



UNIVERSIDAD TECNICA FEBERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION "REY BALDUINO DE BELGICA"
CONCEPCION

**MIGRAR Y HABILITAR CONTROL PARA ALARMAS, SISTEMA DE ASPIRACION,
LINEA MOLDURAS, MADERAS ARAUCO PLANTA TRUPAN CHOLGUAN**

DEDICATORIA:

"A mi familia, por la motivación para nunca decaer."

RESUMEN

El presente proyecto muestra la búsqueda, desarrollo e implementación de una solución para la obsolescencia que sufren los equipos PLC de la línea SIMATIC S7 200, además, de la implementación de un sistema de Alarmas y Control HMI para los equipos del Sistema de Aspiración en el área de Molduras, Planta Arauco Cholguán.

La justificación se basa por un lado en la mejora de la "confiabilidad y disponibilidad del sistema", es decir, en el corto plazo disminuir las fallas debidas a defectos de partes y piezas del sistema, como así también asegurar la existencia de repuestos en el mercado que permitan disminuir los efectos ante una falla mayor del Sistema de Control. Con esto se logrará la reducción de los tiempos perdidos por fallas, lo que se traduce en la continuidad de las líneas productivas.

Por otro lado, se desea habilitar la operación del Sistema desde un HMI, que permita al personal de operaciones tener un mayor control y visualización del proceso.

Para el desarrollo del trabajo inicialmente se realiza el planteamiento del problema, son presentados los objetivos generales y específicos y son definidos los alcances y limitaciones del proyecto.

El trabajo está dividido en 3 capítulos en los cuales se realiza el desarrollo del tema.

En el primer capítulo se realiza una descripción general de la empresa, se muestra su organización administrativa interna y se describen sus productos y su proceso de fabricación.

En el segundo capítulo se realiza un análisis del estado actual del Sistema de Control, se presentan sus falencias y limitaciones, se cuantifica el problema y se presenta un análisis que busca desarrollar estrategias de implementación de una solución. Seguidamente se realiza un levantamiento de las partes y piezas que componen el Sistema de Control en estudio.

En el tercer capítulo son presentadas distintas alternativas de equipos a utilizar en la migración y los distintos dispositivos que se desea utilizar en esta implementación, cual es la línea de PLC que sucederá al actual Sistema de Control y se desarrolla una estrategia de migración según los lineamientos de tiempo y presupuesto dados por la administración Planta.

Asimismo, se especifican los equipos y software necesarios para la implementación del control HMI. Se presenta una carta Gantt de actividades y un cuadro de costos de materiales asociados. Finalmente se muestra la implementación de la solución propiamente tal, el montaje de equipos, redes, elaboración de la lógica PLC de control y pruebas de puesta en marcha e integración con el sistema HMI.

Por último, se presentan las conclusiones finales.

INDICE DE MATERIAS

Introducción.....	1
Planteamiento del Problema	2
Objetivos.....	4
Objetivos Generales	4
Objetivos Específicos.....	4
Alcances y Limitaciones	5

CAPÍTULO I

Descripción empresa, productos	7
1 Descripción general de la empresa	8
2 Organigrama Maderas Arauco Planta Trupan-Cholguán	11
3 Visión / Misión / Valores y Política Medio Ambiental Arauco	12
3.1 Visión Maderas Arauco	12
3.2 Misión Maderas Arauco	12
3.3 Valores Maderas Arauco	12
3.4 Política Medio Ambiental Maderas Arauco	13
4 Descripción General Proceso Molduras	15
4.1 Proceso Formateo	16
4.2 Proceso Moldurado	17
4.3 Proceso Pintado Tándem	17
4.4 Descripción General Sistema Aspiración	18
4.5 Sistema Aspiración	20

CAPITULO II

Situación Actual del Sistema de Control.....	21
1 Ciclo de Vida Partes Sistema de Control	22
2 Estado Actual del Sistema de Control.....	23
3 Cuantificación del Problema Actual	25
4 Determinación Tamaño del Proyecto.....	26
5 Análisis FODA	26
6 Levantamiento Sistema de Control	28

CAPITULO III

Estudio Técnico Migración del Sistema de Control	30
Estado del Arte.....	31
1 Sistema de Control.....	31
1.0.1 Sistema de Control de Lazo Abierto	31
1.0.2 Sistema de Control de Lazo Cerrado	32
1.1 El PLC.....	32
1.1.1 Conformación Interna de un PLC	33
1.2 Sensores.....	34
1.2.1 Sensores de Posición y Proximidad	34
1.2.2 Sensores de Velocidad	36
1.2.3 Sensores de Temperatura.....	36
1.2.4 Sensores de Presión	37
1.3 HMI y sus Características	38
1.3.1 Tipos de HMI	38
1.3.2 Software HMI.....	39
1.4 Switch	40
1.4.1 Descripción de un Switch.....	40
1.5 Protocolo de comunicación	41
1.5.1 Bus de Campo.....	42
1.5.2 Red LAN	42
2 Carta Gantt Implementación Solución de Control	44
3 Planteamiento Solución de Control	45
3.1 Reunión Equipo de Trabajo.....	45
3.2 Evaluación de Alternativa de Equipos.....	46
3.2.1 Definición de la Marca y Familia del PLC	47
3.2.2 Definición del Modelo de CPU	48
3.2.3 Características de la CPU.....	49
3.2.4 Módulos de Entrada y Salida	50
3.2.5 Definición Protocolo de Comunicación	51
3.2.5.1 Profibus DP.....	51
3.2.5.2 Profinet	51
3.2.6 Definición Sensores (Speed Switch).....	52
3.2.7 Software	53
3.2.8 Definición Método de Migración	54

3.2.9 Definición de la Operación HMI.....	55
4 Compra de Equipos, Montaje y Puesta en Servicio.....	56
4.1 Configuración Hardware de Red	57
4.2 Configuración de la Red	58
4.3 Configuración Red, Sistema Aspiración.....	59
4.4 Configuración Software de Red	60
4.5 Configuración TIA Portal.....	61
4.6 Programación PLC	62
4.7 Envío de Datos.....	63
4.7.1 Configuración Bloque TSEND.....	64
4.7.2 Configuración Bloque TRCV	66
4.8 Configuración HMI	68
4.9 Asignar Variables y Crear Proyecto HMI	69
Conclusión	71
Bibliografía	72
Anexos	73

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1-1, Área Negocios de la Compañía	8
Figura 1-2, Complejo Industrial Maderas Arauco Planta Trupan Cholguán	10
Figura 1-3, Organigrama Maderas Arauco Planta Trupan Cholguán	11
Figura 1-4, Esquema Dimensionado Tablero MDF	16
Figura 1-5, Esquema Moldurado MDF	17
Figura 1-6, Proceso Tándem Pintado MDF Moldurado	18
Figura 1-7, Esquema Sistema de Aspiración	19

CAPITULO II

Figura 2-1, Ciclo de Vida PLC Siemens S7-200 CPU 214	23
Figura 2-2, Situación Actual Sistema de Control	24

CAPITULO III

Figura 3-1, Representación Lazo Abierto	31
Figura 3-2, Representación Lazo Cerrado.....	32
Figura 3-3, PLC Modular S7-1200	49
Figura 3-4, Módulos SM 1221-1222	50
Figura 3-5, Sensores Serie XSAV Speed Switch	52
Figura 3-6, Configuración de Equipos	53
Figura 3-7, Panel HMI, KTP600 Basic Mono PN	55
Figura 3-8, Configuraciones S7-1200	57
Figura 3-9, Configuración de Red	58
Figura 3-10, Red Comunicación PLC Alarmas y PLC Sistema Aspiración	59
Figura 3-11, Vista, Crear Proyecto, TIA Portal	61
Figura 3-12, Red del Sistema	61
Figura 3-13, Llamado Bloques FC.....	62
Figura 3-14, Acceso bloques de Comunicación.....	63

Figura 3-15, Bloque TSEND..... 65

Figura 3-16, Bloque TRCV 66

Figura 3-17, Configuración de Controlador 68

Figura 3-18, Asignar Variables..... 69

Figura 3-19, Configuración HMI 70

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla 2-1, Resumen Fallos Sistema de Aspiración	25
---	----

CAPITULO III

Tabla 3-1, Carta Gantt Desarrollo e Implementación Solución de Control	44
Tabla 3-2, Orden de Compra	56
Tabla 3-3, Direccionamiento Dispositivos de Red	59
Tabla 3-4, Descripción Parámetros TSEND	65
Tabla 3-4, Descripción Parámetros TRCV	67

ANEXOS

ANEXO Nº 1 : CARACTERISTICAS PLC SIEMENS FAMILIA SIMATOC S7-200.

ANEXO Nº 2 : SISTEMA PLC S7-200 CPU 214.

ANEXO Nº 3 : HOJA DE DATOS DE EQUIPOS.

ANEXO Nº 4 : COMUNICACIÓN PROFINET.

ANEXO Nº 5 : NUEVO SISTEMA DE CONTROL, PLC ALARMAS, PLC ASPIRACION.

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

- DI** : Digital Input (Entrada digital).
- DO** : Digital Output (Salida digital).
- HB** : HardBoard (Tablero duro).
- HH** : Hora hombre.
- HMI** : Human Machine Interface (Interfaz hombre-máquina).
- I/O** : Input/Output (Entrada/salida).
- MDF** : Medium Density Fiberboard (Panel de fibra de densidad media).
- MDP** : Medium Density Particleboard (Panel de partículas de densidad media).
- PB** : Particle Board (Tablero de partículas).
- OUT** : Output (Salida).
- PE** : Planta Energía.
- PLC** : Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable).
- VA** : Valor agregado.
- VDF** : Variador de Frecuencia.
- %** : Porcentaje.
- GLP** : Gas Licuado de Petróleo
- Mbps** : Mega bit por segundo
- Gbps** : Giga bit por segundo

SIMBOLOGÍA

- A** : Ampere
- H** : Hora
- M** : Metro
- m³** : Metro cubico
- s** : Segundo

INTRODUCCIÓN

En el Complejo Industrial Trupan-Cholguán, se emplaza la línea de fabricación de Molduras comenzando sus operaciones en 1993; siendo esa la primera línea en procesar tableros de densidad media MDF para concebir molduras, ubicada en la localidad de Cholguán Comuna de Yungay hoy Región de Ñuble, dependiente de la ex "Manufacturera de Fibropaneles Chile S.A.", hoy "Maderas Arauco S.A. Planta Molduras y Paneles Trupán-Cholguán.

La línea Molduras es una de las líneas productivas del complejo Trupan-Cholguán que comprende otras 5 líneas de producción que son: Línea 1 y 2 que comprenden el proceso de tableros de densidad media MDF, Línea HB que posee el proceso de tableros de alta densidad, Línea Valor Agregado VA y Planta Generadora de Energía PGE (Caldera de Biomasa y Turbogenerador).

El sistema de control que posee el sistema de aspiración de la línea, está basado en PLC SIEMENS de la línea S7-200, CPU 214, que desde el punto de vista de la operación en base a pupitres convencionales (pulsadores, selectores y luces tipo piloto) y que lejos de ser un sistema amigable, con el paso del tiempo está complicando la operación para el proceso ya que sin la opción de controlar, monitorear y generar alarmas e históricos de las mismas, no se dan las condiciones de fiabilidad que la línea requiere para sus procesos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La línea de PLC SIMATIC S7-200 CPU 214, fue desarrollada por Siemens AG y se encuentra presente en la industria desde finales de los años ochenta.

En la situación particular de la Línea Molduras, estos equipos están presentes desde el montaje del sistema en 1993 cumpliendo ya 25 años de uso. Si bien durante su tiempo de funcionamiento, en general ha demostrado ser un sistema robusto con pocas fallas atribuibles a su hardware, es un sistema que se encuentra obsoleto con casi nulos proveedores de repuestos oficiales en el mercado y a la vez descatalogado por el fabricante.

Solo es posible encontrar repuestos refaccionados en el mercado extranjero. Por otro lado, es un sistema que usa un software cerrado con pocas y complejas posibilidades de interconexión con otros equipos y sistemas, dificultando la realización de integraciones con nueva tecnología y limitando la modernización de la línea productiva.

Dentro del proceso productivo de la Planta Industrial, específicamente el sistema de aspiración del área Molduras, ha sido uno de las más afectados por fallos en su Sistema de Control PLC. Las principales fallas que este ha presentado son errores aleatorios que no acusan un problema específico (posiblemente se debería a falla de conectores o a tarjetas) y fallos de procesamiento de la CPU.

Lo anterior sumado a que la gran mayoría de los repuestos son reacondicionados y la falta de soporte técnico generalizado, agrega una dosis de incertidumbre al funcionamiento del proceso, aumento en costos de mantención y pérdida de capacidad productiva.

También hay que sumar la falta de supervisión sobre el proceso productivo, por la operación convencional de las áreas en base a un pupitre de operación con pulsadores, selectores e indicadores luminosos, sin capacidad de alarmas, falta de almacenamiento de eventos. Esto implica la limitación en la optimización de los procesos lo que se traduce en una menor competencia en el mercado.

Todo lo anterior expuesto lleva a la necesidad de plantear una solución a la obsolescencia de los equipos de control y desarrollar un plan de migración e implantación a corto plazo que permita asegurar la continuidad operativa futura de la planta industrial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar e implementar una solución tecnológica para actualizar componentes de control y generar el monitoreo para el proceso del sistema de Aspiración con el fin de obtener estado, alarmas y visualización de eventos que provocan detención en el equipo y por ende de las líneas productivas que de este sistema dependen.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación técnica actual mediante un levantamiento de partes y piezas de sistema de control Simatic S7-200.
- Convertir el programa de control PLC SIMATIC S7-200 y elaborar la lógica de programación para el nuevo sistema de control.
- Diseñar e Implementar sistema de control mediante HMI que permita operar y visualizar el proceso.
- Establecer un protocolo de comunicación con otros dispositivos.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Este proyecto de mejoramiento se limitará al levantamiento, búsqueda e implementación de una solución tecnológica a la obsolescencia que sufren los equipos PLC de la línea SIMATIC S7 200, además, de la implementación de un sistema de Alarmas y Control HMI para los equipos del Sistema de Aspiración en el área de Molduras, Planta Maderas Arauco Trupan Cholguán.

El proyecto considerará además la integración de instrumentación para el monitoreo de algunas variables y controlar el estado en el que opera el sistema para concebir un proceso confiable.

Este proyecto de migración no será abordado como un proyecto empresa, donde el financiamiento es obtenido mediante una solicitud de inversión que queda sujeta a evaluación por la Compañía. Los recursos serán provistos por el área de Electrocontrol del Departamento de Mantenimiento de la planta industrial, quien asumirá el costo de implementación del proyecto mediante la asignación de recursos propios, incluyendo los gastos dentro del plan operativo anual, destinando parte del presupuesto que es asignado para mantenencias propiamente tal, a la compra de los equipos de control. Esto supone algunas limitaciones que se describen a continuación:

- La compra de equipos debe ser parcializada, es decir, distribuida durante el año calendario para no superar el presupuesto mensual asignado al Departamento.
- Todo servicio externo, necesario para la migración como montaje, tendido de cables de control y comunicación, Sensores, etc. será también financiado como recurso propio del Departamento de Mantenimiento Electrocontrol Planta.
- Se conservará el cableado de motores, ya que el cambio considera el reemplazo del gabinete por uno nuevo el que será emplazado en la ubicación actual, además todos sus componentes de control serán actualizados, considerando PLC y sus respectivas I/O, protecciones y accionamientos. Lo anterior para no incurrir en gastos adicionales por concepto de cambio de líneas de alimentación a motores.

- La instalación de los equipos de control, rearmado de tableros, recableado de señales I/O, reasignación de alimentaciones y cualquier detalle relacionado al montaje propiamente tal, será ejecutado por personal del área de Mantenimiento Electrocontrol de planta, por lo que se debe presentar un plan de cambio que considere la mano de obra disponible además de los tiempos necesarios para ello.

La conversión del programa del PLC, la instalación de sensores e instrumentación del sistema, será realizada por personal del área de Mantenimiento Depto. Electrocontrol. Si bien el proyecto contempla la instalación de sensores e instrumentación, esta se ejecutará de manera tal que no entorpezca el normal funcionamiento del proceso, es decir, se parcializara ya que se realizara solo la instalación de los dispositivos, una vez que el nuevo sistema esté en condiciones de realizar la migración se conectaran los dispositivos y se comenzará con las pruebas funcionales del nuevo sistema.

El sistema implementado debe ser un sistema abierto que permita realizar expansiones futuras y que permita la incorporación de tecnología moderna a nivel de instrumentación de campo, la incorporación de equipos eléctricos inteligentes, la interconexión con otros sistemas de control PLC y la supervisión remota del sistema.

CAPÍTULO I
DESCRIPCIÓN EMPRESA, PRODUCTOS
Y PROCESO FABRICACIÓN

1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Celulosa Arauco y Constitución S.A. es una de las mayores empresas forestales de América Latina. Da empleo a 40.000 personas en el mundo, a través de sus operaciones productivas en Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Estados Unidos y Canadá, a las que se suma su red de oficinas comerciales a nivel global.

