican posteriormente.

1.2.4 Sistema de Transporte Neumático

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Bombas de Transporte Neumático. Estos equipos reciben en su tolva superior, el material colectado por el filtro de mangas que es transportado hasta ellas. El carbón pulverizado es desplazado internamente mediante un transportador helicoidal con paso variable (crea un sello de material que impide el flujo de aire a presión en sentido contrario), hacia la cámara de descarga, donde es impulsado por el aire comprimido hacia la tubería de transporte neumático que lo lleva hacia los silos de almacenamiento. Se tiene instalado dos bombas de 60 t/h de capacidad (una en stand by).

b) Compresoras. El aire comprimido, requerido para el transporte neumático del carbón pulverizado y para el sellado de las bombas de transporte neumático, es producido por estos equipos. Al igual que para el caso anterior, se instaló dos equipos que funcionan alternadamente, de modo que mientras uno se halla en operación, el otro se encuentra como reserva.

c) Tuberías de Transporte Neumático. Encargados de transportar y distribuir (mediante la respectiva válvula direccional) el carbón pulverizado, junto con el aire comprimido a una presión de 0,5 bar, hacia los silos de almacenamiento de carbón pulverizado existentes. La tubería de transporte es de $\varnothing 8'' \times 130$ m. de longitud.

1.2.5 Sistema de Gases Calientes

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Líneas de Gases Calientes. Como ya se ha indicado, los gases calientes requeridos para el secado del carbón y para su transporte entre la trituradora, el separador estático y el filtro de mangas son tomados a la salida del intercambiador del horno. El transporte de estos gases hasta la planta de molienda de carbón y dentro de ella, se realiza mediante las líneas de gases calientes, conformadas principalmente, por un conjunto de ductos con sus respectivas válvulas de compuerta y de mariposa.

b) Ciclón Despolvador. Los gases calientes que salen de los intercambiadores presentan un elevado porcentaje de polvo de crudo, se tiene instalado un ciclón para el desempolvado de éstos. Si bien es cierto, que dada la finura del polvo presente en estos gases, la eficiencia del ciclón es considerablemente reducida, este equipo representa la mejor alternativa técnico-económica como elemento de desempolvado, especialmente teniendo en cuenta que el crudo que ingresa al sistema de molienda de carbón (no

supera el 5% de la producción de carbón pulverizado), no afecta el proceso de clinkerización, sino únicamente reduce ligeramente el poder calorífico del carbón. La descarga del ciclón despolvORIZADOR se realiza mediante una válvula rotativa, que descarga a un chute pantalón con compuerta de dos posiciones. Cuando se trabaja con el horno 3, la descarga alimenta la caja del airlift del horno 2 que va al silo de homogenización del horno 3. Cuando se toman los gases del horno 2, el polvo recuperado se llevará a la faja reversible del molino de crudo 1 al horno 3 o del molino de crudo 2 al horno 2.

c) Válvulas de Compuerta. Dos de estas válvulas, de dos posiciones (abierta/cerrada) se utilizan para seleccionar la toma de gases calientes del intercambiador del horno y a la vez para aislar uno del otro, es decir, cuando la toma se realiza de la línea del horno 3, la correspondiente al horno 2 se mantiene cerrada y viceversa. Adicionalmente, para efectos de mantenimiento y permitir el ingreso de personal para limpieza, en la línea de gases calientes que viene del horno 2 se tiene instalado otra compuerta similar, de aislamiento, que permite aislar el ducto entre la válvula de toma de gases y el ciclón despolvORIZADOR.

d) Válvulas de Mariposa. La regulación del flujo o limitación del ingreso de gases calientes al sistema se realiza mediante una válvula de mariposa colocada en la línea de gases, inmediatamente antes de la trituradora. Adicionalmente, dado que como parte del proceso de molienda se hace uso de los gases para transporte del carbón entre equipos y para producir el tiro inducido del molino, se requiere de diversos ductos con sus respectivas válvulas de regulación a fin de mantener la adecuada distribución del flujo de gases y de temperaturas requeridos para la óptima operación del sistema.

e) Aislamiento Térmico. A fin de minimizar la pérdida de calor de los gases, el ciclón despolvORIZADOR y todos los ductos, con excepción de la chimenea que evacua los gases del filtro de mangas al ambiente y los ductos con gases fríos de recirculación, poseen una capa de aislamiento térmico de lana de vidrio. Como cubierta de protección lleva plancha galvanizada. El aislamiento térmico posee elementos independientes (removibles y reinstalables), de modo que permita el acceso y mantenimiento en las uniones bridadas, zonas de válvulas, ventanas de inspección, tapas de limpieza y puertas de hombre. La pérdida de temperatura de los gases calientes, desde la toma hasta el ingreso a la trituradora no exceden los 20° C.

1.2.6 Sistemas Auxiliares

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

a) Sistema de Desempolvado. Realizado por dos filtros de mangas, tipo jet pulse, uno para los transportadores de cadena y otro para las bombas de transporte neumático.

b) Sistema de Inertización. Se utiliza para minimizar la generación de puntos calientes del carbón pulverizado remanente en el interior de los equipos y que, por el ingreso de aire ambiente al sistema durante paradas prolongadas de planta, tiene la tendencia a la autocombustión. Se emplea un tanque de CO₂ de alta presión (máx. 80 bar), con una capacidad de 10 Tn, incluye lo necesario para la debida protección de la planta. Se tiene instalado todos los equipos, tuberías, válvulas, controles y accesorios adicionales necesarios para proveer de CO₂ a la trituradora, molino de bolas, separador estático, filtro de mangas y filtros de desempolvado.

c) Sistema de Aire Comprimido. Encargado de suministrar el aire comprimido necesario, tanto aire de instrumentación para los filtros de mangas Jet pulse, como para servicio. El aire de instrumentación, antes de su entrega al tanque pulmón, pasa por un secador que recibe el aire de las compresoras. Para el aire de servicio se utiliza otro tanque pulmón que recibe el aire directamente de las compresoras (sin secar). Ambos tanques cuentan con sus respectivos elementos de protección y auxiliares tales como la válvula de alivio, manómetro, válvula de drenaje automática y demás.

d) Sistema de Refrigeración. Encargado de proveer la adecuada refrigeración a las chumaceras del molino de bolas, la trituradora, el aire comprimido que va a las bombas de transporte neumático. Incluye las de alimentación y retorno de cada equipo y la línea de alimentación principal y retorno desde las líneas de planta existentes. El diseño incluye un embudo general de retorno que permite visualizar la correcta operación de cada línea de refrigeración.

e) Sistema de Agua Contra Incendio. Este sistema está implementado en los siguientes puntos: Tolda de recepción de camiones, Túnel de transferencia, Galería de faja reversible, lado norte de la cancha de almacenamiento, lado sur de la cancha de almacenamiento, Túnel de recuperación, Nivel +3918,950 del edificio y Nivel +3902,150 del edificio.

f) Sistema de Izaje. Conformados por los monorrieles y polipastos para mantenimiento del molino de bolas (considerando acceso a sus tapas de inspección, chumaceras, reductor y motor eléctrico), trituradora, bomba y compresor de transporte neumático y uno general ubicado en una zona elevada del edificio.

g) Sistema de Ventilación. Comprende los ventiladores, elementos filtrantes y demás componentes requeridos para la adecuada ventilación de las salas eléctricas.

1.2.7 Sistema Eléctrico de Fuerza, Mando y Control

Como parte de este sistema se incluyen los siguientes elementos principales:

- a) **Sistema en Media Tensión.** Es la encargada de la entrega de energía a nivel de 6.6 Kv o de 2.3 kv a los motores principal de accionamiento del Molino. Motor del filtro de mangas y al transformador de distribución. El equipamiento esta conformado por las celdas de media tensión, cables, motores y el transformador.
- b) **Sistema en Baja Tensión.** Está conformada básicamente por el centro de control de motores (MCC), mediante el cual se abastece de energía a todos los consumidores eléctricos del molino, filtro de mangas y cancha de almacenamiento.
- c) **Sistema de Control.** Comprende la automatización mediante los PLC, instrumentación y sistema de inertización de toda la Planta.
- d) **Sistema de Alumbrado.** Está conformada por los artefactos de iluminación y tomacorrientes usados en la planta de molienda de carbón.

1.3 Esquemas de la Planta de Almacenamiento y Molienda de Carbón

1.3.1 Esquema Planta de Almacenamiento de Carbón.

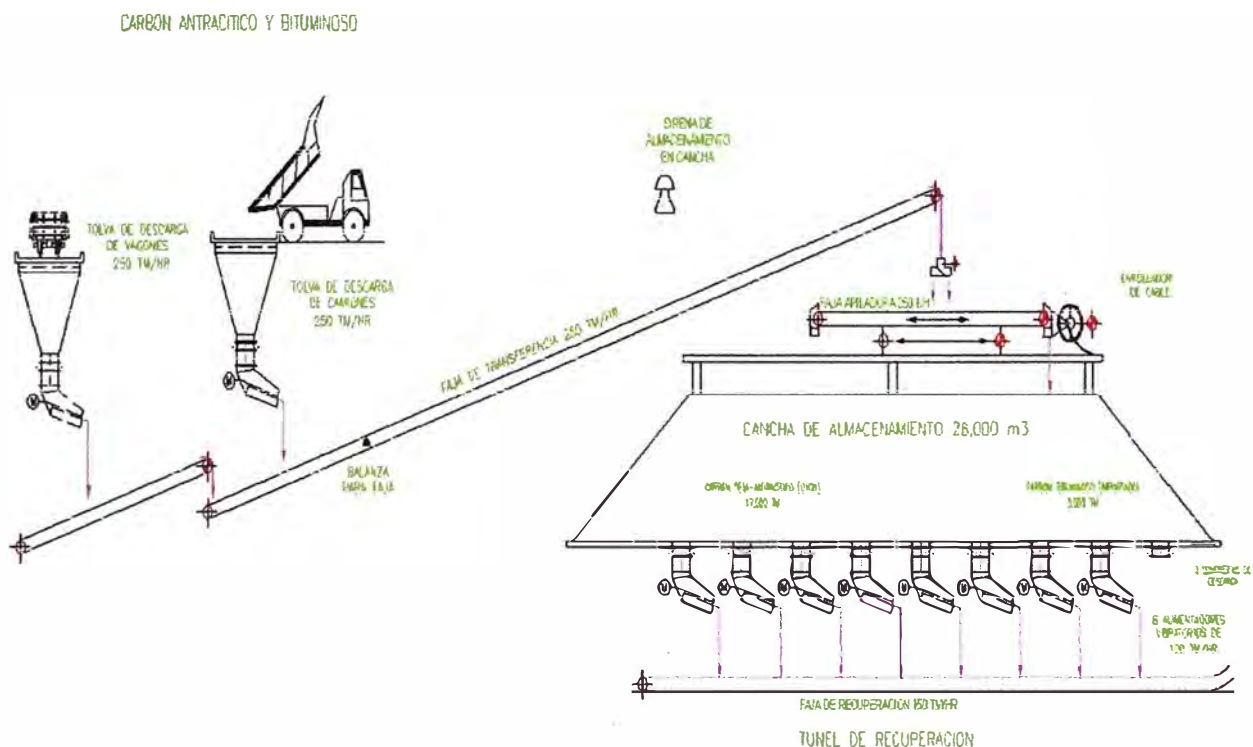


Fig.1.3 Cancha de Almacenamiento de Carbón

1.3.2 Esquema Planta de Molienda de Carbón.

a) Esquema Dosificación de Carbón y Entrada de Gases Calientes

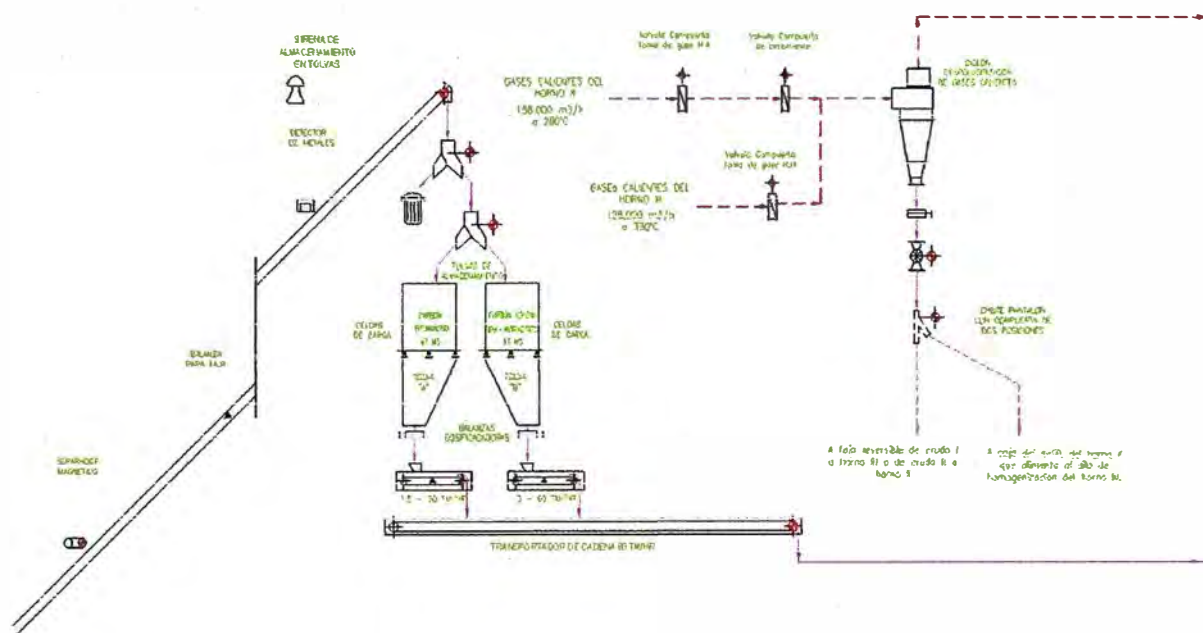


Fig.1.4 Dosificación de Carbón y Entrada de Gases Calientes

b) Esquema Molienda y Recuperación del Carbón

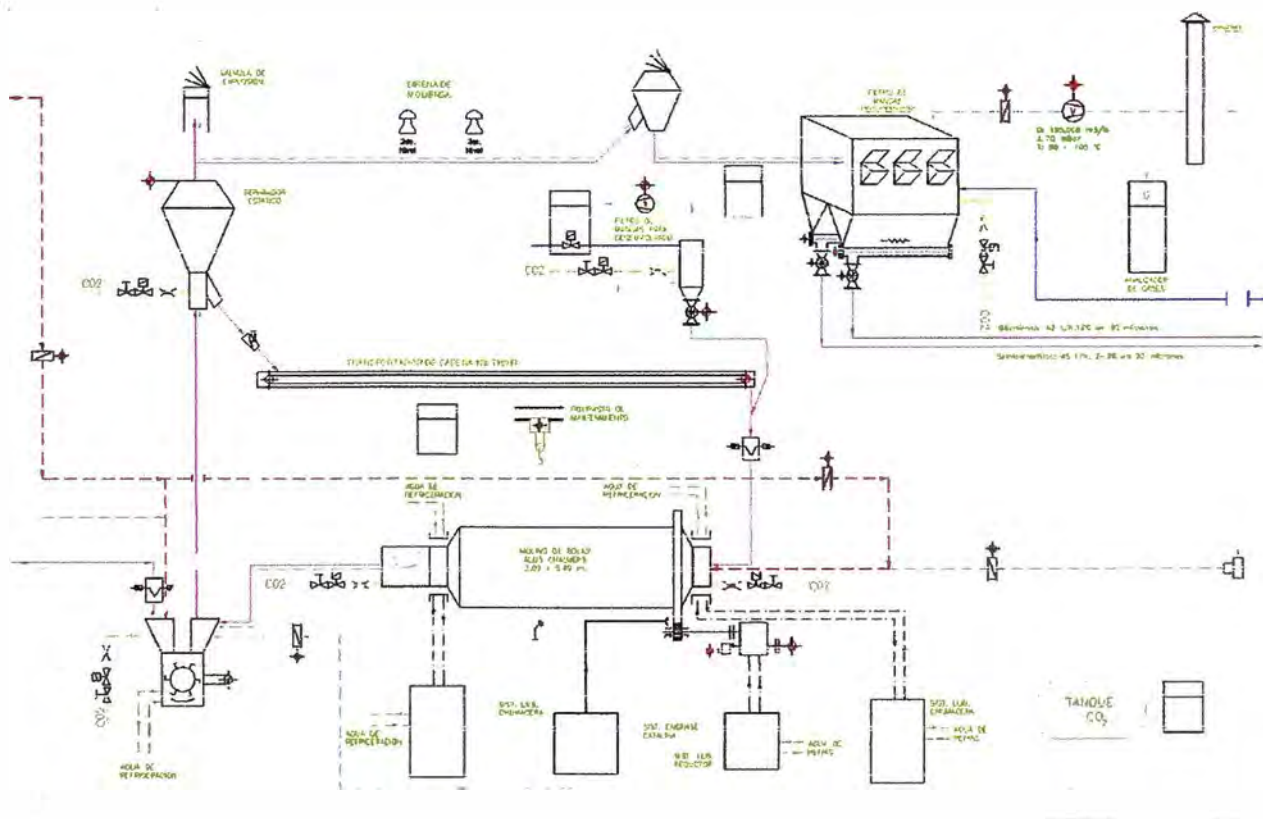


Fig.1.5 Molienda y Recuperación del Carbón

c) Esquema Transporte y Almacenamiento del Carbón a Silos

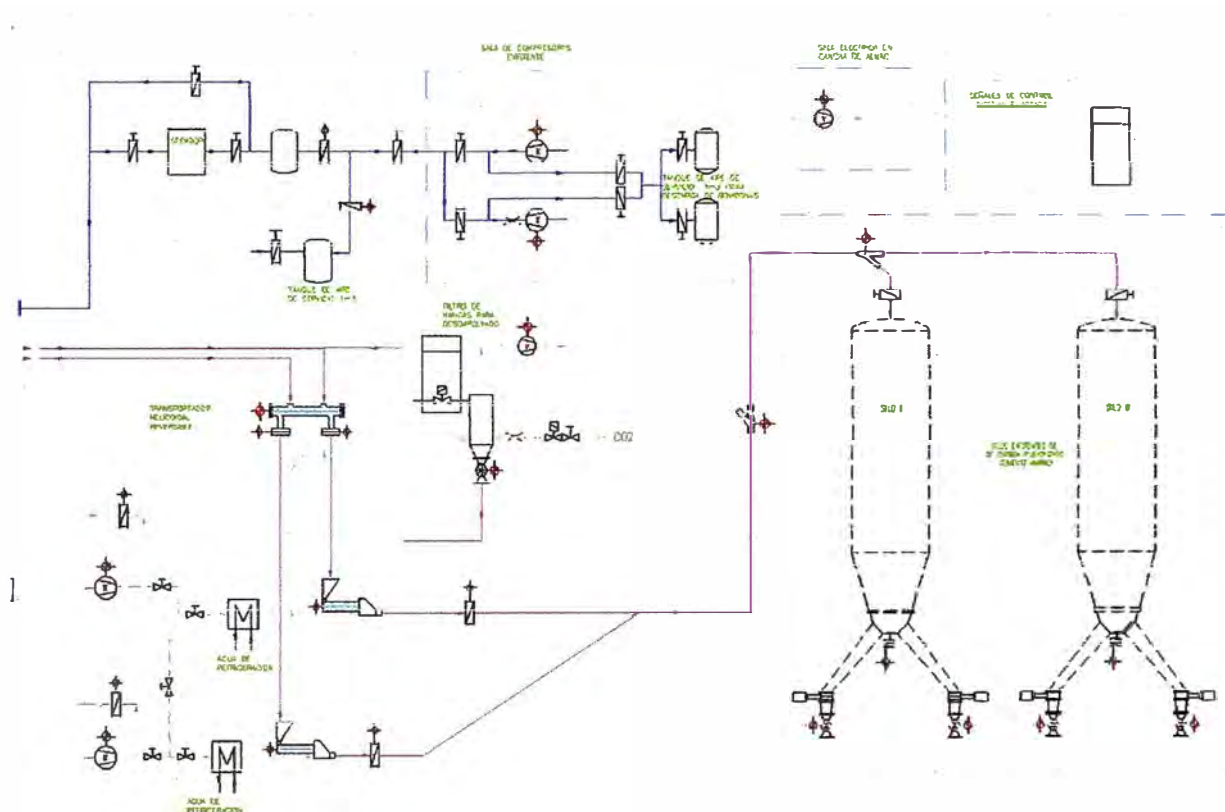


Fig.1.6 Transporte y Almacenamiento del Carbón a Silos

CAPÍTULO II

RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

La comunicación en las plantas industriales se ha hecho imprescindible en la industria moderna. Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización. A pesar que puedan estar distanciados entre sí, a menudo se desea que trabajen de forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema, esto reporta la máxima flexibilidad y permite integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces de software estandarizados. En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento. De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos. En la industria coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, computadoras de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc. El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades.

2.1 Redes de Comunicación con Simatic NET

En una red industrial coexisten dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. Tradicionalmente se definen cuatro niveles dentro de una red industrial:

- **Nivel de Gestión:** es el más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples fábricas. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. Se emplea una red de tipo LAN o WAN.

- **Nivel de control:** Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas programables y las computadoras dedicadas al diseño, control de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red de tipo LAN.

- **Nivel de campo y proceso:** Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de sub-redes. En el nivel más alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red. En este nivel se emplean los buses de campo tradicionales.

- **Nivel de E/S:** Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión. Se procura sustituir los sistemas de cableado tradicionales por buses de campo de prestaciones sencillas y sistemas de periferia descentralizada.

2.1.1 Conceptos Fundamentales

- **Comunicación:** Es la transferencia de datos entre dos interlocutores con diferentes prestaciones y el control de un interlocutor por otro, además de la consulta o interrogación del estado operativo del interlocutor. La comunicación puede establecerse mediante diferentes vías: A través del puerto de comunicación integrado en la CPU, A través de un procesador de comunicaciones (CP) y a través del bus de fondo (Bus-K que recorre el bastidor).

- **Equipo:** En este contexto se denomina equipo a una unidad, que puede ser un autómata programable, PG, panel de operador/sistema, PC, etc. conectable a una o varias subredes.

- **Subred:** Es el conjunto de todos los componentes físicos necesarios para establecer una vía de transmisión de datos, así como el respectivo procedimiento común para el intercambio de datos. Ejemplos de subredes: MPI, Profibus e Industrial Ethernet.

- **Red:** Conjunto formado por una o varias subredes iguales o diferentes interconectadas.

2.1.2 Clasificación de las Redes

Para adaptarse a los diferentes requisitos de automatización, Simatic net ofrece distintas redes de comunicación: Industrial Ethernet, Profibus/MPI e Interface AS-i (Fig.2.1).

Existen cuatro niveles de automatización:

- **Nivel de Control Central:** En este nivel se procesan las funciones de gestión que conciernen a toda la empresa. Los datos necesarios se recolectan y procesan para toda

la empresa independiente del lugar de emplazamiento. Desde este nivel puede accederse igualmente a otros niveles.

- **Nivel de Célula:** En este nivel se procesan autónomamente todas las tareas de automatización y optimización. En este nivel están interconectados los autómatas programables, PCs y los equipos para el funcionamiento y la observación.
- **Nivel de Campo:** Este nivel es el nexo entre las instalaciones y los autómatas programables. Los dispositivos de campo miden, señalizan y retransmiten a las instalaciones las órdenes recibidas del nivel de célula. En general se transmiten pequeñas cantidades de datos. En este caso es típica una comunicación jerarquizada, es decir varios dispositivos de campo se comunican con un maestro.
- **Nivel de Actuadores-Sensores:** En este nivel un maestro se comunica con los actuadores y sensores conectados a su subred. Son característicos aquí tiempos de respuesta rápida y un número reducido de bits de datos.

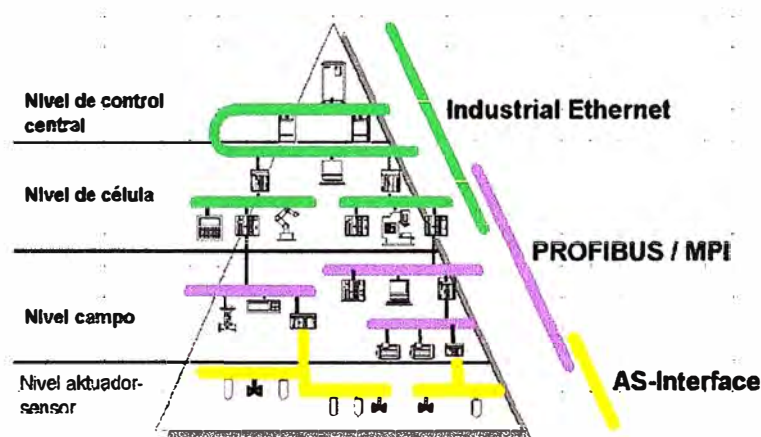


Fig.2.1 Clasificación de Redes

2.1.3 Industrial Ethernet

Dentro del sistema de comunicación no propietario y abierto Simatic net, Industrial Ethernet es la red concebida para el nivel de control central y de célula. Esta red se puede materializar de forma eléctrica u óptica. En el primer caso utilizando un cable coaxial apantallado o un cable de par trenzado; en el segundo utilizando un cable óptico. Ethernet está integrada al concepto Simatic net, el cual permite interconectar sin discontinuidades los niveles de control, de célula y de campo con Profibus y AS-Interface (AS-i) (Fig. 2.2). Industrial Ethernet está definida por el estándar internacional IEEE 802.3 y el acceso a la red corresponde al procedimiento CSMA/CD que contempla el estándar IEEE 802.3 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) .

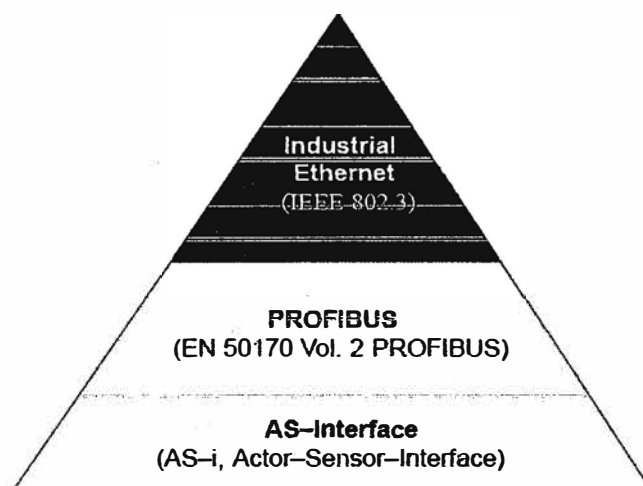


Fig.2.2 Industrial Ethernet

- Capas TCP/IP sobre Ethernet

Por lo general, los equipos conectados a una red Ethernet tienen capacidad de soportar los protocolos TCP/IP. Esto les permite conectarse a una red como Internet, si se tiene acceso, o establecer cuando menos una red TCP/IP interna con otros dispositivos próximos (Intranet). En cualquier caso, cada dispositivo pasará a tener un nuevo identificador, la dirección IP (ejemplo: 140.186.90.3) asignado por el administrador de la red. Estas posibilidades y la asignación de la dirección IP, permitirán a cualquier equipo establecer conexiones con dispositivos muy remotos y por lo tanto ser monitoreado, controlado, modificado, etc. desde cualquier punto de Intranet o de Internet. Los aspectos relativos a garantizar la seguridad en el acceso a los dispositivos industriales toman entonces una relevancia fundamental.

2.1.4 Bus de Campo PROFIBUS

Profibus es la red para los niveles de célula y campo. Se utiliza para transmitir cantidades de datos desde pequeñas hasta medias. Físicamente, Profibus es una red eléctrica que puede ser, cable a dos hilos apantallado, red de fibra óptica o red de transmisión inalámbrica mediante infrarrojos. La velocidad de la red es de 9,6 Kbit/s a 12 Mbit/s. Se puede conectar un máximo de 127 estaciones, y de éstas no puede haber más de 32 estaciones activas. Para una red Profibus se dispone de varios servicios de comunicación, comunicación con PG/OP, protocolo S7, comunicación con equipos S5 (FDL), comunicación estándar (FMS) o DP Periferia descentralizada. Hay dos métodos de acceso a la red, método de paso de testigo y método maestro-esclavo.

- **Método de Paso de Testigo (Token Bus),** Se usa en sistemas distribuidos. Las estaciones activas del bus conectadas a Profibus constituyen un anillo lógico de paso de

testigo en orden numérico ascendente según su dirección de Profibus. Este orden lógico es independiente de la disposición física de las estaciones. Por anillo paso de testigo se entiende una organización de estaciones (maestros) en la que se pasa un testigo siempre de una estación a la próxima (Fig.2.3).

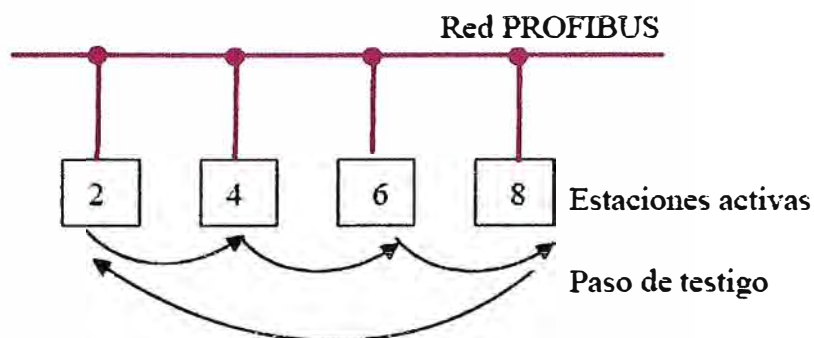


Fig.2.3 Método de Paso de Testigo

El testigo confiere el derecho a transmitir información por la red. El testigo se retransmite entre las estaciones del bus activas a través de un telegrama de testigo especial. Cuando una estación tiene el testigo, puede enviar telegramas mientras dure el denominado tiempo de retención del testigo. Una vez transcurrido éste, la estación ya sólo puede enviar un mensaje de alta prioridad. Si una estación no tiene ningún mensaje que enviar, pasa el testigo directamente a la siguiente estación en el anillo lógico. De esto se exceptúa la estación activa con la dirección más alta existente en el bus, denominada HSA (Highest Station Address); esta estación pasa el testigo exclusivamente a la estación del bus activa con la mínima dirección de bus, para que se cierre nuevamente el anillo de paso de testigo lógico. Este método de acceso es independiente del tipo de red física Profibus utilizada.

- **Método Maestro-Esclavo**, Se usa en sistemas centralizados. Si un anillo lógico consta de una sola estación activa y en el bus hay varias estaciones pasivas, esto es un sistema maestro-esclavo (Fig. 2.4). El método maestro-esclavo permite al maestro (estación activa) que posee entonces el derecho de emisión (tiene el testigo) tener acceso a los esclavos (estaciones pasivas) que tiene asignados. Entonces, el maestro tiene la posibilidad de enviar mensajes a los esclavos o de recibir los procedentes de éstos. La configuración de Profibus-DP estándar se basa en este método de acceso al bus. Una estación activa (maestro DP) intercambia datos de forma cíclica con las estaciones pasivas (esclavos DP).

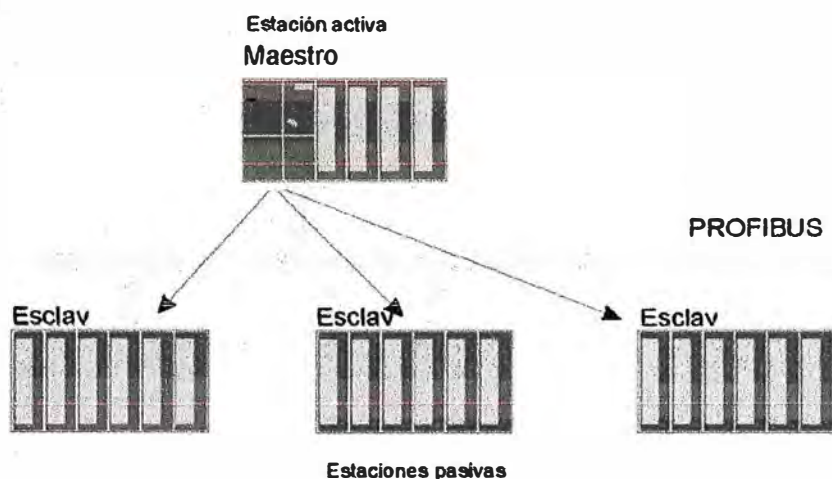


Fig.2.4 Método Maestro – Esclavo

2.1.5 PROFIBUS DP

Profibus-DP cumple los elevados requisitos de tiempo que se imponen para el intercambio de datos entre la periferia descentralizada y los dispositivos de campo. La configuración DP típica tiene una estructura con un único maestro. La comunicación entre el maestro DP y el esclavo DP se efectúa según el principio maestro-esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, esto significa que los esclavos DP sólo pueden actuar en el bus tras solicitarlo el maestro. A tal efecto, los esclavos DP son activados sucesivamente por el maestro conforme a una lista de llamadas (lista de sondeo). Entre el maestro DP y el esclavo DP se intercambian los datos útiles continuamente (de forma cíclica), sin tener en consideración su contenido. A la periferia (la unidad ET 200) conectada a Profibus como esclavo DP se accede como a cualquier otra unidad periférica situada en el módulo central o de ampliación. Es decir, es posible acceder a los módulos periféricos directamente mediante instrucciones o durante la actualización de la imagen del proceso. Se puede hacer de 2 formas, a través de una CPU con puerto integrado o mediante tarjeta de comunicaciones CP o un módulo interface IM.

2.2 Arquitectura de Comunicación en la Planta de Molienda

La arquitectura de comunicación consiste en un anillo de fibra óptica (Profibus-DP) entre los elementos de control (PLC S7 400 y ET's 200M) y otro anillo de fibra óptica (Ethernet) a nivel de los elementos de supervisión (Estaciones de ingeniería y operador). Lo que da al sistema la redundancia de bus a nivel del control y a nivel de supervisión (Fig. 2.5). La red es implementado con dos estaciones de operador (Operator Station: OS), dichas estaciones son del tipo "server", configuradas en forma redundante, lo cual asegura la continuidad de la supervisión del proceso aún cuando ocurra una falla en uno de estos

servidores. Asimismo de cuenta con una estación de ingeniería (Engineering Station: ES). Cada una de las estaciones servidores cuentan con una CP1612 para la conexión al bus Industrial Ethernet que se unirán a un anillo de fibra óptica a través de un OSM TP 62. Además las interfases integradas Standard LAN RJ45 garantizan la conexión a la red LAN corporativa de la Planta (Standard Ethernet). Tanto la industrial Ethernet como la Standard Ethernet usan el protocolo estándar TCP/IP.

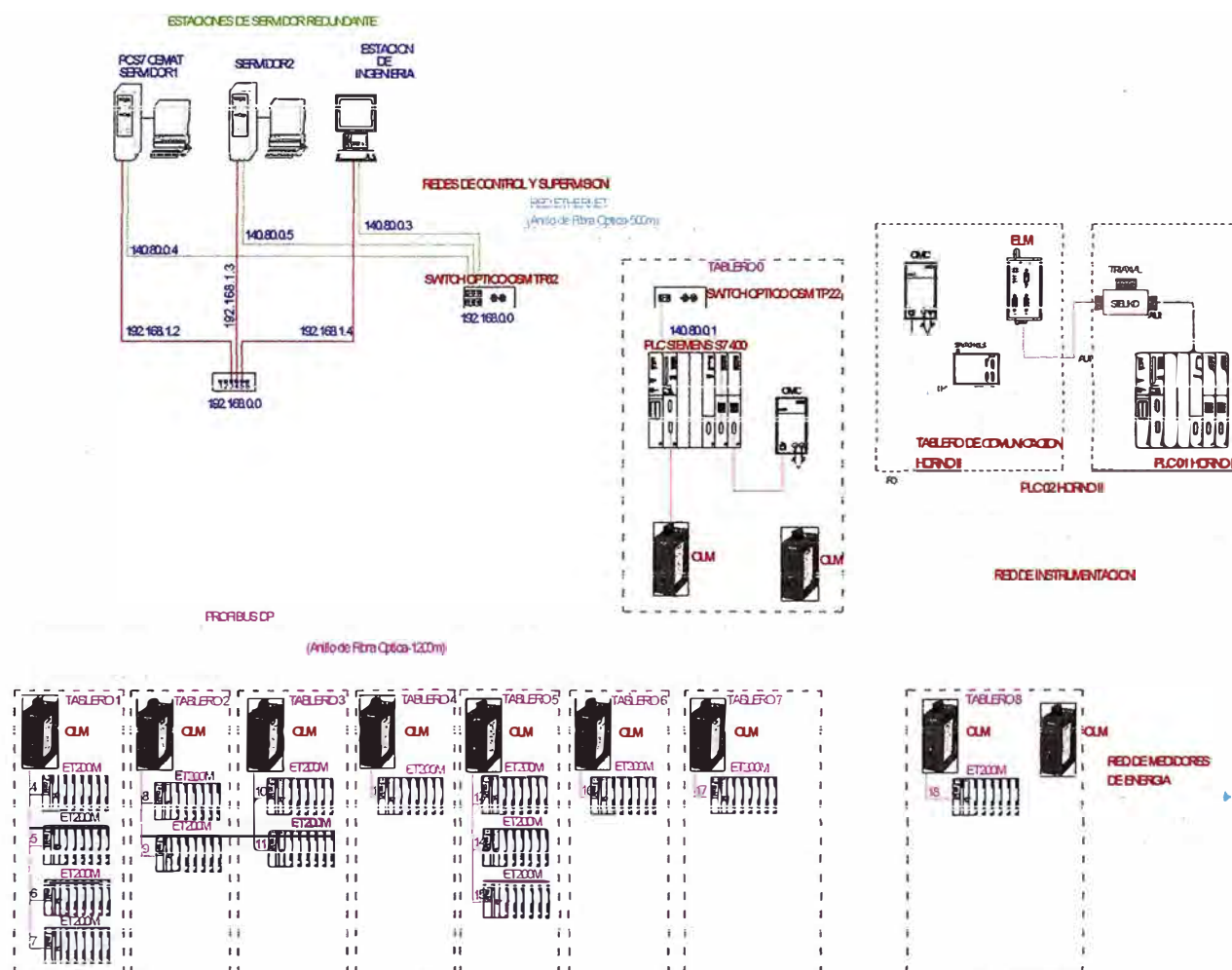


Fig.2.5Arquitectura de Comunicación

2.2.1 Red de Control Industrial Ethernet

La red Industrial Ethernet conecta el controlador AS400 a las estaciones de operador y de ingeniería. Dicha red es de bus redundante a través de un anillo de fibra óptica implementado con dos OSM (Optical Switch Module), al cual se unen el procesador de comunicación CP443-1 instalado en el PLC a través de un OSM TP 22 y las estaciones de operación e ingeniería por medio de un OSM TP 62 (Fig. 2.6). El uso, al lado de las estaciones OS/ES, de una OSM en una topología anillo en fibra óptica, garantiza la redundancia rápida de soporte de comunicación ante la falla de un tramo del anillo. Cada

una de las estaciones cuenta con una tarjeta CP1612 para Industrial Ethernet, cada una de estas tarjetas se conecta al OSM TP 62.