Cuenta con cinco áreas de negocios que son:

- Forestal
- Celulosa
- Maderas
- Paneles
- Bioenergía

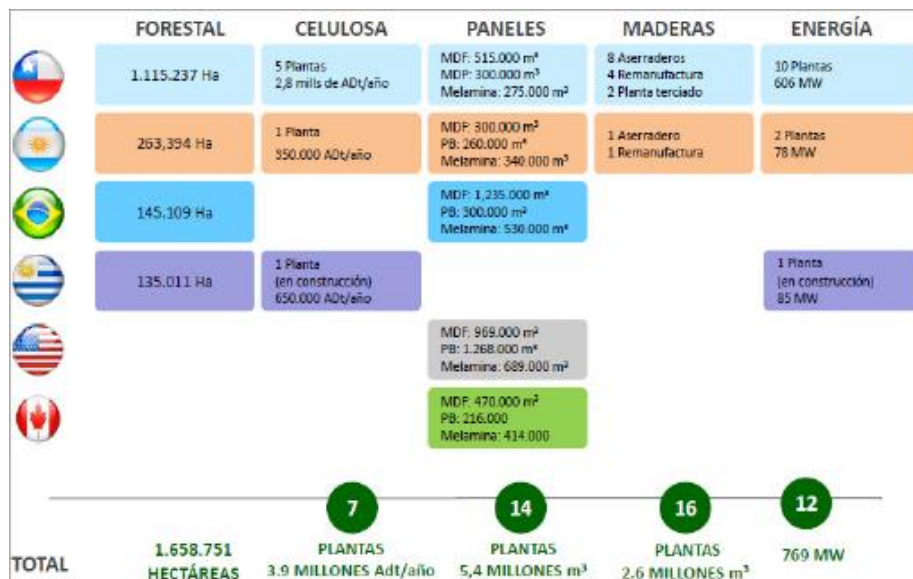


Figura 1-1: Áreas de Negocios de la Compañía.

Maderas Arauco S.A. es una división de Negocios de Celulosa Arauco y Constitución S.A. Es el tercer productor más grande de tableros en el mercado mundial, ofreciendo una amplia variedad de productos. Esta área de negocio elabora tableros HardBoard (HB), Medium Density Fiberboard (MDF) y Aglomerados (PB y MDP), además de subproductos con valor agregado como molduras pre-pintadas y tableros con cubierta de Melanina y Laqueada. Estos productos se comercializan bajo las marcas Trupan, Melamina VESTO, Faplac, Cholguán y Durolac y molduras Ultra light MDF bajo la marca TruChoice.

En el negocio de paneles, ARAUCO ha logrado un sostenido incremento en términos de producción, debido principalmente a la expansión hacia Argentina y Brasil en la década pasada, y a las adquisiciones de plantas productivas en Estados Unidos y Canadá en la actual década, lo que ha consolidado a la compañía como uno de los principales productores a nivel mundial, alcanzando una capacidad de 5,9 millones de m³ en sus 13 plantas. Posee en Chile dos complejos industriales que son: Maderas Arauco Planta Teno y Maderas Arauco Planta Trupan-Cholguán.

El Complejo Industrial Maderas Arauco Planta Trupán Cholguán (Figura 1-2), está ubicada en la Comuna de Yungay, Hoy Región de Ñuble, 75 Km al suroriente de Chillán y 120 Km al oriente de Concepción. Está compuesta por 6 líneas productivas que son: Planta de Paneles de densidad media MDF Línea 1 (1988), Planta de Paneles de densidad media MDF Línea 2 (2002), Planta de Paneles de alta densidad HB (1959), Línea valor agregado de MDF (1991), Línea Molduras de MDF (1993) y Planta Generadora de Energía (Caldera de Biomasa y Turbogenerador - 2002).



Figura 1-2: Complejo Industrial Maderas Arauco Planta Trupán Cholguán.

2.- ORGANIGRAMA MADERAS ARAUCO PLANTA PANELES Y MOLDURAS TRUPAN-CHOLGUÁN

El organigrama de Maderas Arauco Planta Paneles y Molduras Trupan-Cholguán es mostrado en la Figura 1-3. En ella se puede ver la línea directa desde el Gerente Corporativo Negocio Paneles, pasando por el Gerente de Planta Trupan-Cholguán, y detallando más a fondo la organización dentro de la Subgerencia de Mantenimiento de la planta.

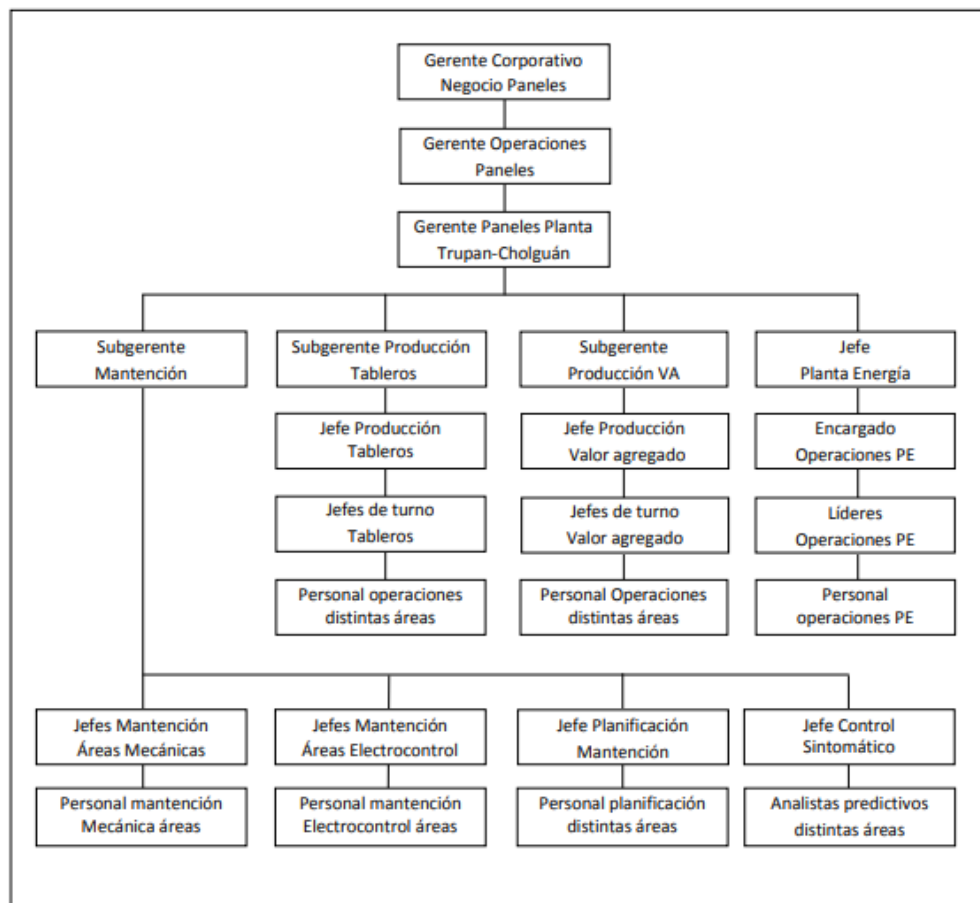


Figura 1-3: Organigrama Maderas Arauco Planta Trupan-Cholguán.

3.- VISIÓN / MISIÓN/ VALORES Y POLÍTICA MEDIO AMBIENTAL ARAUCO

3.1.- VISIÓN MADERAS ARAUCO

“Ser un referente mundial en el desarrollo sustentable de productos forestales.”

3.2.- MISIÓN MADERAS ARAUCO

“Maximizar el valor de nuestros bosques de manera sustentable, integrando producción forestal de excelencia con transformación industrial eficiente en productos de valor agregado para su comercialización en el mercado mundial de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes”.

3.3.- VALORES MADERAS ARAUCO. Seguridad - SIEMPRE, LO PRIMERO

Ponemos la seguridad de las personas como prioridad en todas nuestras decisiones. Sólo de esta forma consideramos que un trabajo está bien hecho. Nuestra meta es tener cero accidentes.

Compromiso - TRABAJAMOS CON PASIÓN

Asumimos desafíos y trabajamos con pasión y esfuerzo para cumplirlos.
En ARAUCO somos gente esforzada y honesta, que cumple su palabra.

Excelencia e innovación - QUEREMOS SER MEJORES

Somos líderes en lo que emprendemos, porque desafiamos nuestras capacidades. Debemos ser exigentes con nuestras metas, eficientes e innovadores en la forma de conseguirlas.

Trabajo en equipo - JUNTOS SOMOS MÁS

Respetamos a las personas, valoramos el aporte de cada uno y sabemos que al trabajar en equipo avanzamos más rápido y llegamos más alto. Reconocemos nuestras limitaciones y pedimos ayuda.

Buen ciudadano - RESPETAMOS EL ENTORNO Y CREAMOS VALOR

Actuamos con una mirada de largo plazo. Nuestro trabajo aporta al bienestar social, respeta a nuestros vecinos y al medio ambiente.

3.4 POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL MADERAS ARAUCO

La visión en ARAUCO es contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, desarrollando productos forestales para los desafíos de un mundo sostenible.

Considerando que la protección del medioambiente, la calidad de sus productos, así como la seguridad y salud ocupacional de sus trabajadores y colaboradores son condiciones necesarias para el desarrollo sustentable de sus actividades, productos y servicios, ARAUCO se compromete a:

- 1.** Cumplir con la legislación y otros compromisos suscritos en materia de medioambiente, calidad, seguridad y salud ocupacional en sus actividades, productos y servicios, incluidos los principios y criterios del estándar FSC® y CERTFOR.
- 2.** Cumplir los requisitos de nuestros clientes orientados a desarrollar relaciones de largo plazo.
- 3.** Mejorar continuamente el desempeño de nuestros procesos con un enfoque integrado de riesgos, gestionando adecuadamente los aspectos ambientales significativos, la seguridad y salud ocupacional y la calidad de nuestras actividades productos y/o servicios.

- 4.** Prevenir los accidentes, enfermedades profesionales y la contaminación ambiental en sus actividades, productos y servicios.
- 5.** Asegurar que todos los trabajadores, propios y de empresas de servicios, reciban la capacitación adecuada para cumplir con sus obligaciones, y proporcionar los medios para que realicen un trabajo bien hecho y responsable, respetando los estándares de calidad, medioambiente, seguridad y salud ocupacional.
- 6.** Difundir estos conceptos y compromisos entre sus trabajadores, empresas de servicios, proveedores relevantes y otras partes interesadas.

Todo el personal que trabaja en ARAUCO es responsable de cumplir y hacer cumplir esta política de medioambiente, calidad, seguridad y salud ocupacional, teniéndola presente en su comportamiento y decisiones diarias.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ÁREA MOLDURAS

La línea de molduras inicia sus actividades productivas en el año 1993, con una capacidad nominal de 50.000 m³/año. Actualmente la línea tiene un nivel productivo de 200.000 m³/año, esto comprende del orden de los 1.650 perfiles de los distintos formatos y espesores de molduras en los diferentes tableros de MDF.

El tablero de MDF o tablero de fibra de densidad media es un material en lámina, fabricado en un proceso seco a partir de fibras de material de Lignocelulosa unidas con una resina termofraguante. El material utilizado son astillas de madera blanda, principalmente fibras cortas de pino radiata, utilizándose como aglomerante resina de urea formaldehído líquida, y una emulsión de parafina para mejorar las propiedades de hinchamiento del tablero y como protector de humedad.

El proceso de fabricación de molduras lo conforma el siguiente proceso

4.1 Proceso Formateo

El material (Tableros MDF) proveniente de las líneas de proceso de MDF, es procesado en una primera etapa en las sierras Paul, donde es dimensionado a los diferentes formatos existentes, generando con esto "Tablillas" de diferentes dimensiones las que serán utilizadas para generar una amplia gama de productos (Figura 1-4).



Figura 1-4: Esquema de dimensionado de tablero MDF.

4.2 Proceso Moldurado

Una vez que el tablero es dimensionado, este es enviado al siguiente proceso que es el moldurado propiamente tal, aquí al segmento del tablero se le extrae parte de su capa superficial aplicando un diseño o moldurado de acuerdo al específico que debe considerar la orden de fabricación (Figura 1-5).



Figura 1-5: Esquema de Moldurado MDF.

4.3 Proceso Pintado Tándem

Finalmente en un proceso tándem, donde se aplican mediante un proceso de pintado por trefila, 2 manos de pasta, la que consta de una mezcla de tiza mineral, adhesivos, pigmentos, bases y agua, con los que se da una terminación estándar logrando brindar una capa protectora al producto, esta pasta aplicada necesita de un proceso de temperatura para que se adhiera al material, este proceso es aplicado por convección, a través de aire caliente, el cual es parte de un proceso de intercambio de calor con quemadores, los que utilizan gas (GLP) como combustible que con una potencia de 150 M/cal generan una T° del rango de los 120°C en un tiempo aproximado de 2 minutos de exposición (Figura 1-6).



Figura 1-6: Proceso Tándem (Pintado) MDF Moldurado.

4.4 SISTEMA DE ASPIRACION

En este proceso el sistema de aspiración juega un rol muy importante, ya que es aquí donde se evita la acumulación de material particulado como el exceso de polvo al interior de cada uno de los equipos que procesa este material, además debemos considerar que este sistema comenzó a operar al mismo tiempo que la línea productiva, desde 1993.

Si bien durante su tiempo de funcionamiento, en general ha demostrado ser un proceso robusto en lo que su sistema de control se refiere con pocas fallas atribuibles a su hardware, es un sistema que se encuentra obsoleto con casi nulos proveedores de repuestos oficiales en el mercado y a la vez descatalogado por el fabricante, además debemos considerar la total ausencia de elementos de control como sensores de rotación, de nivel y presión, también el hecho de no contar con historial de eventos y mucho menos un sistema de alarmas que ayude a la detección de eventos y mantenga el proceso y a los equipos de manera confiable. Solo es posible encontrar repuestos refaccionados en el mercado extranjero. Por otro lado, es un sistema que usa un software cerrado con pocas y complejas posibilidades de interconexión con otros equipos y sistemas, dificultando la realización de integraciones con nueva tecnológica y limitando la modernización de la línea productiva (Figura 1-7).

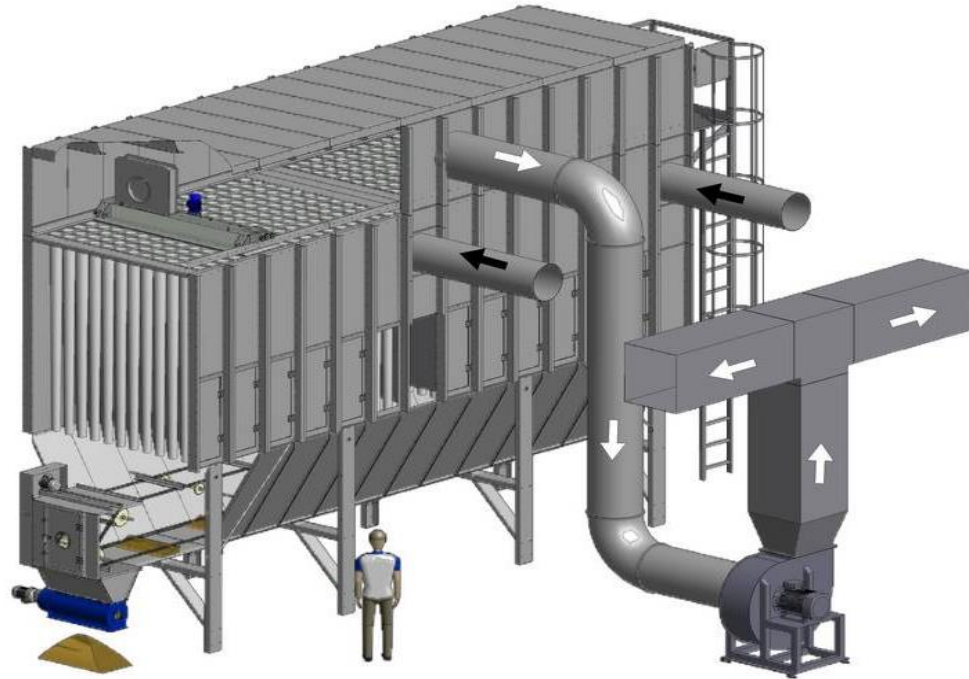


Figura 1-7: Esquema Sistema Aspiración.

4.5 DESCRIPCION PROCESO ASPIRACION

Este proceso consta de un sistema de aspiración el que posee un ventilador centrífugo adosado por transmisión de correas a un motor de 90 KW, el que extrae gran parte del polvo que se desprende del proceso, este polvo es capturado por mangas filtrantes a través de las cuales pasa el aire contaminado adosándose a estas. Las mangas se limpian mediante impulsos periódicos de aire comprimido que pasan a los tubos de soplado mediante la aplicación de aire que es producido por 2 ventiladores los que se encuentran adosados a un carro de traslación, el que recorre continuamente el interior del filtro, esto con el fin de generar el soplado de cada fila de mangas para que el polvo adosado a ellas se desprenda cayendo a la base del filtro.

El polvo desprendido es contenido en la cámara inferior del filtro, aquí existen equipos que son los encargados de realizar el vaciado de este, a través de una cadena la que posee paletas que instaladas equidistantes dosifican el polvo a un elemento de rotación denominado dosificador o rotatoria, la que a su vez descarga a un ducto por el cual se evacua el polvo mediante masa de aire a una presión que va desde los 750 mBar a 1 Bar a un Silo en donde se acumula y posteriormente será utilizado en la PGE como Biomasa.

CAPÍTULO II
SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE CONTROL

1. CICLO DE VIDA PARTES DEL SISTEMA DE CONTROL SIEMENS

El ciclo de vida para cualquier producto Siemens consta de 4 etapas que son:

- A. **Autorización de Suministro:** Es el inicio del ciclo cuando se libera un nuevo producto para su venta en el mercado.
- B. **Producto Preparado para la Descatalogación:** Es el inicio del ciclo de descatalogación. El producto es retirado del catálogo de productos, pero sigue estando disponible para suministro normal durante un año.
- C. **Producto en Categoría de Repuesto:** Es alcanzada un año después del anuncio de descatalogación. Durante esta etapa los repuestos siguen estando disponibles por nueve años más, durante los cuales los plazos de entrega serán cada vez más extensos y el precio de la serie aumentará gradualmente por el alto costo de producción y materia prima asociada a tecnología antigua.
- D. **Cancelación del Producto:** Es el fin del ciclo de vida del producto. Ya no hay más piezas de repuestos disponibles.