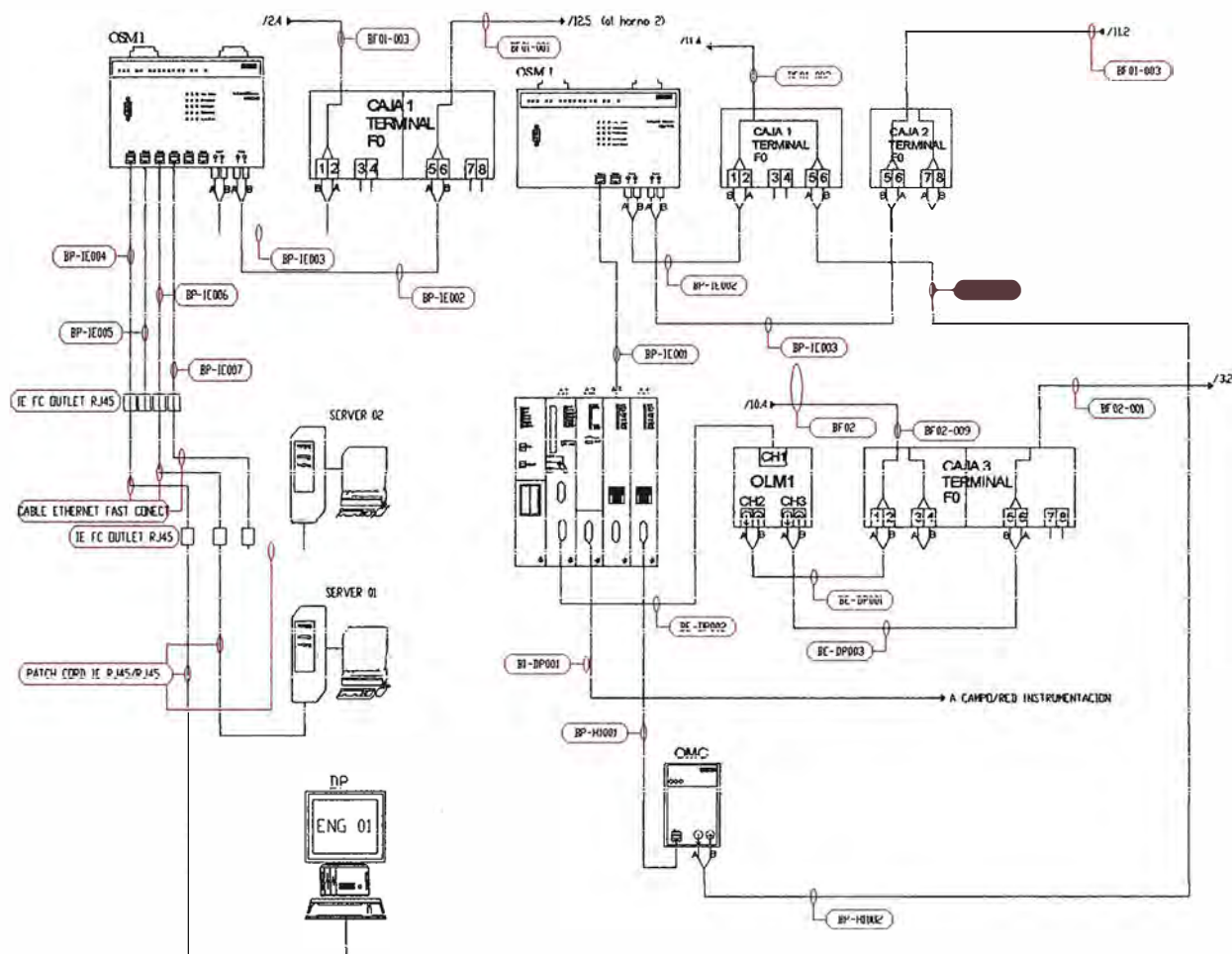


Fig.2.6 Red de Control Industrial Ethernet

2.2.2 Red de Estaciones Remotas ET200M

Quince racks distribuidos ET200M se usan para captar las señales de campo en ocho estaciones remotas, cada una de estas estaciones remotas con los gabinetes respectivos, se ubican en cada piso de la planta, todas estas estaciones están unidas al anillo de fibra óptica a través del OLM (Optical Link Module) G12 (Profibus DP). Cada rack distribuido cuenta con los módulos de interfase IM153-2, esto garantiza la posibilidad de modificaciones, sin parar el PLC, de la configuración del hardware; también cuentan con bus activo que facilita el cambio en caliente de los módulos I/Os (Fig. 2.7).

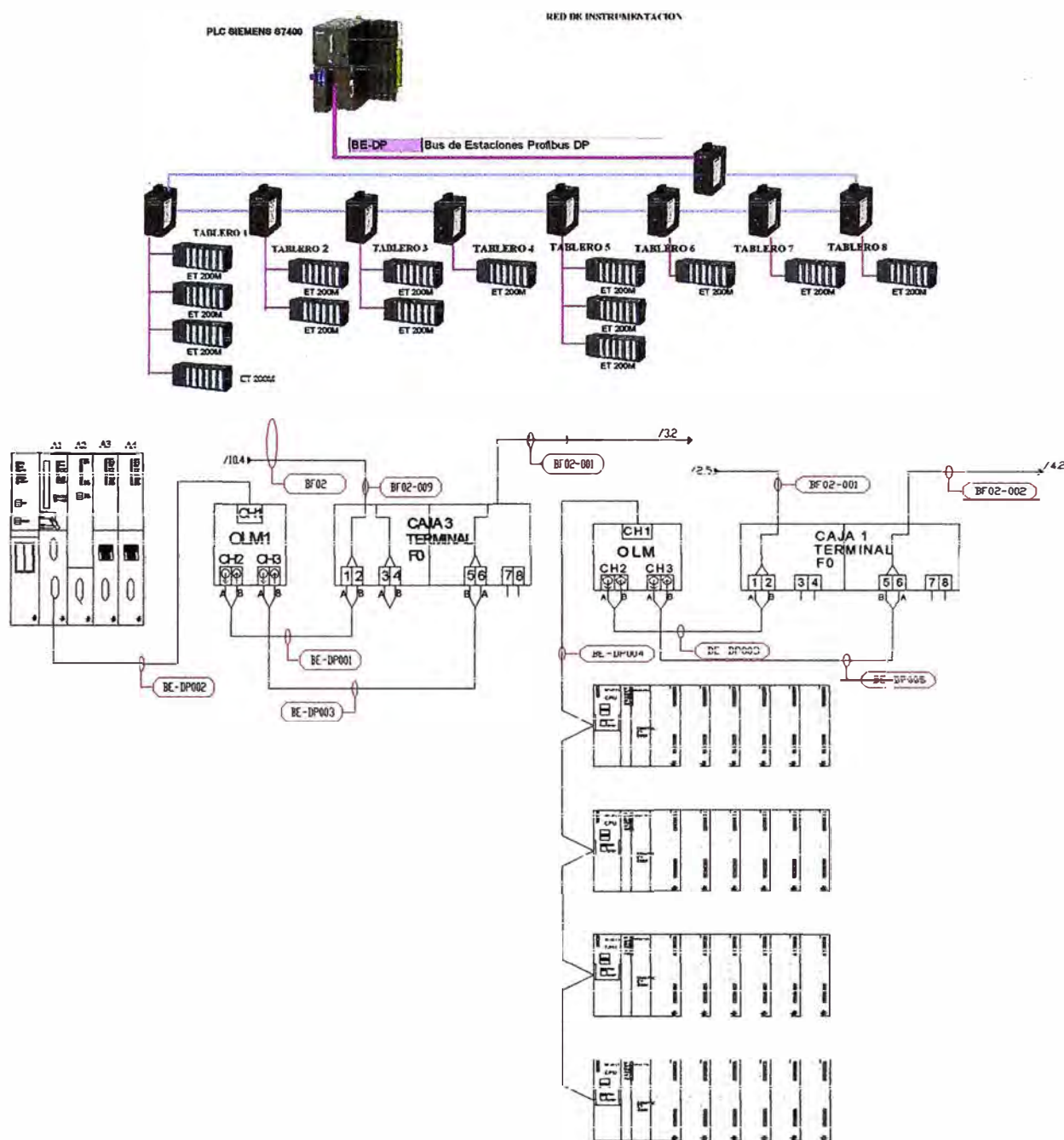


Fig.2.7 Red de Estaciones Remotas.

2.2.3 Red de Instrumentación

Equipos de campo inteligentes, los cuales pueden ser controlados y configurados desde la estación de ingeniería. En nuestro caso en la red de instrumentación tenemos las cinco compuertas limitorques, los dos analizadores de gases, un variador de velocidad y las dos balanzas de dosificación (Fig. 2.8).

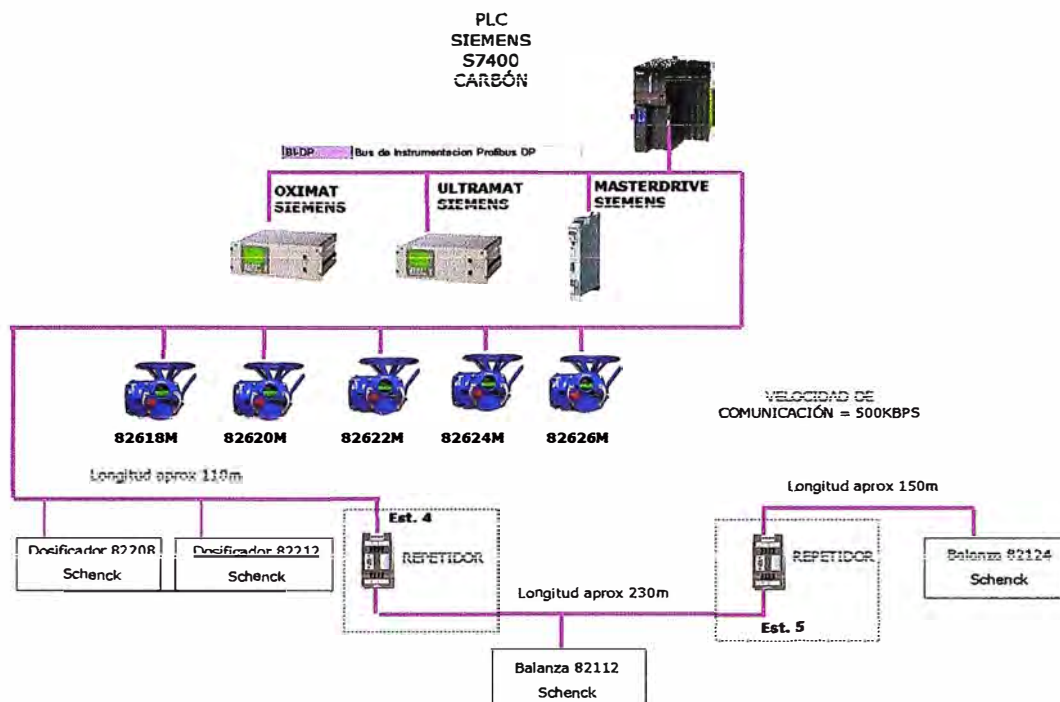


Fig.2.8 Red de Instrumentación

2.2.4 Configuración de la Red

Direccionamiento de equipos de control del sistema, En la siguiente tabla 2.1, se puede apreciar la descripción y la configuración de los componentes de la red de proceso de la planta.

Tabla 2.1: Configuración de la Red de Comunicaciones

Modulos Comunicación	Descripcion	REDES			
		MPI	PROFIBUS	ETHERNET	
				MAC	TCP/IP
PLC01-1		2			
PLC01-2			2		
PLC01-3			3		
PLC01-4				08-00-06-92-7F-AF	140.80.0.1
PLC01-5				08-00-06-92-7F-AB	140.80.0.2
ENG01	Intel Pro/1000			00-30-05-7B-96-99	140.80.0.3
SERVER01-01	IE CP1612			08-00-06-6F-CE-B0	140.80.0.4
SERVER01-02	Intel Pro/1000			00-11-2F-6D-33-B3	
SERVER02-01	IE CP1612			08-00-06-6F-CE-B8	140.80.0.5
SERVER02-02	Intel Pro/1000			00-11-2F-6D-33-14	
ET1-1			4		

ET1-2			5		
ET1-3			6		
ET1-4			7		
ET2-1			8		
ET2-2			9		
ET3-1			10		
ET3-2			11		
ET4			12		
ET5-1			13		
ET5-2			14		
ET5-3			15		
ET6			16		
ET7			17		
ET8			18		
SWITCH 1	OSM TP62			08-00-06-93-14-1C	140.80.0.129
SWITCH 1	OSM TP22			08-00-06-93-14-B4	140.80.0.130

2.3 Componentes y Dispositivos para Conectividad de una Red

Se incluyen los cables, los adaptadores de red y los dispositivos inalámbricos que conectan los equipos al resto de la red. Estos componentes permiten enviar datos a cada equipo de la red, permitiendo que los equipos se comuniquen entre sí. Los componentes de conectividad más comunes de una red son: Adaptadores de red, Cables de red y Dispositivos de comunicación inalámbricos.

- **Adaptadores de Red**, Cada adaptador tiene una dirección exclusiva, denominada dirección de control de acceso al medio (media access control, MAC), incorporada en chips de la tarjeta. Los adaptadores de red convierten los datos en señales eléctricas que pueden transmitirse a través de un cable. Convierten las señales eléctricas en paquetes de datos que el sistema operativo del equipo puede entender. Los adaptadores de red constituyen la interfaz física entre el equipo y el cable de red. Son también denominados tarjetas de red o NIC (Network Interface Card), se instalan en una ranura de expansión de cada estación de trabajo y servidor de la red. Una vez instalado el adaptador de red, el cable de red se conecta al puerto del adaptador para conectar físicamente el equipo a la red.

- **Cables de Red**, Al conectar equipos para formar una red se utilizan cables que actúan como medio de transmisión de la red para transportar las señales entre los equipos. Un cable que conecta dos equipos o componentes de red se denomina segmento. Los cables se diferencian por sus capacidades y están clasificados en función de su

capacidad para transmitir datos a diferentes velocidades, con diferentes índices de error. Las tres clasificaciones principales de cables que conectan la mayoría de redes son: de par trenzado, coaxial y fibra óptica.

El cable de par trenzado (10baseT) está formado por dos hebras aisladas de hilo de cobre trenzado entre sí. Existen dos tipos de cables de par trenzado: par trenzado sin apantallar (unshielded twisted pair, UTP) y par trenzado apantallado (shielded twisted pair, STP). Éstos son los cables que más se utilizan en redes y pueden transportar señales en distancias de 100 metros. El cableado de par trenzado utiliza conectores Registered Jack 45 (RJ-45) para conectarse a un equipo. Son similares a los conectores Registered Jack 11 (RJ-11).

El Cable Coaxial está formado por un núcleo de hilo de cobre rodeado de un aislamiento, una capa de metal trenzado, y una cubierta exterior. El núcleo de un cable coaxial transporta las señales eléctricas que forman los datos. Este hilo del núcleo puede ser sólido o hebrado. Existen dos tipos de cable coaxial: cable coaxial ThinNet (10Base2) y ThickNet (10Base5). El cableado coaxial es una buena elección cuando se transmiten datos a través de largas distancias. Ambos cables, ThinNet y ThickNet, utilizan un componente de conexión (conector BNC) para realizar las conexiones entre el cable y los equipos.

El cable de fibra óptica utiliza fibras ópticas para transportar señales de datos digitales en forma de pulsos modulados de luz. Como el cable de fibra óptica no transporta impulsos eléctricos, la señal no puede ser intervenida y sus datos no pueden ser robados. El cable de fibra óptica es adecuado para transmisiones de datos de gran velocidad y capacidad ya que la señal se transmite muy rápidamente y con muy poca interferencia.

- Dispositivos de Comunicación Inalámbricos

Se utilizan para la conexión a redes en distancias que hacen que el uso de adaptadores de red y opciones de cableado estándares sea técnica o económicamente imposible. Las redes inalámbricas están formadas por componentes inalámbricos que se comunican con LANs. Excepto por el hecho de que no es un cable quién conecta los equipos, una red inalámbrica típica funciona casi igual que una red con cables: se instala en cada equipo un adaptador de red inalámbrico con un transceptor (dispositivo que transmite y recibe señales analógicas y digitales). Los usuarios se comunican con la red igual que si estuvieran utilizando un equipo con cables. Existen dos técnicas habituales para la transmisión inalámbrica en una LAN: transmisión por infrarrojos y transmisión de radio en banda estrecha.

La Transmisión por Infrarrojos utiliza un haz de luz infrarroja que transporta los datos entre dispositivos. Debe existir visibilidad directa entre los dispositivos que transmiten y

los que reciben; si hay algo que bloquee la señal infrarroja, puede impedir la comunicación. Estos sistemas deben generar señales muy potentes, ya que las señales de transmisión débiles son susceptibles de recibir interferencias de fuentes de luz.

En la Transmisión vía Radio en Banda Estrecha el usuario sintoniza el transmisor y el receptor a una determinada frecuencia. La radio en banda estrecha no requiere visibilidad directa porque utiliza ondas de radio. Sin embargo la transmisión vía radio en banda estrecha está sujeta a interferencias de paredes de acero e influencias de carga. La radio en banda estrecha utiliza un servicio de suscripción. Los usuarios pagan una cuota por la transmisión de radio.

2.3.1 Componentes de Conexión a una Red Industrial Ethernet

a) Componentes Pasivos para Industrial Ethernet

El cableado estructurado según ISO IEC 11.801/EN 50.173 describe un tipo de cableado, que es independiente de la aplicación, pensado para complejos de edificios y aplicaciones de tecnologías de la información. Con el sistema de cableado rápido FastConnect (FC) para Industrial Ethernet de Simatic net, el cableado estructurado del ámbito de oficina adquiere aptitud industrial. Los cables FastConnect se pueden conectorizar in situ de forma especialmente rápida y sencilla. Esto permite utilizar la técnica de cableado RJ45 como estándar actual para modelos aptos para la industria.

- **Par trenzado TP Cord Latiguillos**, confeccionados con conectores sub D RJ45 de 15 ó 9 polos para conectar estaciones a los componentes de red dentro de un armario eléctrico, cables de una longitud de hasta 10 m
- **Industrial Ethernet FC RJ45 Modular Outlet**, Los cables de 8 hilos IE FC TP Cable 4 x 2 pueden montarse también a pie de máquina con seguridad y rapidez. El sistema de cableado de 8 hilos de Simatic net permite alcanzar unas velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mbits/s. De esta forma pueden realizarse dos conexiones Industrial Ethernet para Fast Ethernet o una conexión Gigabit Ethernet.
- **Industrial Ethernet Fast Connect TP Cable 4x2 (8 hilos)**, Con estructura simétrica; fácil de cortar a medida gracias a marcas metro a metro impresas sobre la cubierta del cable.

b) Componentes Activos para Industrial Ethernet

1- Industrial Ethernet Optical Switch Module (OSM)

El módulo denominado Optical Switch Module (OSM) permite crear redes industrial ethernet conmutadas a 100 Mbits/s en el nivel de control, donde se imponen altas exigencias de disponibilidad de la red y de posibilidades de diagnóstico. Mediante la formación de segmentos (división de una red en redes parciales/segmentos) y la

conexión de dichos segmentos a un OSM se puede alcanzar, en redes existentes, el desacoplamiento de la carga y, en consecuencia, un aumento del rendimiento de la red. El gestor de redundancia integrado en OSM permite construir redes en anillo industrial ethernet redundantes en tecnología de conmutación con redundancia de medios rápida (tiempo de reconfiguración máximo 0,3 sgs). Configuración y ampliación de redes extremadamente sencilla sin complejas reglas de configuración ni parametrización. La velocidad de transmisión de datos en el anillo es de 100 Mbits/s; por cada anillo se pueden utilizar hasta 50 Industrial Ethernet OSM (anillo óptico). Adicionalmente a los 2 puertos de anillo, el OSM dispone de otros puertos (a elección con interfaz RJ45, ITP o BFOC) que permiten la conexión de equipos terminales y de segmentos de red.

- **Industrial Ethernet OSM TP62**, con 2 puertos tipo FO de 100 Mbit/s, 6 puertos tipo ITP de 10/100 Mbit/s y 8 entradas digitales; alimentación redundante de 24 Vdc y contacto de señalización; con sistema de gestión de red.

- **Industrial Ethernet OSM TP22**, con 2 puertos tipo FO de 100 Mbit/s, 2 puertos tipo RJ45 de 10/100 Mbit/s y 4 entradas digitales; alimentación redundante de 24 Vdc y contacto de señalización; con sistema de gestión de red.

2- Industrial Ethernet Electrical Lean Switches (ELS)

Los switches ELS (Electrical Lean) con cuatro u ocho puertos (10/100 Mbits/s) permiten configurar estructuras en bus Industrial Ethernet por red eléctrica en el nivel de campo, pero también pueden utilizarse para topologías en estrella más pequeñas. Han sido concebidos para su aplicación dentro de un armario eléctrico.

Los ELS TP40 / ELS TP40M están optimizados para construir redes Industrial Ethernet a 10/100 Mbit/s y topología lineal, pero también se pueden utilizar como centros de estrella individuales. La conexión entre los ELS TP40 se realiza a través de los IE FC 2 x 2, mediante contactos de desplazamiento de aislamiento. La conexión de 1 ó 2 estaciones o de una estación y una programadora se realiza a través de dos conectores RJ45. ELS TP40M con servidor de web integrado adicional, acceso a SNMP y función de correo electrónico para el diagnóstico remoto y la señalización a través de la red.

El ELS TP80 permite construir redes con topología en estrella y hasta 8 estaciones a través de conectores RJ45 o la ampliación del número de puertos en aplicaciones OSM/ESM.

3- Industrial Ethernet Optical Media Converter (OMC)

Los convertidores de medio óptico industrial ethernet OMC TP11 y OMC TP11-LD permiten el uso selectivo de cables de fibra óptica en redes Industrial Ethernet. Las interfaces de par trenzado de 100 Mbits/s full duplex de los equipos terminales o los componentes de red se convierten en interfaces de cables de fibra óptica con el OMC.

- **Industrial Ethernet OMC TP11**, El OMC TP11 y el OMC TP11-LD (Optical Media Converter) industrial ethernet permiten el uso selectivo de CFOs en redes industrial ethernet. Las interfaces para par trenzado full duplex de 100 Mbit/s de terminales o de componentes de la red se convierten en interfaces para CFO mediante OMCs. Los OMCs transmiten al otro puerto los estados de error que detectan en un puerto. Por este motivo pueden integrarse en anillos redundantes o en líneas de interconexión redundantes entre anillos (conexión de OMC a los puertos de acoplamiento o de anillo de OSM TP/ESM). La funcionalidad de los convertidores de medios puede supervisarse mediante un contacto de señalización.

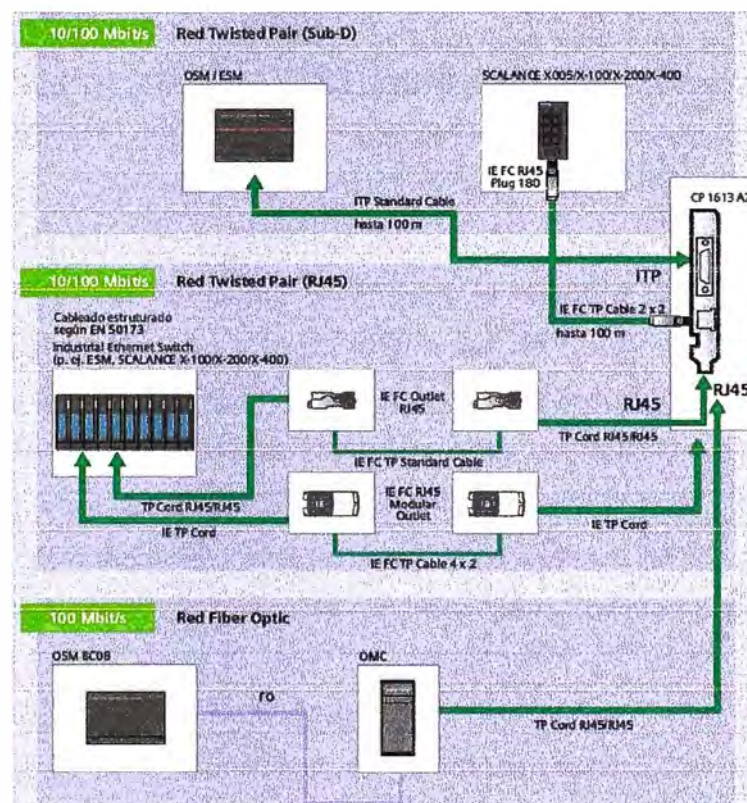


Fig.2.9 Opciones de conexión en una Red Industrial Ethernet

2.3.2 Componentes de Conexión a una Red Profibus

a) Componentes Pasivos para Profibus e Industrial Ethernet

El cable de fibra óptica sirve para la transmisión de señales con ayuda de ondas electromagnéticas en la región de las frecuencias visibles. El haz luminoso es conducido por reflexión total en la transición del núcleo a la funda de la fibra, que tiene un índice de refracción menor que el núcleo. El cable de fibra óptica lleva un revestimiento protector (recubrimiento). Para el cable de fibra óptica FO también se suele emplear el término fibra. La red óptica Profibus se construye empleando cables de fibra óptica. Para construir redes ópticas se utilizan cables de fibra óptica de vidrio (FO de vidrio) para cubrir grandes

distancias, mientras que para las distancias cortas se emplean cables de fibra óptica de plástico compuestos por materiales conductores de luz, como la fibra óptica de plástico (Polymer Optic Fiber, POF) o bien las fibras de vidrio con recubrimiento plástico (Polymer Cladded Fiber, PCF).

- **Fiber Optic Cable, cable estándar, 62,5/125, divisible, 6XV1 820-5AH10.** Para longitudes preferenciales y conectorizado con 4 conectores BFOC, 6XV1 820-5BH10.

- **Profibus FC Standard Cable 6XV1 830-0EH10,** Tipo estándar con estructura especial para montaje rápido, 2 hilos, apantallado.

b) Componentes Activos para Profibus

1- Profibus Optical Link Modules (OLM)

Los módulos Optical Link Modules (OLM) permiten construir fácilmente redes ópticas y mixtas (eléctricas/ópticas) en topologías lineales, de anillo o de estrella. La máxima distancia entre dos OLMs del tipo G12-1300 con cables FO de vidrio con fibras monomodo es de 15 km. El Profibus OLM/G12 de uso estándar está provisto de un interface RS 485 y dos interfaces de FO de vidrio (4 hembras BFOC). La longitud de los cables FO entre dos OLMs de este tipo puede ser de hasta 3.000 m usando el cable estándar fiber optic cable. Los OLMs tienen una caja de metal compacta, apropiada para el montaje en perfiles DIN simétricos. Detectan todas las velocidades de transmisión de Profibus. Los fallos se localizan rápidamente del siguiente modo: Indicación del estado del módulo vía contacto de señalización flotante y verificación de la calidad del tramo FO (atenuación de tramo) mediante salida de medición de receptores ópticos para realizar el informe y el control de plausibilidad

- **Profibus OLM/G12 (6GK1 502-3CB10),** con 1 RS 485 y 2 puertos FO de vidrio (4 conectores hembra BFOC) para distancias estándar hasta 3.000 m, con contacto de señalización y salida de medición.

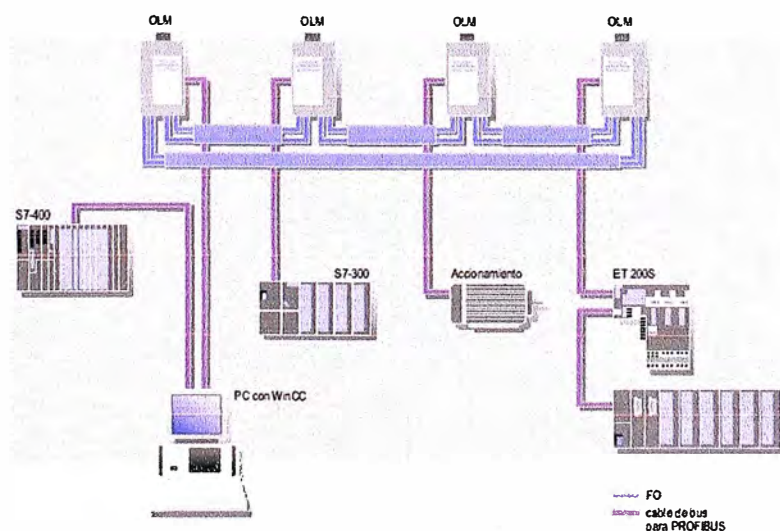


Fig.2.10 Opciones de conexión en una Red Profibus

2.3.3 Dispositivos de Conexión a Simatic S7

a) Procesadores de comunicación a Simatic S7-400

Para la conexión a Simatic S7 existen varios procesadores de comunicación. Los procesadores estándar para Simatic S7-400 es el CP 443-1. Todos los procesadores de comunicación están concebidos para uso en entorno industrial con amplios rangos de temperatura. Mediante la interfaz RJ45 se integran los CP en el sistema de cableado apto para la industria de Simatic net. Con velocidades de transmisión entre 10 Mbits/s y 100 Mbits/s es posible transmitir con rapidez incluso grandes cantidades de datos.

Los CP disponen en forma estándar de comunicación S7.

b) Procesadores de comunicación para PG/PC

- **Procesador de Comunicaciones CP 1612**, Es una tarjeta PCI (32 bits; Universal Key 3,3 V/5 V) para la conexión de PG/PC a Industrial Ethernet a través de interfaces RJ45 (de par trenzado). El CP 1612 admite los siguientes servicios de comunicación: Protocolos de transporte ISO y TCP/IP, Comunicación PG/OP, Comunicación S7, Comunicación compatible con S5 (Send/recieve) y Comunicación Profinet.

CAPÍTULO III

TECNOLOGIAS PARA EL CONTROL AUTOMATICO EN UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

La medición y el control en la industria son muy importantes, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado entre costes y producto final (relación calidad/precio). El control automático de procesos industriales es hoy en día una actividad multidisciplinar, en la que hay que tener en cuenta aspectos técnicos (electrónica, informática, etc.), científicos (investigación de nuevos criterios y materiales, etc.) y económicos (mejora de los márgenes comerciales sin perder calidad y competitividad). Los sistemas de control sofisticados del tipo de los instalados mediante complejos elementos de instrumentación son el resultado de más de cien años de trabajo de fabricantes y usuarios, quienes no han de dejado de buscar las mejores soluciones al control industrial automatizado. Estos esfuerzos aportaron algunos tipos de control, de acuerdo a la tecnología disponible en cada época. Las soluciones que se mostraron efectivas, han sobrevivido y, por tanto, evolucionado, proporcionando de este modo a los usuarios de hoy un abanico de posibilidades donde elegir las necesidades que se plantean al control automatizado de procesos y todo lo que significa su implantación.

3.1. Computadoras Industriales y Autómatas Programables

El sistema para el control y supervisión de una planta de almacenamiento y molienda de carbón, esta compuesta por una estación de ingeniería (ES) y dos estaciones de operador (OS) basadas en WinCC y conectada a una red Profibus desde la cual monitorea al PLC S7-400. El PLC maestro controla 15 estaciones ET-200M así como un variador de velocidad, cuatro balanzas (dos son dosificadores), cinco compuertas limitorques, dos analizadores de gases (O₂ y CO). Asimismo el sistema controla el funcionamiento de los motores, válvulas, compuertas, secuencias de arranque, señalización y registro de fallas, alarmas y eventos.

3.1.1 Computadoras Industriales

Generalmente forman parte de los niveles superiores del SCADA, donde se encargan de la supervisión del proceso, de los cambios en la estrategia de control que le transmiten a los niveles inferiores (donde pueden estar los autómatas, los reguladores u otras computadoras) y de mostrar la información de una forma más amigable y útil según la posición que ocupen en la estructura de la fábrica.

a) Estación de Ingeniería (ES) y Operador (OS)

Para las estaciones de ingeniería y de operador se cuenta con modernos y potentes equipos base que también se puede utilizar para conectar Simatic PCS 7 al entorno de la tecnología de la información. Los equipos base, que pueden ampliarse para sistemas específicos, ya están optimizados para usarlos como Single Station, Client o Server, y equipados con la correspondiente versión del sistema operativo windows 2000. La estación de ingeniería realiza la función de desarrollo y mantenimiento de sistema de control de la planta de carbón en tanto que las estaciones de operador, realizan la función de control y supervisión de las zonas de proceso; redundante y sincronizada entre servidores.

- Características de la Computadoras Industriales

Los equipos base ES/OS se basan en un Simatic rack PC con bastidor de 19". Esta PC industrial (Fig. 3.1) cumple los requisitos específicos de la ingeniería de procesos y dispone de una potente e innovadora arquitectura Intel PC. La caja completamente metálica es robusta en el aspecto mecánico y electromagnético. Está protegida especialmente contra el polvo mediante filtros y ventilación con sobrepresión. Utiliza componentes de alta calidad con elevados valores MTBF y funciones de supervisión para la temperatura de la caja, ventiladores y desarrollo del programa (watchdog), logrando un servicio permanente de 24 horas al día a temperaturas ambientales entre 5 y 40°C.

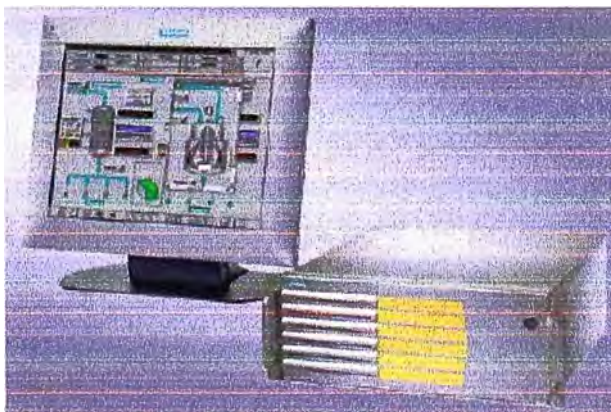


Fig.3.1 Computadora Industrial

- Especificación de las Computadoras Industriales

PC Siemens-Fujitsu Scenic, Pentium IV, 2.4Ghz, 1Gb ram, 80GB disco duro, fast ethernet RJ45 on board (10/100/1000Mhz), Procesador de comunicaciones CP1612 Ethernet RJ45, win 2000 Professional, mouse, teclado y monitor LCD 19" Scenic view P19-1A.

3.1.2 Autómatas Programables o PLC (Programmer Logic Controller)

Son los elementos de control por excelencia en el campo de la automatización, responsables de la lectura de sensores y activación de salidas, así como de ser los elementos principales de intercambio de información entre diferentes módulos de control. Su capacidad para trabajar en ambientes adversos, su concepción modular y sus crecientes prestaciones, los han hecho preferidos entre los productores de SCADA. Podemos encontrarlos desde los niveles más bajos de regulación, hasta los niveles superiores. Pero consideramos que, en la mayoría de los casos, donde mejor se desempeñan es en un nivel intermedio, entre los reguladores convencionales y un nivel superior presidido por una computadora industrial. Cuentan con amplias capacidades de comunicación, tanto con dispositivos de campo como sensores y actuadores, así como con redes industriales de diversos tipos. En este sentido permiten la transmisión de mediciones y valores de referencia o mando, parámetros de configuración y ajuste, verificación y detección de fallos, señalización de alarmas, etc. Cuentan con dispositivos de respaldo de energía, con gran cantidad de temporizadores y contadores, con diversas entradas y salidas de naturaleza analógica y digital. Su programación se realiza con una computadora personal. En la mayoría de los casos utilizan lenguajes de alto nivel, formados por símbolos conocidos y utilizados ampliamente por el personal de la industria.

a) Autómata Programable S7-400

Las nuevas CPU S7-400 son entre 30 y 60 más rápidas y ofrecen un mayor rendimiento en materia de comunicación y unas capacidades funcionales más amplias que las CPU precedentes. La aceleración de la ejecución de instrucciones en operaciones al bit y a la palabra o en aritmética de coma flotante acorta el tiempo de ciclo entre un 30 y 60% comparado con las cifras anteriores. Una novedosa arquitectura de hardware contribuye además a mejorar el rendimiento de los servicios de comunicación, sobre todo en los modelos de CPU con interfaz Profinet incorporada. Al haberse incrementado sustancialmente el número de bloques de datos (DB), bloques de función (FB) y de funciones (FC), resulta ahora posible ejecutar aplicaciones aún más amplias y complejas. Para las nuevas CPU se ha confeccionado un catálogo de bloques unificado que permite al usuario portar más fácilmente sus programas en el ámbito de los controladores S7-400. Las demás aplicaciones de la funcionalidad conciernen al manejo del firmware, el control

de recursos y el reset. Las nuevas actualizaciones del firmware se pueden cargar ahora cómodamente y sin pérdida de tiempo en la CPU desde un punto centralizado a través de sistemas en bus, MPI (interfaz multipunto) Profibus o Profinet. De producirse alguna vez carencias de recursos en la CPU a pesar de las ampliaciones funcionales, el programador tiene ahora a su alcance el nuevo bloque SFC (System Function Call) en su programa de usuario para responder dinámicamente a esa eventualidad. La función "Reset-to-Factory-Settings" permite restablecer en cualquier momento los parámetros ajustados en fábrica para la CPU. El S7-400 es un autómata programable que mediante una selección adecuada de componentes del S7-400 es posible resolver prácticamente cualquier tarea de automatización.

- Características del PLC S7-400

El bastidor (UR) establece la conexión mecánica y eléctrica entre los módulos del S7-400, La fuente de alimentación (PS) convierte la tensión de red (230Vac o 24Vdc) en tensiones de 5 y 24Vdc, necesarias para el funcionamiento del S7-400, La unidad central de procesamiento (CPU) ejecuta el programa de usuario; se comunica vía el interface MPI con otras CPU o con una PG, La memory Card almacenan el programa de usuario y los parámetros, El submódulo de interface IF 964-DP sirve para conectar periferia descentralizada vía Profibus-DP, El módulo de Señales (SM) se encarga de adaptar los diferentes niveles de señal de proceso al nivel interno del S7-400 y constituyen la interface entre el PLC y el proceso, Los módulos interfase (IM) sirven para interconectar los diferentes bastidores de un S7-400, El canal de cables se utiliza para guiar los cables y el aire de refrigeración, El cable de bus Profibus se encarga de interconectar las CPU y las PG, El cable PG permite conectar una CPU a una PG, Los componentes de Profibus que permiten conectar el S7-400 a otros S7-400 o a una PG, El repetidor RS485 amplifica las señales en líneas de bus e interconectar segmentos de bus y la PG con el paquete de software Step 7 para configurar, parametrizar, programar y probar el S7-400.

- Especificación del PLC S7-400

Bastidor UR2, 6ES7400-1JA01-0AA0.

Fuente de alimentación PS 407 10A, 6ES7407-0KA01-0AA0.