La tecnología basada en Siemens SIMATIC S7-200 CPU 214, posee más de 20 años de funcionamiento en la industria y se encuentra hoy discontinuada. El fabricante anunció que, aproximadamente a partir del año 2000, estos entraban en una fase gradual de discontinuación del producto, es así que para:

- El sistema SIMATIC S7-200 CPU 214, se declara producto preparado para su descatalogación aproximadamente en el año 2001 finalizando su ciclo de vida aproximadamente en el año 2011.

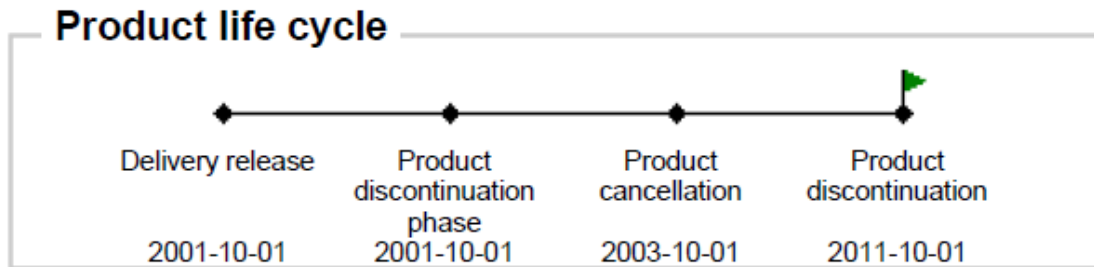


Figura 2-1: Ciclo de vida PLC Siemens S7-200 CPU 214.

2. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE CONTROL

Existen dos puntos que muestran debilidad y falencias en el actual sistema de Control del sistema de Aspiración.

- La falta de elementos para el monitoreo del proceso hacen del sistema de aspiración, un proceso poco confiable y ajeno de alarmas que aporten a la protección del mismo, por lo que hace del operador un ente indispensable en la supervisión de este sistema.
- La imposibilidad de realizar un control HMI y la nula disposición a la incorporación de una red de comunicación con otros dispositivos y la incorporación de nuevas tecnologías.

Las limitaciones anteriormente descritas se demuestran en la Figura 2-1.

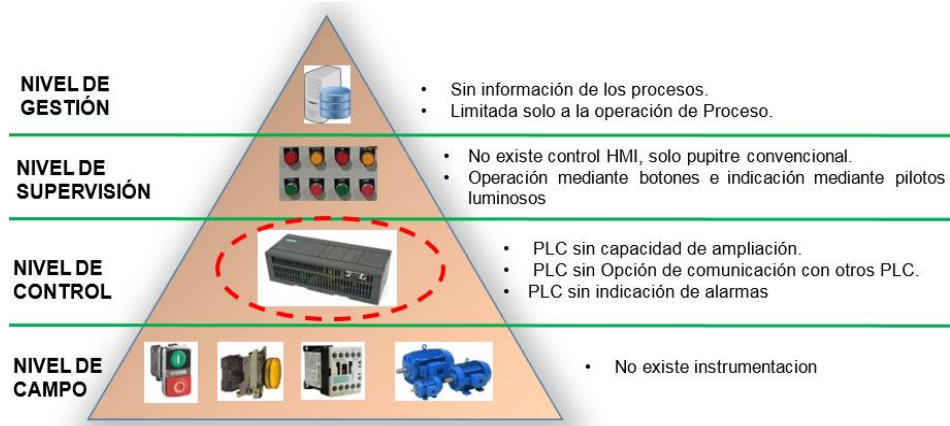


Figura 2-2: Situación Actual Sistema de Control.

Tomando en cuenta el punto de vista de la vida útil del Sistema de Control existen tres puntos a considerar:

- En términos generales se considera que el ciclo de vida útil de los sistemas de control varía actualmente entre los 10 y 15 años, para los controladores y hasta 25 años para el cableado y los componentes de entrada/salida. Si se considera los casi 25 años de funcionamiento del Sistema de Control PLC SIMATIC S7-200 CPU 214 del Sistema de Aspiración, desde sus inicios en 1993, todo indica que este se encuentra en la etapa final de la vida útil
- La recomendación del fabricante (SIEMENS) de realizar una migración del Sistema de Control PLC, debido a la descatalogación del producto SIMATIC S7-200 CPU 214 y el término de suministro de sus partes
- La falla sostenida de partes del sistema PLC que compone el Sistema de Control, un resumen de estas fallas durante los últimos 2 años se muestra en la Tabla 2-1. En ella se puede apreciar fallos de componentes que han provocado detención de la línea de producción por más de 3 horas (Fuente: Los datos son recogidos del sistema interno de gestión de mantenimiento SAP de planta)

FECHA	UBICACION	DESCRIPCIÓN
FEB-2016	PLC	Arranque CPU
AGO-2016	PLC	Borrado de programa
DIC-2016	MODULO EXPANSIÓN	Fallo tarjetas de conexión
FEB-2017	PLC	Borrado de Programa, Pila descargada, se reemplaza
MAY-2017	MODULO EXPANSIÓN	Se daña slot (conector entre módulos)
JUL-2017	FILTRO	Corte eje rotatoria de descarga

Tabla 2-1: Resumen Fallos Sistema de Aspiración.

3. CUANTIFICACION DEL PROBLEMA ACTUAL

Si bien existen algunas limitaciones las que harán desplazar la ejecución de este proyecto, a estas se deben adherir al factor indicador de análisis el volumen de producción o más bien dicho lo que se deja de producir por las fallas que presentan las partes del Sistema de Control.

Se debe considerar que el Proceso Opera de manera continua y que cualquier falla significa una detención total del proceso con la consiguiente pérdida de capacidad Productiva.

Para el análisis se considera un promedio de 3 detenciones anuales por concepto de falla del Sistema de Control con un promedio de 4 horas por evento, considerando el tiempo en diagnosticar el fallo, realizar la reparación y el tiempo necesario en retomar la producción normal, resultando unas 12 horas anuales de detención.

Cuantificando las 12 horas anuales de detención por concepto de fallas en el sistema:

Producción Hora = 14 a 20 m³ hrs

Producción día = 336 a 480 m³

Producción anual = 200.000 m³

Valor m³ = 110 USD

PERDIDA PRODUCTIVA ANUAL = 168 m³ x 110 USD = 18.480 USD

En el punto anterior se determina el costo del "Sin Proyecto" donde se cuantifica la pérdida de producción por efecto de fallos en el sistema. Este es un valor conservador donde se analizan los tiempos perdidos en el pasado, considerando que para estos existieron los repuestos apropiados disponibles para despejar las fallas, sin embargo, este no será el futuro escenario, debido a la falta de soporte anunciada por el fabricante, con lo que los tiempos de despeje de fallos se verán notoriamente aumentados.

4. DETERMINACIÓN TAMAÑO DEL PROYECTO.

El proyecto estará determinado por el costo del sin proyecto donde se cuantifica la pérdida de producción por efecto de fallas del Sistema de Control, el que busca dar solución a pérdidas económicas que llevan una detención anual de 12 horas de la línea de producción (USD 18.480). El tamaño del proyecto estará determinado por la cantidad de metros cúbicos (m³) que la línea produce.

5. ANALISIS FODA

Antes de desarrollar el proyecto, es necesario realizar un análisis de las Fortalezas (F), las Oportunidades (O), las Debilidades (D) y las Amenazas (A) presentes en el medio, que podrían afectar el desarrollo de este, y partir de aquí plantear ciertas estrategias, las que se desarrollarán más profundamente en el siguiente capítulo, que permitirán encontrar la mejor solución al problema planteado.

FORTALEZAS INTERNAS (F)

- Conocimiento técnico del personal del departamento Electrocontrol planta.
- Capacidad económica para la adquisición de nuevos equipos.

DEBILIDADES INTERNAS (D)

- Mal aprovechamiento del capital de trabajo. Falta de integración de mantenedores de turno en los proyectos de mejoramiento.
- Resistencia al cambio por parte del personal de operaciones en la implementación de nuevas tecnologías para operar y controlar los procesos.

OPORTUNIDADES EXTERNAS (O)

- Interés de la Subgerencia de Mantenimiento planta en la actualización del equipamiento de control de las líneas productivas.
- Recomendación del fabricante para realizar migración y apoyo del soporte técnico zonal para el suministro de partes.

ESTRATEGIA FO

- Generar un plan de migración de equipos de control PLC ejecutado por personal Electrocontrol de planta.
- Obtener de parte de los distribuidores autorizados de Siemens en la especificación de partes.

ESTRATEGIA DO

- Migrar el sistema de control PLC de modo que sea transparente para el operador.
- Implementar un sistema de control HMI similar al antiguo control convencional, de manera que gradualmente el operador vea las ventajas de este.

AMENAZAS EXTERNAS (A)

- Variaciones negativas en el mercado de molduras que pueden limitar la decisión de invertir en mejoras.
- Tiempo reducido para realizar intervenciones.

ESTRATEGIA FA

- Invertir en compra de nueva tecnología, programando compras parciales en el tiempo, con el fin de distribuir el gasto total dentro del presupuesto mensual/anual que se tiene asignado para mantención.

ESTRATEGIA DA

- Planificar el cambio de equipos con la finalidad de no interrumpir el proceso.
- Integrar al personal mantenedor turno eléctrico en las pruebas de equipos, ayudando así en la puesta en marcha y conocimiento de los equipos a instalar.

6. LEVANTAMIENTO SISTEMA DE CONTROL

El Sistema de Aspiración, cuenta en su Sistema de Control con un PLC de la familia SIMATIC S7-200 CPU 214, la que posee 16 entradas digitales (DI) y 10 salidas digitales (DO), esto complementado con 1 Modulo de 8 Entradas Digitales (DI) y 1 Modulo de 8 Salidas Digitales (DO).

La operación del proceso se realiza mediante control convencional (Botoneras, Selectores y luces piloto ubicadas en el pupitre de control), el que es gestionado por el PLC SIMATIC S7-200 CPU 214, el cual se encarga de procesar las siguientes tareas:

- Control Partir/Parar de cada uno de los Motores que de este sistema dependen.
- Monitoreo de protecciones de los Motores que de este sistema dependen.
- Comando manual/automático del proceso.

Este proceso no cuenta con el control de condiciones de partida de sus componentes, esto lo hace muy poco confiable, además, hace indispensable la necesidad de contar con un operador, quien debe confirmar en terreno la partida de todo el sistema con el fin de asegurar el correcto operar del equipo y evitar así alguna desviación en la puesta en marcha del proceso.

Dado lo anterior, este proceso, denota la falta de elementos que dispongan de la información o estado en el que se encuentra, ya sea, durante la puesta en marcha o en el proceso propiamente tal, además la falta de elementos de protección como control de nivel, control de temperatura, aumentan la incertidumbre en la operación del equipo.

CAPÍTULO III
ESTUDIO TÉCNICO - MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

ESTADO DEL ARTE

1. SISTEMA DE CONTROL

Sistema o subsistema que está constituido por un conjunto de componentes que regulan el comportamiento de un sistema (o de sí mismos) para lograr un objetivo. Cualquier sistema (organizaciones, seres vivos o máquinas) puede tener sistemas de control.

Existen dos tipos de sistema:

1.0.1 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

La salida se genera dependiendo de la entrada. En otras palabras, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia. En este sistema de control sólo se actúa sobre la señal de entrada, dando como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, aunque basada en la primera. No existe entonces retroalimentación hacia el controlador para ajustar la acción de control. En otras palabras, la señal de salida nunca se convierte en señal de entrada para el controlador.

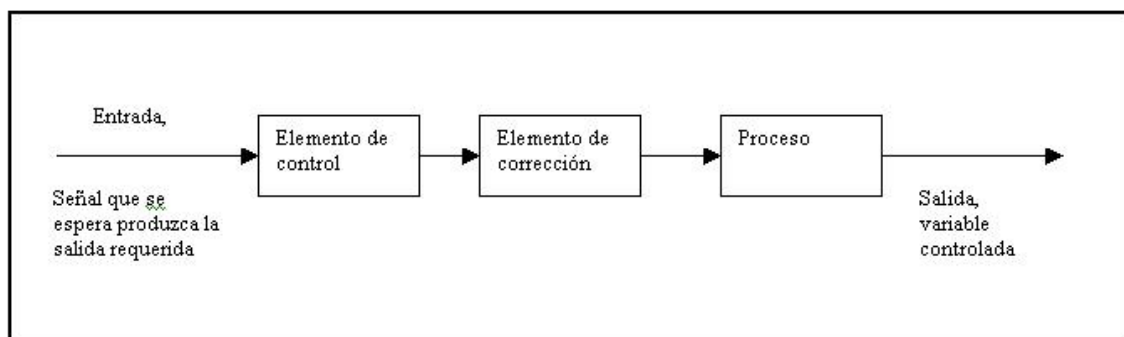


Figura 3-1: Representación Lazo Abierto.

1.0.2 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

La salida depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. En otras palabras, cuando la salida para ser controlada, se compara con la señal de referencia. La señal de salida que es llevada junto a la señal de entrada, para ser comparada, se denomina señal de feedback o de retroalimentación. En este caso el sistema tiene una acción de control en función de la señal de salida. La señal de salida sirve para retroalimentar el sistema para ajustar la acción de control en consecuencia.

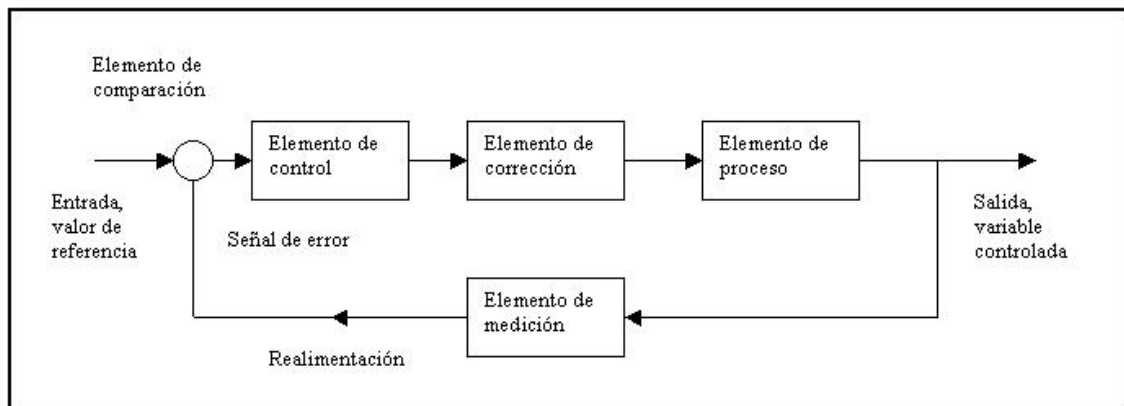


Figura 3-2: Representación Lazo Cerrado.

1.1 EL PLC

El PLC o contador lógico programable, se define como, un dispositivo electrónico digital que cuenta con memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración, en secuencia, sincronización, conteo y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos.

Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que se digite en un teclado las instrucciones correspondientes.

El PLC cuenta con características específicas que lo diferencian de los computadores y microcontroladores:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementan, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación.

1.1.1 CONFORMACIÓN INTERNA DE UN PLC

- **CPU (Unidad central de procesamiento)**, Controla y procesa todas las operaciones realizadas dentro del PLC.
- **Reloj**, Es la fuente de temporización y sincronización de todos los elementos del sistema. Su frecuencia típica ronda entre 1 y 8MHZ.
- **Sistema de bus**, Lleva información y datos desde y hacia la CPU, la memoria y las unidades de entrada/salida.
- **ROM**, Almacena de forma permanente la información del sistema operativo y datos corregidos.
- **RAM**, Almacena el programa del usuario.
- **Batería**, Se encarga de mantener el contenido de la RAM por un determinado tiempo, en caso de que se corte el suministro de energía eléctrica.
- **Canales de entrada/salida**: Proporcionan funciones para el acondicionamiento y aislamiento de señales, lo que permite conectarlos directamente a sensores y actuadores, sin depender del uso de otros circuitos.

1.2 SENSORES

El término de sensor es muy genérico, suele agrupar muchos elementos. Un elemento que recibe la señal es un captador, y un transductor es un elemento que transforma una magnitud en otra. Pero es corriente que los tres términos se usen indistintamente. Un sensor tiene tres parámetros fundamentales, el rango (valores entre los que puede medir), la resolución (la variación mínima que puede detectar) y la sensibilidad (lo que varía la magnitud de salida en relación con la variación de la magnitud medida).

Los sensores se clasifican atendiendo a varios criterios:

- Por la señal que emiten, tenemos analógicos y digitales.
- Por la influencia que tienen sobre el proceso, tenemos sensores pasivos cuando no influyen, o activos cuando absorben energía.
- Por los parámetros que pueden variar en el sensor, pueden ser, mecánicos, eléctricos, electromagnéticos, ópticos.

1.2.1 SENSORES DE POSICIÓN Y PROXIMIDAD

Informan de la presencia de un objeto en el lugar que controlan.

- **Finales de carrera:** Están constituidos por un conmutador accionado por una palanca, y cierran o abren un circuito cuando un objeto mueve la palanca.
- **Detectores inductivos:** Tiene un imán permanente que crea un campo magnético fijo. Al acercarse un objeto metálico, éste modifica el campo magnético, y esta variación es captada por una bobina, la que es inducida.