Unidad Central de Procesamiento CPU 416-3, 6ES7 416-3XL00-0AB0, V3.1.3

MC SRAM 4MB, 6ES7 952-1AM00-0AA0.

Procesador de Comunicaciones CP 443-1, 6GK7 443-1EX11-0XE0, V2.5.

Procesador de Comunicaciones CP 443-5 Extendido, 6GK7 443-5DX03-0XE0, V5.1.

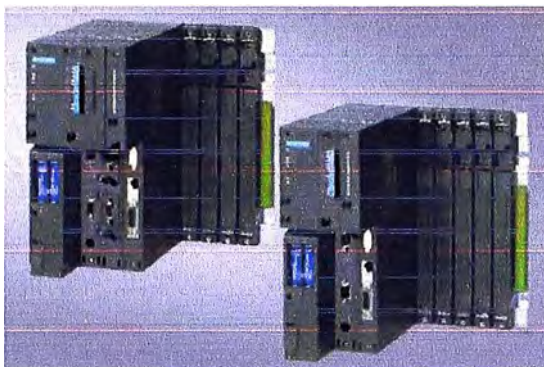


Fig.3.2 Autómata Programable S7-400

3.1.3 Procesador de Comunicaciones

Los procesadores de comunicaciones se han concebido para su uso en el severo entorno industrial y pueden emplearse en un extenso intervalo de temperaturas. Por otro lado, cuentan con certificación naval (ABS), lo que permite su incorporación también a embarcaciones o plataformas petrolíferas de alta mar. Disponen de una técnica de conexionado RJ45, pudiendo de este modo integrarse en el sistema de cableado apto para la industria de Simatic net. La velocidad de transferencia de 10 y 100 Mbit/s permite transmisiones de datos rápidas con grandes volúmenes de datos.

a) Procesador de Comunicaciones CP 1612

El CP 1612 es una tarjeta ISA y sirve para la conexión de PGs/PCs a Industrial Ethernet. El CP permite la conexión vía RJ45. El CP 1612 soporta los siguientes servicios de comunicaciones (conjuntamente con los paquetes de software correspondientes): Protocolos de transporte ISO y TCP/IP, Comunicación con PG/OP, Comunicación S7 y Comunicación compatible S5 (send/receive)

b) Procesador de Comunicaciones CP443-1

Módulo de comunicaciones para conectar Simatic S7-400 a Industrial Ethernet vía TCP/IP, ISO y UDP; para comunicación S7, comunicación compatible con S5 (send/receive) con Fetch/Write con o sin RFC 1006, ampliación de diagnóstico, función multidestinatario, primera puesta en servicio vía LAN 10/100 Mbit/s.

c) Procesador de Comunicaciones CP443-5 Extended

Módulo de comunicación para conectar SIMATIC S7-400 a PROFIBUS DP como maestro DP o para la comunicación S7, para enrutar registros de Simatic PDM.

3.1.4 Periferia Distribuida

Cuando se configura un sistema, las entradas y salidas del proceso normalmente están centralizadas en el sistema de automatización. Cuando la distancia entre las entradas y las salidas y el autómata programable es considerable, el cableado puede ser complicado

y largo, y las perturbaciones electromagnéticas pueden afectar a la fiabilidad. Para este tipo de instalaciones, es recomendable utilizar unidades de periferia descentralizada: La CPU de control se instala de forma centralizada, las unidades de periferia operan “in situ” de forma descentralizada y el Profibus DP con su alta velocidad de transmisión de datos asegura una comunicación rápida y segura entre la CPU de control y los sistemas de periferia.

- **Profibus DP**, Es un sistema de bus abierto conforme a la norma IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 con el protocolo de transmisión “DP”. Materialmente, el Profibus DP es una red eléctrica formada por un par de hilos apantallados (RS485) o bien una red óptica formada por un cable de fibra óptica.

- **Maestro DP y Esclavos DP**, El maestro DP es el elemento de unión entre la CPU de control y los sistemas de periferia descentralizada. El maestro DP intercambia los datos en el Profibus DP con los sistemas de periferia descentralizada y se encarga de monitorizar el sistema de bus Profibus DP. Los sistemas de periferia descentralizada (esclavos DP) preparan los datos de los sensores y actuadores al pie del proceso para que puedan transmitirse a la CPU de control a través del Profibus DP.

a) Periferia Distribuida ET200M

La unidad de periférica descentralizada ET 200M se compone de una o dos fuentes de alimentación (redundantes), uno o dos módulos de interface IM 153 (redundantes) para el acoplamiento vía Profibus DP con velocidades de transmisión de hasta 12 Mbit/s, y hasta 8 módulos de entradas/salidas para conectar los sensores/actuadores. La gama del ET 200M incluye una gran diversidad en módulos periféricos con diseño S7-300, entre otras cosas con funciones de control de procesos especiales: módulos estándar de entradas y salidas digitales y analógicas, módulos de entradas y salidas de configuración redundante (DI 16x24 Vdc, con diagnóstico; DO 32x24 Vdc/0,5 A; AI 8x12 bit), módulos de entradas/salidas con capacidad de diagnóstico superior, módulos de entradas/salidas Ex, módulos de reguladores y contadores, módulos Hart y módulos F para aplicaciones de seguridad.

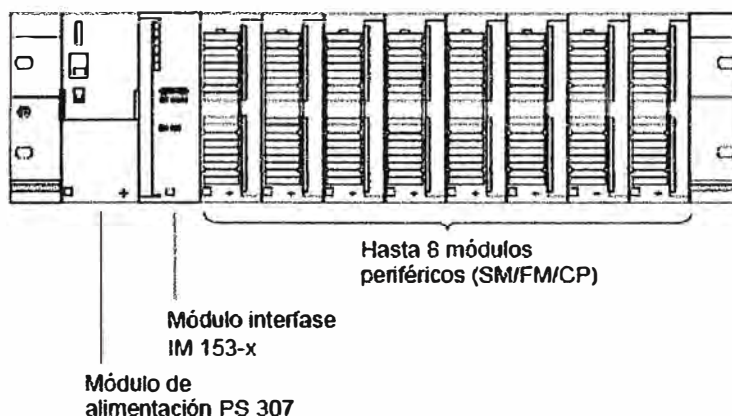


Fig.3.3 Unidad de Periférica Descentralizada ET 200M

- Especificación del ET200M

Fuente de alimentación PS 307, 5 A, 6ES7307-1EA00-0AA0.

Módulo de Interfaz IM153-2, 6ES7153-2BA00-0XB0.

b) Módulo de Interfase IM153-2 High Feature

Módulo de interface esclavo para conectar un ET 200M a Profibus DP, con sello de fecha y hora (precisión 10 ms), soporte de la funcionalidad HART, módulos F, módulos FM, función "Configurar en RUN" e interconexión redundante.

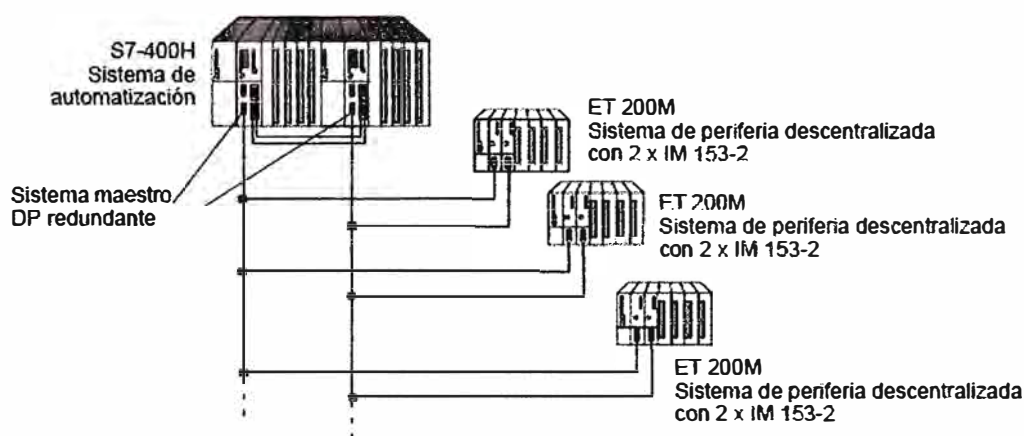


Fig.3.4 Conexión Redundante de ET 200M a Profibus DP

3.1.5 Módulos de Entrada y Salida

a) Módulos Digitales

1- Módulo de Entrada Digital (DI), Transforman al nivel de señal interno del PLC el nivel de las señales digitales que proceden del proceso. Son adecuados para conectar contactos y detectores de proximidad (BERO) a 2 hilos. Se dividen en módulos de señales simples para tensión continua y alterna, y módulos diagnosticables, que en caso de fallo envían el aviso correspondiente al sistema de operador (OS).

2- Módulo de Salida Digital (DO), Convierten el nivel de señal interno del PLC al nivel de señal externo necesario para el proceso. Son adecuados para conectar electroválvulas, contactores, motores pequeños, lámparas y arrancadores de motor. Se dividen en módulos de señales para tensión continua y alterna con diferentes corrientes de salida por canal, ofreciéndose distintos módulos de relés para corrientes de salida y tensiones mayores, y módulos diagnosticables que proporcionan información para clarificar fallos y posibilitan reacciones parametrizables en caso de fallar el PLC.

- Especificación de los Módulos de Entrada y Salida Digitales

Módulo de Entradas Digitales SM 321, DI 16x120/230 Vac, 6ES7321-1FH00-0AA0.

Módulos de Salidas Digitales SM 322, DO 8x24 Vdc/2 A, 6ES7322-1BF01-0AA0.

b) Módulos Analógicos

1- Módulo de Entrada Analógica (AI), Transforman las señales analógicas del proceso en valores digitales para su posterior procesamiento interno en el PLC. Son aptos para conectar sensores con señal de tensión y de corriente, termopares, resistencias y termorresistencias. Se dividen en módulos multifunción para medir corriente, tensión y temperatura, y módulos especiales de alta precisión para medir corriente y tensión o temperatura. Todos los módulos suministran automáticamente información interna del módulo e información específica del canal.

2- Módulo de Salida Analógica (AO), Convierten las señales digitales del PLC en señales analógicas para el proceso. Son aptos para la conexión de actuadores analógicos. Se dividen en módulos con resolución de 12 bit y diferente cantidad de canales, y módulo ultraexacto con resolución de 15 bit. Suministran automáticamente toda la información de diagnóstico interna del módulo y específica del canal.

- Especificación de los Módulos de Entrada y Salida Analógicos

Módulo de Entradas Analógicas SM 331, AI 8x12 Bit, 6ES7331-7KF02-0AB0.

Módulo de Salidas Analógicas SM 332, AO 8x12 Bit, 6ES7332-5HF00-0AB0.

3.2 Instrumentación de Campo, Analítica de Procesos y Equipos Auxiliares

Instrumentación es el grupo de elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste. En otras palabras, la instrumentación es la ventana a la realidad de lo que esta sucediendo en determinado proceso, lo cual servirá para determinar si el mismo va encaminado hacia donde deseamos, y de no ser así, podremos usar la instrumentación para actuar sobre algunos parámetros del sistema y proceder de forma correctiva. La instrumentación es lo que ha permitido el gran avance tecnológico de la ciencia actual en casos tales como: los viajes espaciales, la automatización de los procesos industriales y mucho otros de los aspectos de nuestro mundo moderno; ya que la automatización es solo posible a través de elementos que puedan sensor lo que sucede en el ambiente, para luego tomar una acción de control pre-programada que actué sobre el sistema para obtener el resultado previsto.

3.2.1 Instrumentación de Campo

a) Medición de Nivel

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias

primas o de productos finales. La utilización de instrumentos electrónicos con microprocesador en la medida de otras variables, tales como la presión y la temperatura, permite añadir “inteligencia” en la medida del nivel, y obtener precisiones de lectura altas, del orden del 0,2 %, en el intervalo de materias primas o finales o en transformación en los tanques del proceso. El transmisor de nivel “inteligente” hace posible la interpretación del nivel real (puede eliminar o compensar la influencia de la espuma en flotación del tanque, en la lectura), la eliminación de las falsas alarmas (tanques con olas en la superficie debido al agitador de paletas en movimiento), y la fácil calibración del aparato en cualquier punto de la línea de transmisión. El transmisor o varios transmisores pueden conectarse, a través de una conexión RS-232, a un ordenador personal, que con el software adecuado, es capaz de configurar transmisores inteligentes

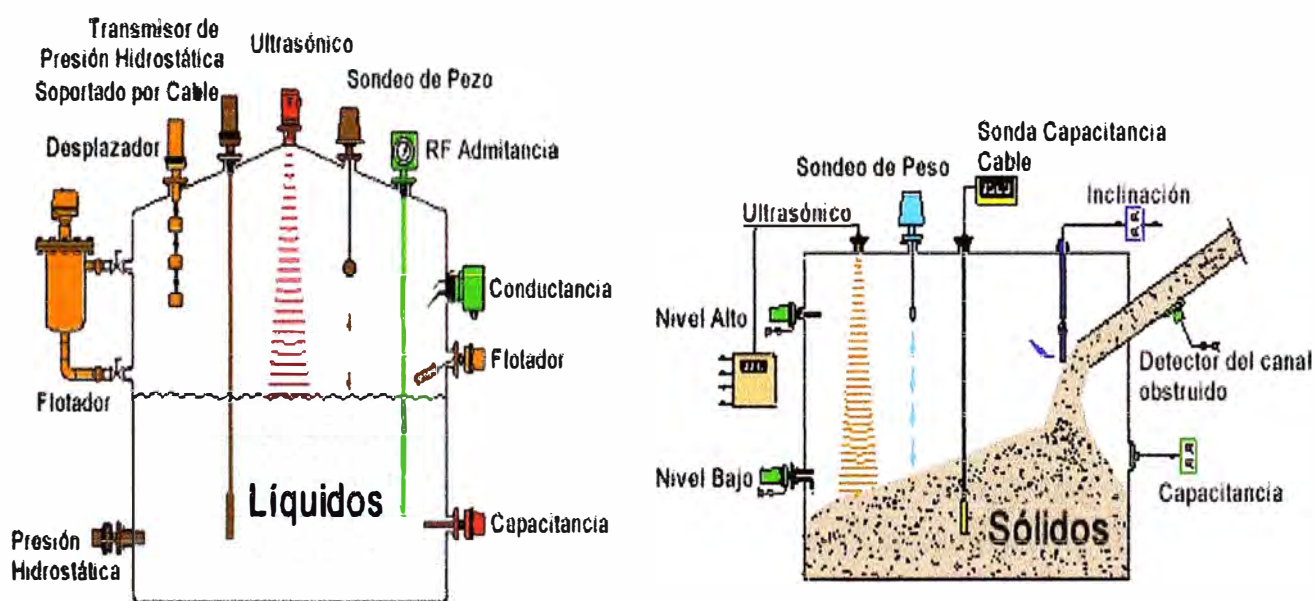


Fig.3.5 Métodos de Medición de Nivel

1- Instrumento para medida de nivel Pointek CLS300 de Siemens

El Pointek CLS 300 es un sensor capacitivo para la detección de líquidos, sólidos, interfaces, lechadas y materiales viscosos. Funciona en aplicaciones de baja/alta presión, temperaturas extremas y productos corrosivos y abrasivos. Mide el nivel por cambio de capacidad usando un método basado en frecuencia inversa, que ofrece mediciones precisas, fiables y reproducibles incluso en presencia de polvo, turbulencias y vapor o en situaciones de acumulación de material. La versión digital es perfecta para aplicaciones que requieren una interrupción muy precisa.

- Principio de Medición

Los instrumentos Siemens Milltronics aplican una tecnología capacitiva exclusiva basada en la frecuencia para proporcionar mediciones de nivel. Las sondas capacitivas controlan

el efecto de la capacidad en base a la variación de frecuencia. Existe una relación inversa entre la capacidad y la frecuencia. Las pequeñas variaciones de nivel provocan variaciones importantes en la frecuencia. De esta manera se consigue una excelente resolución y precisión de la medida.

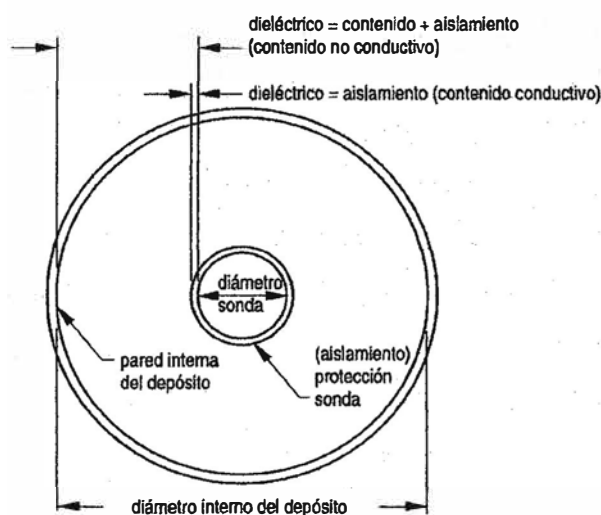


Fig.3.6 Principio de Medición Capacitiva

El funcionamiento de los instrumentos capacitivos de frecuencia variable se basa en dos componentes: el electrodo de referencia de un condensador variable y el electrodo de medición. La tecnología capacitiva requiere un electrodo de referencia (generalmente la pared del depósito) y un electrodo de medición (sonda). El dieléctrico utilizado por estos instrumentos es el contenido del depósito, y la capa de aislamiento si el electrodo de medida está aislado. La superficie de los electrodos, la distancia entre los electrodos y la constante dieléctrica del contenido del depósito influyen sobre la capacitancia. La constante dieléctrica de un material está determinada por su capacidad a almacenar energía. La constante dieléctrica del aire (vacío) es 1, todos los otros materiales tienen constantes dieléctricas más altas.

b) Medición de Presión

El control de la presión en los procesos industriales da condiciones de operación seguras. Cualquier recipiente o tubería posee cierta presión máxima de operación y de seguridad variando este, de acuerdo con el material y la construcción. Las presiones excesivas no solo pueden provocar la destrucción del equipo, si no también puede provocar la destrucción del equipo adyacente y ponen al personal en situaciones peligrosas, particularmente cuando están implícitas, fluidos inflamables o corrosivos. Para tales aplicaciones, las lecturas absolutas de gran precisión con frecuencia son tan importantes

como lo es la seguridad extrema. Por otro lado, la presión puede llegar a tener efectos directos o indirectos en el valor de las variables del proceso (como la composición de una mezcla en el proceso de destilación). En tales casos, su valor absoluto medio o controlado con precisión de gran importancia ya que afectaría la pureza de los productos poniéndolos fuera de especificación.

1- Instrumento para medida de presión Sitrans P DS III de Siemens

Transmisor para la medida de presiones relativas, diferenciales y absolutas. No se inmuta en presencia de cargas químicas y mecánicas extremas así como interferencias electromagnéticas, en el rango de 1mbar a 400bar. Posee funciones de seguridad como supervisión de la instalación y auto-test, diagnóstico de fallos y señalización de la próxima fecha de calibración. Las partes en contacto con el medio pueden ser de acero inoxidable, tantalio, Hastelloy, Monel u oro. La carcasa de la electrónica es de fundición de aluminio con bajo contenido en cobre, acero inoxidable o latón. Los transmisores Sitrans P se ajustan tanto insitu como a distancia vía Profibus PA o usando protocolo Hart, de forma plenamente digital.



Fig.3.7 Transmisor SITRANS P DS III

- Principio de funcionamiento

La tensión de salida del puente generada por el sensor (1) se amplifica por el amplificador (2) y se digitaliza en el convertidor analógico-digital (3). La información digital se procesa en un microcontrolador, se corrigen en cuanto a linealidad y temperatura y se pone a la disposición de Profibus PA a través de un interface PA (7) con aislamiento galvánico. Los datos específicos de la célula de medida, los datos de la electrónica y los de la parametrización se guardan en dos memorias (6) no volátiles. La primera memoria está acoplada a la célula de medida, la segunda a la electrónica. Esta estructura modular permite descambiar la electrónica y la célula de medida por separado. Por medio de las tres teclas integradas (8) existe la posibilidad de parametrizar el transmisor de presión directamente en el punto de medida. Además, las teclas permiten controlar la indicación

de los resultados de medida, de los mensajes de los errores y de los modos de operación, utilizando el indicador digital (9). Los resultados de medida con la información de estado y los datos de diagnóstico se transmiten en forma cíclica por el Profibus PA. La transmisión de los datos de parametrización y de los mensajes de los errores se efectúa en forma acíclica. Para ello se requiere un software especial Simatic PDM.

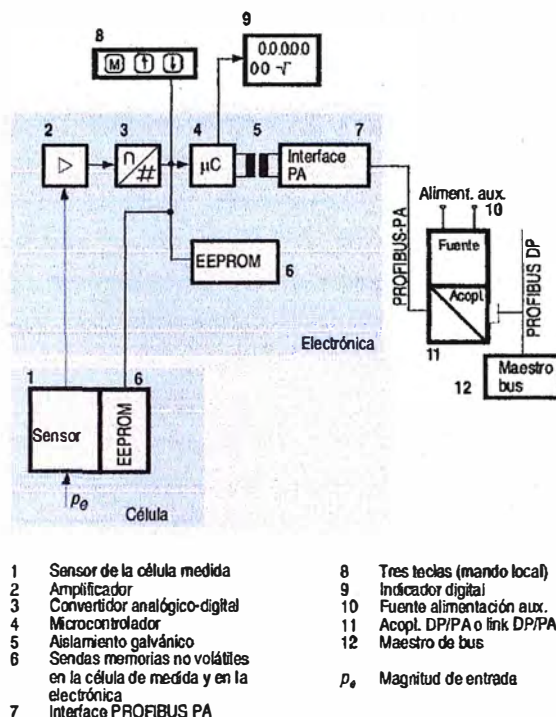


Fig.3.8 Principio de Funcionamiento del Transmisor SITRANS

c) Medición de Temperatura

La temperatura es un factor de medida engañoso debido a su simplicidad. A menudo pensamos en ella como un simple número, pero en realidad es una estructura estadística cuya exactitud y repetitividad pueden verse afectadas por la masa térmica, el tiempo de medida, el ruido eléctrico y los algoritmos de medida. Esta dificultad se puso claramente de manifiesto en el año 1990, cuando el comité encargado de revisar la Escala Práctica Internacional de Temperaturas ajustó la definición de una temperatura de referencia casi una décima de grado centígrado. Dicho de otra forma, la temperatura es difícil de medir con exactitud aún en circunstancias óptimas, y en las condiciones de prueba en entornos reales es aún más difícil. Entendiendo las ventajas y los inconvenientes de los diversos enfoques que existen para medir la temperatura, resultará más fácil evitar los problemas y obtener mejores resultados. Los transductores eléctricos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran: Variación de resistencia en un conductor (sondas de resistencia), Variación de resistencia de un semiconductor (termistores), f.e.m. creada en la unión de dos metales distintos

(termopares), Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación) y Otros fenómenos utilizados en laboratorio (velocidad del sonido en un gas, frecuencia de resonancia de un cristal, etc.).

1- Instrumento para medida de temperatura Sitrans TK-L de Siemens

El convertidor Sitrans TK-L transforma la señal procedente de termorresistencias Pt100 en una señal de corriente continua independiente de la carga y adaptada a la característica del sensor. Su tamaño compacto permite alojarlo en un cabezal de conexión del tipo B (DIN 43729). En el Sitrans TK-L programable, la parametrización se realiza desde un PC.



Fig.3.9 Convertidor SITRANS TK-L

- Principio de funcionamiento

La señal suministrada por el Pt100 (conexión a 2, 3 ó 4 hilos) se amplifica en la etapa de entrada. La tensión proporcional a la magnitud de entrada se digitaliza a continuación en el convertidor analógico-digital (1). El microprocesador (2) se encarga de convertir las señales en función de la característica del sensor y de otros parámetros (amortiguación, resistencia del cable, etc.). En el convertidor digital-analógico (3), la señal preparada se transforma en una corriente continua de 4 a 20 mA independiente de la carga. La fuente de alimentación auxiliar (4) se encuentra en el circuito de salida.

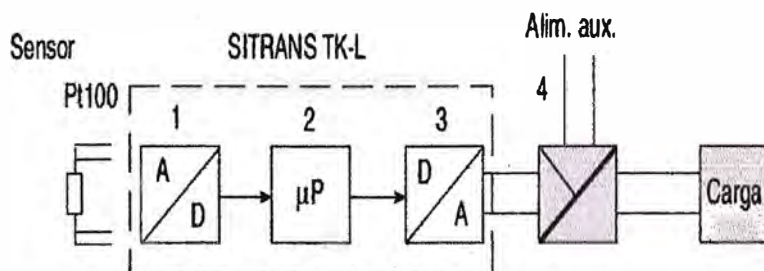


Fig.3.10 Principio de Funcionamiento del Convertidor SITRANS TK-L

- Especificación de la Instrumentación para Medición de Temperatura

Transmisor de temperatura Sitrans TK-L para PT 100, 7NG3120-0JN00.

PT-100 Longitud de montaje 100 mm., 7MC1006-1DA16.

d) Elementos de Control Final

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia. La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo. La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varia continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

1- Actuador Accutronix MX de Limitorque Flow Serve

El actuador MX controla la apertura y el cierre de las válvulas. Es un actuador de válvulas de vueltas múltiples diseñado para la operación de aplicaciones de válvulas de encendido - apagado y de modulación. El panel LCD del actuador MX de 32 caracteres proporciona una forma fácil de leer toda la información sobre el estado, diagnóstico, y configuración del actuador. Una vez que se haya calibrado los límites de la posición del actuador, la unidad estará lista para la operación normal. El mensaje de la pantalla indicará la posición de válvula como un porcentaje de válvula abierta. Válvula cerrada, cuando cierra la válvula usando el actuador, la luz de cerrado (verde) se ilumina justamente cuando el límite de cerrado es alcanzado. El panel debe de leer 0% abierto. Válvula abierta, cuando abre la válvula usando el actuador, la luz de abierta (roja) se ilumina justamente cuando el límite de abierto es alcanzado. El panel debe de leer 100% abierto.

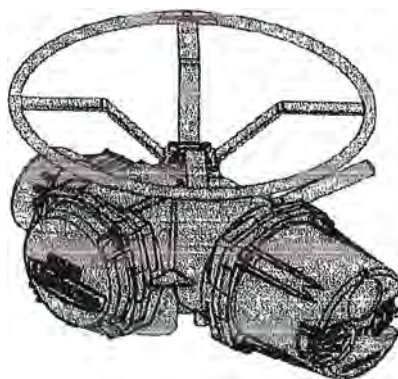


Fig.3.11 Actuador Accutronix MX de Limitorque

3.2.2 Instrumentación Analíticas de Proceso

a) Analizadores de Gases de Siemens

Los analizadores de gas de proceso extractivos se emplean para obtener de forma continua valores de concentración de uno o más gases en una mezcla. La obtención de la concentración de los gases en un proceso sirve para controlar y monitorizar las corrientes del proceso, juega un papel decisivo en la automatización y optimización de procesos y asegura la calidad del producto. Además, los analizadores de gas de proceso también controlan las emisiones. De esta manera, contribuyen enormemente a la protección del medio ambiente y también cumplen las normativas legales. El procedimiento extractivo de medición se caracteriza porque la muestra que se debe analizar se recoge del control de procesos y se dirige al analizador ya acondicionada a través de una tubería de muestra y un dispositivo de preparación de la misma. Durante la preparación de la muestra se ajusta la presión, la temperatura o el caudal y se elimina, si es necesario, el polvo o la humedad del gas de muestra. Así se garantiza que la medición tenga lugar bajo determinadas condiciones y se protege al analizador de influencias dañinas. Todos los equipos pueden integrarse en la automatización totalmente integrada de Simatic a través de puertos RS 485, Profibus DP y Profibus PA integrados, y parametrizarse con Simatic PDM.

1- Ultramat 23 de Siemens:

El analizador de gas Ultramat 23 permite medir simultáneamente hasta 4 componentes gaseosos: un máximo de tres gases que absorben el infrarrojo como CO, CO₂, NO, SO₂, CH₄, además de O₂ con una célula electroquímica de medición de oxígeno. Es idóneo para aplicaciones estándar como la supervisión de humos, la optimización de procesos de combustión, el control del aire ambiental, etc. La posibilidad de calibración con aire ambiental permite prescindir de gases de prueba.

2- Oxymat 61 de Siemens:

El principio de medición del analizador de gas Oxymat 61 se basa en el método paramagnético de presión alterna y sirve para medir el contenido de oxígeno en gases. Si el Oxymat 61 funciona con aire ambiente como gas de comparación, aquél puede llevarse a la sección de análisis mediante una bomba incorporada.



Fig.3.12 Analizador de Gases Ultramat

3.2.3 Equipos Auxiliares

a) Variadores de Velocidad

Los variadores de velocidad, también llamados convertidores de frecuencia, son dispositivos utilizados para regular los procesos industriales. Para los motores de inducción de CA controlados electrónicamente se suele utilizar otro término: el de accionamiento de frecuencia variable, ya que, en este caso, se varía la frecuencia de la tensión aplicada al motor para cambiar su velocidad.

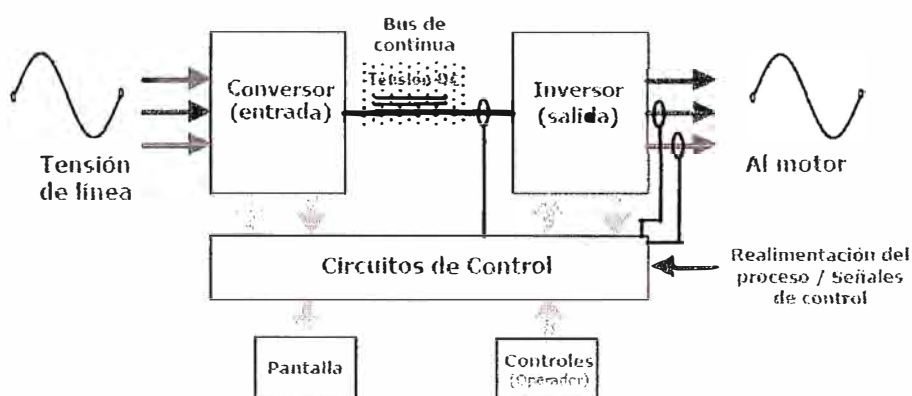


Fig.3.13 Diagrama de bloques de un variador de velocidad

El convertidor de entrada transforma corriente alterna sinusoidal en CC, necesaria para los transistores de potencia, controlados electrónicamente, del inversor de salida. El enlace de continua es la fuente de potencia del inversor de salida. Los variadores de

velocidad de gran potencia tienen un gran banco de condensadores para almacenar carga eléctrica procedente de la entrada sinusoidal

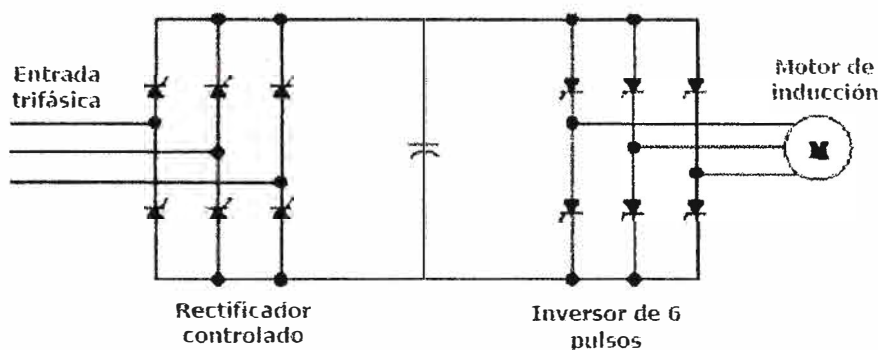


Fig.3.14 Diagrama simplificado de un variador de velocidad

El inversor de salida proporciona una tensión y una frecuencia variables en CA. La tensión y la frecuencia (V/Hz) se varían a la vez para obtener un par constante de velocidad variable, o se varían en distinta proporción para obtener un par variable a distintas velocidades. Los circuitos de control temporizan la conmutación de los circuitos de E/S y transportan comandos desde el panel de control del operador. También monitorizan la aparición de fallos de funcionamiento y la existencia de condiciones de funcionamiento incorrectas. Si es necesario, los circuitos de control paran el variador de velocidad para proteger el motor o el inversor de salida.

1- Convertidor Simovert Masterdrives Serie 6SE7 de Siemens

Los Simovert Masterdrives Vector Control son convertidores de frecuencia con circuito intermedio de tensión impuesta, sistema de control enteramente digitalizado y onduladores IGBT asociados a motores trifásicos. Simovert Masterdrives representa en su totalidad un sistema modular completamente digitalizado para solucionar cometidos dentro del campo de la técnica de accionamientos trifásicos. La existencia de un gran número de componentes, así como la disponibilidad de diferentes funcionalidades de regulación, permiten su adaptación a las más diversas aplicaciones. La funcionalidad de regulación se ajusta a través del software memorizado en los módulos del ondulador y del convertidor.

- **Vector Control (VC)**, Regulación vectorial con captador para altos requerimientos en exactitud de par y dinámica, y regulación vectorial sin captador para aplicaciones sencillas (bombas, ventiladores) y control U/f.

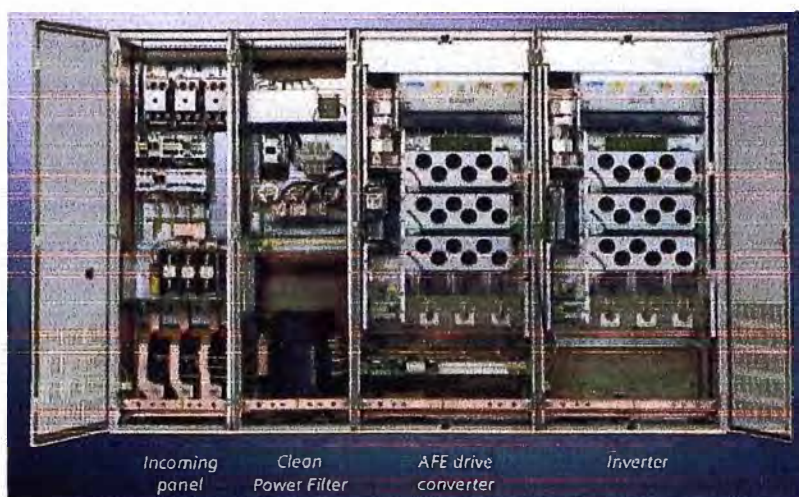


Fig.3.15 Convertidor Simovert Masterdrives Serie 6SE7

- Descripción de la tarjeta de comunicación CBP

La tarjeta de comunicación CBP (Communication Board Profibus) permite la conexión de accionamientos de la serie de equipos Simovert Masterdrives a sistemas de automatización de mayor jerarquía (PLC) a través de Profibus-DP. La conexión al sistema Profibus se realiza a través del conector Sub D de 9 polos (X448) según la normativa Profibus. Todas las conexiones de la interface RS485 están protegidas contra cortocircuitos y tienen separación galvánica. La CBP opera con velocidades de transmisión de 9,6 kBd a 12 MBd y se puede conectar también por medio de conductores de fibra óptica a través de Optical Link Plugs (OLPs).

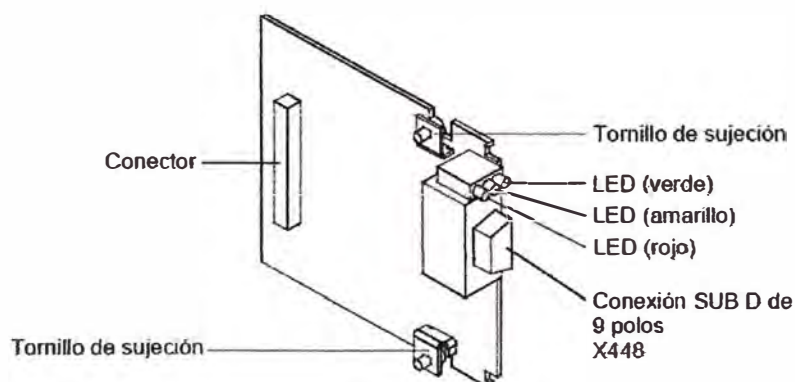


Fig.3.16 Tarjeta de comunicación CBP

b) Balanzas Dosificadoras Disocont de Schenck

El Disocont es un sistema electrónico diseñado de forma modular apropiado para todas las tareas de pesaje y dosificación en los procesos de producción. Puede ser empleado siempre que sea necesario medir y controlar o regular flujos de mercancías a granel. El

sistema realiza todas las siguientes mediciones y tareas de control: Medición de las señales de transductores y sensores, control de los motores de básculas y de los dispositivos auxiliares, comunicación con otras unidades, PCs y sistemas de control de planta mediante diferentes sistemas de bus de campo, operación a través del panel de control, PC/control de planta o por sistema manual, notificación de sucesos, registro de datos y generación de informes. Este sistema para básculas puede utilizarse para: básculas dosificadoras volumétricas, básculas dosificadoras gravimétricas, básculas dosificadoras continuas y básculas dosificadoras discontinuas.

- Principio de Medición

Una báscula de cinta pesa de forma continua la cantidad de material transportada por una cinta de transporte. El material pasa por encima de un puente de pesaje dispuesto debajo de la cinta que se encuentra limitado por dos rodillos de soporte. La cantidad de material que se encuentra sobre el puente de pesaje ejerce una fuerza sobre uno o más rodillos de medición que a su vez transmiten esta fuerza a la célula de pesaje CP. Los rodillos de medición se soportan, mediante un sistema de resortes de lámina en paralelo sobre la estructura de la base. La tensión de salida de la célula de pesaje es proporcional a la carga sobre el puente. Se amplifica a través de un convertidor analógico/digital que da la señal al microprocesador del Disocont. El trayecto de fuerza sobre un puente de pesaje de un rodillo se muestra con el triángulo blanco. Sobre el rodillo de medición solo se ejerce la mitad del peso del material. En la técnica de pesaje se tiene en cuenta el trayecto del peso sobre el puente en el cálculo de la longitud efectiva del puente.

Para el puente de un rodillo es válido: $L_{eff} = L_{tot}/2$

Donde L_{eff} = longitud efectiva del puente (m) y L_{tot} = longitud total del puente (m)

La carga de la cinta Q se calcula de la siguiente forma: $Q = Q_B / L_{eff}$

Donde Q = Carga de la cinta (Kg/m) y Q_B = Carga sobre el puente (Kg).