- **Sensores Capacitivos:** Cuando el objeto a detectar no influye en el campo magnético, se hace uso de otro principio de funcionamiento. En este caso están formados por un condensador, y la detección se basa en la variación de la superficie enfrentada de las armaduras (como en los sintonizadores de radio), la separación entre éstas (como en algunos teclados de calculadoras) o incluso cambiando las propiedades del aislante dieléctrico (como en los detectores de humo o de humedad). Al acercar un objeto metálico al condensador, se varía el campo eléctrico en el mismo, y esto puede ser detectado.
- **Sensores Potenciométricos:** Constan de un potenciómetro que varía su resistencia en función de la posición de su cursor, movido por el giro de una rueda dentada o de una palanca. Estos sensores son los que se usan cuando se busca conocer la posición exacta de un objeto.
- **Sensores Ópticos:** Su funcionamiento se basa en detectar la reflexión de un haz luminoso que normalmente es infra-rojo para evitar interferencia de otras luces. Cuando el sensor emite sonidos el sistema se denomina sonar, y si la radiación es de alta energía (o frecuencia), el sistema se denomina radar. Con estos sistemas se puede tener una señal cuando un objeto interrumpe el rayo, pero también se puede determinar la distancia a la que está el objeto midiendo el tiempo que ha tardado la reflexión.

1.2.2 SENSORES DE VELOCIDAD

- **Sensores Inductivos:** Idénticos a los vistos anteriormente, unidos a un contador, que analiza cuántas señales se producen en un segundo.
- **Sensores Ópticos:** De forma similar a los sensores de posición, un emisor y un receptor están separados por una rueda perforada que puede girar. Se cuenta cada impulso de luz que recibe el receptor durante un segundo, obteniendo la velocidad.
- **Taco Generadores:** Son pequeñas dinamos que obtienen un voltaje en función de la velocidad de giro.

1.2.3 SENSORES DE TEMPERATURA

Termistor NTC: Es una resistencia que disminuye su valor óhmico al aumentar la temperatura según una función exponencial.

Termostato Bimetálico: Son dos pacas metálicas unidas que tienen diferentes coeficientes de dilatación térmica. Cuando se calientan, una lámina se dilata más que la otra, produciendo el arqueamiento de ambas. Con esta deformación se puede abrir o cerrar un circuito eléctrico.

Termopar: En este caso se sueldan los extremos de dos metales diferentes, y esta unión actúa como sonda. El funcionamiento del termopar se basa en que la movilidad de los electrones es distinta en cada metal. Si los extremos opuestos también están unidos y a una temperatura conocida, las distintas movilidades producen un voltaje tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre los extremos.

1.2.4 SENSORES DE PRESIÓN

- **Tubo en U:** El líquido que hay en la rama con mayor altura compensa, con su peso, la mayor presión en la rama opuesta. Por su naturaleza, se puede emplear también en la comparación de dos presiones.

El tubo en U es un aparato sencillo, pero es la base de sensores más sofisticados, como pueden ser los tubos Pitot, que se usan para medir la velocidad en los aviones.

- **Tubo Bourdon y Cápsula Anaeroide:** Son sensores que tienen dos cámaras, una de ellas conectada a la presión a medir y la otra a una presión conocida, normalmente la atmosférica. Con la diferencia de presiones se produce un desplazamiento que se puede medir con palancas, engranajes y/o sensores de desplazamiento.

Las capsulas anaeroides, también llamadas manómetros de membrana, tienen en su interior una presión conocida, o pueden estar conectadas a una presión de referencia, por lo que pueden utilizarse como comparadores, en este caso se denominan fuelles.

1.3 HMI Y SUS CARACTERÍSTICAS

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

1.3.1 TIPOS DE HMI

- **Terminal de Operador:** Consiste en un dispositivo que generalmente es construido para ser instalado en ambientes agresivos, pueden ser solo de despliegues numéricos, alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).
- **PC + Software:** Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según la exigencia del proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

1.3.2 SOFTWARE HMI

Estos softwares permiten contar con interface gráfica, de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos y manejo de alarmas.

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

Por otro lado, este software se puede comunicar directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación.

Comunicación

La comunicación con los dispositivos del proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PC.

1.4 SWITCH

El Switch, es un dispositivo analógico que permite interconectar redes, es posiblemente uno de los dispositivos con un nivel de escalabilidad más alto. Existen Switches de cuatro puertos con funciones básicas para cubrir pequeñas necesidades de interconexión, también, podemos encontrarlos con cientos de puertos, prestaciones y características avanzadas.

El conmutador o Switch es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red, es importante aclarar que un Switch no proporciona solo conectividad con otras redes, tampoco proporciona conectividad con internet, para ello es necesario un router. En la actualidad las redes locales cableadas siguen en estándar Ethernet, donde se utiliza una topología en estrella y donde el Switch es el elemento central de dicha tecnología.

1.4.1 DESCRIPCION DE UN SWITCH

El Switch sirve para compartir archivos permitiendo que un PC de la red habilite la compartición de archivo y el resto de ordenadores pueden acceder a dichos archivos a través de la red. Compartir impresoras, Compartir la conexión a internet para todos los computadores de una red, pueden acceder a internet a través de router de acceso, que está conectado a la red.

- **Puertos:** Los puertos son los elementos del Switch que permiten la conexión de otros dispositivos al mismo.
- **Velocidad:** El Ethernet permite varias velocidades y medios de transmisión.
- **Power Over Ethernet:** Esta tecnología permite el envío de alimentación eléctrica junto con los datos cableados de una red Ethernet.

La función básica que realiza un Switch es la conmutación y consiste en transferir datos entre los diferentes dispositivos de la red, los Switch procesan la información contenida en las cabeceras de la trama Ethernet.

1.5 PROTOCOLOS DE COMUNICACION INDUSTRIAL

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

Un importante número de empresas presenta la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación Industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas.

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- Diagnóstico remoto de componentes.

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en las siguientes categorías.

- Buses de campo.
- Redes LAN.

1.5.1 BUS DE CAMPO

Un bus de campo ("Field Bus") es un sistema de transmisión de datos que interconecta dispositivos industriales y elementos de control, reemplazando al bucle de corriente de 4-20mA. A diferencia de estos sistemas analógicos los buses de campo son normalmente redes digitales bidireccionales que permiten reducir considerablemente los costos de implementación al rebajar la cantidad de cableado a instalar. Otras ventajas importantes del uso de buses de campo son la rapidez para transportar Información, la facilidad para administrar los elementos de la red y la flexibilidad para distribuir el control.

Una clasificación aceptada de los diferentes tipos de buses se muestra a continuación:

- Buses de Control: Control Buses (HSE, ControlNet, Profinet).
- Buses de Campo: Field Buses (Foundation Fieldbus, Profibus FMDS).
- Buses de Dispositivos: Device buses (DeviceNet, Profibus DP, Interbus-S).
- Buses de Sensores: Sensor Buses (CAN, ASI, Profibus PA).

1.5.2 RED LAN

Una Red LAN (Local Area Network, red de área local), es un grupo de equipos pertenecientes a una misma organización y conectados dentro de un área geográfica pequeña a través de una red, generalmente con la misma tecnología (la más utilizada es Ethernet).

La red de área local, es una red en su versión más simple. La velocidad de transferencia de datos en una red de área local puede alcanzar hasta 10 Mbps (por ejemplo, en una red Ethernet) y 1 Gbps (por ejemplo, en FDDI o Gigabit Ethernet). Una red de área local puede contener 100, o incluso 1.000, usuarios.

Según los servicios que proporciona, se pueden distinguir dos modos de funcionamiento de una LAN

- En una red "de igual a igual" (P2P), en la que la comunicación se establece de un equipo a otro sin la necesidad de un equipo central y donde cada equipo tiene la misma función.
- En un entorno "cliente/servidor", en el que un equipo central se encarga de brindar los servicios de red a los usuarios.

Este tipo de redes son de uso común y cotidiano en negocios, empresas y hogares, pudiendo presentar una topología de red distinta de acuerdo a las necesidades específicas de la red, tales como:

- Red en bus.
- Red en estrella.
- Red en anillo.
- Red mixta.

Las redes informáticas por lo general se clasifican en base a su alcance físico o geográfico, lo cual refleja generalmente su potencia o su volumen de datos. En ese sentido, se puede hablar de:

- Redes LAN (Local Area Network).
- Redes MAN (Metropolitan Area Network).
- Redes WAN (Wide Area Network).

2 CARTA GANTT IMPLEMENTACIÓN SOLUCIÓN DE CONTROL

Previamente a la implementación del proyecto, se requiere realizar la planificación de las actividades a desarrollar. Para esto se ideó una carta Gantt en donde las actividades son distribuidas durante 28 semanas de trabajo (7 meses) y se clasifican en cuatro grupos que son:

- Planificación y pruebas previas.
- Compra equipos, montaje, puesta e/s.
- Implementación programa PLC y HMI.
- Ajustes finales/Evaluación de resultados.

La carta Gantt de implementación es mostrada en la Tabla 3-1, Carta Gantt de Desarrollo e Implementación Solución de Control.

Migrar y Habilitar Control para Alarmas, Sistema Aspiración	2017																											
	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
PLANTEAMIENTO SOLUCION DE CONTROL																												
Reunión equipo de trabajo del Área																												
Análisis técnico situación actual																												
Evaluación de alternativas equipos																												
Pruebas previas en Laboratorio Control																												
COMPRA EQUIPOS, MONTAJE, PUESTA E/S																												
Compra de equipos																												
Implementación Sensores de rotación																												
Implementación red de comunicación																												
Instalación de PLC y pruebas																												
IMPLEMENTACION PROGRAMA PLC Y HMI																												
Programación de Lógica PLC																												
Desarrollo de proyecto HMI																												
Habilitación Operación área desde HMI																												
AJUSTES FINALES / EVALUACION RESULTADOS																												
Ajustes Finales / Análisis de resultados																												
Consolidación de la migración																												

Tabla 3-1: Carta Gantt de Desarrollo e Implementación Solución de Control.

3 PLANTEAMIENTO SOLUCIÓN DE CONTROL.

Esta es una etapa previa a la implementación del proyecto que abarca las primeras 8 semanas de la carta Gantt. En ella se realiza las reuniones previas para conformar un equipo de trabajo que lleve adelante el proyecto, se realiza un análisis de la situación actual mediante el levantamiento de partes y piezas, se define la estrategia de migración, se evalúan las distintas alternativas de equipos disponibles y se realizan las pruebas previas a la implementación de la solución de control.

3.1 REUNIÓN EQUIPO DE TRABAJO DEL ÁREA.

Durante esta etapa se realizan varias reuniones para conformar el equipo de trabajo que se encargará de la revisión de todas las dimensiones y alcances del proyecto. Se designaron así los siguientes Hitos del proyecto:

- **Planificador de actividades:** Su trabajo es supervisar el avance de las actividades con respecto a la Carta Gantt e incluir algunas dentro de los programas mensuales de mantención de la línea productiva. Además, es el nexo entre el personal de mantención y el personal de operaciones para la coordinación y prueba de equipos.
- **Técnico de implementación:** Su función es la implementación de la solución de control, realizar la solicitud de compra del equipamiento, realizar el montaje de los equipos, implementar la lógica de control PLC, puesta en servicio y realizar los ajustes necesarios para la correcta operación de estos, además del seguimiento posterior de funcionamiento. También es el encargado de dirigir al equipo de trabajo que colaborará durante el desarrollo de las distintas actividades.
- **Supervisor de proyecto:** Su función es aprobar cada una de las actividades a desarrollar, generar las órdenes de compra para el equipamiento y administrar los recursos humanos y económicos.

3.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE EQUIPOS

En la búsqueda del Sistema PLC que sucederá al Sistema de Control y al que se asignara para el sistema de control y de alarmas del Sistema de Aspiración se deben evaluar cada uno de los siguientes puntos antes de implementar la solución de control:

- Definición de la marca y familia de PLC.
- Definición del modelo de CPU.
- Definición del tipo de sensores.
- Definición de los módulos Entrada/Salida.
- Definición de la topología de conexión entre los distintos Equipos.
- Definición del software de operación HMI que se utilizará para conectarse con el PLC.

3.2.1 DEFINICIÓN DE LA MARCA Y FAMILIA PLC

En este punto se definió que el PLC utilizado correspondiese a la marca **SIEMENS** de la familia **SIMATIC S7-1200**. La razón de esta definición es técnica/estratégica y se justifica principalmente por los siguientes puntos:

- Existencias de repuestos: Otras áreas del complejo industrial utilizan PLC de la Línea SIMATIC S7-1200. Homologar las partes PLC de todas las líneas reduciría considerablemente las existencias de repuestos en bodega, reduciendo los costos que esto implica.
- Capacitación del personal: El personal técnico del área Electrocontrol de planta cuenta con experiencia en esta línea de equipos. Todos ellos han sido enviados a continuas capacitaciones de programación en equipos Siemens y programación manteniendo certificaciones en los distintos niveles y larga experiencia en el uso de sus equipos. Cambiar la marca de PLC con que el personal normalmente trabaja significaría desperdiciar gran parte de este capital invertido.
- Laboratorio de Electrocontrol: El Departamento de Electrocontrol de la planta industrial posee un Laboratorio de pruebas implementado con PLC Siemens, software y licencias para realizar las pruebas necesarias previas a la migración de cada uno de los sistemas.

Adicionalmente existen otras ventajas que avalan migrar a la tecnología Siemens, las que son:

- Posee un único software con el que es posible programar PLC, HMI, y además configurar la red de comunicación.
- La posibilidad de compartir nativamente datos, sin software ni equipos adicionales, con otros PLC Siemens de las demás líneas productivas del Complejo Industrial.

3.2.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE CPU

Los elementos condicionantes para la elección del modelo de autómatas son el tipo de estructura (compacta, modular o por bastidor), el número de entradas y salidas posibles, el tiempo de ejecución de las instrucciones, la memoria disponible, el tipo de unidades especiales que se pueden acoplar y las redes industriales de comunicación disponibles.

De todos estos criterios de selección en el proyecto se ha considerado el siguiente orden de prioridades:

- **Tipo de estructura:** se considera como condición principal para la elección el tipo de estructura del PLC que se desea utilizar. Se decide utilizar un PLC de estructura compacta dada la simplificación en su montaje ya que este tipo de PLC integran en un solo bloque todos sus elementos: fuente de alimentación, CPU, puntos de entradas/salidas, etc. Además, estas estructuras son ideales para aplicaciones con reducido número de entradas y salidas, como este caso.
- **Redes industriales de comunicación:** una vez decidida la estructura del PLC, se ha tenido en cuenta uno de los requisitos más importantes para el proyecto y el diseño del nuevo sistema de control. Se plantea la necesidad de conectar el PLC a una red bajo un protocolo que será seleccionado de acuerdo a la necesidad del proceso, esto con el fin de comunicar otros dispositivos que en el futuro pudiesen ser instalados en el sistema. Es este uno de los motivos que nos lleva a la elección del modelo del PLC que se utilizara en la aplicación, este es el Siemens Simatic S7-1200.
- Por último, una vez escogido el PLC a utilizar, se han considerado las entradas y salidas necesarias para el desarrollo de la aplicación a la hora de escoger la CPU de la familia 1200. Dado el número de entradas y salidas, se ha escogido la CPU 1214C por ser la que dispone de mayor número de entradas y salidas incorporadas, siendo aún necesario ampliar con módulos de expansión el número de entradas y salidas del montaje.

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CPU

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de contaje de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. Por el que puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente en la red PROFINET.



Figura 3-3: PLC modular S7-1200.

3.2.4 MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA

Se plantea la necesidad de ampliar el número de entradas y salidas de las que dispone la CPU. Para ello se deben utilizar módulos de señales SM en sus distintas configuraciones.

En cuanto al número de (I/O) entradas y salidas digitales es necesario ampliar el número de las que dispone la CPU a 32 más, considerando 16 entradas digitales y 16 salidas digitales. Por lo tanto, el tipo de módulo SM que se utilizará para aumentar las entradas digitales será el SM 1221 16 x 24 VDC INPUT y para aumentar las salidas digitales será el SM 1222 16 x 24 VDC OUTPUT.

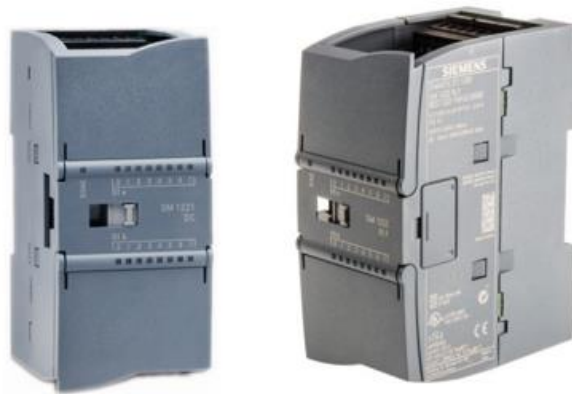


Figura 3-4: Módulos SM 1221 - 1222.

3.2.5 DEFINICIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Dentro de los objetivos del proyecto, se encuentra la integración de un protocolo de comunicación del sistema de control con otros equipos o PLC que se deseen integrar al sistema, por lo que se proponen 2 posibles protocolos los que se describen a continuación:

3.2.5.1 PROFIBUS DP

El protocolo Profibus DP no viene por defecto en el SINAMICS S7-1200 CPU 1214C, puesto que necesita de módulos de comunicación CM 1242-5 y CM 1243-5 con los que es posible acceder al protocolo Profibus DP donde el controlador puede comunicar el dispositivo con otras CPU, con dispositivos HMI o intercambiar datos de periferia como maestro PROFIBUS y/o esclavo PROFIBUS con otros nodos. Los módulos cumplen con el estándar DPV1 de PROFIBUS y satisfacen los elevados requisitos en lo que se refiere a robustez y seguridad del sistema de bus de campo usado más ampliamente en el mundo. El CM 1243-5 también permite la conexión de los equipos de programación y paneles, así como un intercambio de datos a cíclico.