Otro valor de medición importante es la velocidad de la cinta. Ésta es captada por el sensor de velocidad y se convierte en una frecuencia de impulsos correspondientes. El Disocont calcula la cantidad de transporte de los valores medidos de la carga de la cinta y de la velocidad. Este cálculo se realiza sobre la base de la siguiente fórmula:

$$I = Q \cdot v = Q_B \cdot v / L_{eff}$$

Donde I = Cantidad de transporte (Kg/s), v = Velocidad de la cinta (Kg/m), Q = Carga sobre la cinta (Kg/m), Q_B = Carga sobre el puente de pesaje (Kg) y L_{eff} = Longitud efectiva del puente (m)

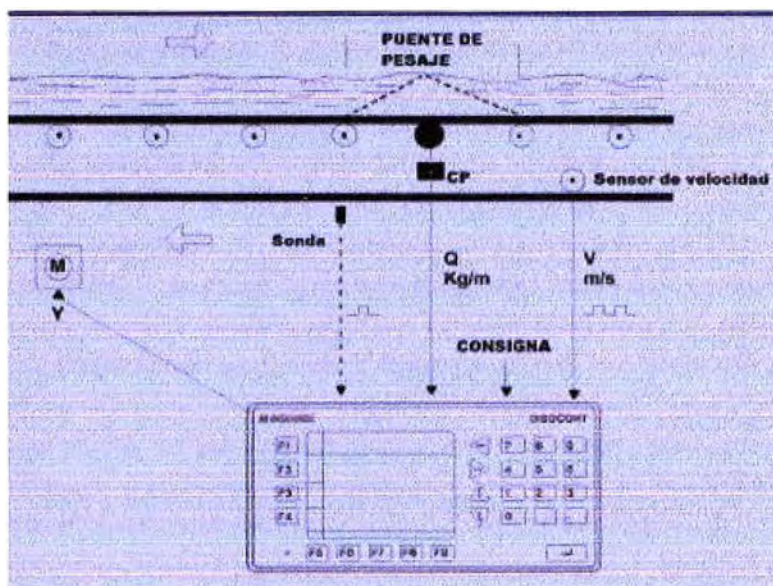


Fig.3.17 Principio de medición de balanza

- Configuración

El sistema Disocont consiste en la unidad del sistema VSE y varias unidades opcionales que se combinan para realizar un sistema de trabajo optimado para su proceso: unidad de entrada/salida (E/S) VEA, unidad de manejo VLB, varios módulos de bus de campo y dos unidades diferentes de control local VLG. La unidad del sistema VSE realiza todas las tareas, incluido la medición y el control dependiendo de su software. Esta unidad se puede equipar con un módulo de comunicación para los buses de campo estándar. Un bus local siempre viene incorporado y se utiliza para la conexión de otros componentes Disocont o estaciones de bus local. La unidad de entrada/salida VEA es una unidad adicional que se conecta con la unidad VSE vía bus local. Esta unidad se requiere cuando se desee una entrada de material regulada en el alimentador o cuando se utiliza la versión con unidad de mando montada en el armario eléctrico.

En principio el Disocont dispone de dos posibilidades distintas de operación: Unidad del sistema VSE con tarjeta de ampliación de bus de campo y operación mediante sistema de control de proceso, y Unidad del sistema VSE con una unidad de mando VLB para introducción de parámetros, control de proceso y visualización. La configuración del sistema normalmente se realiza mediante PC y el programa EasyServe. Para conexión a un PC se utiliza el interfaz RS-232 integrado. Para la operación por control de planta, la unidad VSE se tendrá que equipar con una tarjeta de ampliación de bus de campo. En todas las configuraciones se puede expandir el sistema con una unidad de control local VLG para puentear el Disocont. Con esta unidad es posible la operación manual, para servicio y mantenimiento.

CAPÍTULO IV

ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PCS7 PARA UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

El sistema de control de procesos fue desarrollado basado en la plataforma PCS7, la cual esta basada en el concepto de Automatización Totalmente Integrada; el diseño del control se realizó con una arquitectura distribuida, mediante el uso de estaciones remotas, las cuales fueron ubicadas de forma estratégica por la planta recolectando las señales de las distintas zonas de operación y llevándolas hacia la estación de procesamiento por medio de un bus de comunicación de alta velocidad. Con esto se reduce considerablemente la infraestructura para el tendido de cables de las señales de campo, así como también hace más sencilla las pruebas de operación y disminuye el tiempo de puesta en servicio del sistema. En el sistema se hace uso de dos niveles de comunicación industrial, basados en tecnologías estandarizadas. Para el bus de control se usa Profibus, mientras que para el bus de datos se usa Industrial Ethernet. El sistema cuenta con dos redes de control Profibus, una dedicada exclusivamente a recolectar datos de las estaciones remotas, interconectadas mediante un anillo de fibra óptica, y la otra interconectada a cada uno de los equipos de campo inteligentes (DPV1), los cuales pueden ser controlados y configurados desde la estación de ingeniería. Para el envío de datos hacia el sistema de supervisión se conectaron las estaciones de operación hacia el sistema de control mediante un anillo de datos basado en fibra óptica. Con ello garantizando la disponibilidad de los datos en los servidores. Para el desarrollo, pruebas y mantenimiento el sistema cuenta con una estación de ingeniería, la cual cuenta con herramientas estandarizadas para el desarrollo del programa de control, al mismo tiempo que resulta de fácil manejo para cualquier persona con conocimientos básicos de programación. Así mismo la estación cuenta con herramientas de diagnóstico y configuración permitiendo de esta manera reducir los tiempos de parada a causa de fallos o modificaciones realizadas en el sistema. El entorno de desarrollo cuenta con herramientas de fácil manejo, basadas en entornos gráficos y que proporcionan toda la versatilidad y utilidad con la que cuentan los componentes a ser configurados.

4.1 Descripción del Sistema de Control de Procesos Simatic PCS7

4.1.1 Sistema de Ingeniería Simatic PCS7

El sistema de ingeniería Simatic PCS 7 tiene herramientas ajustadas entre sí para configurar en todo el sistema, la ingeniería del hardware y los dispositivos de campo, las redes de comunicación, el desarrollo de procesos continuos y secuenciales, las estrategias de manejo y visualización. Con la gama de herramientas (Engineering toolset) ajustadas a las necesidades tecnológicas y la utilización de bloques y esquemas preconfigurados, los tecnólogos y técnicos de procesos pueden planificar y configurar en su entorno habitual. Los componentes de automatización tales como motores, válvulas o reguladores PID ya están depositados en una biblioteca de control de procesos como objetos de software estandarizados; sólo se tiene que integrar en las secuencias del proceso e interconectarlas gráficamente. Al interconectar objetos gráficos se crean en el fondo las correspondientes variables OS y, dado el caso, los bloques de la lista de bloques. La homogeneidad de la base de datos del sistema de ingeniería hace que los datos que se hayan introducido una vez estén disponibles en todo el sistema. Todas las modificaciones de un proyecto que sean relevantes para los autómatas programables, los sistemas de operador, se pueden compilar y cargar en una operación. Las modificaciones de la configuración se pueden cargar online en los componentes del sistema correspondiente.

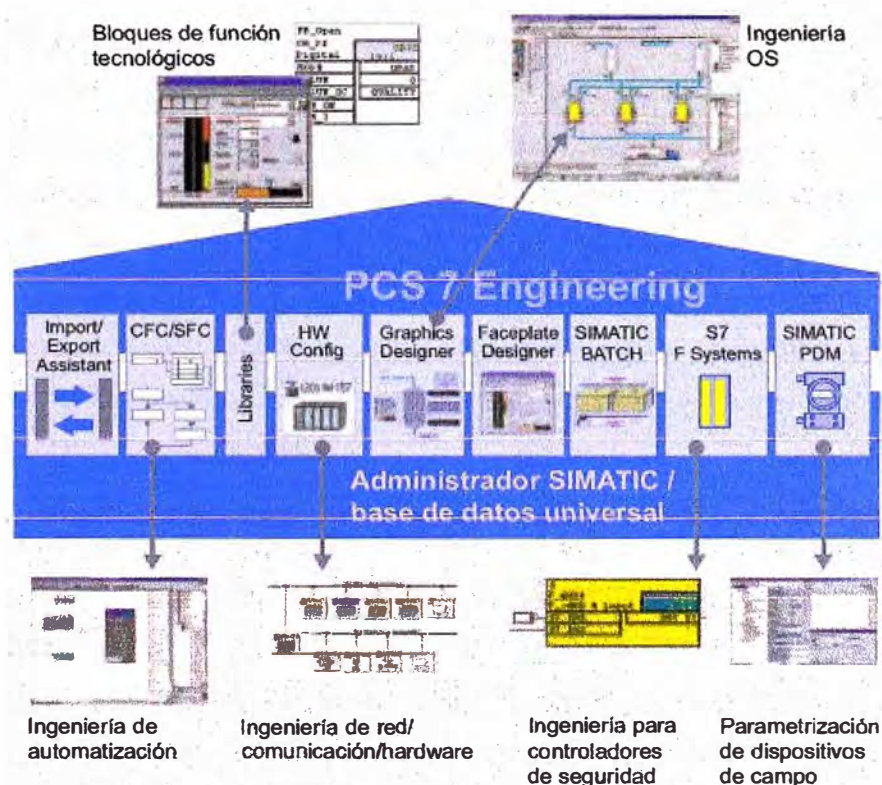


Fig.4.1 Sistema de Ingeniería de PCS7

4.1.2 Principales Herramientas de Ingeniería de Simatic PCS7

La completa funcionalidad para realizar la ingeniería de un proyecto y que, al mismo tiempo, constituye la base para la gestión de activos de instrumentación y control se ofrece en forma de un juego de herramientas de ingeniería efectiva: hardware del sistema de instrumentación y control, incluyendo periferia descentralizada y aparatos de campo, redes de comunicación, funcionalidad de automatización para procesos continuos y secuenciales (AS-Engineering), funciones de manejo y visualización (OS-Engineering), aplicaciones de seguridad (Process Safety), funciones de diagnóstico y de gestión de activos, procesos por lotes automatizados con Simatic Batch, transportes de material dirigidos por Simatic Route Control y herramientas para colaborar con herramientas de ingeniería CAD/CAE de nivel superior (importación y exportación de puntos de medida y de modelos de soluciones).

a) Administrador SIMATIC

Es la plataforma de integración para el juego de herramientas de ingeniería y la base de configuración para toda la ingeniería del sistema de control de procesos Simatic PCS 7. Aquí se administra, archiva y documenta el proyecto Simatic PCS 7. El hardware necesario para un proyecto, como son controladores, componentes de comunicación y periferia del proceso, está guardado en un catálogo electrónico y se configura y parametriza con la herramienta HW Config. Para implementar la lógica de automatización basta con interconectar, usando la herramienta gráfica CFC, bloques de función preprogramados con otros. En una librería de control e instrumentación están disponibles bloques de función estandarizados (por tipos de puntos de medida) para equipos/componentes típicos. Tan sólo se tiene que elegir los bloques predefinidos, colocarlos en su área de trabajo e interconectarlos y parametrizarlos de manera gráfica. El asistente de importación-exportación para el intercambio de datos con sistemas de nivel superior y funciones como "Extended Rename" permiten, especialmente en grandes proyectos, importantes efectos de racionalización por uso repetido de puntos de medida y modelos de soluciones estandarizados.

b) Vista de Objetos del Proceso

Muestra la jerarquía tecnológica de la planta representada en forma de árbol, en combinación con la vista en tablas de todos los aspectos del punto de medida/objeto de proceso (general, parámetros, señales, avisos, objeto gráfico y archivos de valores medidos). En la tabla se muestran todos los objetos de la rama de la jerarquía seleccionada, y allí pueden procesarse con cómodas funciones de edición, filtrado, sustitución, importación y exportación. Un modo de prueba especial ofrece la posibilidad

de probar y poner en funcionamiento online los puntos de medida y los esquemas CFC. De la jerarquía tecnológica se pueden derivar las áreas OS y la jerarquía de imágenes para conducir el proceso. Además, es la base para identificar los objetos de proceso en base a su situación en la planta. Los indicadores agrupados son ubicados en imágenes a través de la jerarquía de sinópticos, pudiendo además interconectarlos automáticamente con otros sinópticos de nivel inferior. La única tarea que le queda pendiente al ingeniero es posicionarlos debidamente. Dado que la cantidad de campos de indicadores agrupados y su semántica son configurables, también se pueden programar configuraciones de alarmas específicas.

c) Librerías de Instrumentación y Control

Los bloques, bloques gráficos e iconos organizados en bibliotecas de instrumentación y control, preconfigurados y probados constituyen los elementos básicos para la configuración gráfica de soluciones de automatización. El uso de estos elementos de la biblioteca contribuye esencialmente a minimizar el trabajo de ingeniería y, por consiguiente, los costes del proyecto. La extensa oferta de bloques abarca desde sencillos bloques driver y lógicos, pasando por bloques tecnológicos con una respuesta de manejo y de aviso integrado como los reguladores PID, motores o válvulas, hasta bloques para la integración de dispositivos de campo Profibus.

d) Continuous Function Chart (CFC)

Es la herramienta para la configuración gráfica y la puesta en marcha de las funciones de automatización continuas. Potentes función de autoenrutado y de configuración de alarmas, permiten colocar, parametrizar e interconectar fácilmente los bloques preconfigurados en los esquemas CFC. Técnicas de configuración especiales, como "esquema en esquema" permite implementar esquemas jerárquicos o el uso repetido, en forma de instancias, de bloques tipo esquema (esquemas compilados en calidad de bloque) o tipos de SFC (controles secuenciales estandarizados) ofrecen un potencial de racionalización aún mayor. Al crear un esquema CFC se genera un grupo de ejecución con el nombre del mismo. A ese grupo se le agregan automáticamente todos los bloques que se incorporen al esquema. De esta forma cada bloque recibe ya desde su inserción propiedades de ejecución que luego se puede optimizar efectuando cambios en el editor de ejecución o usando un algoritmo. El algoritmo determina primero, y por separado para cada grupo de ejecución, la secuencia óptima de bloques y a continuación la secuencia óptima de grupos de ejecución. Aparte de las funciones de edición, la gama de funciones del CFC comprende también funciones de prueba y de puesta en marcha, así como funciones de documentación configurables.

e) Sequential Function Chart (SFC)

Sirve para la configuración gráfica y la puesta en marcha de controles secuenciales para procesos de producción discontinuos. Cada diagrama SFC tiene entradas y salidas para activar las informaciones de estado. De ser necesario se puede posicionar e interconectar un diagrama SFC directamente en CFC. Las conexiones de bloque CFC deseadas se seleccionan mediante sencillas acciones y se enlazan con las etapas o transiciones de las cadenas secuenciales. Dispone de funciones de edición y funciones de prueba y de puesta en marcha. Los controles secuenciales se suelen usar para controlar y procesar de forma selectiva las funciones de automatización básica creadas con CFC a través de cambios de modos operativos y de estado. Según su uso los controles secuenciales se pueden crear en forma de esquema SFC o de tipo de SFC.

- **Esquema SFC**, permite implementar controles secuenciales de un sólo uso que intervienen en distintas áreas parciales de una planta de producción. Cada esquema SFC tiene entradas y salidas estandarizadas para informaciones de estado y activación mediante el programa de aplicación o el usuario. El esquema

SFC se puede colocar e interconectar en CFC como si fuera un bloque. Las conexiones del bloque CFC deseadas se seleccionan mediante acciones sencillas y se enlazan con las etapas o transiciones de las cadenas secuenciales.

- **Tipo de SFC**, son controles secuenciales estandarizados para uso múltiple que intervienen ejecutando funciones de control en un área parcial de una planta de producción. Pueden estar organizados en librerías y ser tratados como bloques de funciones normales, es decir, se pueden seleccionar desde un catálogo y ubicar, interconectar y parametrizar como una instancia en un esquema CFC. Una modificación en el original provoca automáticamente la modificación correspondiente de todas las instancias. Un tipo de SFC puede contener hasta 32 cadenas secuenciales. La función “crear/actualizar iconos de bloques” permite ubicar e interconectar automáticamente, para todas las instancias SFC manejables y visualizables, un símbolo de bloque dentro del correspondiente sinóptico del proceso.

f) Graphics Designer y Faceplate Designer

Los datos del proyecto para la ingeniería de los sistemas de operador se organizan con el administrador Simatic. Todos los datos de puntos de medidas importantes para el manejo y la visualización, como por ejemplo avisos y variables se crean desde el momento en que se define la función de automatización. Para crear los gráficos de la planta se dispone de un potente Graphics Designer. Además de los bloques gráficos estándar (faceplates) el usuario puede crear sus propios faceplates para el manejo y visualización

de puntos de medida o de secciones de la planta. Este tipo de faceplates personalizados se crean fácil y rápidamente con Faceplate Designer.

g) Version Cross Checker

Determina las diferencias entre las diversas versiones de un proyecto, comparando los esquemas CFC/SFC, los tipos de bloques, las señales y secuencias de ejecución para determinar si hay objetos adicionales, ausentes o diferentes; representando gráficamente los resultados de la comparación en una combinación de árbol y tabla e identificando con colores los objetos y los valores de atributos

h) Ingeniería Multiproyectos

Permite dividir un proyecto muy extenso en varios subproyectos atendiendo a criterios tecnológicos, para que varios equipos puedan trabajar simultáneamente en ellos. Para ello se define en el administrador Simatic un multiproyecto de nivel superior. En el multiproyecto se pueden agregar y eliminar en cualquier momento proyectos individuales. También se pueden descomponer y componer los proyectos (Branch & Merge). Las funciones de configuración centralizadas disminuyen el trabajo de configuración. Una carpeta jerárquica, por ejemplo, se puede crear en el proyecto actual y, automáticamente, también en todos los demás proyectos. Allí no se podrá modificar, pero sí insertar objetos. Aparte de eso, se podrán actualizar de forma centralizada todos los tipos de bloques que se usen en un multiproyecto. Los proyectos que formen parte de un multiproyecto se depositan en un servidor centralizado y se llevan a estaciones de ingeniería locales para ser procesados. Con ello los accesos a la red no tienen efecto negativo sobre las prestaciones de ingeniería.

i) Branch & Merge

Soporta la división y reunión de proyectos desde un punto de vista tecnológico. Los esquemas y unidades del proceso se pueden copiar a otro proyecto y editarlos en él. Así, las interconexiones que se extienden por varios proyectos y que son típicos, p.ej. para enclavamientos, se convierten en interconexiones textuales. Al reunirlos, se reemplazan los esquemas del mismo nombre en el proyecto original y se pueden cerrar las interconexiones textuales, también las que uno mismo haya introducido, mediante un botón.

j) Process Device Manager Simatic PDM

Es una herramienta universal y no propietaria para configurar, parametrizar, poner en marcha, diagnosticar y mantener instrumentos (sensores y actuadores) y componentes de campo (E/S remotas, multiplexores, equipos de sala de control, reguladores autónomos). PDM permite procesar más de 1,200 equipos de Siemens y de más de 100 fabricantes internacionales utilizando un interface de usuario homogéneo. Los

dispositivos hasta ahora no soportados pueden integrarse ahora fácilmente en PDM, importando sus descripciones EDD (Electronic Device Description). PDM proporciona información más amplia para todos los equipos descritos por EDD, por ejemplo, información de diagnóstico detallado (información sobre el fabricante, indicaciones para diagnosticar y eliminar errores), libro de registro de modificaciones (Audit Trail), información sobre los parámetros, etc. Desde los bloques gráficos de diagnóstico de la estación de mantenimiento se puede cambiar directamente a Simatic PDM.

k) Sistema de Control CEMAT

La versión 6 de CEMAT está basada en el moderno sistema de control de procesos Simatic PCS 7. CEMAT es un sistema de control específicamente diseñado para plantas de cemento. El sistema hace uso de todas las características y funciones del Simatic PCS7 y adiciona a la filosofía de operación de plantas, diagnóstico de fallas incluyendo bloques de función y enclavamientos tal como lo requieren en las plantas de cemento. Cemat es mucho más que solo una base de datos con algún módulo específico para cemento. Es una filosofía de como operar una planta de cemento, cómo hacer diagnósticos para reducir los tiempos de parada en eventos de un problema de planta a un mínimo, y como enclavar los transportadores, compuertas, fajas y medición de valores desde la planta con cada uno de ellos. Dado que es totalmente preconfigurado y probado a través de muchos años, desarrollar ingeniería es rapido y confiable. Asimismo hay una gran base de datos para soluciones específicas sobre cemento que liberarán de la tarea de crear software y enclavamientos, que están ya hechos.

- Características

Ingeniería rápida y sencilla con los módulos CEMAT predefinidos, software probado y típico para los requisitos concretos de la industria cementera, mínimo riesgo de errores de programación debido a interfaces estándar entre los módulos CEMAT, rápida puesta en marcha gracias a la alta calidad del software de usuario, sencillo manejo para el operador gracias a sus faceplates estándar autoexplicativas, rápida evaluación de fallos gracias a una detallada indicación de los errores con una lógica de plausibilidad de altas prestaciones y no se producen arranques indebidos de accionamientos o grupos de accionamientos, puesto que se facilita un detallado informe de estado antes de cualquier arranque.

4.2 Descripción del Proyecto de Molienda de Carbón usando PCS7

El sistema de control y supervisión fue desarrollado basado en la plataforma PCS7 de Siemens; Adicionalmente a esta se hicieron uso de las librerías de control desarrolladas para Plantas de Cemento (Cemat), cumpliendo con ello con los requerimientos

funcionales y de eficiencia planteados. Esta plataforma permite la integración de todas las herramientas, soluciones y tecnologías para la automatización de procesos industriales, compartiendo la información de todo el sistema en una sola base de datos, lo que permite mantener una consistencia de datos a lo largo de todo el proyecto

4.2.1 Estación de Ingeniería

Para el desarrollo, pruebas y mantenimiento el sistema cuenta con una estación de ingeniería, la cual cuenta con herramientas estandarizadas para el desarrollo del programa de control, al mismo tiempo que resulta de fácil manejo para cualquier persona con conocimientos básicos de programación. Así mismo la estación cuenta con herramientas de diagnóstico y configuración permitiendo de esta manera reducir los tiempos de parada a causa de fallos o modificaciones realizadas en el sistema. El entorno de desarrollo cuenta con herramientas de fácil manejo, basadas en entornos gráficos. Los principales componentes utilizados para la programación y configuración del proyecto son:

STEP 7 con el administrador Simatic, como el centro de control de operaciones.

HW, configuración hardware para configuración gráfica del hardware y los sistemas de bus.

NETPRO, configuración gráfica de comunicación entre componentes del sistema de control.

NCM S7 para Ethernet/Profibus, para configurar las CPs de comunicación utilizadas.

SCL (Lenguaje Control Estructurado), lenguaje de programación para crear bloques de usuario.

CFC (Esquema Funciones Continuo), configuración gráfica de funciones básicas del PLC.

SFC (Esquema Funciones Secuenciales), configuración gráfica de operaciones de producción.

PH, ampliación del administrador Simatic para incluir la vista de la planta.

WINCC (Centro Control Windows) para configuración de la estación de operador.

DOCPRO para crear la documentación con los datos del proyecto.

AEI (Import/Export Assistant) para intercambio de datos bidireccional con sistemas CAE.

PDM (Process Device Manager) para ajustar parámetros, realizar la puesta en servicio y diagnosticar los aparatos de campo inteligentes en Profibus-PA o protocolo HART.

Estos componentes están complementados con librerías (CEMAT), que proporcionan bloques preconfeccionados para las estaciones de ingeniería y de operador. Un Process object viene a ser un elemento de planta (Motor, instrumento, válvula, lazo de control, drive etc.)

4.2.2 Arquitectura del Sistema de Control

Una estación de ingeniería (ES) y dos estaciones de operador (OS), de tipo servidor, configuradas en forma redundante (cable RS232) aseguran la continuidad de la supervisión del proceso. Estas estaciones cuentan con el software PCS7 OS server redundant V6.0 2000 PO (Process object) y con el Software CEMAT OSRT V6.0 instalados. Cada una de las estaciones servidores cuentan con una CP1612 para la conexión al bus Industrial Ethernet que se une a un anillo de fibra óptica a través de un OSM ITP 62, lo cual da la redundancia de bus y asegura la continuidad de la comunicación frente a un fallo en algún tramo del anillo. Además las interfases integradas standard LAN RJ45 garantizan la conexión a la red LAN corporativa de la planta (Standard Ethernet). Tanto la industrial Ethernet como la Standard Ethernet usan el protocolo estándar TCP/IP.

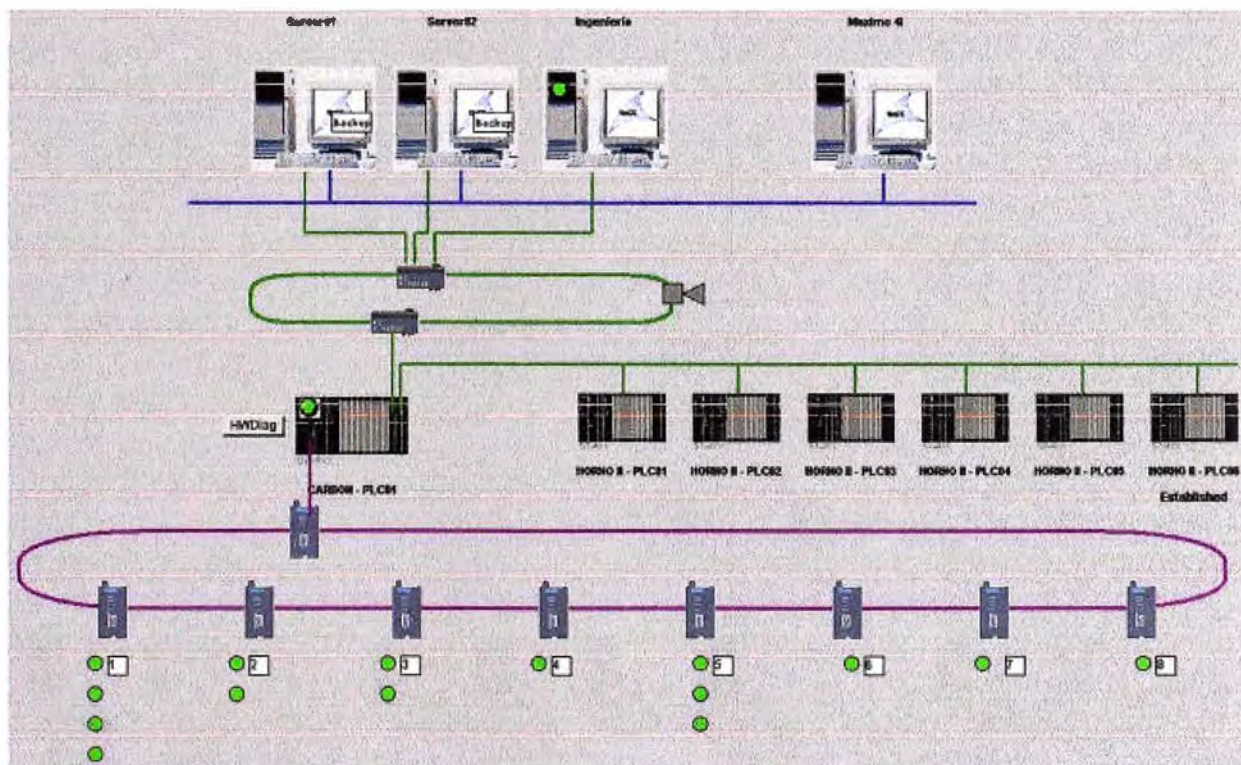


Fig. 4.2 Ejemplo esquema general del un sistema de control

La planta de Almacenamiento y Molienda de Carbón opera automáticamente con un sistema de control supervisado basado en PCS7, la cual esta compuesta por una estación de Ingeniería y dos estaciones de operador conectada una red Profibus desde la cual monitorea al PLC S7-400 (CPU416-3DP). El PLC controla 15 estaciones ET-200M conectados todos estos al anillo por medio de OLM G12 (Optical Link Module) usando el protocolo Profibus DP. Asimismo controla un variador de velocidad, cuatro balanzas de

las cuales dos son dosificadores, cinco compuertas limitorques, dos analizadores de gases, uno de ellos es un analizador de O₂ y el restante es para CO. También este sistema controla el funcionamiento de los motores, válvulas, compuertas, secuencias de arranque, señalización y registro de fallas, alarmas y eventos. Todos los equipos se encuentran conectados en una red Profibus que trabaja a una velocidad de 1.5Mbps. Esta red puede extenderse hasta 200 metros sin el uso de repetidores. El sistema de control cuenta con cuatro puertos de comunicación Profibus-DP, tres de los cuales están integrados en el CPU, el cuarto puerto se implementa vía procesador de comunicaciones CP443-5. La arquitectura consiste en un anillo de fibra óptica (Profibus-DP) entre los elementos de control (PLC S7 400 y ETs 200M) y otro anillo de fibra óptica (Industrial Ethernet) a nivel de los elementos de supervisión (estaciones de ingeniería y servidores). Lo cual da al sistema la redundancia de bus a nivel del control y a nivel de supervisión, garantizando la comunicación cuando un tramo de anillo falle.

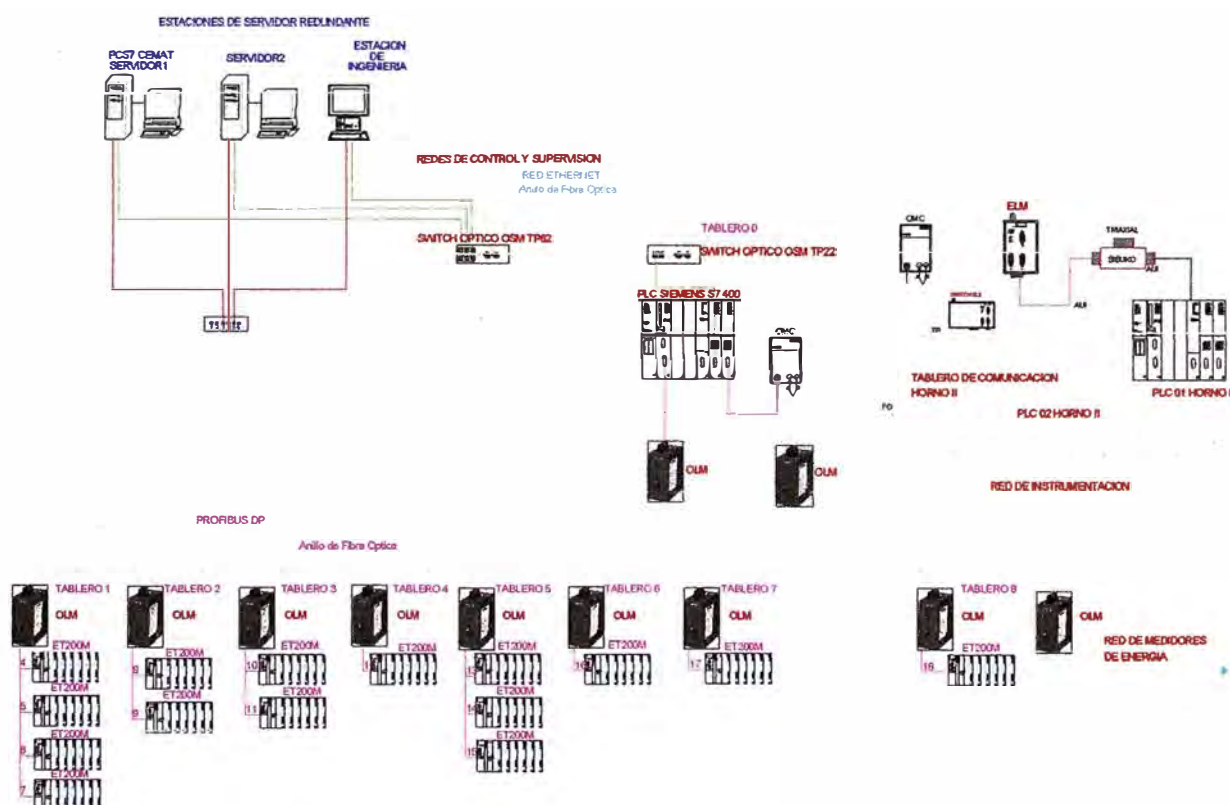
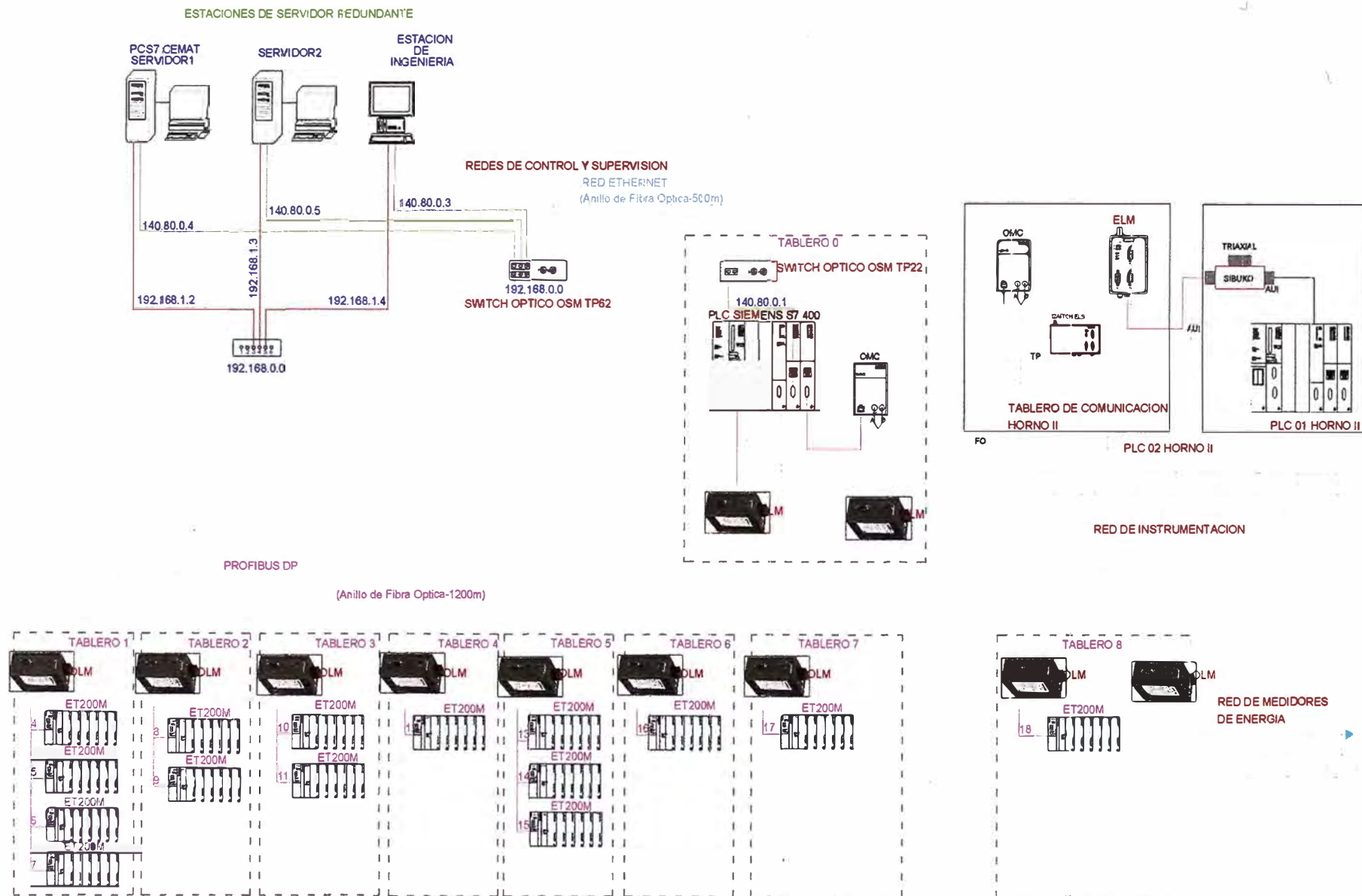


Fig. 4.3 Ejemplo arquitectura de control



4.2.3 Creación del Proyecto en PCS7

Definir un directorio dónde todos los proyectos de PCS7 serán almacenados en el futuro. Se puede usar el directorio D:\PROYECTOS para guardar los proyectos PCS7. Si se usa multiproyectos crear un subfolder como locación de almacenaje del multiproyecto. Se puede hacer uso del wizard para crear un nuevo proyecto o multiproyecto o se puede crear un proyecto o multiproyecto manualmente. El wizard creará una estructura del proyecto con jerarquía de planta el cual por ser modificado o borrado. La ingeniería consiste de un multiproyecto denominado CEMAND_MP con dos proyectos y una librería: CEMAND_Prj, CEMAOS_Prj y CEMAND_Lib.



Fig. 4.4 Ejemplo creación de multiproyecto

4.2.4 Configuración de Hardware del Proyecto

Una vez que todos los proyectos son creados, se tienen que crear los PLCs y las estaciones PC según la configuración de hardware de la planta. Nuevas PCs/PLCs pueden ser creados en la vista de componentes del administrador Simatic. Después de insertar una nueva estación se tiene que dar un nombre único y significativo. El administrador Simatic ofrece herramientas para configurar los autómatas programables, la periferia de proceso y las redes de comunicación, y permite seleccionar el hardware que se necesita para ello en un catálogo electrónico. Como la estructura de un proyecto será diferente de proyecto en proyecto (dependiendo del tamaño del proyecto, el número de objetos, número de PLCs, Servidores, OS Clientes, etc), esta configuración es sólo un ejemplo de muchas posibles soluciones. El proyecto consiste de los siguientes equipos a configurar: CEMAND_Prj la cual incluye el PLC01, la Ingeniería ENG01 y la PC de campo FIELDG01, CEMAOS_Prj la cual incluye un par de servidores redundantes SERVER01 Y SERVER02 y CEMAND_Lib librería del Proyecto.

- Configuración del PLC

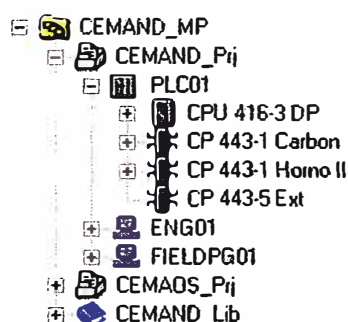


Fig. 4.5 Ejemplo configuración del PLC

- Configuración de la Periferia

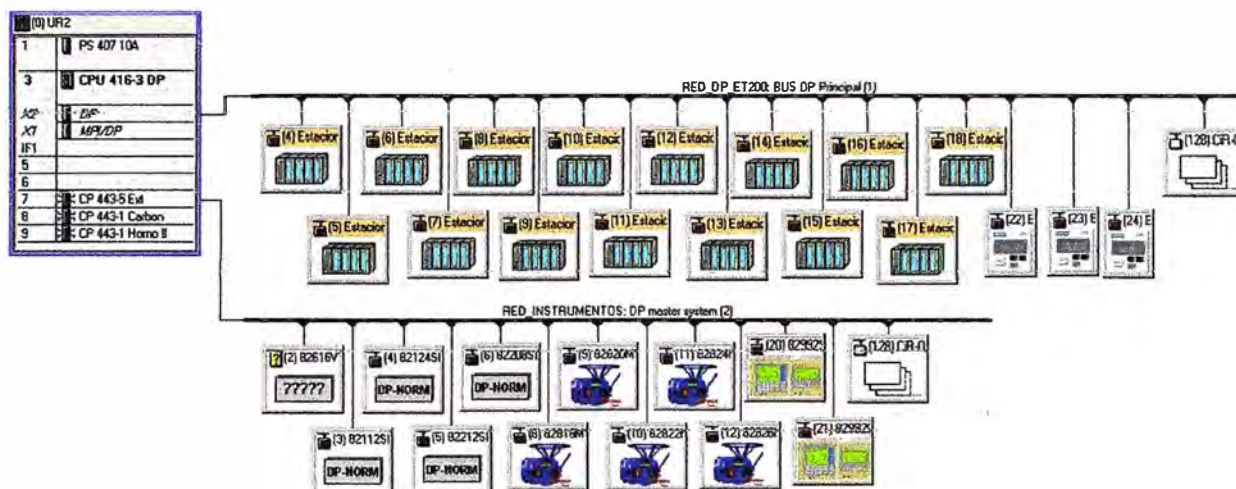


Fig. 4.6 Ejemplo configuración de periferia

- Configuración de las Estaciones Simatic PC

Las estaciones Simatic PC (Estación simple, Servidor, Servidor Standby y Clientes) tienen que ser configurados según el hardware de la PC. Seleccione la apropiada aplicación WinCC. Seleccione el procesador de comunicaciones Industrial Ethernet para la comunicación vía bus de proceso según el hardware de la PC (CP1613 o IE General). En las propiedades para cada CP configure las direcciones correctas (MAC, IP).