Ambos módulos ofrecen una solución de comunicación de bajo costo y para una gran cantidad de aplicaciones.

3.2.5.2 PROFINET

El PLC **SINAMICS S7-1200 CPU 1214C**, cuenta con Interfaz PROFINET (Ethernet) integrada y su protocolo nativo es TCP/IP, por lo que permite la programación, la comunicación con dispositivos HMI, con controladores adicionales para la comunicación CPU a CPU y con equipos de otros fabricantes para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de Ethernet.

La interfaz Ethernet integrada está a la altura de las grandes exigencias de la comunicación industrial.

Por lo tanto y considerando lo anterior el Protocolo de comunicación seleccionado será PROFINET ya que se reduce a la existencia de puerto nativo en la CPU y no se requiere de módulo de comunicación adicional.

3.2.6 DEFINICIÓN SENSORES (SPEED SWITCH)

La necesidad de contar con la confirmación de movimiento en cada uno de los puntos del sistema, hace importante la adquisición e instalación de sensores de detección de velocidad o movimiento (tipo Speed Switch), los interruptores de velocidad del eje proporcionan muchos beneficios directos e indirectos valiosos para cualquier aplicación en la que se apliquen. El uso de los interruptores de velocidad permite que los equipos tengan una vida útil más prolongada con menos tiempo de inactividad, ya que el mantenimiento se puede realizar de forma proactiva y ante fallas inesperadas que pueden causar daños. Esto reducirá en gran medida el tiempo de inactividad, el costo de mantenimiento y el costo de desperdicio de material. Y la vida operativa se maximiza sin el riesgo de fallas inesperadas.

El tipo de sensor a considerar será la Serie XSAV de Telemecanique, esto ya que este es un elemento de uso frecuente en otras áreas del complejo y su existencia como repuesto siempre disponible en la bodega del complejo lo hace preferente.



Figura 3-5: Sensor Serie XSAV, Speed Switch

3.2.7 SOFTWARE

La definición del software está determinada por la marca y familia del PLC que será utilizado en la ejecución del proyecto, para este caso **SIEMENS, TIA Portal V14 SP1**, este, es un software potente y de grandes prestaciones a la hora de programar equipos, en él es posible acceder a una red de proceso y monitorear todos los equipos que la componen, además, es posible realizar la programación de todo un sistema de control, considerando PLC, configuración de accionamientos y HMI, entre otros. TIA Portal reúne todas las herramientas de un software de automatización dentro de un único entorno de desarrollo.

Este software cuenta con licencia actualizada y autorizada para la utilización en los equipos que posee el complejo industrial, además, se encuentra validada y se utiliza en las demás áreas de la compañía.



Figura 3-6: Configuración de equipos

3.2.8 DEFINICION DEL MÉTODO DE MIGRACIÓN

Para el método de migración se debe considerar el cambio del tablero en su totalidad, durante una actividad la que será correctamente planificada, para así lograr la conexión y adaptación de todos y cada uno de los componentes que controlaran el sistema, además se deberá considerar pruebas en tiempo real del sistema, ya que las pruebas realizadas solo fueron de programación y enclavamiento, por lo que se hace necesario realizar todas las pruebas pertinentes para evaluar y validar si el nuevo sistema de control cumple con los objetivos, de no ser así, se realizara un reensamble inmediato del tablero que contiene el antiguo sistema de control para mejorar las posibles falencias del nuevo sistema.

Para la habilitación del sistema de alarmas se debe considerar la instalación en paralelo de un sistema de control independiente, el cual, deberá monitorear el estado de los equipos que componen el total del sistema de control.

3.2.9 DEFINICION DE LA OPERACIÓN HMI

Según los objetivos del proyecto se deberá implementar la operación de todo el sistema desde un HMI, eliminando la operación convencional (Botonera, Luces Pilotos y Selectores). Se definió que el software de configuración utilizado será el TIA Portal V14 SP1, ya que es uno de los softwares de programación que se utiliza en las demás áreas del complejo industrial, y a la vez en otras plantas de la compañía, sumado a que el complejo posee licencia de desarrollo para este software.

En lo que respecta a la elección del HMI, Siemens posee una amplia gama de dispositivos HMI, los que abarcan desde Paneles Básicos, hasta Paneles PC, la elección del panel HMI, debe constar de un equipo fácil de utilizar para que al operador no le sea de alta complejidad al manipular y/o visualizar el proceso, por ello, el panel seleccionado es el KTP600 Basic Mono PN.



Figura 3-7: Panel HMI, KTP600 Basic Mono PN.

4 COMPRA DE EQUIPOS, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO

Esta etapa se extiende por 13 semanas (semana N°5 a semana N°17 de la carta Gantt) y en ella se realiza la compra parcializada de repuestos según las estrategias previamente definidas. El periodo que demora cada una de las compras en llegar a planta es aproximadamente de un mes, por lo que el montaje de los equipos correspondientes estará desfasado en cuatro semanas con respecto a la compra respectiva en la Carta Gantt.

Descripcion	Marca	Parte	C/U	Costo USD	Total USD
CPU	Siemens	6ES7214-14G40-0XB0	2	433,6	867,2
KTP600	Siemens	6AV6647-0AB11	2	650,4	1300,8
Modulo Expansion	Siemens	6ES7221-1BH30-0XB0	2	361,3	722,6
Modulo Expansion	Siemens	6ES7222-1BH30-0XB0	2	361,3	722,6
Rele de Seguridad	Sick	UE43-2MF2D2	1	164,3	164,3
Interruptor Termomagnetico	Siemens	3RV1021-1HA15	2	33,2	66,4
Interruptor Termomagnetico	Siemens	3RV1011-0KA15	2	29,1	58,2
Interruptor Termomagnetico	Siemens	3RV1011-1AA15	2	29,1	58,2
Contacto	Siemens	3RT1016-1BB42	9	53,4	480,6
Contacto Auxiliar	Siemens	3RH1911-1FA22	7	9,6	67,2
Contacto Auxiliar	Siemens	3RV1901-1E	6	7,4	44,4
Botonera Partir/Parar	Telemecanique	ZB4BW7A3741	1	32,5	32,5
Luz Piloto	Telemecanique	XB4-BVM4	3	14,5	43,5
Porta candado	Telemecanique	ZBZ1604	1	33,9	33,9
Sensor Speed Switch (6-150)	Telemecanique	XSAV11373	10	162,8	1628
Sensor Speed Switch (120-3000)	Telemecanique	XSAV12373	6	138,3	829,8
Pulsador Luminoso	Telemecanique	XB4BW33M5	1	25,5	25,5
Switch Ethernet	Korenix	JETNET 2005	1	108,4	108,4
				SUBTOTAL	7254,1

Tabla 3-2: Orden de Compra.

4.1 CONFIGURACION HARDWARE DE RED

Los equipos dotados con puerto Profinet, como es el caso de la familia de CPU 1214C de Siemens, soportan la comunicación basada en los protocolos TCP/IP, lo que les permite conexiones y comunicaciones con protocolos vía Ethernet Industrial, para el intercambio de datos a través del programa de usuario con otros interlocutores.

A continuación, se muestran algunas posibilidades de conexión para el S7-1200.

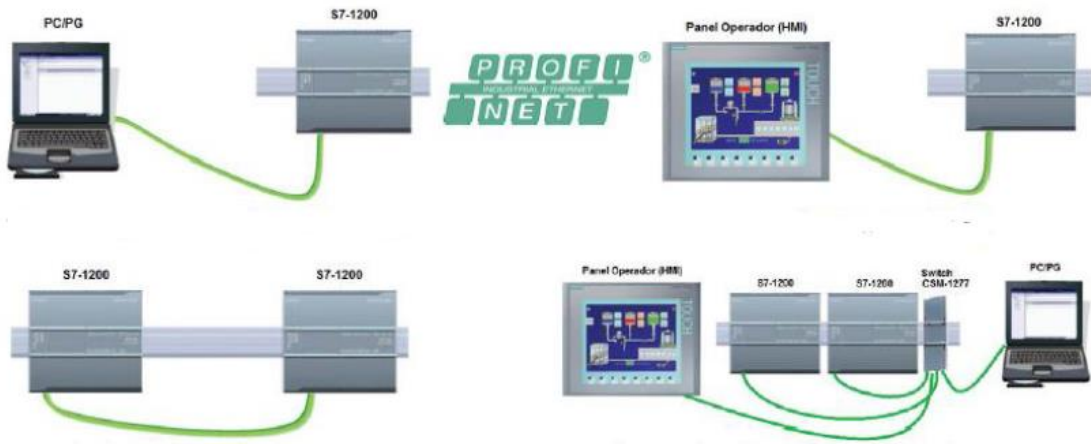


Figura 3-8: Configuraciones S7-1200.

4.2 CONFIGURACION DE LA RED

Para conectar cada elemento del sistema a la red se utilizará un Switch KORENIX JETNET 2005. De esta forma se comunicarán el autómatas, la pantalla táctil y la CPU. El Switch KORENIX JETNET 2005 estará conectado y disponible para la conexión futura de nuevos dispositivos que se deseen adherir a la red.

El Esquema de la Red será el presentado en la Figura 3-7:

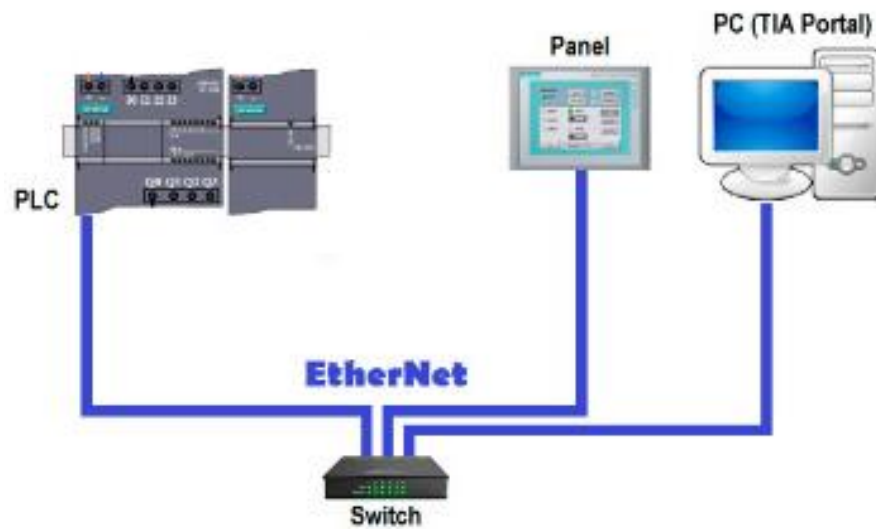


Figura 3-9: Configuración Red.

4.3 CONFIGURACION RED, SISTEMA ASPIRACION

Para conectar cada red a la red del sistema de control se utilizará un Switch KORENIX JETNET 2005. De esta forma se comunicarán ambas redes, generando una red la cual será la que controlará el sistema mediante la CPU del Sistema de Alarmas y la CPU del Sistema de Aspiración, aquí se visualizaran los eventos y se controlara el proceso general del Sistema de Aspiración.

El Esquema de la Red de Comunicación, será el presentado en la Figura 3-8:

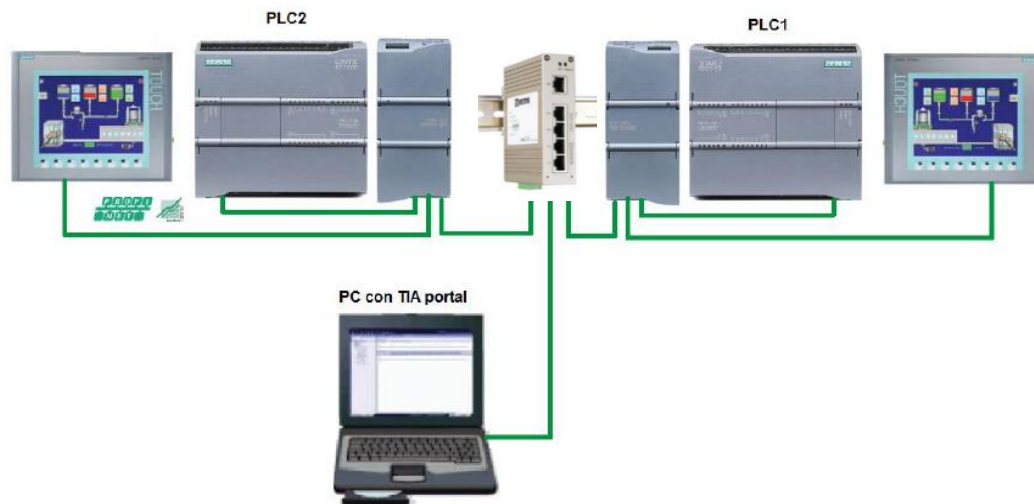


Figura 3-10: Red de Comunicación PLC Alarmas y PLC Sistema Aspiración.

El direccionamiento de cada dispositivo se muestra en la Tabla 3-3:

	PLC 1	HMI 1	PLC 2	HMI 2
IP	192.168.4.1	192.168.4.2	192.168.4.3	192.168.4.4
Máscara	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

Tabla 3-3: Direccionamiento Dispositivos de Red.

4.4 CONFIGURACION SOFTWARE DE RED

Para que las CPU puedan establecer la comunicación es preciso configurar algunos parámetros para que puedan transmitir y recibir mensajes. Estos parámetros determinan cómo deben operar las comunicaciones al transmitir o recibir mensajes de un dispositivo de destino.

El puerto PROFINET del S7-1200 soporta las siguientes conexiones simultáneas:

- 3 conexiones para la comunicación entre dispositivos HMI y la CPU.
- 1 conexión para la comunicación entre la programadora (PC/PG) y la CPU.
- 8 conexiones para la comunicación del programa del S7-1200 utilizando instrucciones del bloque T (TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEN, TRCV). Una conexión S7-1200 activa sólo es posible con las instrucciones del bloque T. Este tipo de instrucciones sirven para establecer conexiones entre dos CPU.
- 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa. La CPU S7 activa utiliza las instrucciones GET y PUT (S7-300 y S7-400) o ETHx_XFER (S7-200).

4.5 CONFIGURACIÓN TIA PORTAL

Para la programación en Software TIA Portal, será necesario ejecutar la aplicación, luego Crear un nuevo Proyecto, Crear Proyecto, Crear.

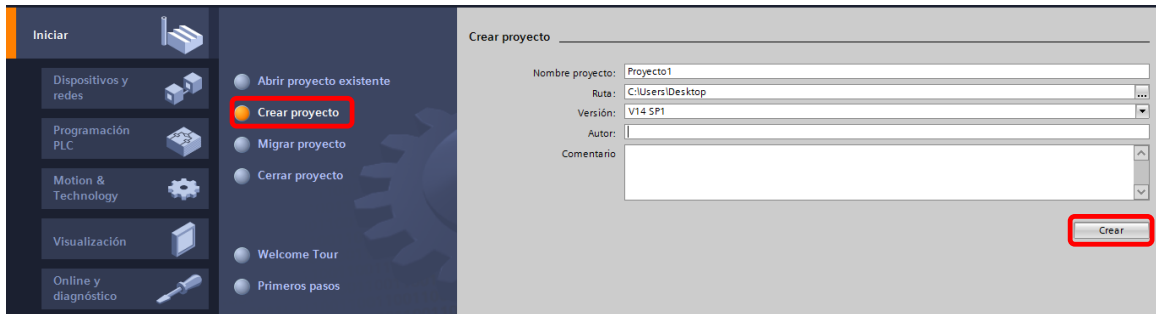


Figura 3-11: Vista, Crear Proyecto, TIA Portal.

Una vez creado el nuevo proyecto se deberá configurar los dispositivos que se desea asignar, ya sea CPU, HMI o Estación PC, además se deberá definir los módulos de Comunicación y/o de I/O que se utilizaran, como también el tipo de comunicación que estos utilizaran para el desarrollo de la red, considerando direccionamiento y protocolos de comunicación de cada dispositivo.

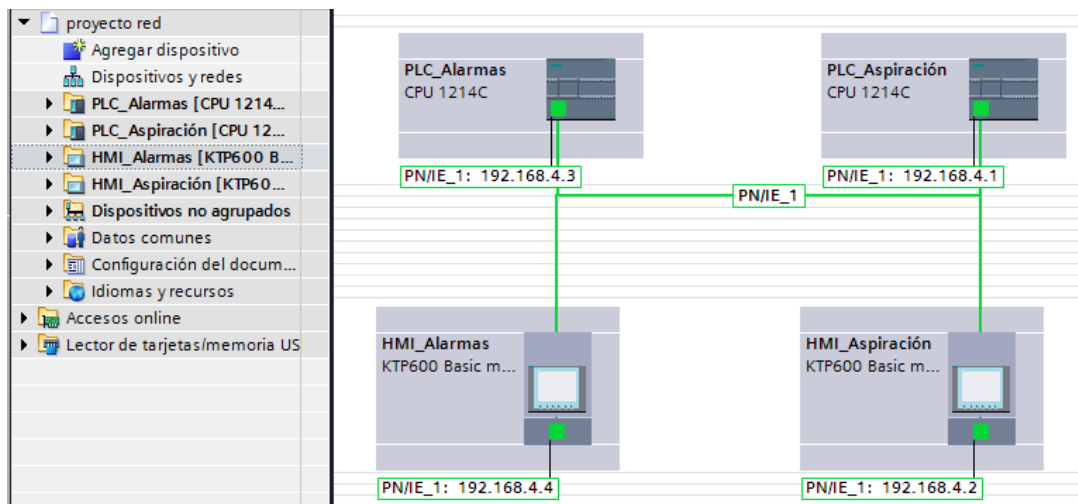


Figura 3-12: Red del Sistema.

4.6 PROGRAMACION PLC

Para comenzar con la programación se deberá asignar en el bloque cíclico u OB1, el que se ejecuta en cada periodo de lectura de memoria de la CPU, se programaran las "llamadas" de los bloques de Función o FC en los que se ejecuta la programación, además de la configuración de la función de envío de datos (TSEND_C y TRECVC).

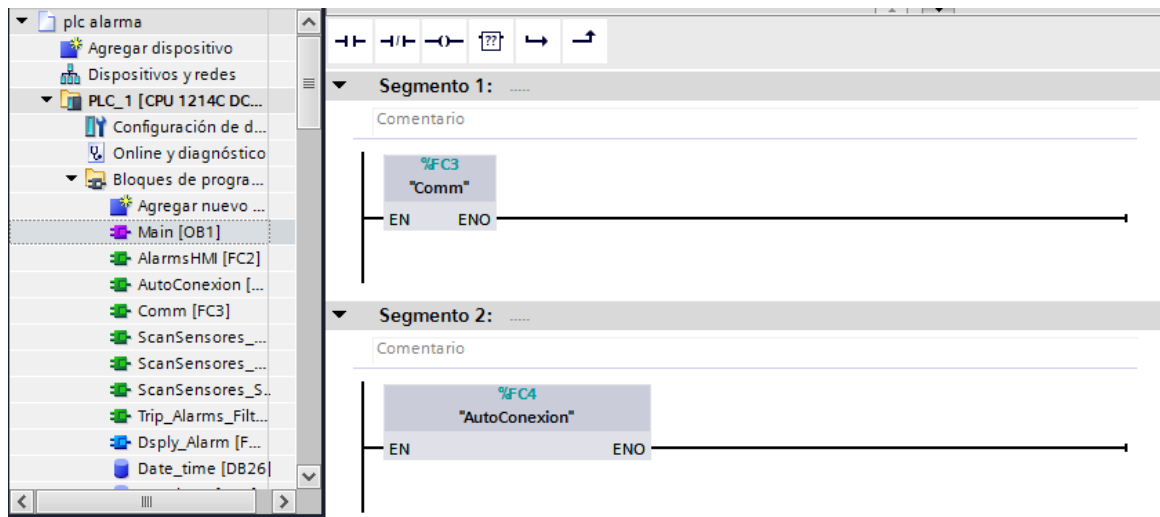


Figura 3-13: Llamado Bloques FC.

4.7 ENVIO DE DATOS

La instrucción TSEND_C crea una conexión TCP o ISO-on-TCP con un interlocutor, envía datos y puede deshacer la conexión. Una vez configurada y establecida la conexión, la CPU la mantiene y vigila automáticamente. La instrucción TSEND_C combina las funciones de las instrucciones TCON, TDISCON y TSEND. Estas instrucciones del programa controlan el proceso de comunicación:

- TCON sirve para establecer una conexión.
- TSEND y TRCV permiten enviar y recibir datos.
- TDISCON deshace la conexión.

Al insertar la función TSEND_C y crear la base de datos que se crea por defecto, esta base la usará para almacenar los parámetros de la instrucción.

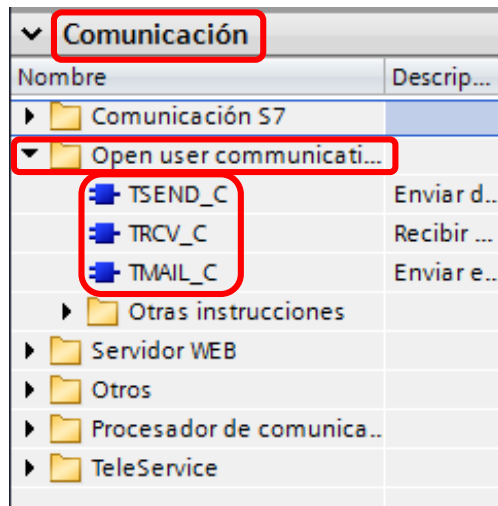


Figura 3-14: Acceso a Bloque de Comunicación.

4.7.1 CONFIGURACIÓN BLOQUE TSEND

TSEND_C se ejecuta de forma asíncrona y para su configuración es necesario utilizar las siguientes funciones:

Configurar y establecer una conexión:

TSEND_C configura y establece una conexión TCP o ISO on TCP. Una vez configurada y establecida la conexión, la CPU la mantiene y la vigila automáticamente. Para configurar la conexión se utiliza la descripción de la conexión especificada en el parámetro CONNECT. Para establecer la conexión, el parámetro CONT se debe poner a "1". Si la conexión se establece correctamente, el parámetro DONE se pone a "1" durante un ciclo. Si la CPU pasa al estado operativo STOP, se interrumpe una conexión existente y se elimina la conexión creada. Para volver a configurar y establecer la conexión, es preciso volver a ejecutar TSEND_C.

El número de conexiones posibles se indica en los datos técnicos de la CPU.

Enviar datos a través de la conexión existente:

El área de emisión se especifica en el parámetro DATA. Éste contiene la dirección y la longitud de los datos que deben enviarse. La petición de transmisión se ejecuta cuando se detecta un flanco ascendente en el parámetro REQ. En el parámetro LEN se especifica el número máximo de bytes que deben enviarse con una petición de transmisión. Los datos por enviar no se pueden editar hasta que no se haya ejecutado por completo la petición de transmisión. Si la petición de transmisión se ejecuta correctamente, el parámetro DONE se pone a "1". No obstante, el estado lógico "1" en el parámetro DONE no confirma que el interlocutor haya leído ya los datos enviados.

Deshacer la conexión:

La conexión se deshace cuando el parámetro CONT se pone a "0". Al poner a "1" el parámetro COM_RST se vuelve a ejecutar TSEND_C. Con ello, la conexión existente se deshace y se establece una nueva. Si se están transfiriendo datos al reiniciarse la instrucción, podrían perderse datos.

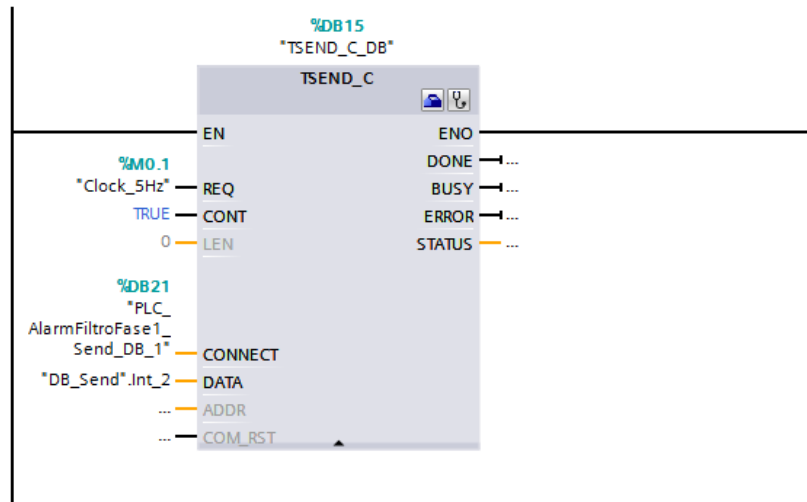


Figura 3-15: Bloque TSEND.

Parámetro	Tipo de parámetro	Tipo de datos	Descripción
REQ	INPUT	Bool	El parámetro de control REQ inicia la tarea de transmisión con la conexión descrita en CONNECT cuando se detecta un flanco ascendente.
CONT	INPUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> 0: desconectar 1: establecer y mantener la conexión
LEN	INPUT	Int	Número máximo de bytes que deben enviarse. (El ajuste predeterminado es 0, es decir, el parámetro DATA determina la longitud de los datos por enviar).
CONNECT	IN_OUT	Parám TCON	Puntero a la descripción de la conexión
DATA	IN_OUT	Variante	Área de emisión; contiene la dirección y la longitud de los datos por enviar.
COM_RST	IN_OUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> 1: Reinicio completo del bloque de función; se deshace la conexión existente.
DONE	OUTPUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> 0: Tarea no iniciada aún o en proceso. 1: Tarea finalizada sin errores.
BUSY	OUTPUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> 0: Tarea finalizada. 1: Tarea no finalizada aún. No se puede iniciar una tarea nueva.
ERROR	OUTPUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> 1: Ha ocurrido un error durante el procesamiento. STATUS proporciona información detallada sobre el tipo de error.
STATUS	OUTPUT	Word	Información de error

Tabla 3-4: Descripción Bloque TSEND.

4.7.2 CONFIGURACION BLOQUE TRCV

TRCV_C se ejecuta de forma asíncrona y para su configuración es necesario utilizar las funciones siguientes:

Configurar y establecer una conexión:

TRCV_C configura y establece una conexión TCP o ISO on TCP. Una vez configurada y establecida la conexión, la CPU la mantiene y la vigila automáticamente. Para configurar la conexión se utiliza la descripción de la conexión especificada en el parámetro CONNECT. Para establecer la conexión, el parámetro CONT se debe poner a "1". Si la conexión se establece correctamente, el parámetro DONE se pone a "1". Si la CPU pasa al estado operativo STOP, se interrumpe una conexión existente y se elimina la conexión creada. Para volver a configurar y establecer la conexión, es preciso volver a ejecutar TRCV_C. El número de conexiones posibles se indica en los datos técnicos de la CPU.

Recibir datos a través de la conexión existente:

Cuando el parámetro EN_R se pone a "1", se activa la recepción de datos. Los datos recibidos se escriben en un área de recepción. La longitud del área de recepción se especifica, en función del protocolo utilizado, bien sea con el parámetro LEN (si LEN <> 0), o bien mediante la indicación de longitud del parámetro DATA (si LEN = 0). Una vez finalizada correctamente la recepción de datos, el estado lógico en el parámetro DONE es "1". Si ocurren errores durante la transferencia de datos, el parámetro DONE se pone a "0".

Deshacer la conexión:

La conexión se deshace cuando el parámetro CONT se pone a "0". Al activar el parámetro COM_RST se vuelve a ejecutar TRCV_C. Con ello, la conexión existente se deshace y se establece una nueva. Si se están recibiendo datos al reiniciarse la instrucción, podrían perderse datos.

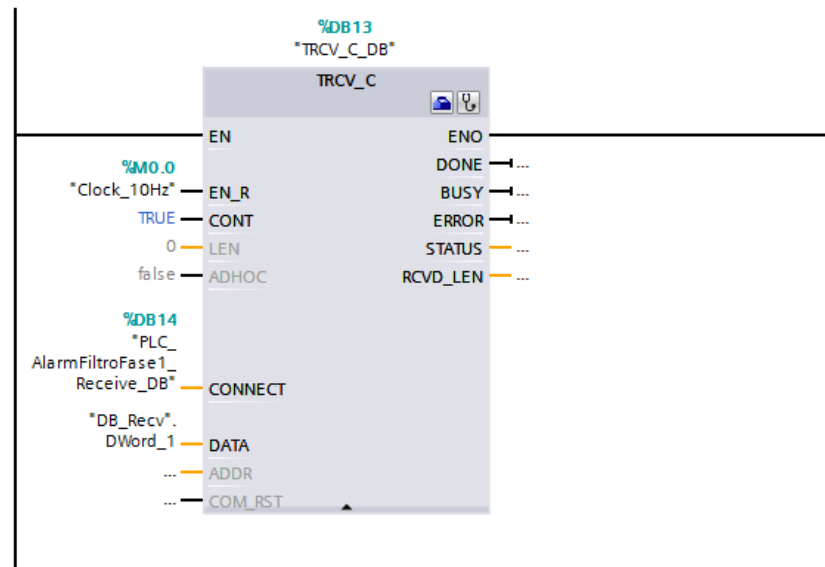


Figura 3-16: Bloque TRCV.

Parámetro	Tipo de parámetro	Tipo de datos	Descripción
EN_R	IN	Bool	Parámetro de control habilitado para recibir: Si EN_R = 1, TRCV_C está listo para recibir. La tarea de recepción se procesa.
CONT	IN	Bool	Parámetro de control CONT: <ul style="list-style-type: none"> • 0: desconectar • 1: establecer y mantener la conexión
LEN	IN	Int	Longitud del área de recepción en bytes. (El ajuste predeterminado es 0, es decir, el parámetro DATA determina la longitud de los datos por enviar).
CONNECT	IN_OUT	Parám TCON	Puntero a la descripción de la conexión
DATA	IN_OUT	Variante	El área de recepción contiene la dirección inicial y la longitud máxima de los datos recibidos.
COM_RST	IN_OUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 1: Reinicio completo del bloque de función; se deshace la conexión existente.
DONE	OUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Tarea no iniciada aún o en proceso. • 1: Tarea finalizada sin errores.
BUSY	OUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Tarea finalizada. • 1: Tarea no finalizada aún. No se puede iniciar una tarea nueva.
ERROR	OUT	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 1: Ha ocurrido un error durante el procesamiento. STATUS proporciona información detallada sobre el tipo de error.
STATUS	OUT	Word	Información de error
RCVD_LEN	OUT	Int	Cantidad de datos (en bytes) recibida realmente

Tabla 3-5: Descripción Parámetros TRCV.

4.8 CONFIGURACION HMI

Para la configuración de hardware HMI en el menú dispositivos se deberá agregar dispositivo, configurando el tipo de dispositivo HMI, la conexión y comunicación del dispositivo, considerando además asignar la CPU que controlará el equipo HMI.

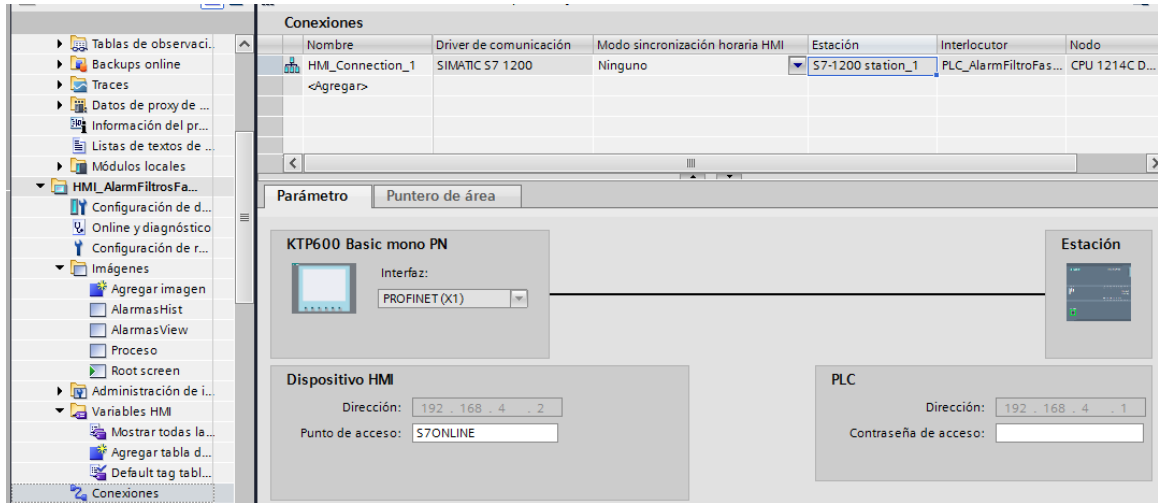


Figura 3-17: Configuración de Controlador.

4.9 ASIGNAR VARIABLES Y CREAR PROYECTO

El proyecto debe contar con asignación de variables para que ambos dispositivos puedan de alguna manera comunicar y controlar el proceso.

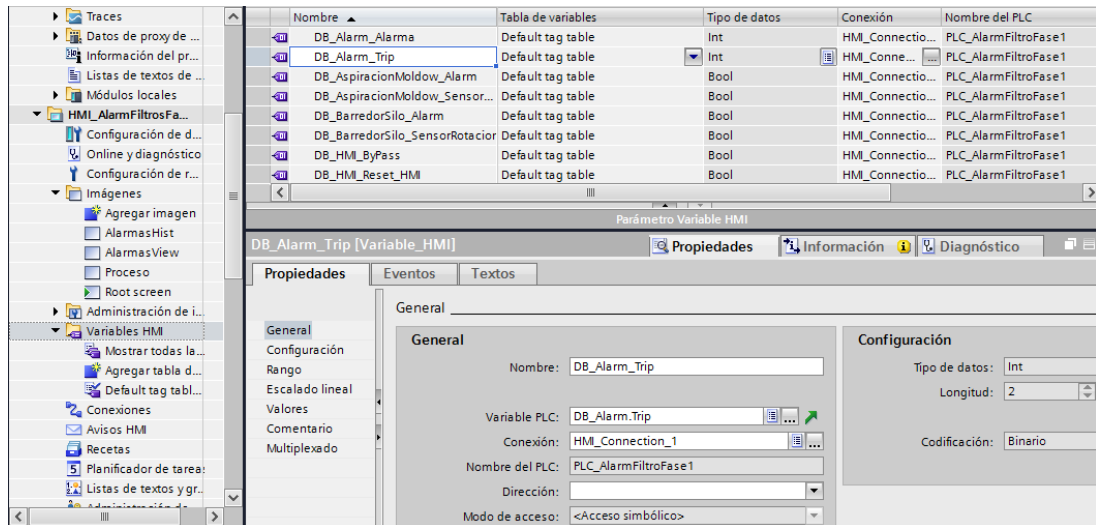


Figura 3-18: Asignar Variables.