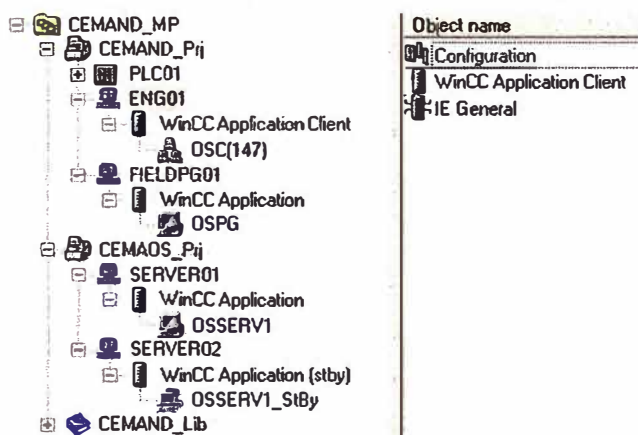


Fig. 4.7 Ejemplo configuración de estaciones Simatic PC

4.2.5 Configuración de la Red de Comunicaciones

Luego que todas las estaciones fueron definidas se tiene que configurar la red de conexiones para a comunicación entre las estaciones de operador y los PLCs así como la comunicación entre los PLCs. Para definir la conexión, los procesadores de comunicaciones (CPs) de las diferentes estaciones deberán ser enlazados a un bus Ethernet. El CP de los PLCs son enlazados via el "bus de proceso" a las estaciones de

servidores. Para la proceso de comunicación normalmente es usado el protocolo ISO. Las estaciones de operador clientes son enlazados via el “bus terminal” a las estaciones de servidores. En esta red usualmente es usado el protocolo TCP/IP.

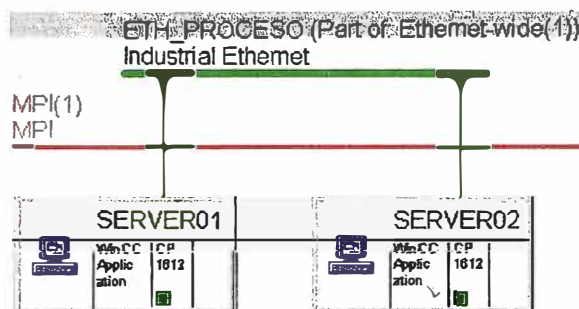


Fig. 4.8 Ejemplo configuración de red

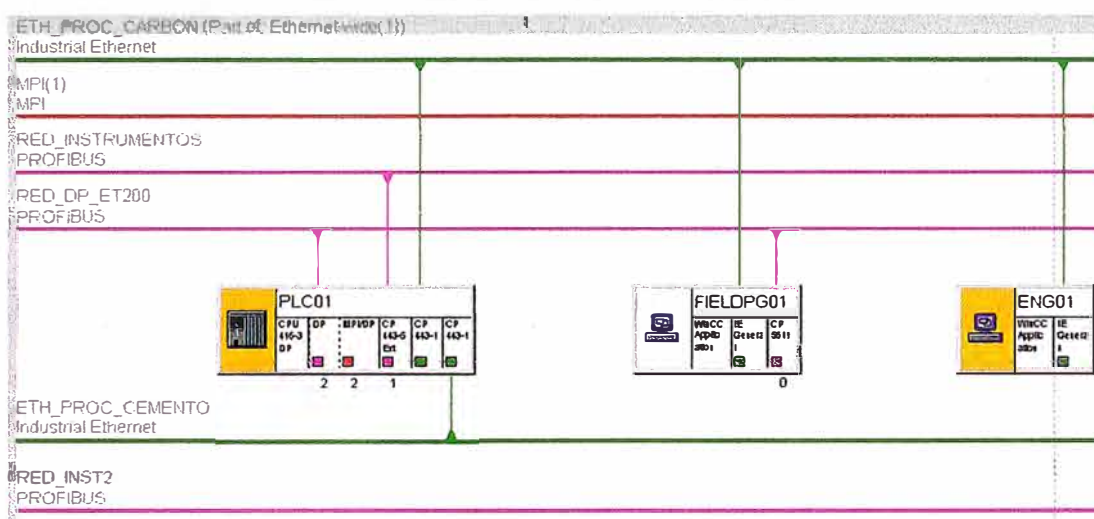


Fig. 4.9 Ejemplo configuración de red

4.2.6 Descarga de la Configuración del Hardware y la Red de Comunicaciones

Después que la configuración de las estaciones ha finalizado y la red de comunicaciones se ha completado, los datos configurados tienen que ser transferidos a los PLCs y a las estaciones de operador. Antes de descargar la configuración se tiene que seleccionar la ruta de acceso a la PC interna (local). Al descargar a las estaciones siempre se comienza con la estación de ingeniería. La configuración de red para la estación de ingeniería tiene que ser satisfactorio para habilitar la descarga a los PLCs y a otras estaciones PC. Descargar la configuración del hardware a los PLCs. Descargar la configuración de red a los PLCs. Descargar la configuración hardware para cada estación PC (estación simple, servidor, servidor standby).

4.2.7 Definición de la Estructura de Planta

En la vista de componentes del administrador Simatic las estaciones fueron insertadas y la configuración de la planta fue definida. Luego se tiene que usar la vista de planta o

vista objetos del proceso del administrador Simatic para estructurar la planta de acuerdo a un criterio tecnológico. Para la estructura tecnológica de la planta el sistema de designación y la filosofía de mensajes son muy importantes.

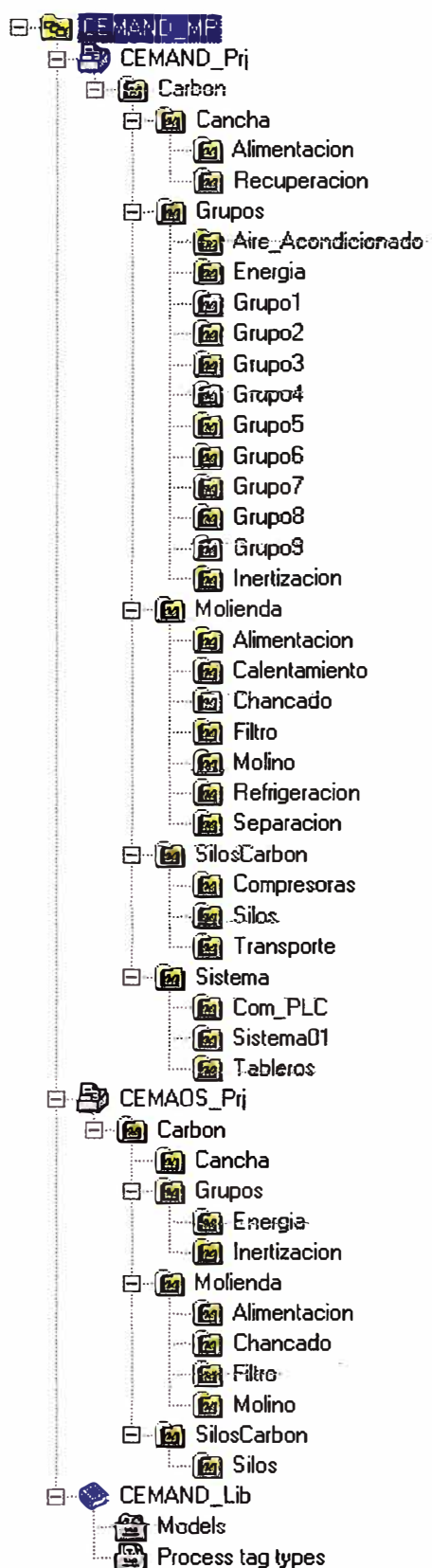


Fig. 4.10 Ejemplo estructura tecnológica

4.2.8 Lista de Entradas y Salidas

Este listado preparado en una planilla Excel, resume las entradas y salidas a los distintos módulos del sistema de control. Este listado es la base para dimensionar el sistema de control y elaborar la estrategia de crecimiento futuro. En forma general contiene las siguientes columnas: Tag, servicio, P&ID, tipo de instrumento, rango, alimentación, tipo de señal, canal de entrada al sistema, módulo del sistema, slot del sistema y rack del sistema

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
1	LISTA DE SEÑALES																												
2	Item	Nombre		Canal	Tipo	Dirección	Borneras			Símbolo			Plano		Comentario														
3							Listón	Señal	Línea				CCM	Periferia															
4																													
5	1	IMIS3	- 2																										
6	2	ETI	- 1 R4 S4 A0	0	DI	10.0	XDI 1	1	✓	---	821 34 MR 01	KSB	CCMI-15	078-E5-820-361-H01	Motorre.comp.dos posiciones														
7	3	ETI	- 1 R4 S4 A0	1	DI	10.1	XDI 1	2	✓	---	821 34 MR 01	KBM	CCMI-15	078-E5-820-361-H01	Motorre.comp.dos posiciones														
8	4	ETI	- 1 R4 S4 A0	2	DI	10.2	XDI 1	3	✓	---	821 36 MR 01	KSB	CCMI-16	078-E5-820-361-H01	Motorre.comp.dos posiciones														
9	5	ETI	- 1 R4 S4 A0	3	DI	10.3	XDI 1	4	✓	---	821 36 MR 01	KBM	CCMI-16	078-E5-820-361-H01	Motorre.comp.dos posiciones														
10	6	ETI	- 1 R4 S4 A0	4	DI	10.4	XDI 1	5	✓	---	822 00 XX 01	ESB	CCMI-17	078-E5-820-361-H01	SirenaArran.Almacenamiento Mat.en Tolvas														
11	7	ETI	- 1 R4 S4 A0	5	DI	10.5	XDI 1	6	✓	---	822 00 XX 01	ERM	CCMI-17	078-E5-820-361-H01	SirenaArran.Almacenamiento Mat.en Tolvas														
12	8	ETI	- 1 R4 S4 A0	6	DI	10.16	XDI 1	7	✓	---	822 08 KH 01	ESB	CCMI-18	078-E5-820-361-H01	TabLSist.Pesaje Tolva carbon A														
13	9	ETI	- 1 R4 S4 A0	7	DI	10.7	XDI 1	8	✓	---	822 08 KH 03	ESB	CCMI-19	078-E5-820-361-H01	TabLDoza.Carbón A														
14	10	ETI	- 1 R4 S4 A0	8	DI	11.0	XDI 1	9	✓	---	822 12 KH 01	ESB	CCMI-21	078-E5-820-361-H02	TabLSist.Pesaje Tolva carbon B														
15	11	ETI	- 1 R4 S4 A0	9	DI	11.1	XDI 1	10	✓	---	822 12 KH 03	ESB	CCMI-22	078-E5-820-361-H02	TabLDoza.Carbón B														
16	12	ETI	- 1 R4 S4 A0	10	DI	11.2	XDI 1	11	✓	---	822 16 MR 01	ESB	CCMI-24	078-E5-820-361-H02	Motorre.transp.alimen.trituradora														
17	13	ETI	- 1 R4 S4 A0	11	DI	11.3	XDI 1	12	✓	---	822 16 MR 01	EBM	CCMI-24	078-E5-820-361-H02	Motorre.transp.alimen.Tritura														
18	14	ETI	- 1 R4 S4 A0	12	DI	11.4	XDI 1	13	✓	---	822 16 MR 01	ERM	CCMI-24	078-E5-820-361-H02	Motorre.transp.alimen.Tritura														
19	15	ETI	- 1 R4 S4 A0	13	DI	11.5	XDI 1	14	✓	---	823 04 ME 01	ESB	CCMI-25	078-E5-820-361-H02	Motor trituramantillos														
20	16	ETI	- 1 R4 S4 A0	14	DI	11.6	XDI 1	15	✓	---	823 04 ME 01	EBM	CCMI-25	078-E5-820-361-H02	Motor trituramantillos														
21	17	ETI	- 1 R4 S4 A0	15	DI	11.7	XDI 1	16	✓	---	823 04 RE 01	ESB	CCMI-26	078-E5-820-361-H02	Resis.Calefaccion Motor Tritura														
22	18	ETI	- 1 R4 S5 A1	0	DI	12.0	XDI 2	1	✓	---	823 04 RE 01	ERM	CCMI-26	078-E5-820-361-H03	Resis.Calefaccion Motor Tritura														
23	19	ETI	- 1 R4 S5 A1	1	DI	12.1	XDI 2	2	✓	---	824 04 AM 01	ESB	CCMI-27	078-E5-820-361-H03	Actuador motoriz.separa.esta.														
24	20	ETI	- 1 R4 S5 A1	2	DI	12.2	XDI 2	3	✓	---	824 04 AM 01	EBM	CCMI-27	078-E5-820-361-H03	Actuador motoriz.separa.esta.														
25	21	ETI	- 1 R4 S5 A1	3	DI	12.3	XDI 2	4	✓	---	824 12 ME 01	ESB	CCMI-28	078-E5-820-361-H03	Motorre.transp.cadena rectre.														
26	22	ETI	- 1 R4 S5 A1	4	DI	12.4	XDI 2	5	✓	---	824 12 ME 01	EBM	CCMI-28	078-E5-820-361-H03	Motorre.transp.cadena rectre.														
27	23	ETI	- 1 R4 S5 A1	5	DI	12.5	XDI 2	6	✓	---	824 12 ME 01	ERM	CCMI-28	078-E5-820-361-H03	Motorre.transp.cadena rectre.														
28	24	ETI	- 1 R4 S5 A1	6	DI	12.6	XDI 2	7	✓	---	825 00 XX 01	ESB	CCMI-29	078-E5-820-361-H03	SirenaArran.Motobanda														

Fig. 4.11 Ejemplo lista de señales

4.2.9 Diagramas Lógicos

Estos diagramas reflejan en un dibujo de bloques lógicos los enclavamientos del proceso. Cada diagrama incorpora los bloques lógicos necesarios, indicando además la actuación sobre el elemento final. Estos documentos son base para realizar posteriormente la configuración de la lógica de seguridad del sistema. Ejemplo, Arranque de la Compuerta a Tolvas de Almacenamiento 82136

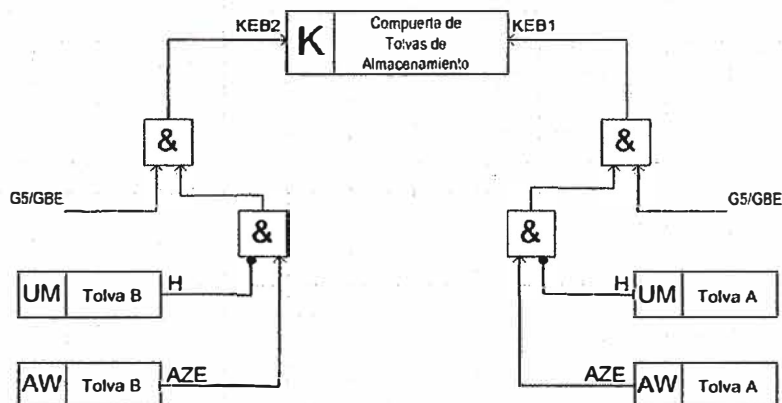


Fig. 4.12 Ejemplo diagrama lógico

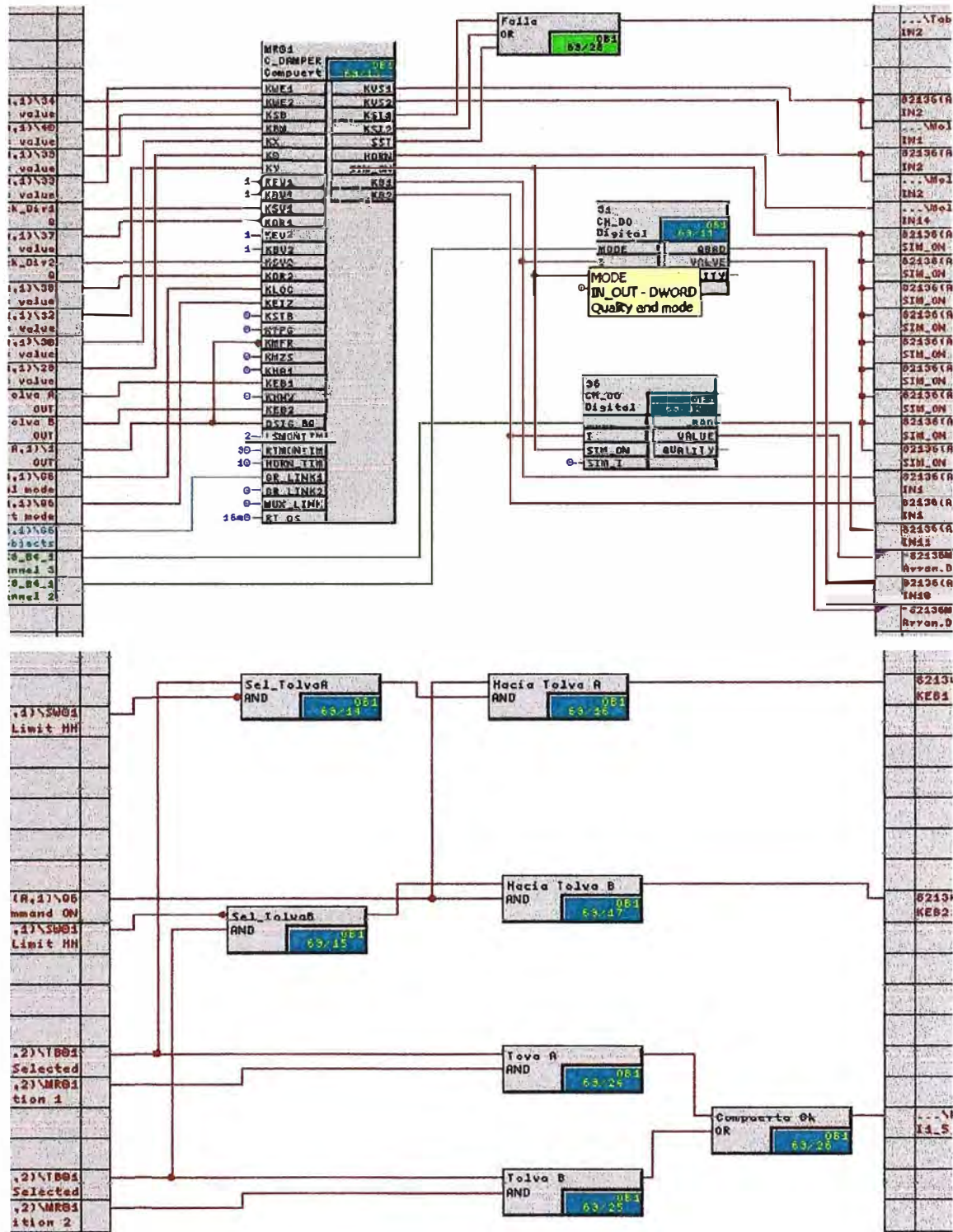
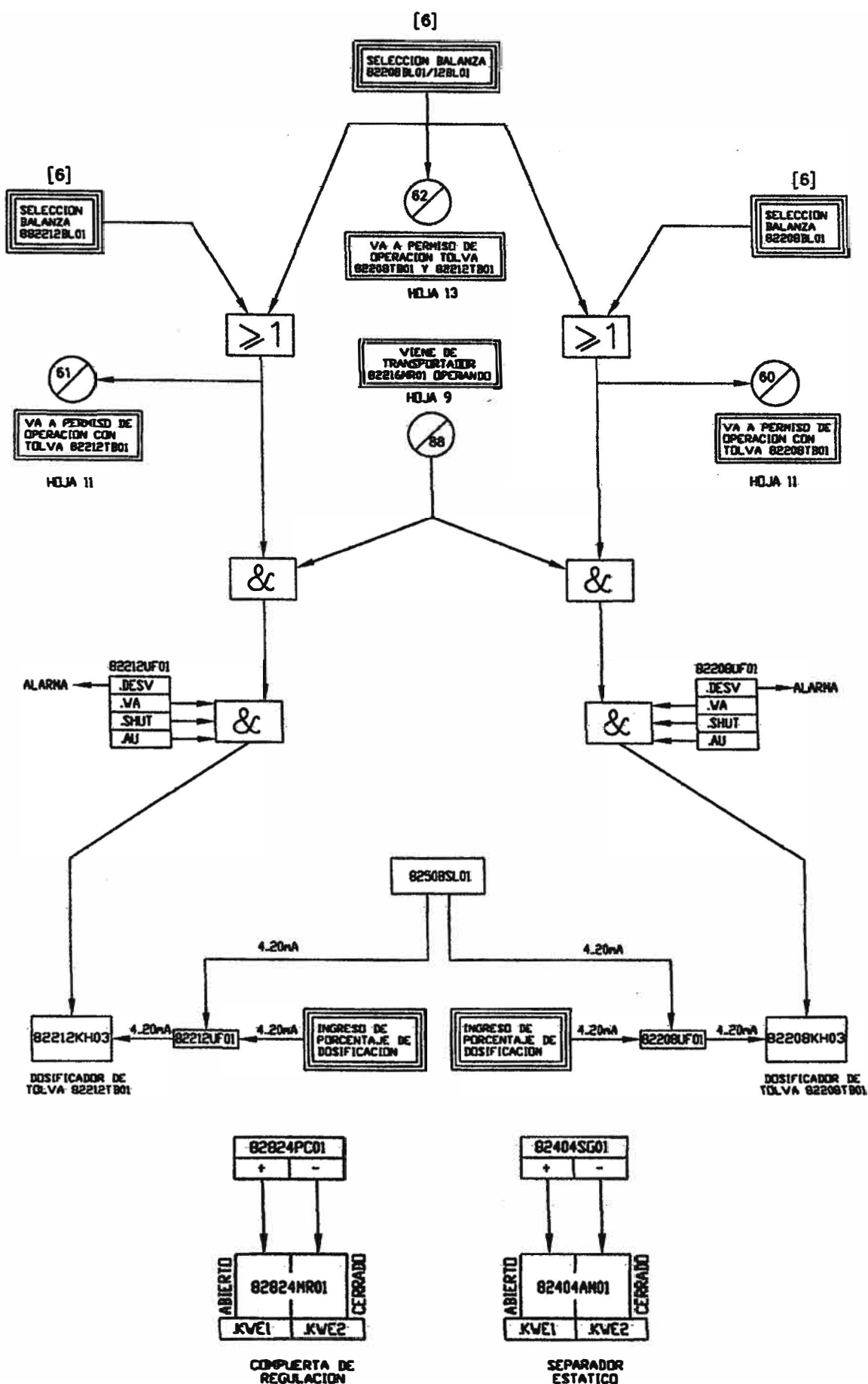


Fig. 4.13 Ejemplo del diagrama lógico en CFC

4.2.10 Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo representa la esquematización gráfica de un algoritmo, el cual muestra gráficamente los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución de un problema. Su correcta construcción es sumamente importante porque, a partir del mismo se escribe un programa en algún lenguaje de programación.



4.2.11 Diagrama de Instrumentación

Documento estándar y típico el cual es usado por todas las disciplinas que intervienen en el proyecto, también conocido como P&ID (Piping and Instrument Diagram) que indica claramente como debe funcionar la planta.

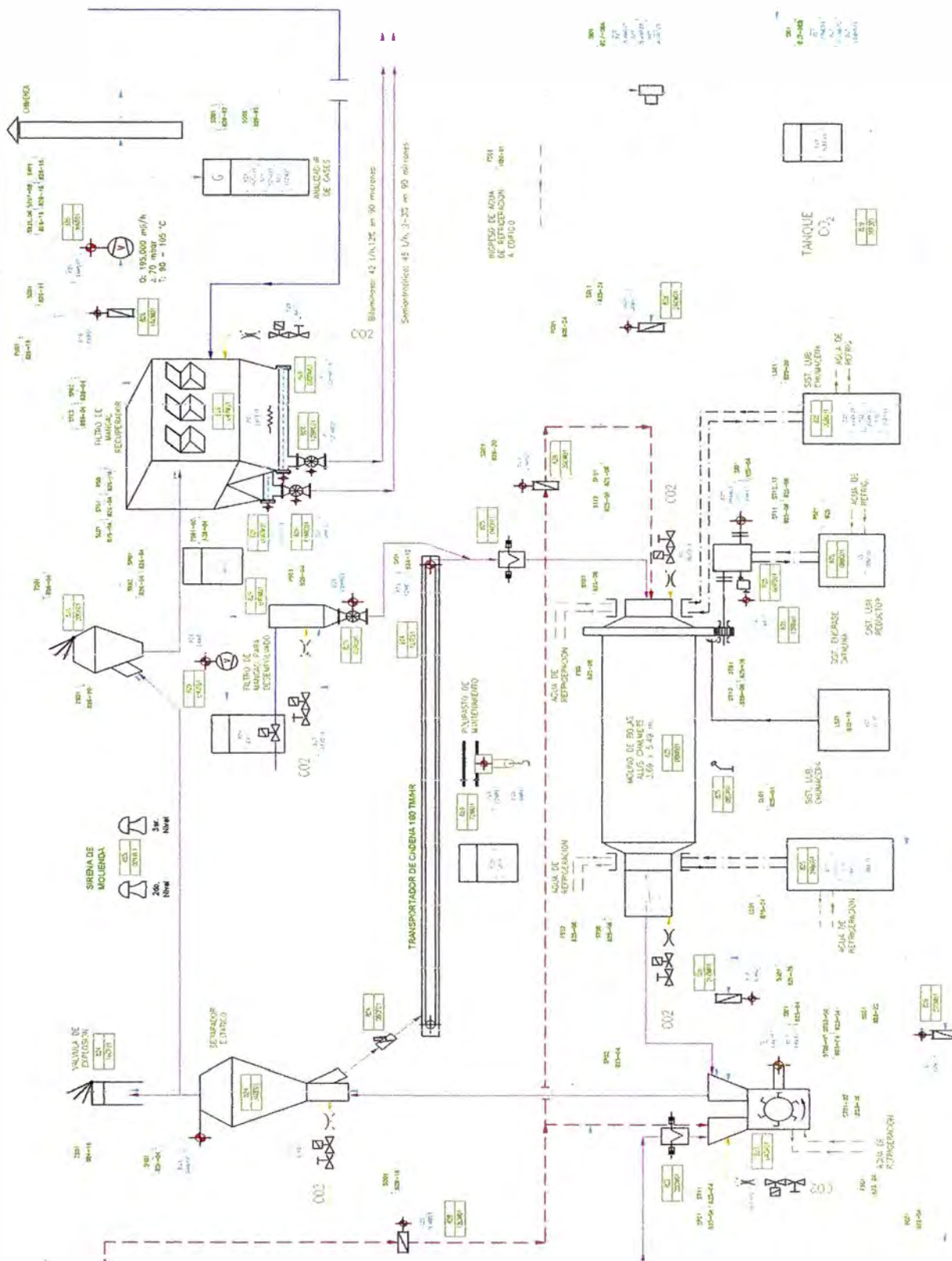


Fig. 4.15 Ejemplo diagrama de Instrumentación

4.3 Programación del Proyecto de Molienda de Carbón usando PCS7

Para la operación en modo automático del sistema en general se deben de verificar los enclavamientos existentes en el grupo como también de cada uno de los objetos pertenecientes a dicho grupo. Hay que tener presente que existen enclavamientos que están ligados a los objetos en si, es decir, la bomba 82704AMR01 no va a arrancar si la compresora 82708AMR01 no esta activa antes. Este tipo de enclavamiento uno no lo puede arreglar ya que depende totalmente del programa para eso hay que fijarse bien en el enclavamiento de arranque del grupo el cual va a dar las indicaciones mas exactas de cuales son las condiciones que deben de estar presentes para el arranque, así el operador podrá dar el arranque del grupo. Cabe agregar que si el grupo esta arrancado y ocurre una falla en cualquier equipo que se encuentre dentro de el grupo también entrara en falla y después de corregirla hay que dar un nuevo arranque de grupo.

Para la operación en modo individual del sistema en general, al igual que para el modo automático, se deben dejar el grupo y los objetos, que el grupo en cuestión contenga, en condiciones para los respectivos arranques, recuerde tomar al pie de la letra el orden que se debe de seguir a la hora del arranque para la operación del grupo, la secuencia es la misma que para la operación en modo automático, así que teniendo esto como premisa, puede empezar a arrancar el primer objeto del grupo y luego el siguiente y así sucesivamente hasta que el ultimo objeto del grupo este arrancado entonces así se tendrá la señal de totalmente arrancado en el objeto de grupo, con lo cual se da por concluido el arranque en modo individual del grupo que se haya estado operando en ese momento.

Para la operación en modo local se debe de tener en cuenta, en primer lugar, que este modo de operación debe ser usado primordialmente para fines de mantenimiento ya que en este tipo de operación no se puede tener total conocimiento de las alarmas, ya que no todos los enclavamientos están habilitados para tener algún efecto sobre el objeto, por esta razón es que es poco conveniente el operar la planta usando este tipo de operación ya que, aparte de no ser la mas apropiada, no es el modo de operación mas seguro, estas consideraciones se deben de tener en cuenta para los todos los grupos ya que el modo de operar es el mismo para todos ellos, cabe agregar que en este modo de operación solo los enclavamientos de protección son los únicos en brindar una ayuda al operador.

4.3.1 Diagramas Lógicos del Grupo Molienda de Carbón

El grupo es un modulo primario usado para arrancar, parar y monitorear secciones de la planta agrupadas tecnológicamente. El modulo grupo permite la visualización de las

condiciones de operación de una sección de la planta, mostrada como una pantalla de estado y un detallado diagnóstico de fallas, para ello, se deberá asignar al grupo los accionamientos, anuncios y valores de medición las cuales son parte de esta sección de la planta.

a) Parámetros de Entrada Importantes:

- Enclavamiento de Arranque de Grupo GEVG (1)

Una señal 0 en la entrada GEVG previene el arranque del grupo. La entrada GEVG deberá ser conectada con todas las condiciones de enclavamiento las cuales son necesarios para el arranque de grupo. Esto asegura que el grupo no genere una advertencia de arranque cuando las condiciones de arranque no se encuentran. El enclavamiento de arranque es visualizado en la pantalla de estado de grupo. Si queremos ver la razón del enclavamiento en el llamado estado de grupo, se debe programar un módulo de anuncio y asignarlo al grupo.

- Enclavamiento de Operación de Grupo GBVG (1)

Una señal 0 en la entrada GBVG previene el arranque del grupo o parada de un grupo en operación. La activación de parada de un grupo a través de este enclavamiento debe ser reconocido, de otra manera el grupo no podrá ser arrancado de nuevo. El enclavamiento de operación es visualizado en la pantalla de estado de grupo.

- Enclavamiento de Parada de Grupo GAVG (1)

Cuando la entrada GAVG es conectada con una señal 0 no es posible parar el grupo.

- Falla Dinámica Suplementaria GSAZ (0)

Una posibilidad para conectar fallas dinámicas la cual no puede ser automáticamente adquirida por medio de accionamientos y módulos de anuncios. Con una señal 1 a la entrada GSAZ el grupo indica falla dinámica. Si la interfaz detecta una falla de accionamiento, se debe asegurar que la entrada GSAZ regrese a 0 después del reconocimiento.

- Falla Estática Suplementaria GSTZ (0)

Una posibilidad para conectar fallas estáticas la cual no puede ser automáticamente adquirida por medio de accionamientos y módulos de anuncios. Con una señal 1 a la entrada GSAZ el grupo indica falla estática.

- Detención Rápida GQSP (0)

En algunas situaciones puede ser necesario detener los accionamientos de un grupo instantáneamente. La parada rápida o de emergencia es posible por medio de la estación de operador o por medio de una señal 1 en la entrada GQSP. Para esto, se debe conectar la señal GQS del grupo a la entrada QSTP del accionamiento (E y V).

- Realimentación de Encendido GREZ (0)

Esta entrada debe ser conectada a una señal 1 si todos los accionamientos del grupo están arrancados. La realimentación de grupo activado limita el comando de arranque del grupo (señal de reset GBE) y es necesario para la visualización (grupo arrancado completamente). Dependiendo si el grupo tiene rutas o no, se deberá usar para la conexión la señal lógica de los accionamientos (EVS) o el límite de posición de las compuertas y válvulas (KVS1/2, VVS1/2) o la realimentación de las rutas WRE.

- Realimentación de Encendido GRAZ (1)

Esta entrada debe de ser conectada a una señal 1 si todos los accionamientos en este grupo son detenidos. La realimentación de grupo desactivado limita el comando de detención del grupo (señal de reset GDA) y es necesario para la visualización (grupo detenido). Dependiendo si el grupo tiene rutas o no, se deberá usar la señal lógica negada de los accionamientos (EVS) o el límite de posición de las compuertas y válvulas (KVS1/2, VVS1/2) o la realimentación negada de las rutas WRA.

- Comando de Encendido GEBG (0)

Entrada para arrancar el grupo a través del programa. El grupo es arrancado con un pulso positivo en la entrada GEBG (cambio de señal de 0 a 1).

- Comando de Apagado GABG (0)

Entrada para detener el grupo a través del programa. Con una señal 1 a la entrada GABG el grupo es detenido.

b) Parametros de Salida Importantes:

- Comando de Encendido GBE

Después que un grupo es arrancado y el tiempo de espera ha transcurrido la señal GBE es puesto en estado 1 hasta que: el tiempo de liberación ha transcurrido, o el grupo esta completamente arrancado, o el grupo reconoce una falla o el grupo es detenido durante el arranque. La señal GBE es usado principalmente para arrancar los accionamientos.

- Comando de Apagado GBA

La señal GBA es sólo un impulso (señal 1 esta sólo presente tanto como la botonera de apagado es presionado o tanto como el comando de apagado de grupo esta presente). GBA no se usa normalmente para apagar los accionamientos (impulso demasiado corto), sin embargo esto es usado para reiniciar condiciones de arranque almacenados.

- Comando de Encendido Continúo GDE

La señal GDE es puesto junto con la señal GBE y tiene estado 1 hasta que el grupo este detenido. La aplicación más común es: Apagado de los accionamientos a través de la señal negada GDE.

- Comando de Apagado Continúo GDA

La señal GDA es puesto junto con la señal GBA y tiene estado 1 hasta que el grupo este completamente detenido. Uno puede usar la señal GDA para apagar los accionamientos. Sin embargo es mejor usar la señal negada GDE, especialmente si el accionamiento es arrancado/ parado por varios grupos.

- Realimentación de Encendido GRE

La señal GRE tiene estado 1 cuando el grupo esta completamente arrancado. Ejemplo, cuando la entrada GREZ del grupo tiene una señal 1.

- Realimentación de Apagado GRA

La señal GRA tiene estado 1 cuando el grupo esta completamente apagado. Ejemplo, cuando la entrada GRAZ tiene una señal 1.

- Modo Local GLO

Una señal 1 significa que el grupo esta en modo local. La liberación local xLOC del accionamiento asociado es conectada a la señal GLO del grupo. En caso de que el grupo este en modo local, el modo local es liberado desde el PLC.

- Modo Arranque Individual GES

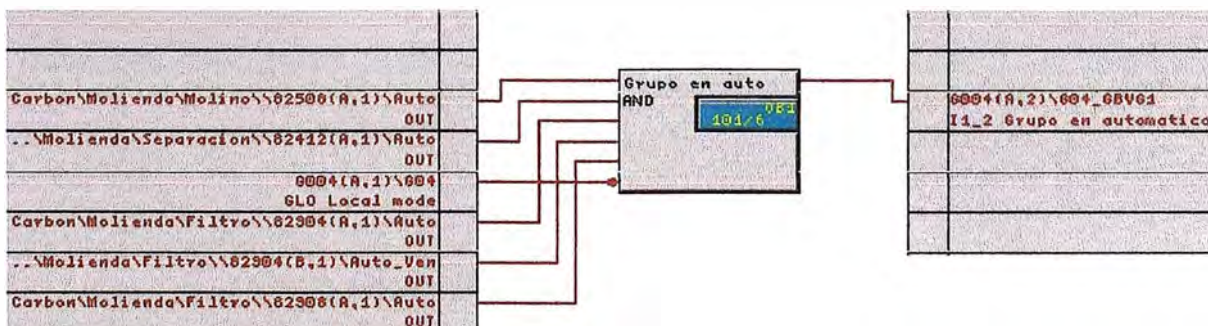
Una señal 1 significa que el grupo esta en modo de arranque individual. La liberación local xEIZ del accionamiento asociado es conectada a la señal GES del grupo. En caso de que el grupo este en modo de arranque individual, la operación de arranque individual de los accionamientos es liberado a través de la estación de operador.

- Parada Rápida GQS

La señal GQS tiene estado 1 cuando la botonera “parada de emergencia” de la estación de operador es activado o cuando la entrada QQSP es conectada a una señal 1. Esta función es usada para la detención inmediata del grupo. Si una parada rápida es requerida, se debe conectar la entrada QSTP del accionamiento E y V con la señal GQS del correspondiente grupo.

- Fallo GST

La señal GST tiene estado 1 si hay fallo dinámico o estático en el grupo.