Finalmente se deberá configurar botones y crear imágenes, las que serán configuradas con las variables del proceso y visualizadas en el HMI, estas además forman parte del control y el proceso.

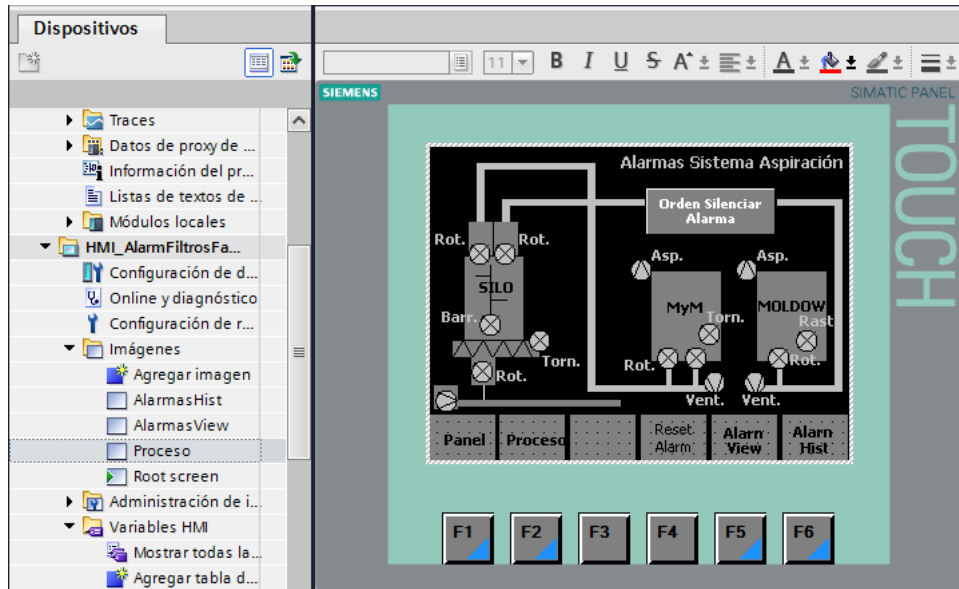


Figura 3-19: Configuración HMI.

CONCLUSIÓN

La solución planteada en este proyecto de mejora fue incentivada por el alto costo, producto de la pérdida de horas de producción, que significaba una falla del Sistema de Control del proceso de Aspiración de la planta industrial del Área de Molduras en Maderas Arauco Planta Trupan Cholguán, lo que ocasionaba una merma monetaria de **18.480 USD** anual, esto junto a la obsolescencia de los equipos y la falta de un sistema de alarmas que ayude a la correcta operación y la pronta detección de problemas en los equipos, sumado a la nula existencia de soporte, lo que no aseguraba la operatividad futura del proceso productivo, llevando a la necesidad de su implementación en corto plazo.

BIBLIOGRAFIA

SITIOS WEB

- Comunicaciones industriales
https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/com_industriales/pages/comunicaciones_industriales.aspx
- Simatic S7-1200
https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf
<https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/91696622?c=60466702475&lc=es-ES>
- KTP600 Basic Mono PN
<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/485605?pdti=td&dl=es&lc=es-WW>
- Serie XSAV
<https://www.schneider-electric.es/es/download/document/146101701A55/>
- Sistemas de Automatización S7-200
<http://dea.unsj.edu.ar/sinc/S7200.pdf>
- Micro PLC SIMATIC S7-200
<https://www.datasheetarchive.com/pdf/download.php?id=0b06add2673b2c24cabaa8f4db1d865abaa735&type=P&term=siemens%2520S7-200%2520cpu%2520214>
- Comunicación S7-200
<http://www.tecnopl.com/establecer-comunicacion-s7-200-pc-la-cpu/>

ANEXOS

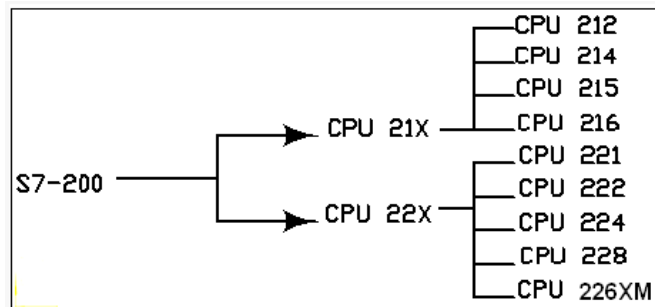
ANEXO N°1
CARACTERÍSTICAS PLC SIEMENS
FAMILIA SIMATIC S7-200

FAMILIA PLC SIMATIC S7-200

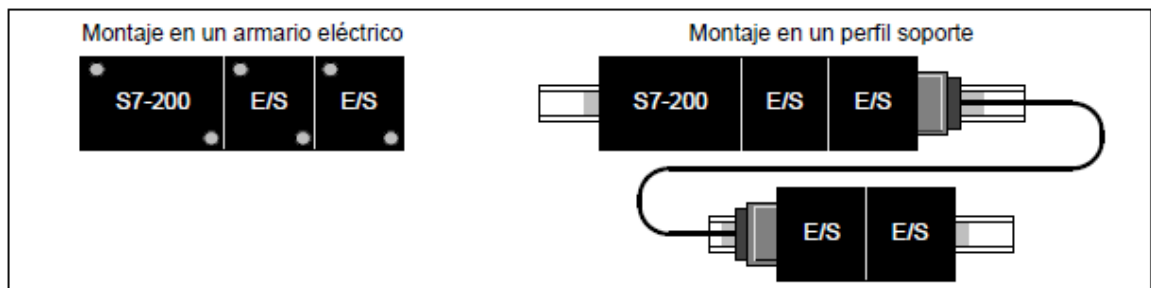
GENERALIDADES

HARDWARE

El SIMATIC S7-200 es una familia de controladores lógicos programables, desarrollado y vendido por Siemens AG desde finales de la década de los ochenta. La línea S7-200 posee varias subfamilias, entre ellos el CPU 212, CPU 214, CPU 215, CPU 216 y las CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 228, CPU 226, con distintos estilos y tamaños de chasis. Cuanto mayor sea el número, más sofisticado es el sistema. Dentro de cada estilo, existen varias CPU disponibles, con distintas velocidades, tamaño de memorias y capacidades de procesamiento.




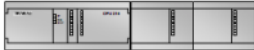






Los sistemas de automatización S7-200 se pueden disponer en un armario eléctrico o en un perfil soporte. Es posible montarlos de forma horizontal o vertical. Con objeto de flexibilizar aún más el montaje, se ofrecen también cables de conexión para los módulos de ampliación (módulos E/S).



CARACTERISTICAS

SIMATIC S7-200 como lo dice su fabricante, es una familia que esconde mucho: autómatas programables, aparatos de automatización, sistemas para operación y observación, etc.; además cada grupo de productos comprende toda una serie de variantes para soluciones personalizadas.

Existen autómatas SIMATIC S7-200 para cada requerimiento y exigencia, de cualquier tipo y tamaño. Todos los miembros de la familia establecen referencias en su gama respectiva.

		ED Integ.	SD Integ.	Max. nº canales
CPU 221		6 ED	4 SD	10 ED/SD no ampliable
CPU 212		8 ED	6 SD	78 ED/SD 6 EA ó 4 SA
CPU 222		8 ED	6 SD	46 ED/SD 6 EA u./o. 4 SA
CPU 214		14 ED	10 SD	120 ED/SD 12 EA ó 14 SA
CPU 224		14 ED	10 SD	128 ED/SD 28 EA ó 14 SA
CPU 215		14 ED	10 SD	120 ED/SD 12 EA ó 14 SA
CPU 216		24 ED	16 SD	128 ED/SD 12 EA ó 14 SA
CPU 226		24 SD	16 SD	248 ED/SD 28 EA ó 14 SA

COMUNICACIÓN

Las CPU S7-200 asisten diversos métodos de comunicación. Dependiendo de la CPU S7-200 utilizada, la red puede asistir uno o varios de los siguientes protocolos de comunicación:

- Interface punto a punto (PPI).
- Interface multipunto (MPI).
- PROFIBUS-DP.

CPU	Inter- face	Esclavo PPI	Maestro PPI	Esclavo PROFIBUS-DP	Esclavo MPI	Freeport	Velocidad de transferencia
212	0	Sí	No	No	No	Sí	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s
214	0	Sí	Sí	No	No	Sí	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s
215	0	Sí	Sí	No	Sí	Sí	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s
	DP, DPV2	No	No	Sí	Sí	No	9,6 kbits/s, 19,2 kbits/s, 93,75 kbits/s, 187,5 kbits/s, 500 kbits/s, 1 Mbit/s, 1,5 Mbit/s, 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s
216	0	Sí	Sí	No	Sí	Sí	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s
	1	Sí	Sí	No	Sí	Sí	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s

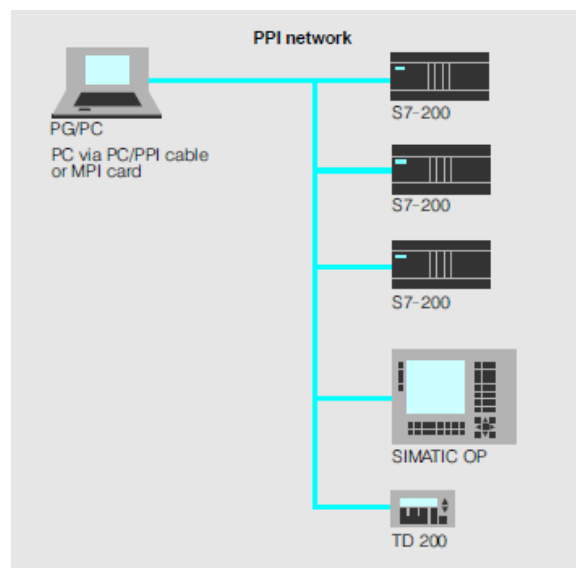
Posibilidades de comunicación de las CPU S7-200

PROTOCOLO PPI

PPI es un protocolo maestro/esclavo. Los maestros (otras CPU, unidades de programación SIMATIC o visualizadores de textos TD 200) envían peticiones a los esclavos y éstos últimos responden. Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta. Todas las CPU S7-200 actúan de estaciones esclavas en la red.

Estando en modo RUN, algunas CPU S7-200 pueden actuar de estaciones maestras en la red si se encuentra habilitado el modo maestro PPI en el programa de usuario. Una vez habilitado el modo maestro PPI, se podrán enviar mensajes a otras CPU, usando las operaciones Leer de la red (NETR) y Escribir en la red (NETW). Mientras actúa de estación maestra PPI, la CPU S7-200 sigue respondiendo en calidad de esclava a las peticiones de otros maestros.

El protocolo PPI no limita la cantidad de maestros que pueden comunicarse con una CPU cualquiera que actúe de esclava, pero la red no puede comprender más de 32 maestros.

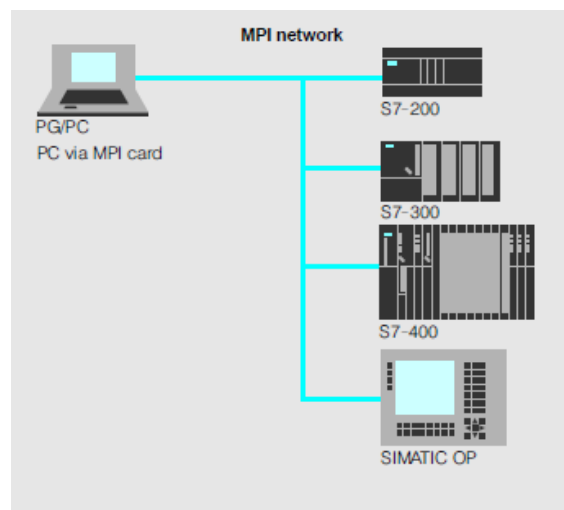


PROCOLO MPI

MPI puede ser un protocolo maestro/maestro, o bien maestro/esclavo. El funcionamiento de dicho protocolo depende de los equipos utilizados. Si el dispositivo de destino es una CPU S7-300, se establece un enlace maestro/maestro, puesto que todas las CPU S7-300 son estaciones maestras en la red. Si es una CPU S7-200, se establece un enlace maestro/esclavo, ya que las CPU S7-200 son unidades esclavas.

El protocolo MPI crea siempre un enlace entre los dos dispositivos comunicados entre sí. Un enlace es una conexión privada entre los dos dispositivos. Ningún otro maestro puede interferir en un enlace establecido entre dos dispositivos. Un maestro puede establecer un enlace para utilizarlo durante un tiempo breve o indefinido.

Puesto que los enlaces son conexiones privadas entre los dispositivos y utilizan recursos en la CPU, cada CPU puede asistir sólo una cantidad limitada de enlaces. Cada CPU reserva algunos de sus enlaces para las unidades de programación SIMATIC y para los paneles de operador. El enlace reservado para una unidad de programación PG SIMATIC o para un PC con STEP 7-Micro/WIN garantiza que el usuario pueda conectar siempre por lo menos una PG SIMATIC a la CPU para poder acceder a ésta última. Algunas CPU reservan también un enlace para un panel de operador. Dichos enlaces reservados no pueden ser utilizados por otros maestros.



PROTOCOLO PROFIBUS-DP

El protocolo PROFIBUS-DP se ha diseñado para la comunicación rápida con unidades periféricas descentralizadas. Hay numerosos dispositivos PROFIBUS ofrecidos por diversos fabricantes. Dichos dispositivos abarcan desde módulos sencillos de entradas o de salidas hasta controladores de motores y sistemas de automatización.

Por lo general, las redes PROFIBUS-DP incorporan un maestro y varios esclavos. La configuración del maestro le permite reconocer cuáles tipos de esclavos están conectados, así como sus respectivas direcciones. El maestro inicializa la red y verifica si los esclavos coinciden con la configuración. Continuamente, el maestro escribe los datos de salida en los esclavos y lee de allí los datos de entrada. Una vez que un maestro DP haya configurado correctamente a un esclavo, éste último le pertenecerá. Si hay otro maestro en la red, tendrá apenas un acceso muy limitado a los esclavos del primer maestro.

SOFTWARE

La línea de productos SIMATIC S7-200 utiliza como herramienta de programación una herramienta de software basado en PC llamado STEP 7-MicroWIN. Este software se utiliza tanto para la programación, pruebas, puesta en servicio y para la documentación de programas de los PLC S7-200.

STEP 7-Micro/WIN es una aplicación que permite programar los sistemas de automatización S7-200. Este se puede ejecutar en el entorno Windows 3.1 de 16 bits (STEP 7-Micro/WIN 16), o bien en el entorno Windows 95 (o Windows NT) de 32 bits (STEP 7-Micro/WIN 32).

STEP 7-Micro/WIN 32 se encuentra integrado en el software de STEP 7. STEP 7-Micro/WIN se puede ejecutar en STEP 7 como todas las demás aplicaciones.

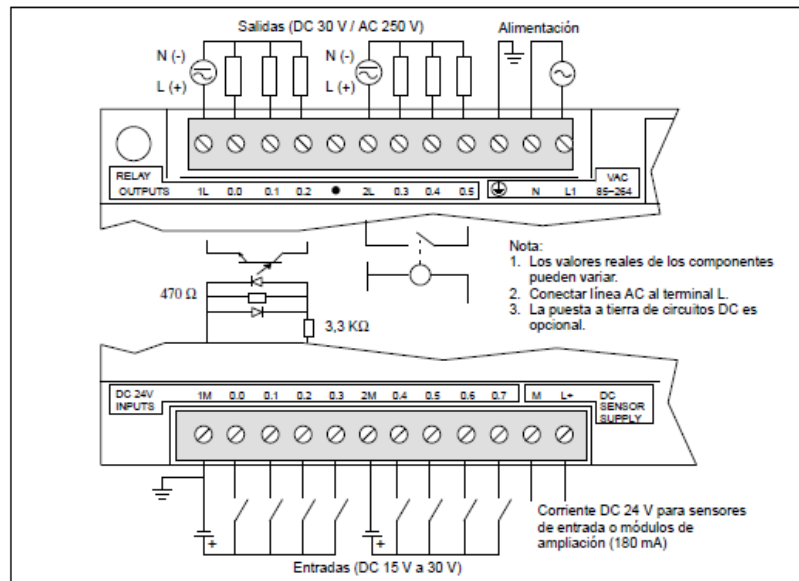
STEP 7-Micro/WIN 2.1 permite ejecutar el software como aplicación de 16 o de 32 bits. En tanto que la versión de 32 bits ofrece más funciones de comunicación, la versión de 16 bits de STEP 7-Micro/WIN incluye todas las mejoras hechas a las diversas funciones de edición y comprobación.

Hoy la necesidad de actualizar y trabajar con equipos más avanzados, llevó a evolucionar y mejorar las versiones de este Software, existiendo TEP 7 - Micro/WIN32 versión 3.1 y 3.2; siendo en la actualidad la versión más actualizada el STEP7 MicroWIN V4.0.

ANEXO N°2
SISTEMA PLC S7-200 CPU 214
CONTROL ACTUAL SISTEMA DE ASPIRACION

CPU 214

El autómata utilizado es el SIMATIC s7-200 de Siemens con una CPU 214. Éste dispone de 14 entradas activas a 24V, 10 salidas, capacidad para almacenar aproximadamente 2000 instrucciones y 4Kb de memoria de datos.