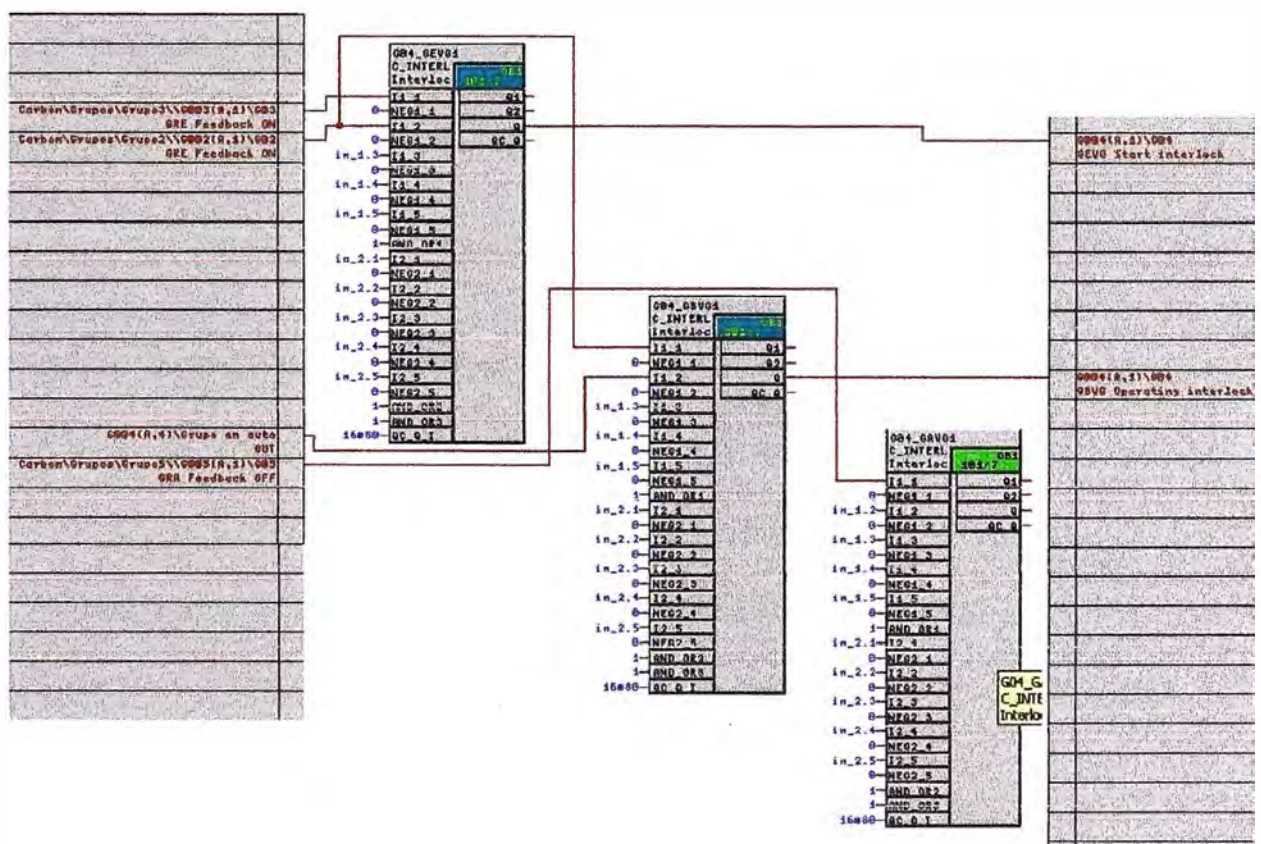
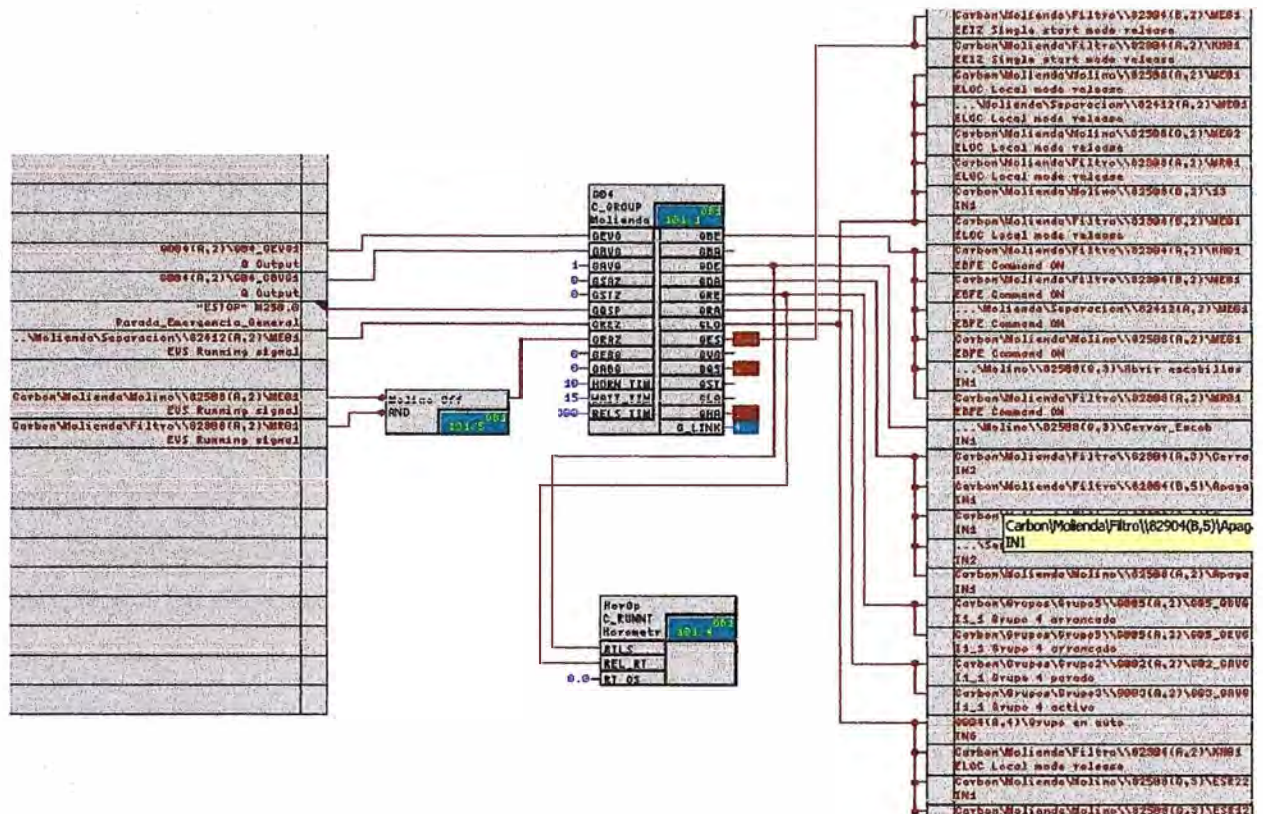


Fig. 4.16 Ejemplos de configuración de grupo en CFC

4.3.2 Enclavamiento del Grupo Molienda de Carbón

a) Objetos que Componen el Grupo

Ventilador de filtro secundario (82904ME01)

Tablero de fuerza y solenoides del filtro secundario (82904KH01)

Motor principal molino de bolas (82508ME01)

Motor cadena de recirculación (82412MR01).

- Enclavamiento de Arranque:

Grupo 3 arrancado y grupo 2 arrancado.

- Enclavamiento de Operación:

Grupo 2 arrancado.

- Enclavamiento de Consumidores:

Ventilador de Filtro Secundario (82904ME01)

Enclavamiento de Operación: Rotativa 82908MR01 encendida.

Tablero de Fuerza y Solenoides del Filtro Secundario (82904KH01)

Enclavamiento de Operación: Ventilador del filtro secundario 82904VT01 encendido.

b) Motor Principal Molino de Bolas (82508ME01)

- Enclavamiento de Arranque:

Resistencia máxima de arrancador 82508AR01_RMAX, Flujo de aceite de reductor 82508RD01_SF01 ok, Reductor acoplado 82508RD01_XX2, Seccionador de tierra abierto

Permiso de celda ok, Molino 82508MR01 apagado, Escobillas en posición 82508ME02, Sistema de lubricación de alta presión a la entrada ok, Sistema de lubricación de alta presión a la salida ok, Tablero de fuerza y solenoides 82904KH01 encendido.

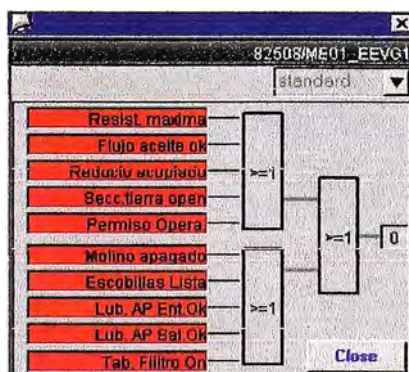


Fig. 4.17 Ejemplo de enclavamiento de Arranque

- Enclavamiento de Operación:

Trituradora 82304MR01 encendida, Tablero de engrase de catalina 82304MR01 encendido, Sistema de lubricación de baja presión a la entrada ok, Sistema de lubricación de baja presión a la salida ok, Tolva A 82212VV01 ó tolva B 82208VV01 con material.

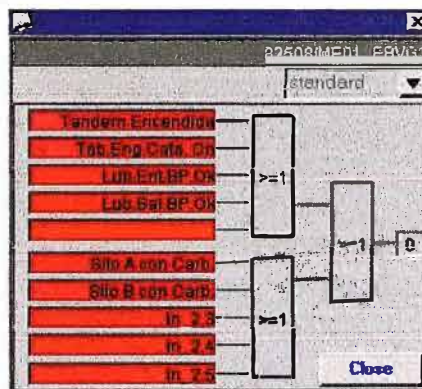


Fig. 4.18 Ejemplo de enclavamiento de operación

- Enclavamiento de Protección:

Flujo de aceite de reductor 82508RD01_SF01 ok, Seccionador de tierra abierto, Temperatura menor a 130° C en arrancador, Temperatura chumacera máquina ok, Permiso de operación de celda 894506ME01_E3, Temperatura de cojinetes ok, Corriente de motor de molino 82508MR01_II01 ok, Temperatura chumacera catalina ok, Agua de refrigeración en reductor 82508RD01_SF01 ok.

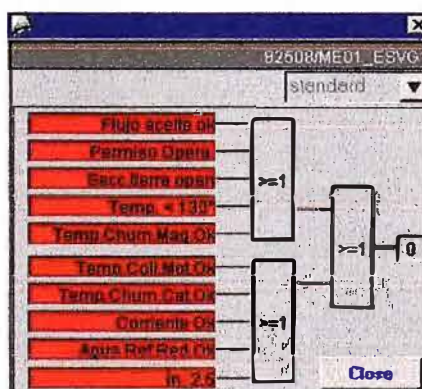


Fig. 4.19 Ejemplo de enclavamiento de protección

- Enclavamiento de Protección en Auto:

Temperatura chumacera de entrada 82508/St07 ok, Temperatura chumacera salida 82508/ST08 ok, Temperatura de cojinetes de máquina ok, Agua de refrigeración en chumacera de entrada 82508/FS01 ok, Agua de refrigeración en chumacera de salida 82508/FS02 ok.

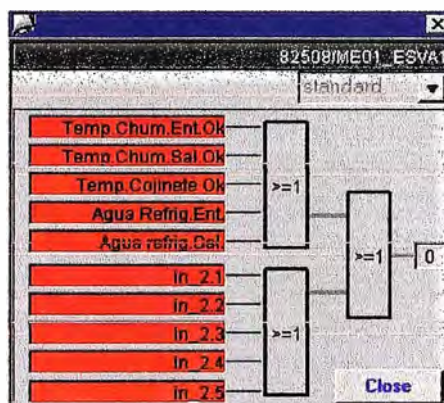


Fig. 4.20 Ejemplo de enclavamiento de protección en automático

c) Motor Cadena de Recirculación (82412MR01)

- Enclavamiento de Operación:

Molino de bolas 82508MR01 encendido.

- Enclavamiento de Protección:

Cable tirón de cadena y corriente de motor ok.

- Enclavamiento de Protección en Auto:

Cadena destemplada.

- Secuencia de Arranque

Paso 1: Enciende la rotativa 82908MR01 del filtro secundario. Rotativa encendida.

Paso 2: Enciende el ventilador 82904ME01 del mismo filtro. Ventilador encendido.

Paso 3: Enciende el tablero de fuerza y solenoides 82904KH01 del mismo filtro. Tablero encendido.

Paso 4: Arranque del molino de bolas. Molino encendido.

Paso 5: Enciende la cadena de recirculación motor 82412ME01. Cadena encendida.

4.3.3 Funcionamiento del Grupo Molienda de Carbón

La molienda de carbón es el grupo encargado, básicamente, de controlar el funcionamiento del molino de bolas y del componente que sirve de alimentador del mismo, este grupo es dependiente (por alguna forma decirlo) del grupo de lubricación. La molienda de carbón, para empezar, no iniciara su operación si el grupo anterior (lubricación de molino) y el grupo de gases calientes, no arrancaron en su totalidad, en este caso siempre y cuando haya confirmación de arranque de ambos grupos (tanto del de lubricación como el de gases calientes) empezaran a activarse los diversos objetos dentro de este grupo.

Tener presente los enclavamientos que estén obstaculizando el arranque y/u operación o en algunos casos la parada de ciertos objetos, se deben de tener en cuenta, como

siempre, consideraciones especiales para la operación en modo local ya que los enclavamientos de protección serian los únicos en ofrecer alguna ayuda para el operador.

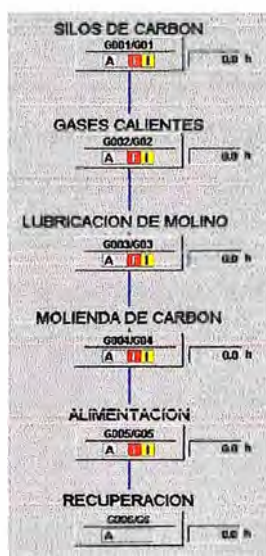


Fig. 4.21 Ejemplo secuencia de arranque de grupos

a) Operación en Modo Automático Molienda de Carbón

Como ya se menciona la molienda debe esperar el arranque total del grupo de lubricación de molino, de igual forma depende también del arranque del grupo de gases calientes y del funcionamiento de ciertos objetos pertenecientes a estos grupos, como por ejemplo la trituradora de martillos o alguna de las bombas de baja presión de las chumaceras del molino, estas condiciones se podrán apreciar haciendo clic en el botón del enclavamiento de arranque (start interlock) y en el enclavamiento de protección en auto. El primer objeto en arrancar será y en este orden; la rotativa, el ventilador y el tablero del filtro secundario que se encuentra en la cadena de recirculación luego seguirá el motor del molino de bolas y a continuación el motor de la cadena de recirculación.

b) Operación en Modo Individual de Molienda de Carbón

Para la operación en individual (single), como en todos los modos de operación de los grupos hay que tener presente los enclavamientos de los objetos, los arranques se dan uno por uno y sus tiempos entre arranque y arranque también son determinados por el operador; pero también los tiempos de confirmación de arranque se siguen manteniendo según el programa. Primero, antes de arrancar se debe de verificar que el objeto este disponible para ese arranque, no hablamos solo de disponibilidad eléctrica si no también que sus respectivos enclavamientos estén en el estado correcto, luego se tiene que prever que el siguiente objeto este ya apto para también ser arrancado de inmediato si así lo ameritase la situación, volviendo al tema de la operación de la planta, tener

presente que ya verificados los enclavamientos del grupo y de los objetos que pertenecen a él, se debe respetar el orden de arranque. Por ejemplo uno no puede iniciar el arranque de los dosificadores sin antes haber arrancado la cadena alimentadora de la trituradora.

c) Operación en Modo Local de Molienda de Carbón

Para la operación en modo local solo se debe tener en cuenta los enclavamientos de protección, que son los únicos que pueden impedir el arranque como también interrumpir la operación de los objetos de este y de cualquier grupo. En ocasiones normales este tipo de operación es usado para el mantenimiento mecánico de los objetos en campo pero también se puede hacer uso de este para la operación de la planta con fines de producción cosa que no es la más prudente. Para este modo de operación no hay más nada que agregar solo recordarle que debe de tener en cuenta los enclavamientos a la hora de la operación.

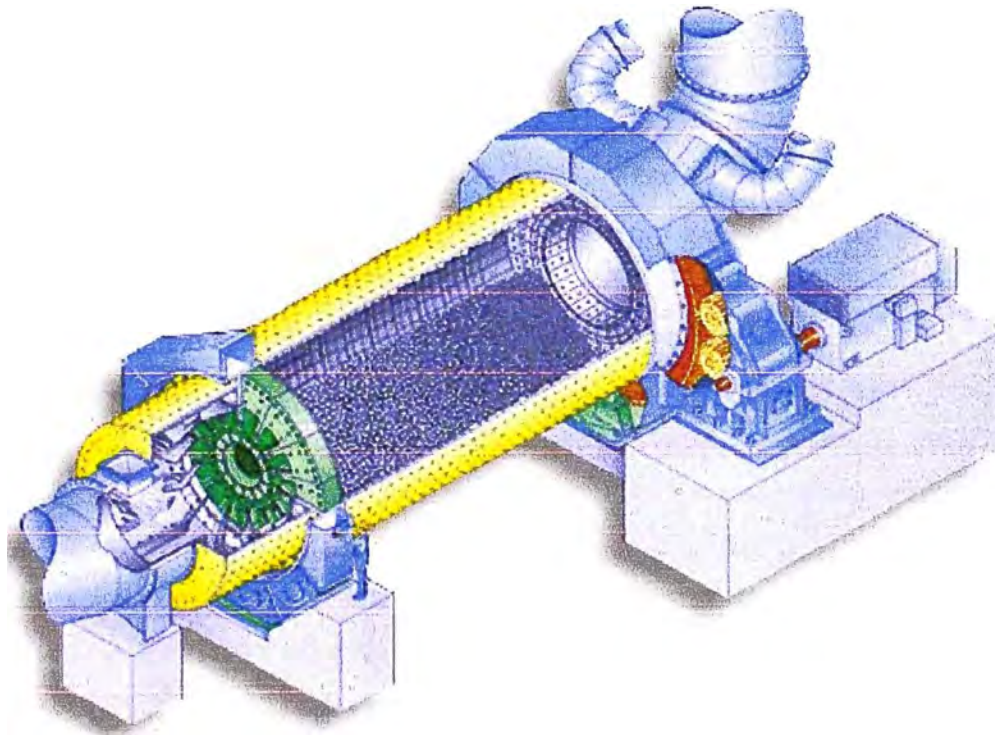


Fig. 4.22 Molino de bolas

CAPÍTULO V

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN SCADA WINCC PARA UNA PLANTA DE MOLIENDA DE CARBÓN

Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre computadoras de control de producción, con acceso a la planta mediante comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, ratones, cursores o lápices ópticos). Aunque inicialmente solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos en procesos de control, en los últimos tiempos han ido surgiendo una serie de productos hardware y buses especialmente diseñados o adaptados para éste tipo de sistemas. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, se realiza una interfaz del PC a la planta centralizada, cerrando el lazo sobre el ordenador principal de supervisión. El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios. El presente capítulo tiene como finalidad explicar la configuración y el modo de operación del sistema SCADA desarrollado para el sistema de control de la planta de carbón. Se explica el uso de las diversas herramientas de operación que son parte de la funcionalidad del sistema, además se muestra el modo como operar las zonas de producción. Se indica como usar las herramientas de diagnóstico del sistema para de esta manera reducir el tiempo de las paradas no programadas y prevenir de forma más eficiente posibles fallos del mismo.

5.1 Descripción del Sistema de Supervisión SCADA WinCC

WinCC es un sistema HMI (Interfaz hombre máquina) eficiente para trabajar bajo microsoft windows 2000 y windows XP. El control sobre el proceso en sí lo tiene el autómata programable (PLC). Es decir, por un lado hay una comunicación entre WinCC y el operador, y por otro lado entre WinCC y los autómatas programables. Con WinCC se visualiza el proceso y se programa la interfaz gráfica de usuario para el operador. WinCC permite que el operador observe el proceso, para lo cual el proceso es visualizado

gráficamente en la pantalla. En cuanto cambia un estado en el proceso se actualiza la visualización. WinCC permite que el operador maneje el proceso; así, desde la interfaz gráfica de usuario él puede predeterminar un valor de consigna, abrir una válvula, etc. Cuando se presenta algún estado crítico en el proceso se activa automáticamente una alarma; si se rebasa un valor límite predeterminado, por ejemplo, aparece un aviso en la pantalla. Los avisos y los valores de proceso se pueden imprimir y archivar en formato electrónico. El usuario documenta así la evolución del proceso y puede acceder posteriormente a los datos de producción del pasado.

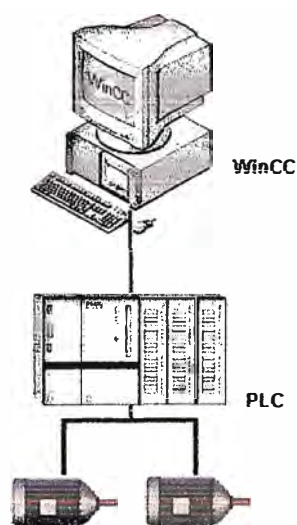


Fig.5.1 Sistema WinCC

5.1.1 Estación de Operador SCADA Win CC

Todas las estaciones de operador (OS) se basan en la moderna tecnología de PC, con prestaciones escalonadas y optimizada para su utilización como OS monopuesto, OS Cliente o servidor, combinada con el sistema operativo microsoft windows.

- **Sistema monopuesto (OS Single Station),** En un sistema monopuesto, todas las funciones de manejo y visualización de un proyecto (planta/unidad de proceso) están concentradas en una estación. Se tiene integrado en la placa un puerto FastEthernet RJ45-Port que se podrá emplear para conectar una LAN de OS (bus de terminal). El sistema monopuesto se puede conectar al bus de planta Industrial Ethernet de dos maneras: A través de un procesador de comunicaciones CP 1613 (comunicación con máx. 64 controladores) o mediante una sencilla tarjeta LAN (comunicación con máx. 8 controladores). Conectada al bus de planta la estación monopuesto es aplicable, asociada en paralelo, a otros sistemas monopuesto o a un sistema multipuesto. Si se utiliza el paquete de programas WinCC/Redundancy también se puede operar de forma redundante con dos estaciones monopuesto.

- **Sistemas multipuesto en arquitectura cliente/servidor**, Un sistema multipuesto se compone de puestos de operación (clientes OS) a los que uno o varios servidores OS suministran datos (datos de proyecto, valores de procesos, ficheros, alarmas y avisos) a través de una LAN de OS (bus de terminales). La LAN de OS puede compartir el soporte de transmisión con el bus de planta o instalarse por separado (Ethernet con TCP/IP). Si los requerimientos de disponibilidad son mayores, también se pueden configurar los servidores OS de manera redundante. Las aplicaciones importantes del servidor OS se vigilan a través del así llamado "health check" que, dado el caso, pueden causar la conmutación al equipo de reserva. Los servidores OS redundantes se sincronizan automáticamente a gran velocidad.

Los clientes OS no sólo pueden acceder a los datos de un servidor/una pareja de servidores OS, sino también a varios servidores/parejas de servidores OS simultáneamente (modo MultiClient). Esto permite estructurar una planta en varias unidades tecnológicas y distribuir los datos por varios servidores/parejas de servidores OS del modo correspondiente. La ventaja de los sistemas distribuidos es, además de la escalabilidad, el desacoplamiento de las unidades de proceso y la mayor disponibilidad que ello conlleva. Simatic PCS 7 soporta sistemas multipuesto con hasta 12 servidores OS o 12 parejas de servidores OS redundantes. En el modo multicliente los clientes OS pueden acceder paralelamente a algunos o a la totalidad de los 12 OS servidores/parejas de servidores (hasta 32 clientes OS simultáneamente a todos).

Los servidores OS tienen además funciones de cliente con las que pueden acceder a los datos (ficheros, avisos, tags, variables) de los otros servidores del sistema multipuesto. Así, se pueden interconectar sinópticos del proceso de un servidor OS con variables de otros servidores OS (sinópticos interárea). Los servidores OS se pueden conectar, como la OS monopuesto, a través de un procesador de comunicaciones o de una simple tarjeta LAN al bus de planta Industrial Ethernet.

a) Interfaz del Usuario

El interfaz de diálogo hombre-máquina del sistema de operador reúne todas las características propias de un sistema de instrumentación y control. Es multilingüe, ergonómico y ordenado, y está claramente estructurado. El operador puede mantener constantemente una visión de conjunto del proceso y navegar rápidamente entre las diversas vistas de la planta. Está asistido por un administrador de árbol de imágenes, el cual organiza la jerarquía de los gráficos según los deseos del usuario y permite seleccionar secciones de niveles inferiores de la instalación durante la conducción del proceso. Las imágenes del proceso y los puntos de medida también se pueden activar

indicando los nombres. Para la representación tecnológica de una instalación se dispone de una vista estándar y de una vista de servidor con diferentes vistas panorámicas de las secciones. Ambas vistas contienen, entre otras cosas: Línea para el último mensaje recibido; esta línea se puede configurar para que tenga preferencia el mensaje de máxima categoría o de máxima prioridad, fecha, hora y nombre del operador, vista panorámica con hasta 36/49/64 áreas (según la resolución del monitor de proceso), área de trabajo para gráficos y ventanas libremente desplazables para faceplates, curvas, etc; y teclas de funciones de sistema.

b) Curvas

Las curvas se pueden visualizar con el tamaño de la pantalla completa, o visualizarlas en ventanas del área de trabajo e imprimirlas directamente. Algunas curvas/grupos de curvas ya se predefinen al configurar el sistema. El operador también puede componer sus propias curvas en línea, seleccionarlas por nombres de puntos de medida y memorizarlas para usarlas más tarde

c) Alarmas y Mensajes

Asignando diferentes prioridades a los mensajes como atributo adicional para las clases de mensajes conocidas, se obtiene una mejor visión de conjunto cuando aumenta el volumen del proyecto, pudiendo distinguir mejor los mensajes importantes de los de menor importancia. En el caso de fallos en un sensor/actuador o durante la puesta en marcha, el operador procede a bloquear mensajes (alarmas) de puntos de medida particulares o de todos los puntos de medida de un sinóptico/área. El bloqueo y la habilitación se registran en el informe de operación. Los avisos pendientes se señalizan con indicadores agrupados que se representan en vistas de listas de avisos/alarmas preconfiguradas por grupos. En la visualización agrupada también se ve si hay mensajes bloqueados o no. El último mensaje recibido (que en el caso de haber asignado prioridades será el que tenga la mayor prioridad) se visualiza en el margen superior de la vista estándar. Pulsando el botón "línea de alarmas ampliada" se visualizará una ventana predefinida con más alarmas. Por medio de "Loop in alarm", el operador accede directamente a la imagen de proceso donde se ha producido la anomalía, y a través del punto de medida cuyo símbolo está marcado en color (cian), también puede activar el correspondiente bloque gráfico (imagen de lazo). La ventana del bloque gráfico (imagen de lazo) se puede fijar con un botón pin para que también permanezca visible al cambiar de sinóptico. Los dispositivos de ajuste del sonido y las prioridades definibles con variables de señales dan soporte a la señalización acústica de avisos/alarmas mediante una tarjeta de sonido o mediante la activación de emisores de señales externos con un módulo de señales.

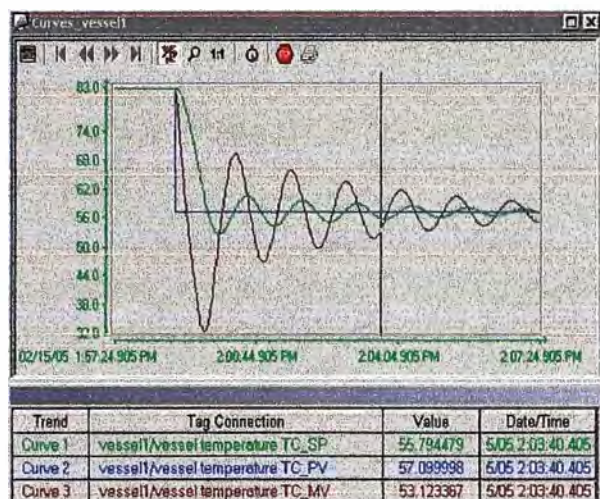


Fig.5.2 Ventana de curvas

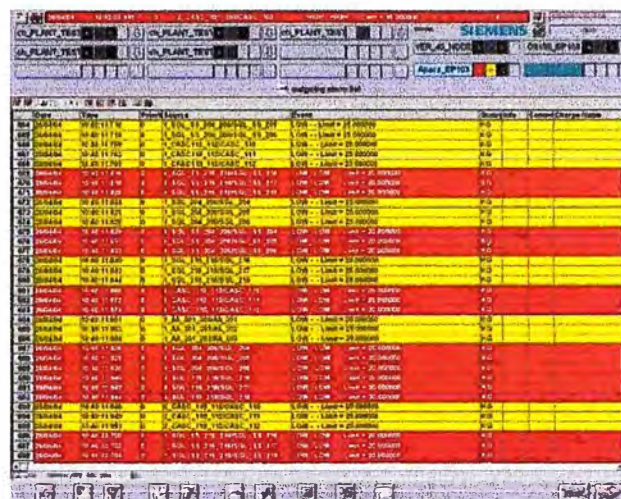


Fig.5.3 Ventana de mensajes

5.1.2 Principales Herramientas del SCADA WinCC

WinCC es un sistema modular. Sus componentes básicos son el software de configuración (CS) y el software ejecutor de la aplicación "Runtime" (RT).

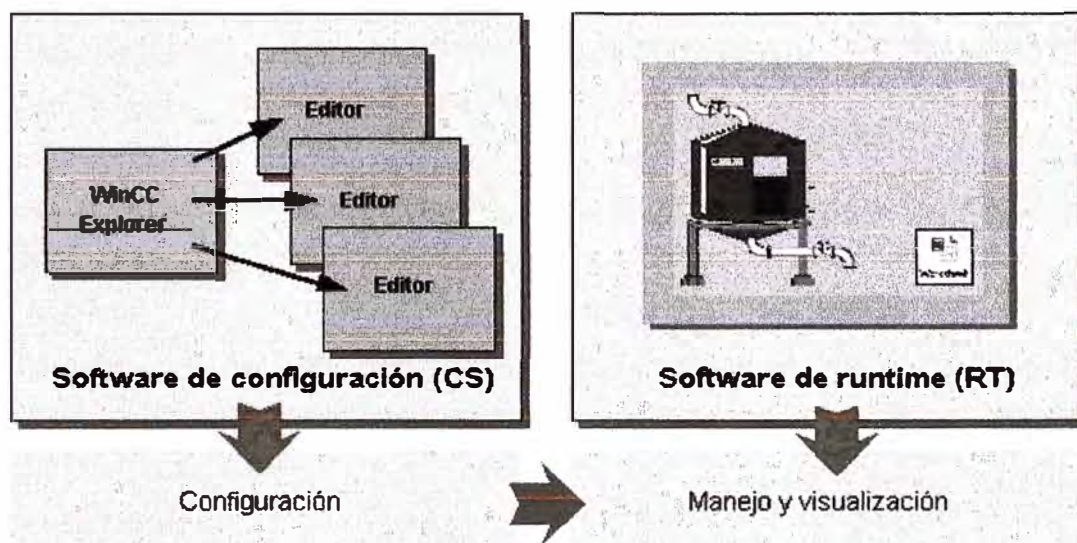


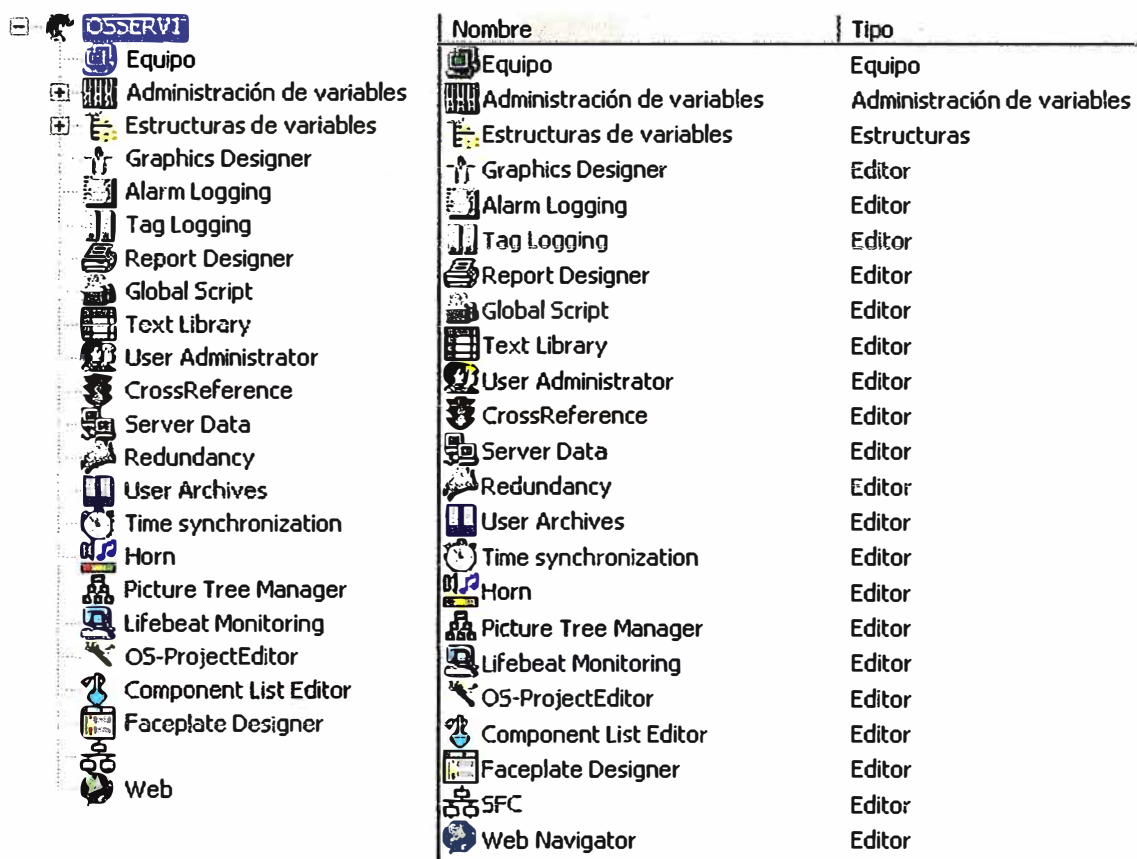
Fig.5.4 Estructura de WinCC

a) Software de Configuración

En el explorador de WinCC se representa la estructura global del proyecto y se gestiona el proyecto. Para configurar un proyecto se dispone de unos editores específicos que pueden activarse desde el explorador WinCC. Con cada uno de los editores se configura un determinado subsistema de WinCC. Los principales editores son:

- **Computer**, Configuración del tipo de proyecto y de sus características al iniciar la aplicación en tiempo de ejecución.
- **Tag Management**, Es el gestor de variables y conexiones. Aquí es donde se configura la comunicación con los autómatas programables y otros componentes.

- **Structure Tag**, Editor para la creación de estructuras de variables en aquellos autómatas programables que los soportan.
- **Graphics Designer**, Editor que sirve para la creación y la dinamización de imágenes de proceso.
- **Alarm Logging**, Gestor de alarmas y avisos. Se configuran los eventos externos que provocan alarmas o aviso y se les asigna el texto correspondiente.
- **Tag Logging**, Con este editor se pueden crear ficheros para guardar valores de proceso para su visualización posterior en formato de tabla o gráfica.
- **Report Designer**, Con el editor de informes se pueden crear “layouts” dinámicos para imprimir informes, resúmenes, gráficas, etc. Aquí también se definen las impresoras conectadas al equipo y dispone de un editor especial para impresoras matriciales.
- **Global Script**, Es el compilador de ANSI de WinCC. En el se crean las funciones del proyecto y las acciones globales. Se dispone de un gran número de funciones estándar.
- **Text Library**, Gestor de idiomas. Con este editor podemos definir textos en varios idiomas para ser mostrados en pantalla dependiendo seleccionado por el usuario.
- **User Administrator**, Gestiona el alta/baja de los usuarios y sus contraseñas para restringir el acceso a diferentes zonas de la aplicación.
- **Cross Referente**, Referencias cruzadas. Esta herramienta crea un listado de todas las variables del proyecto indicando si han sido utilizadas y en que parte del proyecto. Es útil para buscar posibles errores.
- **User Archives**, Permite gestionar bases de datos. Es posible crear tablas y consultas para su posterior visualización en pantalla o para la gestión de un gran volumen de datos. Es muy útil para la gestión de históricos de producción, recetas, etc.
- **Picture Tree Manager**, Permite establecer una jerarquía de tipo árbol para las imágenes del proyecto.
- **Lifebeat Monitoring**, Permite comprobar durante la ejecución el estado del autómata.



Nombre	Tipo
Equipo	Equipo
Administración de variables	Administración de variables
Estructuras de variables	Estructuras
Graphics Designer	Editor
Alarm Logging	Editor
Tag Logging	Editor
Report Designer	Editor
Global Script	Editor
Text Library	Editor
User Administrator	Editor
CrossReference	Editor
Server Data	Editor
Redundancy	Editor
User Archives	Editor
Time synchronization	Editor
Horn	Editor
Picture Tree Manager	Editor
Lifbeat Monitoring	Editor
OS-ProjectEditor	Editor
Component List Editor	Editor
Faceplate Designer	Editor
SFC	Editor
Web Navigator	Editor

Fig. 5.5 Explorador WinCC con sus editores

b) Software Ejecutor de la Aplicación (Runtime).

Con el software Runtime el usuario puede visualizar y manejar el proceso. En este contexto, el software de Runtime tiene fundamentalmente las siguientes tareas: Leer los datos memorizados en la base de datos CS, visualizar las imágenes en la pantalla, realizar la comunicación con los autómatas programables, archivar los datos Runtime (valores de proceso y eventos de avisos) y manejar el proceso (predeterminando valores de consigna o activando/desactivando)

5.1.3 Procedimiento de Desarrollo de Proyectos WinCC

a) Preparación Previa a la Creación de un Proyecto

Para la configuración de un proyecto de la forma más efectiva posible, antes se debe estudiar la estructura del proyecto. Dependiendo del tamaño del proyecto planificado y del número de personas implicadas en la configuración, puede resultar útil definir previamente algunos ajustes y normas antes de crear el proyecto. Los elementos de un proyecto que se pueden definir antes de configurarlo son: Tipo de proyecto, ruta del proyecto, convenciones de nombres, grupos de variables, jerarquía de imágenes y reutilización de partes de un proyecto.

- **Tipo de proyecto,** Antes de comenzar la planificación del proyecto se debe saber si va a necesitar un sistema monopuesto o multipuesto. Si desea crear un proyecto con clientes WinCC o clientes Web, deberá observar las indicaciones correspondientes.
- **Ruta del proyecto,** Es mejor crear una partición propia para el proyecto. Para crear la partición se debe considerar la cantidad de datos prevista. Si va a archivar un gran número de datos, el proyecto de WinCC podría necesitar varios gigabytes de memoria. Asimismo, una partición propia garantiza que, en caso de fallo del sistema, se mantengan el proyecto de WinCC y todos los datos que contiene.
- **Convenciones de nombres,** Las convenciones de nombres pueden facilitarle la manipulación de proyectos de gran tamaño. Le ayudan a mejorar la perspectiva general del proyecto especialmente con las variables, las imágenes y las funciones.
- **Grupos de variables,** Para estructurar las variables puede crear grupos de variables. En WinCC no es posible intercalar grupos entre sí; sólo puede crear un nivel con grupos de variables.
- **Jerarquía de imágenes,** Para reducir el tiempo necesario para la configuración del proyecto, antes de comenzar se debe estudiar la jerarquía de imágenes que va a utilizar en el proyecto. Para ello debe hacerse una idea de las imágenes que se van a crear. Con una imagen básica y la utilización del prefijo de variables podrá estructurar la navegación en su proyecto.
- **Reutilización,** Puede utilizar diferentes partes de proyectos WinCC ya existentes, como imágenes, variables, funciones y acciones. Si no desea aplicar una y otra vez datos de un proyecto WinCC ya existente, puede crear un proyecto estándar. En él puede configurar partes de proyecto adaptadas a sus necesidades. Cuando cree un nuevo proyecto WinCC, sólo tiene que copiar el proyecto estándar y adaptar la copia de la forma necesaria. Con ello puede ahorrar tiempo en la configuración del proyecto.

b) Crear y Administrar Proyectos

En WinCC Explorer se pueden crear y administrar los proyectos. Cuando se crea un proyecto se cuenta con la ayuda del asistente de proyectos.

- **Configuración con el asistente de proyectos,** El asistente de proyectos aparece automáticamente al seleccionar la opción de menú "archivo>nuevo". El asistente pregunta por el tipo de proyecto (monopuesto o multipuesto), el nombre del proyecto y la posición en memoria. En cuanto el asistente ha creado el proyecto aparecen en WinCC Explorer los datos básicos creados por el asistente de proyectos. En la línea del título de WinCC Explorer aparece el nombre del proyecto.

Con WinCC Explorer también se pueden administrar los proyectos. Dentro del componente “Equipo” se configura las distintas estaciones de operador y se determinan los componentes Runtime que se iniciarán al activar el proyecto. Dentro del componente “Administrador de variables” se establece la conexión con los autómatas programables conectados y se definen las variables necesarias para intercambiar datos con los autómatas programables. Los otros componentes tienen editores especializados para todas las demás tareas de configuración.

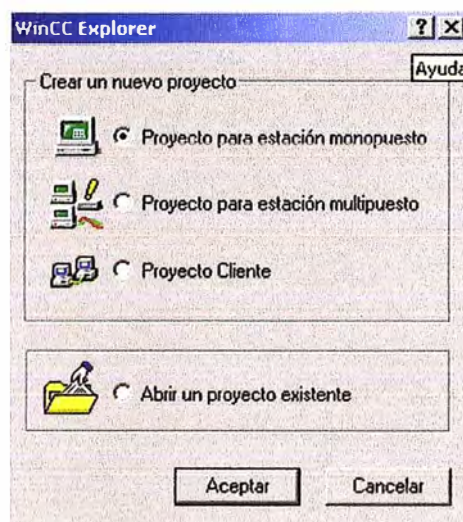


Fig. 5.6 Creación de un proyecto

c) Ejecutar y Probar Proyectos

Para poder ejecutar los proyectos se necesita el software de Runtime WinCC.

- **Configuración con WinCC Explorer**, Antes de activar por primera vez el proyecto se tienen que definir las propiedades Runtime. Para ello se utiliza el cuadro de diálogo “Propiedades del equipo”. A este cuadro de diálogo se accede en WinCC Explorer dentro del componente “Equipo” mediante el menú emergente. En la ficha “Arranque” se fijan los componentes de Runtime que se van a activar y las funciones que van a estar disponibles en Runtime. Para obtener las máximas prestaciones se deberán activar únicamente aquellos componentes que realmente se necesiten. En la ficha “Runtime de gráficos” se determina cuál será la primera imagen que se visualizará al activar (imagen inicial) y cómo deberá aparecer en la pantalla el proyecto WinCC.

- **Activar proyecto**, El comando “Activar” se encuentra en WinCC Explorer dentro del menú “Archivo”; también se puede activar utilizando el correspondiente botón en la barra de herramientas. Al activar se inician los componentes seleccionados del software de Runtime. A partir de ese momento se puede manejar y probar el proyecto.



Fig. 5.7 Configuración del equipo

- **Simulador WinCC**, Con WinCC Simulator se puede probar el proyecto WinCC durante la fase de desarrollo sin tener conectada la periferia de proceso, o con la periferia de proceso conectada pero sin poner en marcha en proceso. Se puede predeterminar un valor fijo para una variable así como modificar un valor en el transcurso del tiempo.
- **Probar un proyecto**, Al igual que ocurre con todos los software, todos los proyectos creados con WinCC deben ser probados minuciosa y metódicamente. En una primera etapa se deberá hacerlo módulo por módulo y con valores de variables simulados, en una segunda etapa se deberá probar el funcionamiento del proyecto en su conjunto y con todos los componentes de automatización.
- **Configuración en línea**, Si al realizar las pruebas se constatan errores, éstos pueden ser subsanados inmediatamente en WinCC sin tener que detener el proceso. Para hacerlo hay que pasar al software de configuración pulsando la combinación de teclas Alt-Tab. Configurar la modificación, guardar los datos y regresar al software de Runtime. El proceso continúa sin interrupciones con los nuevos datos.

- **Desactivar un proyecto**, Para desactivar un proyecto, regresar al software de configuración pulsando la combinación de teclas Alt-Tab. Pulsando el botón “Desactivar” en la barra de herramientas de WinCC Explorer se para el Runtime. Alternativamente se puede asignar esta función a un botón en una de las imágenes.

5.2 Configuración del SCADA WinCC para Planta de Molienda de Carbón

El sistema operador (OS) constituye el interfaz de diálogo hombre-máquina del sistema de control de procesos Simatic PCS 7, sirviendo al usuario como ventana y acceso al proceso. El control y supervisión del sistema se realiza a través del sistema SCADA WinCC v6.0, el cual es parte de la plataforma de PCS7. Se hacen uso de las librerías para plantas de cemento desarrollada por Siemens (Cemat). Se cuenta con dos estaciones de operador/servidores de forma redundante y sincronizada, lo cual garantiza que la información no se pierda en caso de que alguna de las estaciones deje de funcionar. La operación de la planta esta basado en la filosofía típica del Cemat, el cual esta basado en objetos los cuales son relacionados en grupos funcionales los cuales tiene un modo y mando de operación común. El uso del faceplate facilita la operación de los diversos elementos de control.

5.2.1 Ingeniería de la Estación de Operador

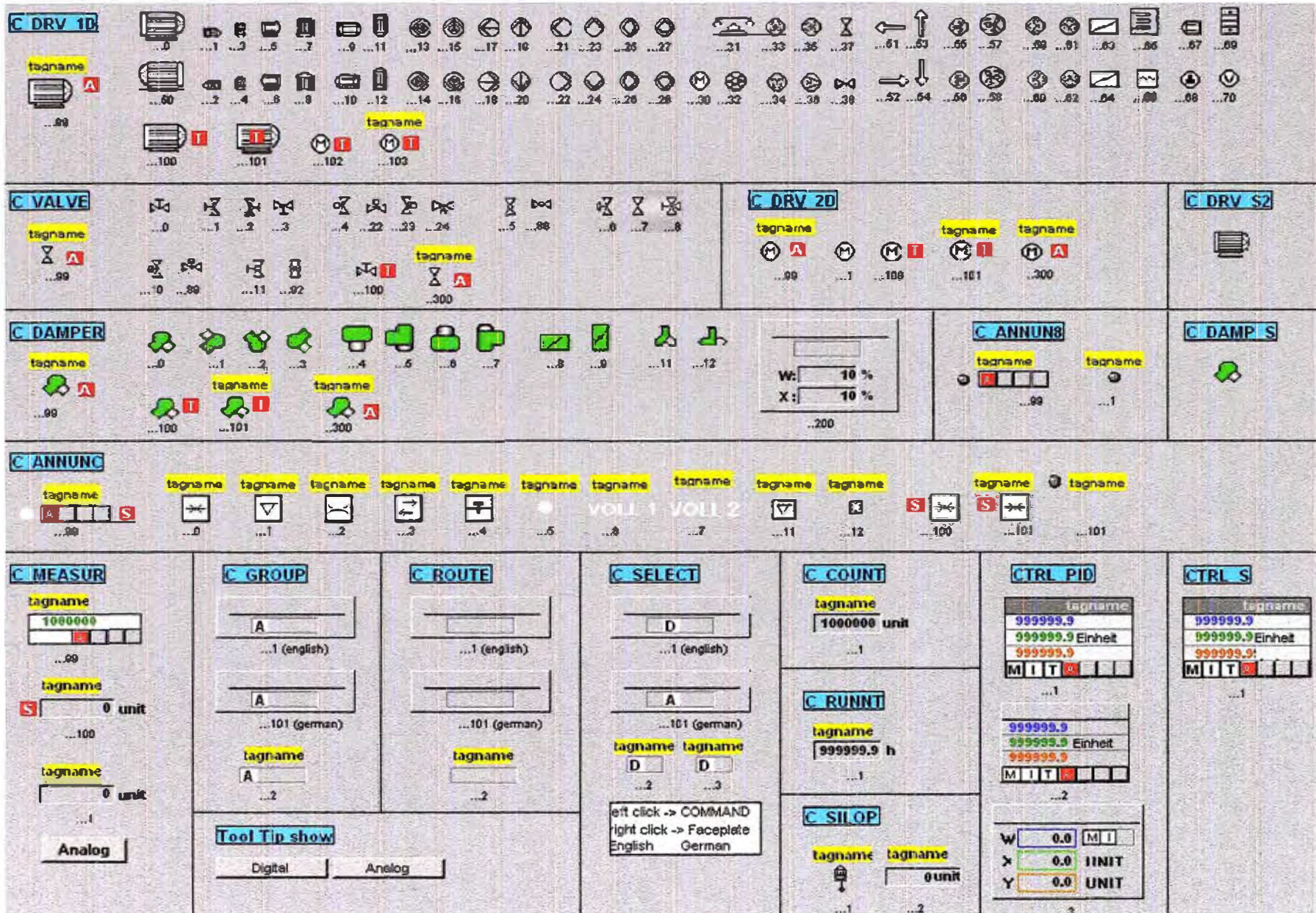
a) CEMAT (Cement Automation Technology)

La solución de automatización Cemat consiste de diferentes componentes hardware y software guía de procesos. Las soluciones Cemat están basadas en componentes siemens y productos estándar consistentes de bloques de función de preingeniería que son especialmente diseñados para los requerimientos en la industria del cemento. La versión Cemat v6.0 esta basado en la plataforma estándar industrial Siemens PCS7 y usan componentes hardware estandar (Simatic S7, Simatic Net). La comunicación esta basada en Industrial Ethernet y Profibus. El control de operación y monitoreo es provisto a través del WinCC (Windows Control Center).

- Plantillas

Durante el procedimiento de instalación, se han copiado tres plantillas de imágenes en el proyecto, los cuales contienen los símbolos predefinidos (iconos bloque) para los objetos de Cemat. Los iconos bloque en estos cuadros son ejemplos y tienen que ser adaptados de acuerdo a los requerimientos del proyecto. El gráfico **@C_PCS7Typicals.pdl** contiene por defecto los símbolos para la generación automática de iconos bloques desde el administrador Simatic.

Fig. 5.8 Plantilla @C_PCS7Typicals.pdl



- Generación automática de iconos bloques

Usando la generación automática de iconos bloques, los símbolos en el gráfico de proceso son automáticamente creados y enlazados a las correspondientes variables. Los diferentes iconos bloques para el mismo tipo de bloque se distinguen en el índice, el cual es ingresado en las propiedades del icono bloque. Para generar el icono bloque automáticamente, en el CFC, "Object properties" del bloque se tiene que seleccionar la opción "Generate block icon" y ingresar el correspondiente índice. La función para la generación automática de iconos bloques esta disponible en la vista de planta o vista objetos de proceso del administrador Simatic bajo "Opcion, Plant Hierarchy, Create/Update Block Icons". Luego se pueden hacer futuras modificaciones directamente en el icono bloque generado.

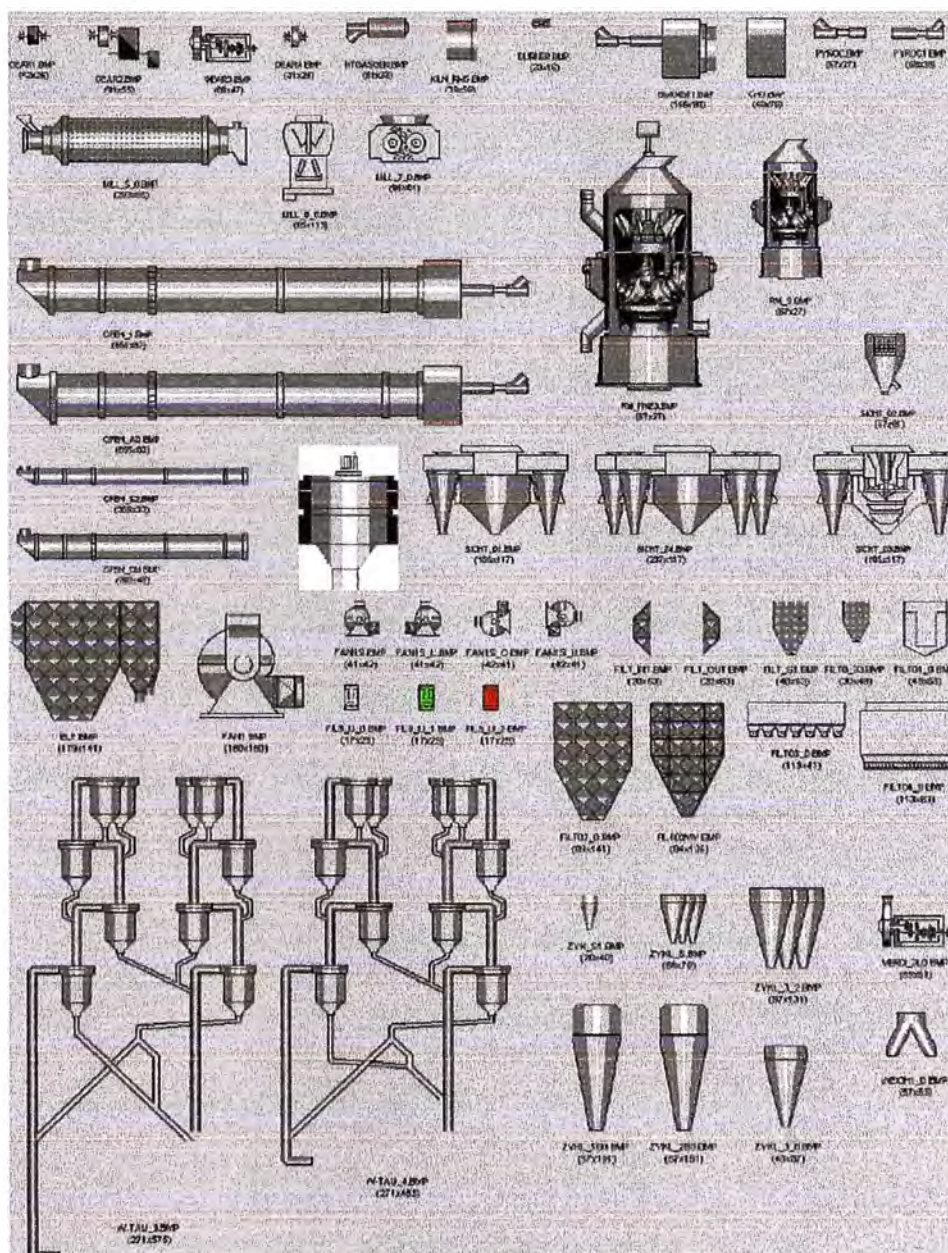


Fig. 5.9 Bitmaps estándar Cemat

b) Creación del Proyecto

Dentro de "Equipo" se configuran las distintas estaciones de operador y se determinan los componentes Runtime que se iniciarán al activar el proyecto

c) Configuración de Comunicaciones y Variables

La Administración de variables administra las variables y el controlador de comunicación que se usa en el proyecto. A las variables cuyos valores son asignados por el proceso se las designa en WinCC variables de proceso o variables externas. Cuando se trata de variables de proceso, en la Administración de variables se determina cuál es el controlador de comunicación que conecta a WinCC con el autómata programable y cómo se efectúa el intercambio de datos. En la estructura de directorios de ese controlador de comunicación se crean las variables asociadas. Las variables cuyos valores no son asignados por el proceso, denominadas variables internas, se crean en el directorio "Variables internas".

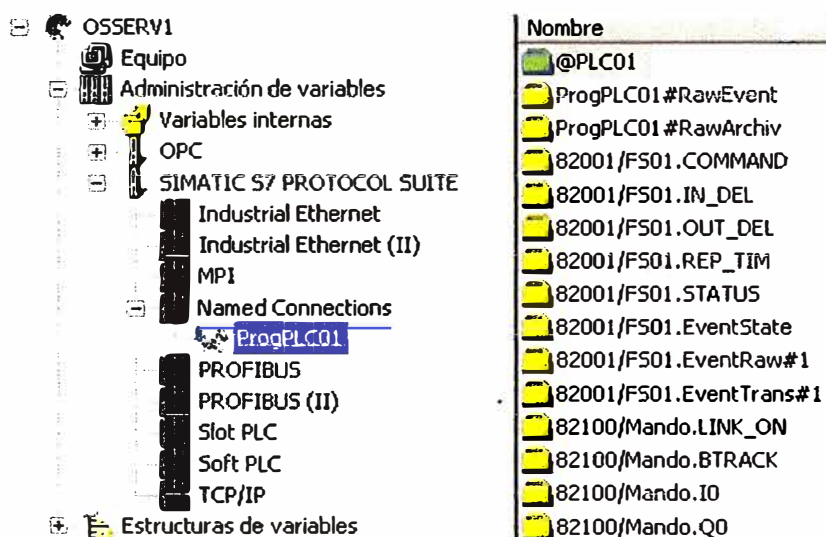


Fig. 5.10 Configuración de comunicación y variables de proceso

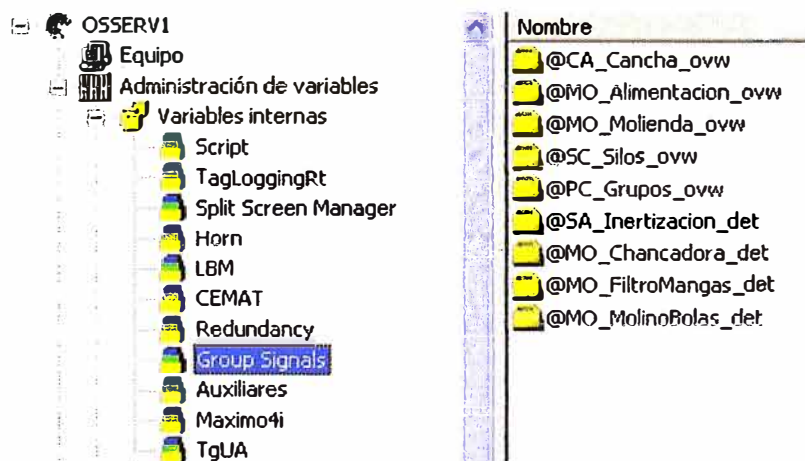


Fig. 5.11 Configuración de variables internas

d) Edición de Pantallas de Proceso

Graphics Designer pone a disposición objetos y herramientas para la creación de imágenes de proceso. El Graphics Designer cuenta con una superficie de trabajo, barra de herramientas, barra de menú, barra de estado y distintas paletas.

- **Imágenes**, Una imagen equivale a un archivo en forma de hoja de dibujo. El tamaño de esta hoja de dibujo puede modificarse. Una hoja de dibujo comprende 32 niveles, que pueden utilizarse para obtener una clara representación. El proceso completo que va a representarse puede dividirse en múltiples imágenes individuales, que se vinculan entre sí. Por otro lado, a una imagen de proceso también se puede conectar la llamada a otras aplicaciones y archivos.

- **Objetos**, Se denominan objetos a los elementos gráficos predeterminados, que permiten una creación eficiente de las imágenes de proceso. Todos los objetos se pueden insertar fácilmente en una imagen desde la paleta de objetos. En la ficha “estándar” de la paleta de objetos, se disponen los objetos en los siguientes grupos de objetos: objetos estándar, objetos smart y objetos windows. La forma, el aspecto, la situación y la conexión con el proceso de un objeto se determinan mediante las “Propiedades del objeto”. Estas propiedades pueden modificarse según las necesidades. Las propiedades de un objeto se describen mediante un gran número de atributos, las cuales pueden ser modificadas asignando un nuevo valor a los atributos correspondientes.

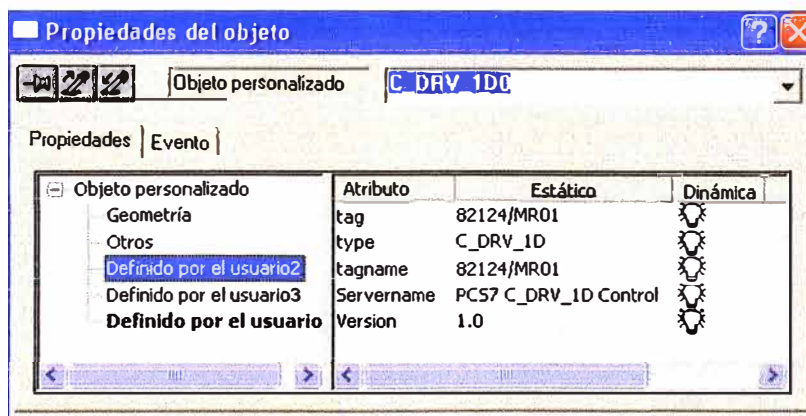


Fig. 5.12 Configuración de un objeto

- **Dinamizar Imágenes de Proceso**, WinCC ofrece numerosas posibilidades para dinamizar los objetos de una imagen de proceso. Básicamente se distinguen dos tipos:

- Modificación de objetos dinámicos dependiendo de un valor de proceso, su aspecto o su posición. Un objeto dinámico puede ser una barra cuya longitud varía según la temperatura actual, la representación de un instrumento con una aguja indicadora móvil o el cambio de color de un objeto en función de la posición de una pieza.

- Objetos operables reaccionan a eventos, del ratón, y permiten al operador intervenir activamente en el proceso. Objetos operables pueden ser botones de comando, controles

deslizantes o también campos E/S para introducción de determinados parámetros del proceso.

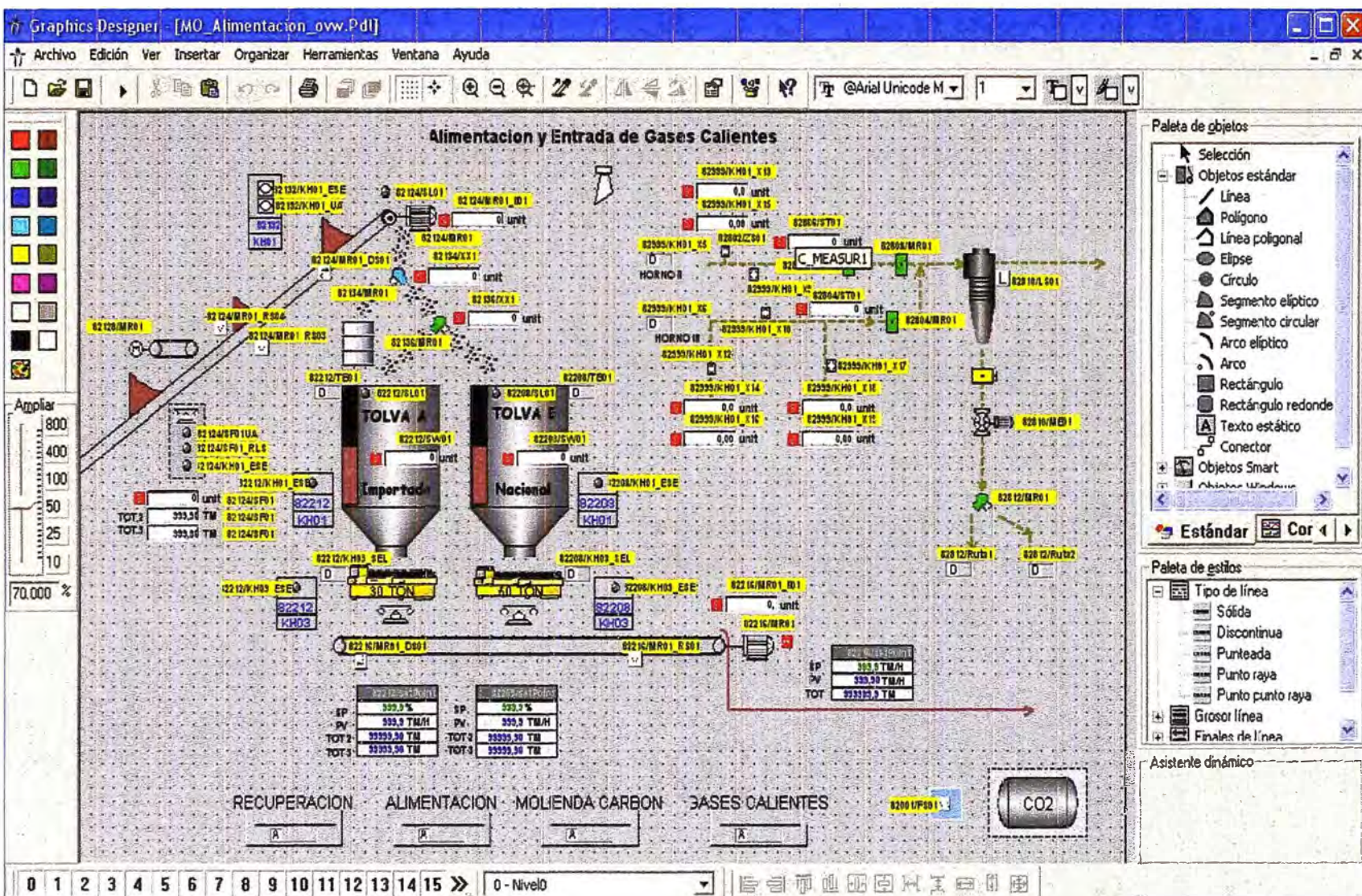


Fig. 5.13 Edición de una pantalla de proceso

e) Estructura de Sistema de Avisos

Los avisos informan al operador acerca de los estados de funcionamiento y de fallo que se producen durante el proceso. Sirven para poder detectar con antelación situaciones críticas y para evitar periodos de inactividad. Al configurar se define qué eventos activarán avisos de proceso. Un evento puede ser que se active un determinado bit en un autómata programable, o que un valor de proceso rebase un valor límite definido. El editor Alarm Logging es el responsable de las tareas de registro de avisos y almacenamiento en archivo e incluye funciones para la recepción de avisos a partir de procesos para su procesamiento, visualización, acuse y almacenamiento en archivo. Con la administración de ficheros en WinCC tiene la posibilidad de archivar valores de proceso y avisos para la documentación selectiva de estados de servicio y de alarma. Para el archivamiento se aplica el servidor SQL de Microsoft.

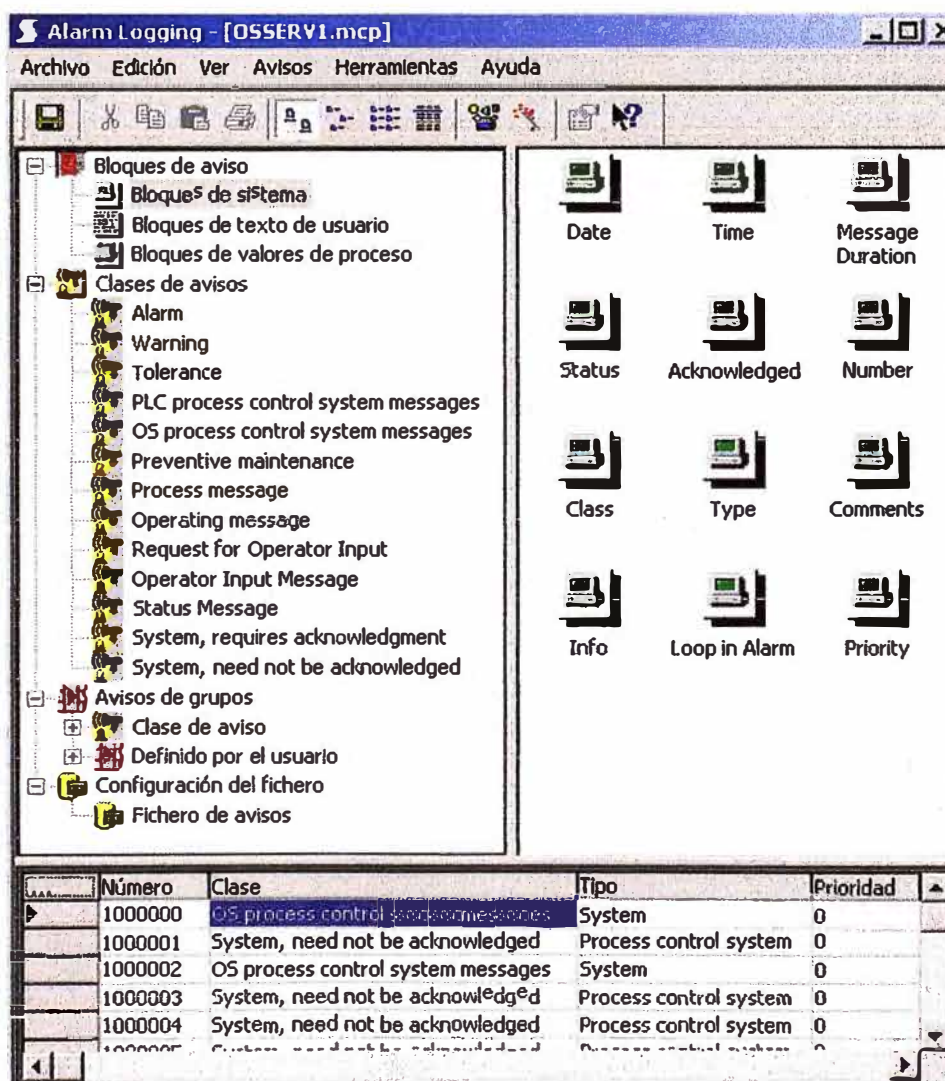


Fig. 5.14 Sistema de avisos

A. Barra de Alarmas: Contiene línea para mostrar la ultima alarma entrante, Botón para reconocimiento de alarmas y Botón para llamada del listado de alarmas activas

B. Botones de Área: Permiten navegar y acceder directamente a las pantallas de cada área. Al presionar el botón se muestra un listado de las sub-pantallas accesibles para esa área.

C. Pantalla Flotante: En esta pantalla se muestran los valores de los parámetros que deben ser controlados permanentemente durante la operación de la planta, esta ventana puede ser desplazada pero no cerrada.

D. Área de Proceso: En esta área de la pantalla se muestra el proceso y las indicaciones de estado y valores del proceso de producción de la planta de molienda de carbón.

E. Barra del Sistema: En esta barra se tiene acceso a los siguientes botones:

- **Keyset change**, Permite visualizar el segundo grupo de botones de la barra de sistema.
- **Password**, Activa la ventana de para el registro de usuarios.
- **Alarm Logging**, Permite ver el cuadro de alarmas.
- **Cemat Alarm Logging**, Muestra las alarmas pertenecientes a los objetos del CEMAT.
- **Reports**, Sirve para la impresión de reportes de alarmas.
- **Trend System**, Permite el diseño de una tendencia a medida del operador. El operador debe de tener en cuenta a que objeto pertenece la curva y el tag del mismo.
- **Tag point by tag**, Permite visualizar la pantalla según el objeto que se este buscando.
- **Picture by name**, Sirve para abrir la pantalla que se elija.
- **Previous Picture**, Para ir a la pantalla anterior ya sea entre pantallas principales o entre pantallas principales y sub-pantallas o viceversa.
- **Plant network Configuration**, Visualiza la pantalla de configuración del sistema.
- **Picture Information**, Aquí encontrara información sobre la pantalla.
- **Acknowledged Horn**, Se usa para el reconocimiento de una alarma sonora.
- **Acknowledged Error**, Se usa para el reconocimiento de las alarmas.

En el segundo grupo de botones se pueden apreciar los siguientes:

- **Keyset change**, Para regresar al primer juego de botones de sistema.
- **Change Language**, Para la elección del idioma.
- **Call SFC**, Sirve para llamar un controlador de bloques SFC.
- **User Authorization**, Para visualizar los niveles de acceso de cada usuario.
- **Exit Runtime**, Salir de Runtime, no todos los niveles de acceso permiten esta opción.

F. Cuadro de login, Aquí se muestra el nombre del usuario actualmente registrado, pero si no hubiese permite registrarse como usuario.

a) Faceplate de Grupo

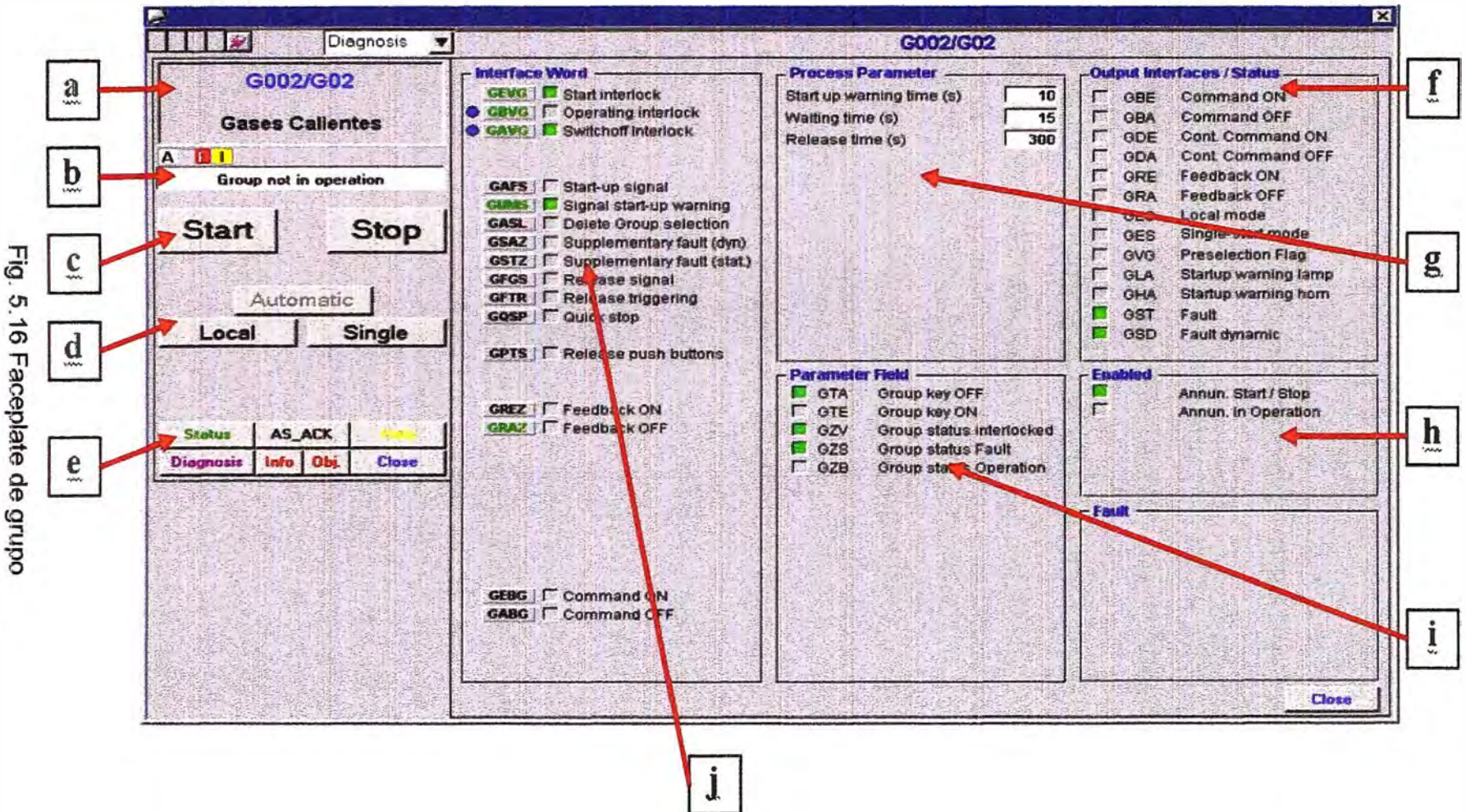


Fig. 5.16 Faceplate de grupo

A. Descripción de Grupo, En este cuadro se puede apreciar el nombre del grupo y su leyenda

B. Barra de Estado del Grupo, Aquí se puede apreciar si el grupo esta operando o no, como también en que modo de operación se encuentra o si tiene algún interlock. Estos últimos se pueden apreciar en el cuadro que se encuentra por encima de la barra de estado; aquí también por medio de unas flechas se puede saber si el grupo esta en proceso de arranque o de parada.

C. Botones de Mando, Botones para el arranque y parada del grupo.

D. Botones de Modo, Botones para la elección del modo de operación que puede ser automático, individual o local.

E. Botones de Control, Son botones con los cuales se pueden ver más al detalle el por que de las fallas y estados del grupo:

- **Status,** Con este botón se puede ver los objetos que contiene el grupo así como también el estado de cada uno de ellos.

- **As_ack,** Usado para el reconocimiento de fallas del grupo.

- **Help,** Muestra el manual del objeto en PDF en el cual se encontrará información de los parámetros para el uso del grupo.

- **Diagnosis,** Muestra la ventana de detalle del faceplate, en el cual se aprecia al detalle los estados y fallas del grupo.

- **Info_Obj.,** Usado para visualizar información del grupo como también detalle de los objetos que contiene.

- **Close,** Usado para cerrar todo el faceplate.

F. Cuadro de estados e interfaces, Aquí se puede ver los estados, es decir si existe una falla o en todo caso se pueden apreciar el mando de arranque y parada que se le da al grupo.

G. Parámetros de proceso, Se ven los tiempos que maneja el grupo para su operación ya sea en arranque y/o parada.

H. Habilitación, Indica los mensajes que están habilitados en el grupo para ser enviados al sistema de supervisión.

I. Parámetros de campo, Estados del grupo.

J. Estado de interfaces, Aquí se aprecian los estados de los diferentes enclavamientos que pueden ser configurados para el grupo. Aquellos enclavamientos que muestren el fondo de color verde son los que están habilitados, mientras que los de fondo gris son los que no lo están. De existir un punto azul próximo al enclavamiento significa que este cuenta con mayor información sobre el estado del mismo, el cual puede ser accedido haciendo clic sobre el código del enclavamiento.

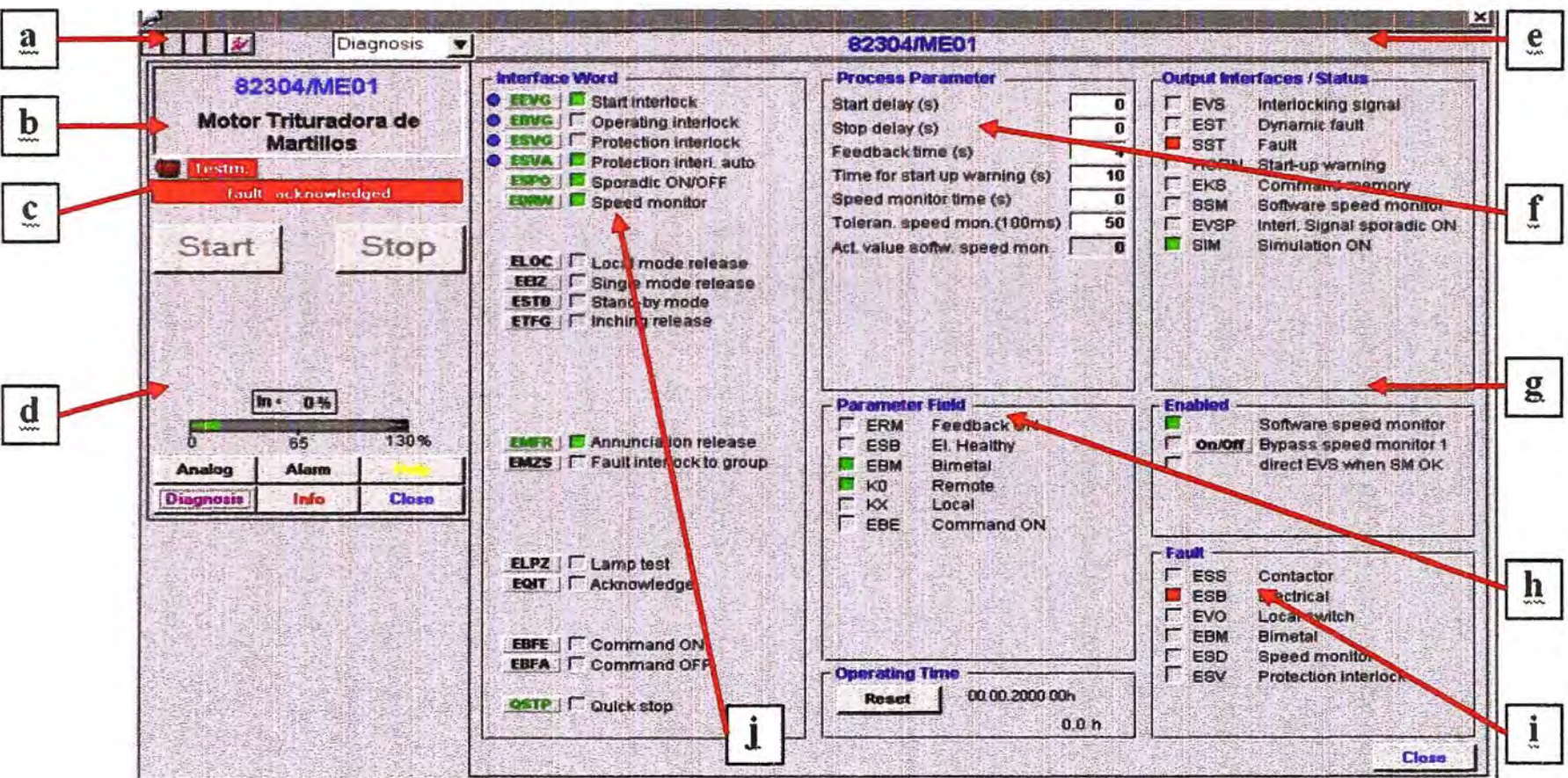


Fig. 5.16 Faceplate de motor

A. Descripción del motor, En este cuadro se puede apreciar el nombre del motor (y demás objetos) y su leyenda

B. Barra de estado del motor, Aquí se puede apreciar si el motor (y demás objetos) esta operando o no, como también si tiene algún interlock este último se puede apreciar en el cuadro que se encuentra por encima de la barrita.

C. Botones de Mando, Botones para el arranque y parada del motor y demás objetos.

D. Botones de control, Son botones con los cuales se pueden ver más al detalle el por que de las fallas y estados del motor (y demás objetos):

- **Analog,** con este botón se puede ver la curva de la tendencia del motor y demás objetos.
- **Alarm,** para la visualización de las alarmas del motor y demás objetos
- **Help,** Muestra el documento en PDF con el cual se pueden algunos parámetros par el uso del motor y objetos similares.
- **Diagnosis,** Muestra la ventana de detalle del faceplate, en el cual se aprecian al detalle los estados y fallas del motor y demás objetos.
- **Info,** Visualiza información del motor (y demás objetos) como por ejemplo su ubicación en el tablero de fuerza y en la planta etc.
- **Close,** para cerrar todo el faceplate.

E. Cuadro de estados e interfaces, Aquí se puede ver los estados, es decir si existe una falla o en todo caso se pueden apreciar señales especiales como el command memory que es una orden pregrabada que depende de una condición en este caso tenemos al motor del enrollador de cable que si bien se le da el mando de arranque este solo arrancara si se arranca primero el motor de traslación de la faja apiladora sin la necesidad de otra vez arrancarlo.

F. Parámetros de proceso, Se ven los tiempos y tolerancias que maneja el motor para su operación ya sea en arranque y/o parada.

G. Habilitación, Indica la habilitación del motor a través de anunciamentos.

H. Parámetros de campo, Estados del motor que son enviados desde campo. A estos parámetros también se les pueden llamar parámetros de control.

I. Fallas, Se pueden apreciar las diversas fallas del motor, son llamadas fallas de potencia.

J. Estado de interfaces, Aquí se aprecian los enclavamientos.

- **Interface word,** aquí se puede ver que el motor tiene los interlocks de arranque, operación, protección, y protección en auto, pero no tiene activos los de operación y de protección, si se desea ver la causa de la no activación de dichos interlocks haga clic en el botón del interlock que desea ver.

5.2.3 Esquemas de las Pantallas de Supervisión

A continuación se mostraran las vistas de cada una de las pantallas con las que cuenta el sistema de supervisión, estas son las pantallas de las vistas generales.

a) Pantalla de Transporte a los Silos de Carbón

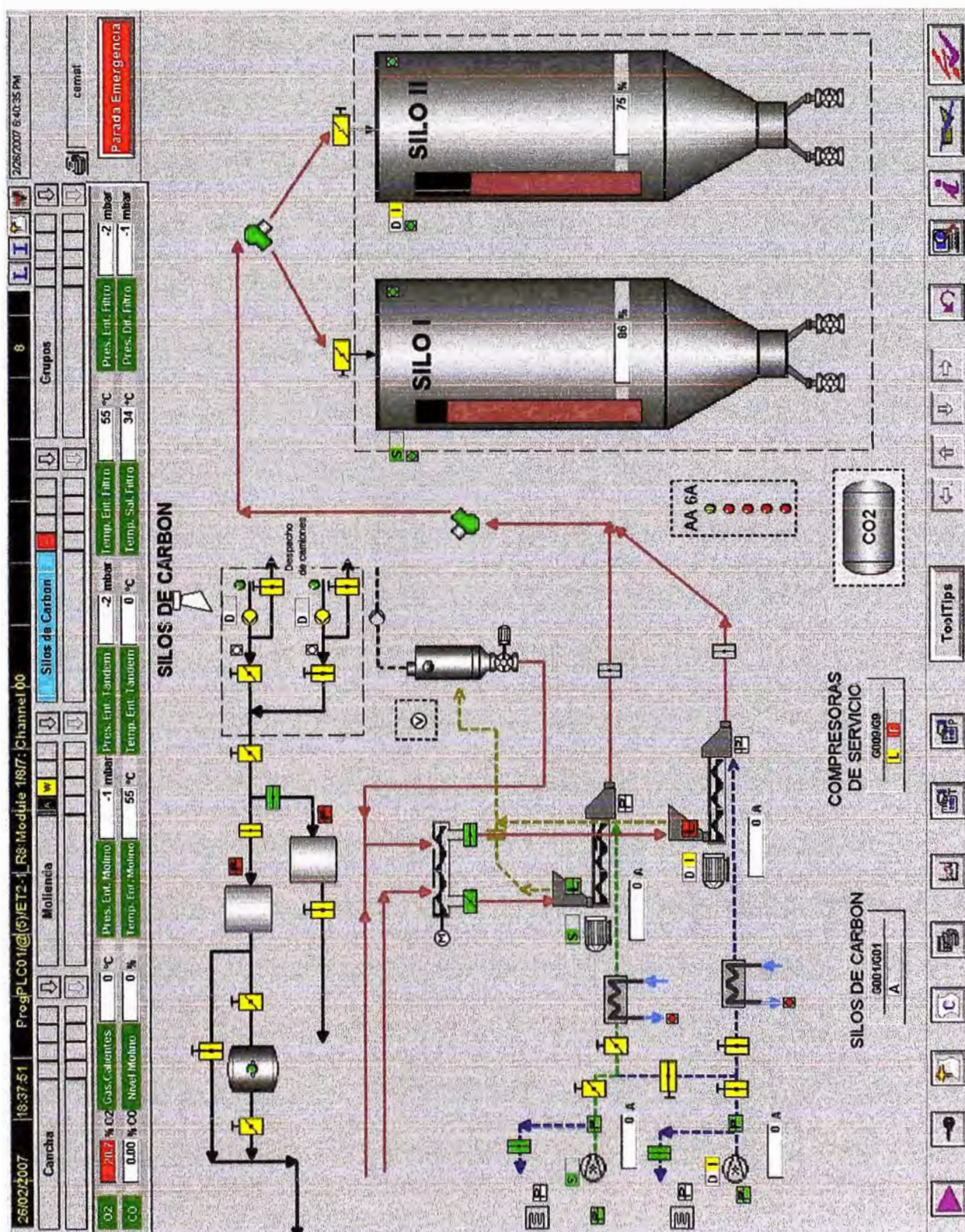


Fig. 5.17 Transporte a los Silos de Carbón

b) Pantalla del Sistema de Molienda de Carbón

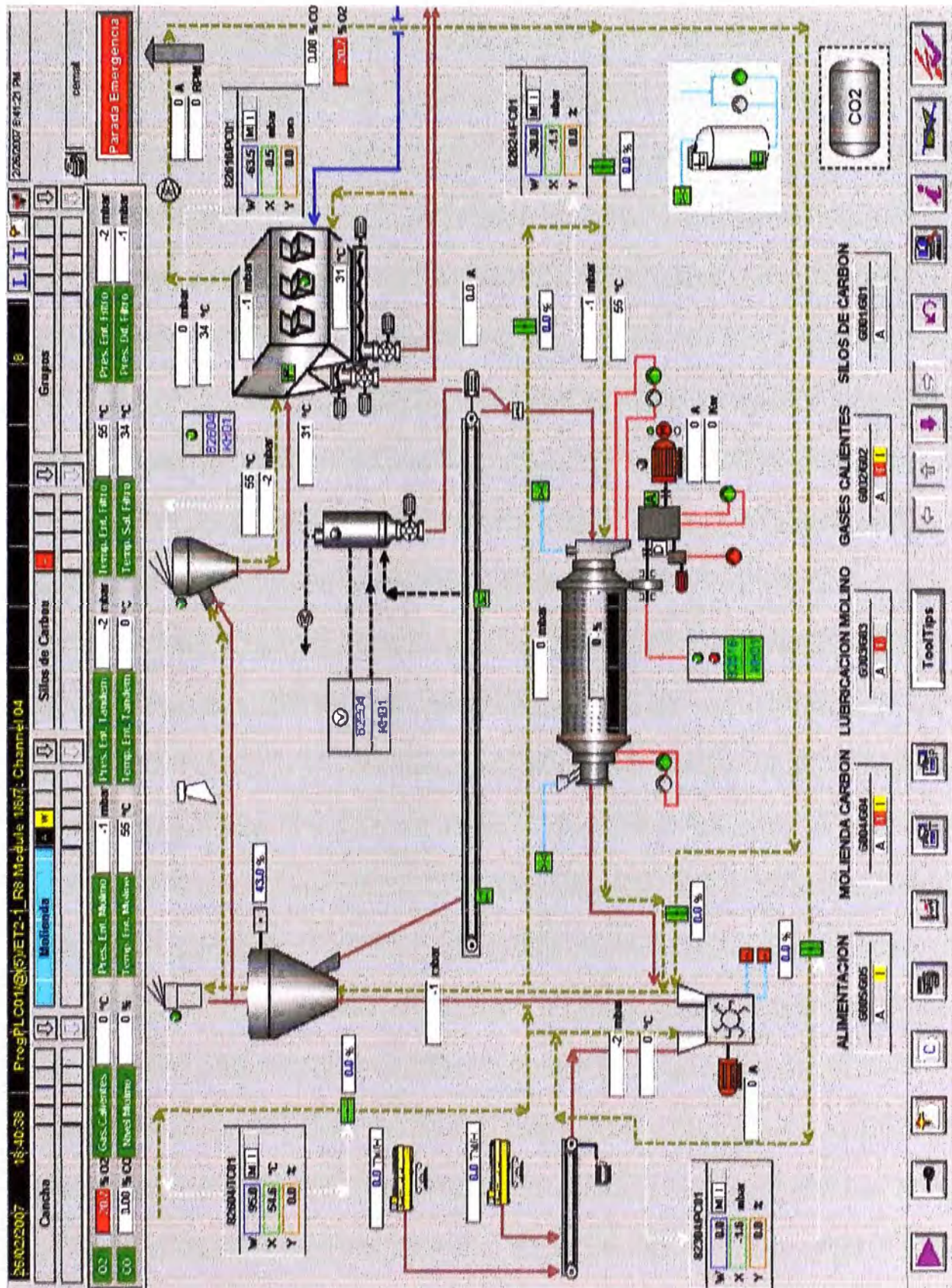


Fig. 5.18 Sistema de Molienda de Carbón

c) Pantalla del Sistema de Alimentación de la Molienda

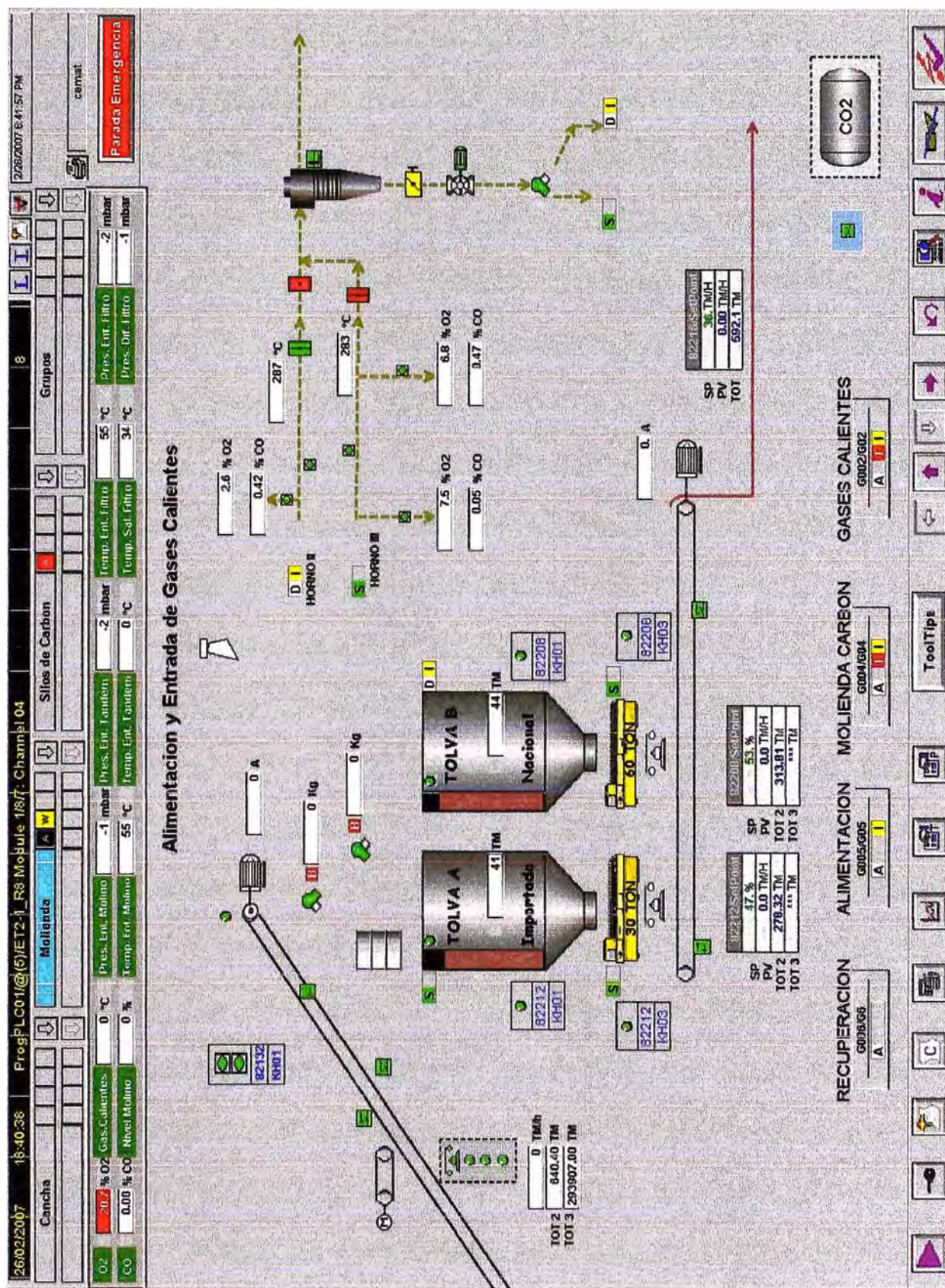


Fig. 5.19 Sistema de Alimentación de la Molienda

d) Pantalla de la Cancha de Almacenamiento

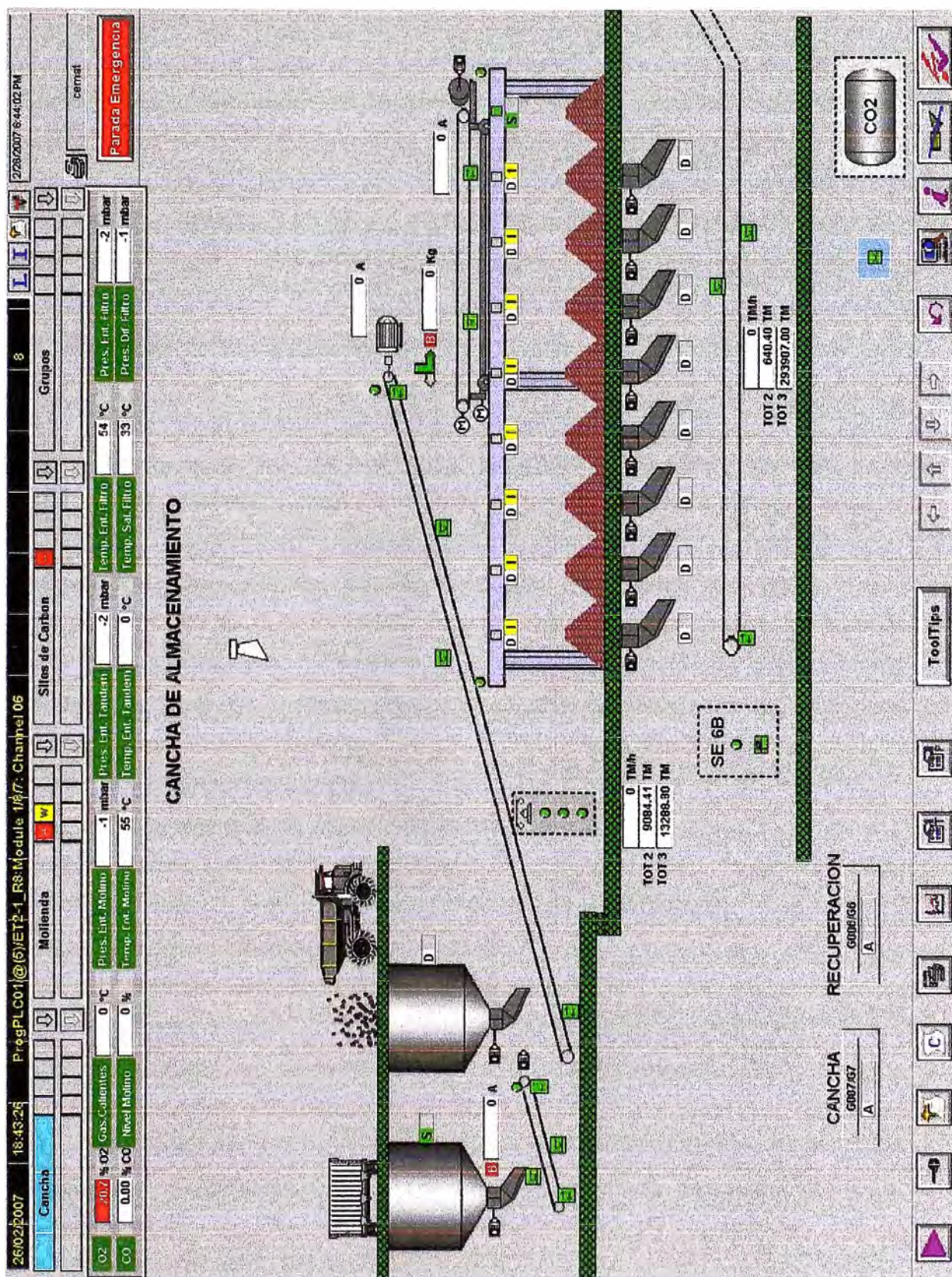


Fig. 5.20 Cancha de Almacenamiento

5.3 Operación del Sistema de Supervisión SCADA en la Planta de Carbón

Para la operación en modo automático de la Planta de Molienda de Carbón previamente se deben de verificar los enclavamientos existentes en los grupos como también de cada uno de los objetos pertenecientes a dichos grupos, para poder recién dar la orden de arranque. Hay que tener mayor precaución en el modo de encontrar las fallas ocasionadas por los enclavamientos que se encuentren dentro de los objetos ya que estos se encuentran marcados por unos puntos a su izquierda. Asimismo siempre que indicación a su derecha esté encendida, solo así me indicara que la falla es producida por dicho enclavamiento. Si el grupo esta arrancado y ocurre una falla en cualquier equipo que se encuentre dentro de él, el grupo también entrara en falla y después de corregirla hay que dar un nuevo arranque de grupo.

5.3.1 Operación del Transporte a los Silos de Carbón

Este el grupo encargado del transporte del carbón proveniente del filtro de mangas principal hacia los Silos de carbón. Para este proceso es importante tener en cuenta que el material viaja gracias a la presión de aire que será ejercida por una compresora la cual es la que envía el material a través de los ductos, a su destino final, que son los silos de almacenamiento. Tener presente la ruta que van a seguir los gases para hacer la selección respectiva tanto de la bomba como de la compresora así como también de las válvulas manuales que se encuentran en el camino. Con esto presente se tiene el grupo listo para ser iniciado el arranque.

- Objetos que componen el grupo:

Compuerta de selección de Silos 82724BMR01

Compuerta de desvío a Silos 82724AMR01

Guillotinas de las respectivas Bombas 82704AMR01 y 82704BMR01

Válvula rotativa del Filtro secundario 82924MR01

Motor del Ventilador del Filtro secundario 82920MR01

Tablero de fuerza y control de Solenoides del Filtro secundario 82920KH01

Compuertas de los respectivos Compresores 82708AMR01 y 82708BMR01

Compresores de Aire 82708AME01 y 82708BME01

Enfriadores de aceite de los respectivos Compresores 82708AME02 y 82708BME02

Compuertas de descarga de su respectiva Bomba de despacho 82615AMR01 y 82615BMR01

Transportador Helicoidal reversible 82614MR01

Ruedas Celulares de descarga del Filtro principal 82612AMR y 82612BMR01

Gusanos del Filtro de Mangas principal 82608AMR01 y 82608BMR01

- Operación:

Primero se debe de elegir la ruta que va seguir el material, entonces abrir la compuerta manual que se encuentra encima del silo que se eligió, también, dependiendo de la bomba y compresor elegidos se abrirá el juego de válvulas, luego del cual se puede dar el arranque al grupo. Cuando se de la orden de arranque este empezara por mover la compuerta, que es la compuerta de selección de silo de descarga, según si se eligió uno diferente al que se encontraba en un principio, una vez que confirme la posición correcta, luego la válvula de compuerta de la bomba seleccionada previamente (guillotinas), luego se encenderán la rotativa, ventilador y tablero del filtro secundario, para que luego se abra la compuerta de la compresora seleccionada, acto seguido se encenderá el compresor que fue seleccionado, el cual habiendo pasado 1 minuto de su arranque la compuerta se cerrara y dará paso a que se encienda el enfriador de aceite, a continuación y según la presión que exista se encenderá la bomba que fue seleccionada, luego la compuerta de descarga, que se encuentra encima de las bomba seleccionada, se abrirá para que a continuación se encienda el transportador helicoidal hacia la dirección seleccionada, una vez arrancado el transportador helicoidal arrancaran las ruedas celulares debajo del filtro de mangas principal y acto seguido los gusanos reversibles del mismo filtro de mangas.

5.3.2 Operación del Sistema de Gases Calientes

Este grupo es el encargado de permitir el ingreso de los gases emitidos desde los hornos de la planta de cemento, ya sea desde el Horno II o desde el Horno III, también es el grupo encargado de regular la temperatura y presión de dichos gases, así como impedir el ingreso de gases si la situación lo amerita, el grupo básicamente esta compuesto por un juego de válvulas (compuertas) que son las encargadas de regular la temperatura y presión de los gases como también la de permitir o negar el ingreso de los mismos, también son parte de este grupo la trituradora de martillos y el ventilador de tiro con su variador de velocidad, así como los analizadores de gases y el ciclón despolvORIZADOR. Este grupo tiene la particularidad que no se podrá dar inicio automático a su arranque si el grupo de transporte a silos de carbón no ha arrancado en su totalidad. Este grupo depende mucho su funcionamiento del ventilador de tiro ya que este es el encargado de hacer que aparezca la succión capaz de mantener las presiones y temperaturas acorde a los requerimientos de la planta. Cabe agregar que este sistema de gases caliente debe ser casi perfecto ya que una mala temperatura o una presión positiva podrían ocasionar explosiones dentro de los ductos de gases. También interviene el analizador de gases ya

que un valor alto de O₂ sería muy peligroso para la planta ya que estaría muy propensa a la combustión.

- Objetos que componen el grupo:

Compuerta de dos vías 82812MR01

Compuerta de Rueda 82810MR01

Guillotina de Aislamiento 82808MR01

Guillotina toma de gases Horno III 82804MR01

Ventilador de Tiro 82616MR01

Compuerta de entrada de Gases calientes 82818MR01

Motor Trituradora de Martillos 82304ME01

Compuerta de entrada de Molino de Bolas 82820MR01

Compuerta de entrada de Trituradora de martillos 82822MR01

Compuerta de salida de Molino de bolas 82824MR01

Compuerta de salida de Trituradora 82826MR01

- Operación:

Lo primero que debe de ocurrir es que cualquiera de los dos hornos debe dar la autorización para el uso de sus gases y luego la dirección que van a tomar esos gases que puede ser a la faja reversible de crudo (ruta 1) o a caja del airlift (ruta 2). Luego las compuertas según la ruta elegida deben abrirse, operación con Horno II (82806MR01 y 82808MR01) u Horno III (82804MR01), a continuación se enciende el motor de la rotativa el ciclón despolvORIZADOR, pero antes se debe abrir la válvula manual que se encuentra por sobre este. Comenzaran a abrirse las válvulas de compuerta (válvulas mariposa), a continuación se encenderá el ventilador de tiro y su respectivo variador de velocidad, para luego dar paso a la apertura de las compuertas limitorque, comenzando por la de la entrada a la planta (molienda) la cual debe estar al 100% de su apertura y luego el resto que se abrirán según el set que se les asigne. Estas son las compuertas que regulan la temperatura y presión del resto de elementos que conforman la parte de molienda de la planta como son: el molino de bolas, la trituradora de martillos, el filtro de mangas y el separador estático. Una vez que se tengan abiertas las compuertas hasta la posición que se eligió, se inicia el arranque de la trituradora, con el cual estará completo el arranque del grupo de gases calientes.

5.3.3 Operación del Sistema de Lubricación del Molino

La lubricación del molino es la encargada de proporcionar las condiciones para que el molino de bolas este en un óptimo entorno de arrancar, y para que a la hora de la parada evite el rozamiento con su misma base. Este grupo es el encargado de la lubricación del

molino de bolas. Tiene como sus principales componentes, en ambas chumaceras, de entrada y de salida, dos bombas, una de alta y la otra de baja presión, las cuales son las encargadas de mantener la temperatura del molino en condiciones de operación normales. Este grupo esta controlado principalmente por sensores de presión, temperatura, y flujo del aceite en las bombas, que están ubicados en cada chumacera, las cuales si presentan alguna falla harán que el grupo se detenga y por consiguiente también el grupo de molienda de carbón ya que este grupo esta totalmente ligado al de lubricación.

- Objetos que componen el grupo:

Resistencia de calefacción de aceite Chumacera de entrada 82520RE01

Resistencia de calefacción de aceite Chumacera de salida 82524RE01

Bomba baja presión Chumacera de entrada 82520MR01

Bomba baja presión Chumacera de salida 82524MR01

Bomba alta presión Chumacera de entrada 82520MR02

Bomba alta presión Chumacera de salida 82524MR02

Tablero de lubricación de Catalina 82516KH01

- Operación:

La operación en automático del grupo de la lubricación del molino se inicia encendiéndose las resistencias de calentamiento de cada una de las chumaceras, tanto de la entrada como de la salida. A continuación se encienden las bombas de baja presión, de ambas chumaceras para después encenderse el tablero de lubricación de la catalina del motor del molino de bolas. Luego del arranque de este último y teniendo flujo, nivel, presión y temperatura adecuadas en las bombas de baja presión se encienden las bombas de alta presión las cuales permanecerán así durante 5 minutos después de haberse encendido el molino de bolas. Después de los 5 minutos del arranque del molino las bombas de alta presión se apagan. Estas bombas también tienen un arreglo especial a la hora de la parada del motor del molino de bolas, ya que después de su parada debe aun ser lubricado, estas bombas toman esa función y permanecen encendidas por 30 minutos después de la parada del molino de bolas, con la finalidad de que al enfriarse el molino, tiende a comprimirse y por consiguiente a rozar con su base. Es esa fricción la que puede causar serios daños en él. Este grupo esta principalmente para evitar las fricciones del molino con la base que lo soporta, por esta razón si para este grupo por algún enclavamiento o falla, también se detendrá el grupo de la molienda de carbón ya que el molino no puede tener ese tipo de roces con su base y no podrá continuar con su operación.

5.3.4 Operación del Sistema de Molienda de Carbón

La molienda de carbón es el grupo encargado de controlar el funcionamiento del molino de bolas y del componente que sirve de alimentador del mismo. En este caso se trata de la cadena de recirculación, este grupo es dependiente del grupo de lubricación. La molienda de carbón no iniciará su operación si que antes el grupo de lubricación y el grupo de gases calientes, no esté arrancado en su totalidad.

- Objetos que componen el grupo:

Ventilador de Filtro secundario 82904ME01

Tablero de fuerza y solenoides del Filtro secundario 82904KH01

Motor principal del Molino de bolas 82508ME01

Motor cadena de Recirculación 82412MR01

- Operación:

La molienda debe de esperar el arranque total del grupo de lubricación. De igual forma depende también del arranque del grupo de gases calientes y del funcionamiento de ciertos objetos pertenecientes a estos grupos, como por ejemplo la trituradora de martillos o alguna de las bombas de baja presión de las chumaceras del molino. Estas condiciones se podrán apreciar haciendo clic en el botón del enclavamiento de arranque (start interlock) y en el enclavamiento de operación protección en auto. El primer objeto en arrancar será la rotativa, luego el ventilador y finalmente el tablero del filtro secundario que se encuentra en la cadena de recirculación. Luego seguirá el motor del molino de bolas y a continuación el motor de la cadena de recirculación.

5.3.5 Operación de Sistema de Alimentación de la Molienda

Este grupo se encarga de transportar el carbón desde las tolvas de almacenamiento hacia la etapa de molienda. En primer lugar lo conduce hacia la trituradora de martillos, luego si algunas partículas no pasaron por el separador estático estas irán hacia el molino de bolas, y nuevamente volverán a salir por la trituradora de martillos. En este grupo los elementos principales son los dosificadores, los cuales son los encargados de determinar el flujo del material hacia la trituradora de martillos. Para estos dosificadores existe un faceplate especial así como también existe uno para el ventilador de tiro y para las compuertas limitorque.

- Objetos que componen el grupo:

Motor cadena de transferencia 82216MR01

Dosificador A 82212BL01

Dosificador B 82208BL01

- Operación:

Primero definir la cantidad de material a dosificar por los dos dosificadores para lo cual, al hacer click en el cuadro de la cantidad a dosificar aparecerá un cuadro adicional en el cual se introducirá el valor que se desee. En cualquier otro caso seria necesario introducir el valor para el otro dosificador pero el programa lo hace automáticamente para así evitar errores a la hora de elegir los valores por parte del operador. Después de este paso solo basta con verificar los enclavamientos del grupo y de los objetos incluidos los dosificadores. Teniendo estas condiciones listas se puede dar inicio de arranque al grupo. Lo primero en arrancar será el motor de la cadena de alimentación y luego los dosificadores.

5.3.6 Operación del Sistema de Recuperación

El grupo de recuperación es el encargado de llevar el material desde la cancha de almacenamiento hacia las tolvas de almacenamiento. Dependiendo del tipo de material que va a usar, se empleará cierto número de vibradores, de los 8 que existen en total. Al hacer referencia del tipo de material nos referimos si se va a usar material nacional o importado. Luego de pasar por los vibradores el material viaja por medio de una faja y según selección se dirige hacia una de las tolvas de almacenamiento. Cabe mencionar que existe una compuerta desviadora de material con contenido metálico esta se encuentra entre la faja de recuperación y la compuerta hacia las tolvas de almacenamiento. Tener en cuenta que el ventilador del túnel debe de estar encendido en todo momento para evitar la acumulación de gases dentro del túnel, debido a que puede producir asfixia en los operadores o explosiones, si la acumulación de gases es alta y por ahí existe una chispa.

- Objetos que componen el grupo:

Separador Magnético 82128MR01

Motor faja de recuperación 82124MR01

Motor vibrador (A-H) 82120AMR01 ... 82120HMR01

- Operación:

Para este grupo existe la condición de seleccionar primero la tolva de almacenamiento. Si desea cambiar la selección de la tolva primero se debe de deseleccionar la anterior y luego se puede seleccionar la que se desee. Luego de esto ya puede operar el grupo de recuperación en modo automático. Al darle el arranque al grupo este inicia por mover la compuerta de selección de tolvas, si es que esta se encuentra en una posición diferente a la seleccionada. Luego se enciende el separador magnético, acto seguido se enciende la faja de recuperación y los vibradores que se hayan seleccionado con anterioridad.

5.3.7 Operación de la Cancha de Almacenamiento

El grupo de la cancha de almacenamiento es el encargado de transportar el carbón desde la zona de descarga hasta la cancha propiamente dicha. La zona de descarga es la zona donde se encuentran las tolvas de descarga por medio de camiones y por medio de vagones. El carbón pasa por medio de unos vibradores hasta la faja de transferencia y luego pasa a través de una compuerta de dos vías para caer en la faja apiladora que descarga el material según la zona seleccionada. Esto lo hace a través de su base de desplazamiento la cual es movida gracias al motor de traslación.

- Objetos que componen el grupo:

Compuerta de dos vías 82114MR01

Motor faja Apiladora móvil 82116MR01

Motor tren de traslación de faja Apiladora 82118MR01

Motor tren de traslación de faja Apiladora 82112MR01

Motor vibrador de descarga de Camiones 82108ME01

Motor faja de descarga de Vagones 82103MR01

Motor vibrador de descarga de Vagones 82103ME01

- Operación:

Antes de arrancar el grupo se debe considerar la elección de la zona a descargar el material. Todo depende de que si es nacional o importado. Lo primero en arrancar es la compuerta de dos vías que se encuentra encima de la faja apiladora la cual ira dirigida hacia la dirección de la zona de descarga que fue elegida. Luego llega el turno del motor de traslación de la faja apiladora la cual solo se activa si la faja apiladora se encuentra en una posición diferente a la seleccionada. Cuando el motor de traslación confirme su arranque el motor del enrollado de cables se activara. Cuando los dos motores anteriores confirmen su llegada a la posición seleccionada pasara a arrancar el motor de la faja apiladora, el cual seguirá el sentido de la dirección a la cual se selecciono. Luego cuando este confirme su arranque se activara el motor de la faja de traslación con su respectiva balanza. Luego se encenderá el motor de descarga de camiones. También puede iniciar su arranque el motor de la faja de descarga de vagones la cual después de confirmar su arranque dará pase a que se active el motor de descarga de vagones.

CONCLUSIONES

1. La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, es la reducción de costos. El ahorro proviene fundamentalmente de tres fuentes: ahorro en costo de instalación, ahorro en el costo de mantenimiento y ahorros derivados de la mejora del funcionamiento del sistema.
2. Una de las principales características de los buses de campo es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación. Cada componente sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado.
3. Las redes de comunicación industrial, permiten conocer todo lo referente a un proceso industrial a través de las variables fundamentales medidas por instrumentos instalados en campo, permitiendo a la gerencia saber como está funcionando su empresa.
4. Profibus, basada en el estándar de la FielBus, permite acoplar diferentes equipos de marcas distintas. Puede formar diferente topología (estrella, bus lineal o token) y siempre con arquitectura abierta.
5. Cada rack distribuido cuenta con los módulos de interfase IM153-2, para garantizar la posibilidad de modificaciones, sin parar el PLC, de la configuración del hardware; también cuenta con bus activo que facilita el cambio en caliente de los módulos I/Os.
6. Simatic PCS7 ofrece las siguientes ventajas: Seguridad y alta funcionalidad en un sistema de control homogéneo, Modularidad y capacidad de combinar todos los componentes seleccionados, Tecnología ampliamente experimentada y gran cantidad de productos estándar a un precio económico, Disminución de los costos de ingeniería, operación y mantenimiento.
7. Los datos de configuración y los datos de los archivos se guardan en una base de datos relacional (Sybase Anywhere), la cual se puede leer usando las funciones "Open DataBase Connectivity" (ODBC) y "Standard Query Language" (SQL).
8. La configuración online permite hacer cambios Insitu, sin tener que interrumpir la ejecución del control y la visualización del proceso. Esto hace que las operaciones de puesta en servicio y mantenimiento se puedan realizar muy rápidamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARPL Tecnología Industrial S.A, "Planta de Molienda de Carbón" - Memoria Descriptiva, Noviembre 2003
2. Siemens AG, "Comunicación con Simatic", Octubre 1999.
3. Siemens AG, "CPs S7 para Profibus" - Configurar y poner en servicio, Junio 2005
4. Siemens AG, "NCM S7 para Industrial Ethernet", Junio 2003
5. Siemens AG, "Sistema de Automatización S7-400" - Datos de Módulos, Noviembre 2004.
6. Siemens AG, "Sistema de Perifería Descentralizada ET200M", Octubre 2002
7. Siemens AG, "Simover Masterdrives" - Vector Control, Edición AE
8. Siemens AG, "Ultramat 23" - Analizador de Gases, Junio 2005
9. Siemens AG, "Oximat 61" - Analizador de Oxígeno, Setiembre 2001
10. Siemens AG, "Process Control System PCS 7" - Engineering System, Julio 2005.
11. Process Control System PCS 7, PC Configuration and Authorization, Siemens AG, Marzo 2003
12. Siemens AG, "CFC para S7" - Continuous Function Chart, Enero 2005
13. Siemens AG, "WinCC V6" - Documentación estándar, Abril 2003.
14. Siemens AG, "WinCC V6" - Getting Started, Julio 2003
15. Siemens AG, "Process Control System PCS 7" - Operator Station, Marzo 2003.
16. Siemens AG, "Cemat V6" - Engineering Manual, Marzo 2005.