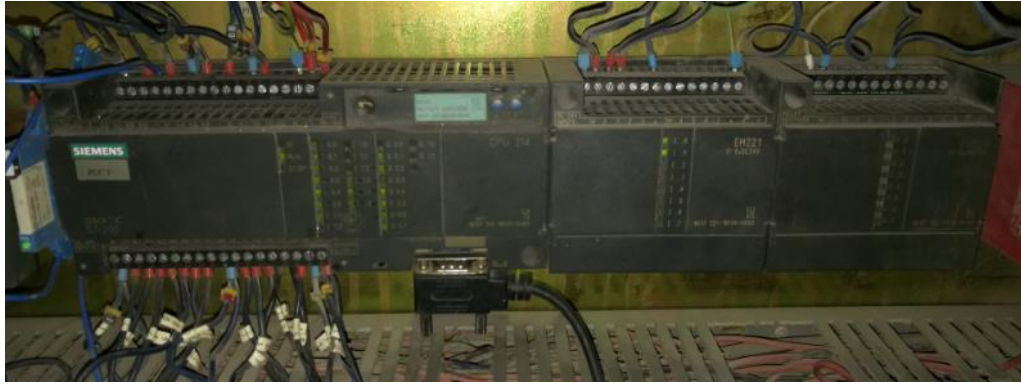
Esquema de conexionado CPU 214

CARACTERISTICAS CPU 214

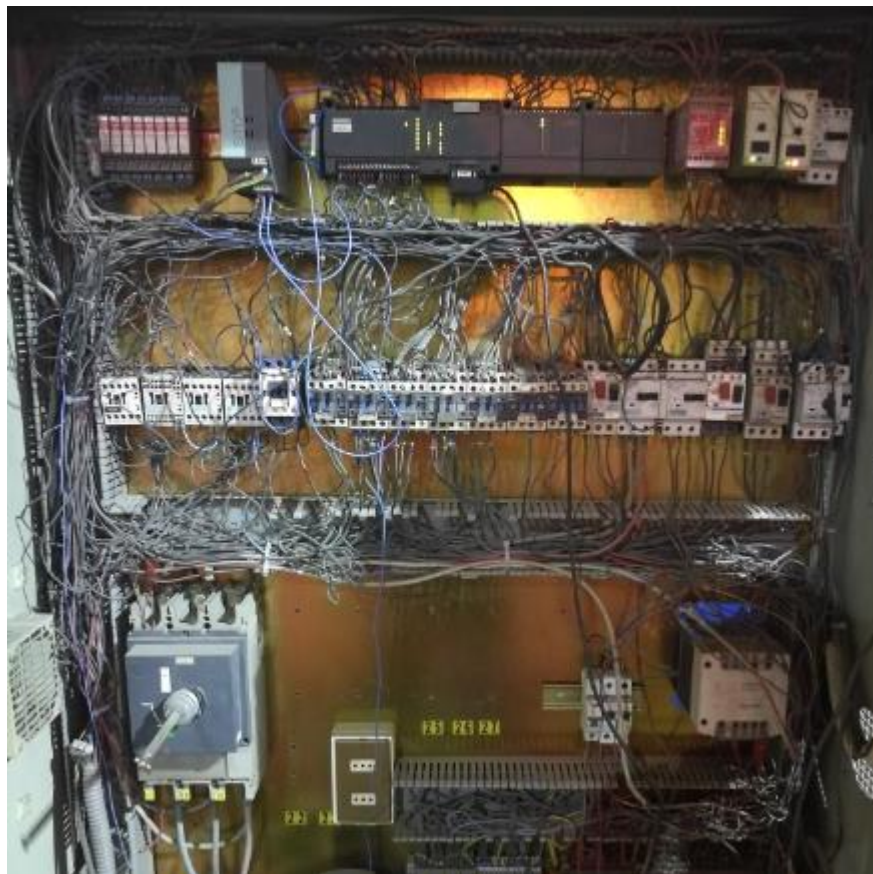
Nº de referencia: 6ES7 212-1BA01-0XB0

Características generales	
Dimensiones (l x a x p)	160 x 80 x 62 mm
Peso	0,4 kg
Disipación	6 W
Tamaño programa de usuario / memoria	512 palabras/EEPROM
Tamaño datos usuario/memoria	512 palabras/RAM tip. 50 h
Retención de datos	(8 h mín. a 40° C)
E/S locales ¹	8 entradas/6 salidas
Número máximo de módulos de ampliación	2
E/S digitales asistidas	64 entradas/64 salidas
E/S analógicas asistidas	16 entradas/16 salidas
Velocidad de ejecución booleana	1,2 µs/operación
Marcas internas	128
Temporizadores	64 temporizadores
Contadores	64 contadores
Contadores rápidos	1 software (máx. 2 KHz)
Potenciómetros analógicos	1
Homologaciones	UL 508 CSA C22.2 142 FM clase I, categoría 2 según VDE 0160 según CE
Salidas	
Tipo de salida	Relé, contacto de baja potencia
Margen de tensión	DC 5 V a 30 V / AC 250 V
Corriente de carga máxima	2 A/salida, 6 A/hilo neutro
Sobretensión transitoria	7A al estar cerrados los contactos
Resistencia de aislamiento	mín. 100 MΩ (nuevo)
Retardo de conmutación	máx. 10 ms
Vida útil	10 000 000 mecánico 100 000 con carga normal
Resistencia de contacto	máx. 200 mΩ (nuevo)
Aislamiento bobina a contacto	AC 1500 V, 1 minuto
contacto a contacto (entre contactos abiertos)	AC 750 V, 1 minuto
Protección contra cortocircuitos	ninguna

Entradas	
Tipo de entrada (IEC 1131-2)	Tipo 1, con sumidero de corriente
Área en ON	DC 15 V a 30 V, mín. 4 mA DC 35 V, 500 ms sobretensión transitoria
Tensión nominal en ON	DC 24 V, 7 mA
Máximo en OFF	DC 5 V, 1 mA
Tiempo de respuesta 10.0 a 10.7	máx. 0,3 ms
Separación galvánica	AC 500 V, 1 minuto
Alimentación	
Margen de tensión/ de frecuencia	AC 85 V a 264 V a 47 a 63 Hz
Corriente de entrada	tip. 4 VA, sólo CPU 50 VA carga máx.
Tiempo de retardo	mín. 20 ms de AC 110 V
Extra-corriente de cierre	20 A pico a AC 264 V
Protección con fusibles (no reemplazable)	2 A, 250 V, de acción lenta
Corriente disponible DC 5 V	260 mA para CPU 340 mA para módulo de ampliación
Aislamiento	Sí. Transformador, AC 1500 V, 1 minuto
Alimentación para sensores DC	
Margen de tensión	DC 20,4 a 28,8 V
Rizado/corriente parásita (<10 MHz)	máx. 1 V de pico a pico
Corriente disponible DC 24 V	180 mA
Limitación de corriente de cortocircuito	< 600 mA
Aislamiento	no



CPU 214 Instalada en Tablero Control Sistema Aspiración



Componentes de Control Sistema Aspiración

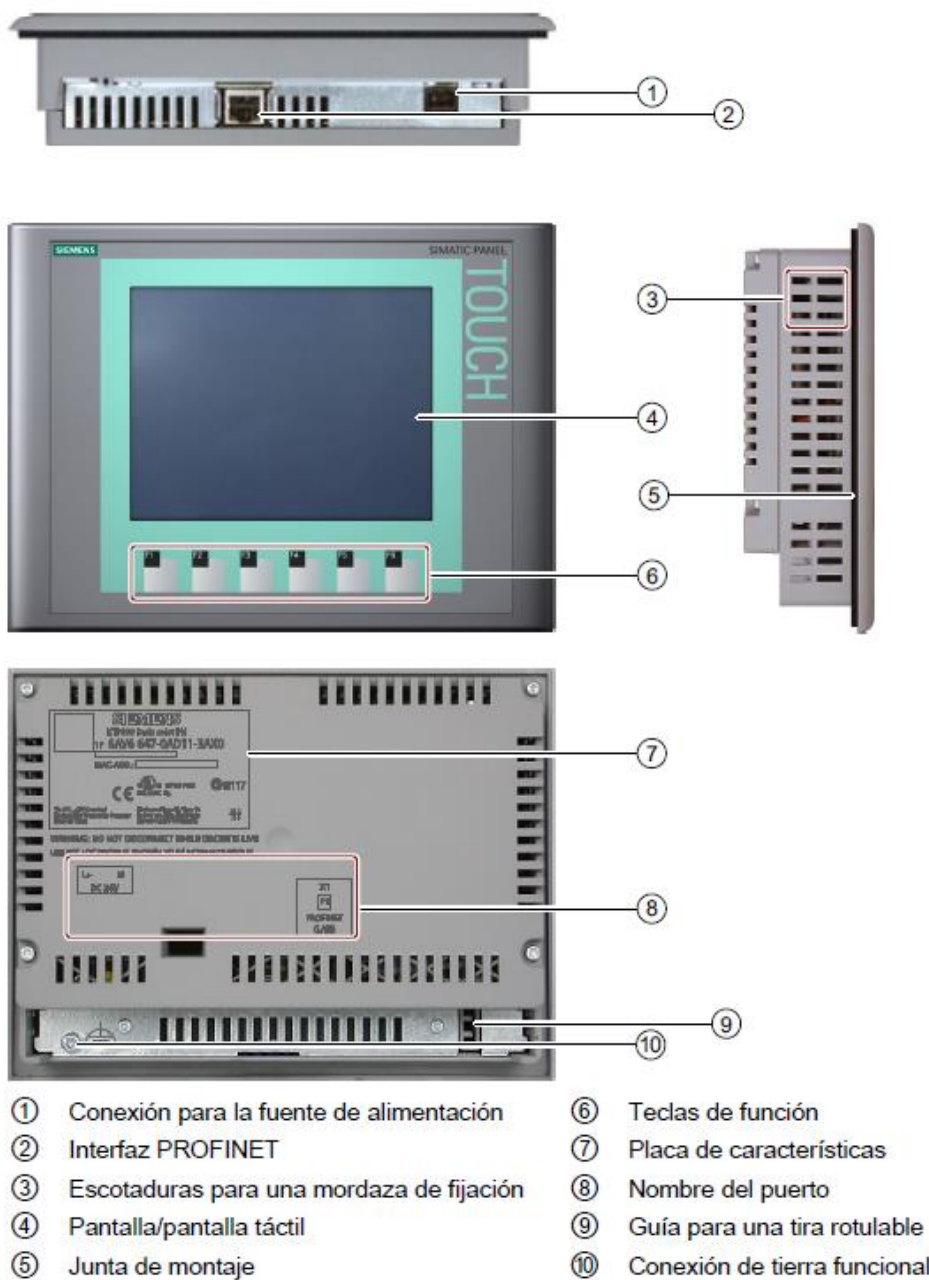


Pupitre de Control Sistema Aspiración

ANEXO N°3
HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS

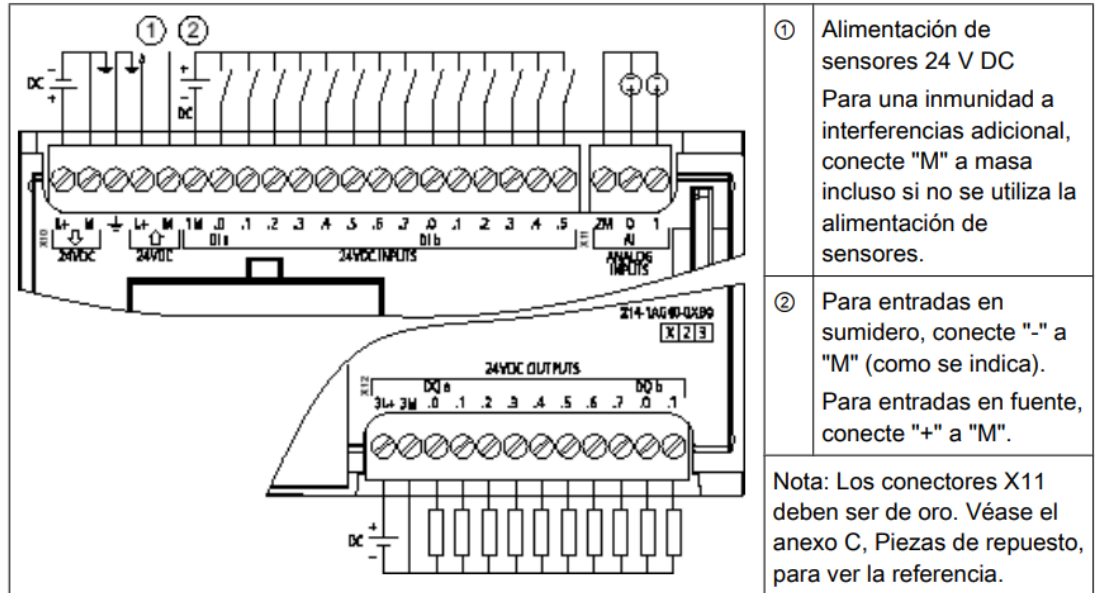
CARACTERÍSTICAS KTP600

KTP600, BASIC MONO PN



CARACTERISTICAS PLC S7-1200 CPU 1214C

CONEXIONADO CPU 1214C DC-DC-DC



① Alimentación de sensores 24 V DC
Para una inmunidad a interferencias adicional, conecte "M" a masa incluso si no se utiliza la alimentación de sensores.

② Para entradas en sumidero, conecte "-" a "M" (como se indica).
Para entradas en fuente, conecte "+" a "M".

Nota: Los conectores X11 deben ser de oro. Véase el anexo C, Piezas de repuesto, para ver la referencia.

ESPECIFICACIONES GENERALES S7-1200 CPU 1214C

Datos técnicos	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BG40-0XB0	6ES7 214-1HG40-0XB0	6ES7 214-1AG40-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Peso de envío	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	12 W
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada

RENDIMIENTO CPU

Tipo de instrucción	Velocidad de ejecución
Booleano	0,08 μ s/instrucción
Transferir palabra	1,7 μ s/instrucción
Funciones matemáticas con números reales	2,3 μ s/instrucción

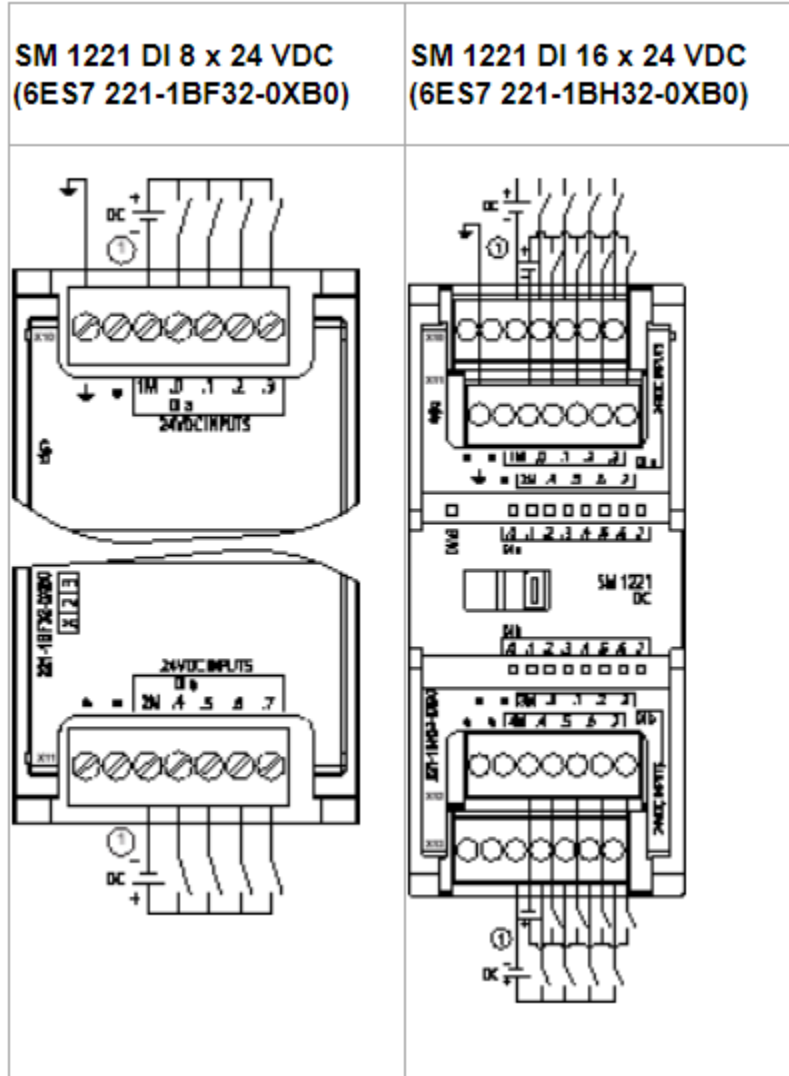
CARACTERISTICAS TECNICAS MODULO SM 1221**ESPECIFICACIONES GENERALES**

Modelo	SM 1221 DI 8 x 24 V DC	SM 1221 DI 16 x 24 V DC
Referencia	6ES7 221-1BF32-0XB0	6ES7 221-1BH32-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75
Peso	170 gramos	210 gramos
Disipación de potencia	1,5 W	2,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	105 mA	130 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada

ENTRADAS DIGITALES

Modelo	SM 1221 DI 8 x 24 V DC	SM 1221 DI 16 x 24 V DC
Número de entradas	8	16
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal	24 V DC a 4 mA, nominal
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.	30 V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 s	35 V DC durante 0,5 s
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA	15 V DC a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA	5 V DC a 1 mA
Aislamiento (de campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	2	4
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)
Número de entradas ON simultáneamente	8	16
Longitud de cable (metros)	500 m apantallado, 300 no apantallado	500 m apantallado, 300 no apantallado

DIAGRAMA CONEXIONADO SM 1221



CARACTERISTICAS TECNICAS MODULO SM 1222

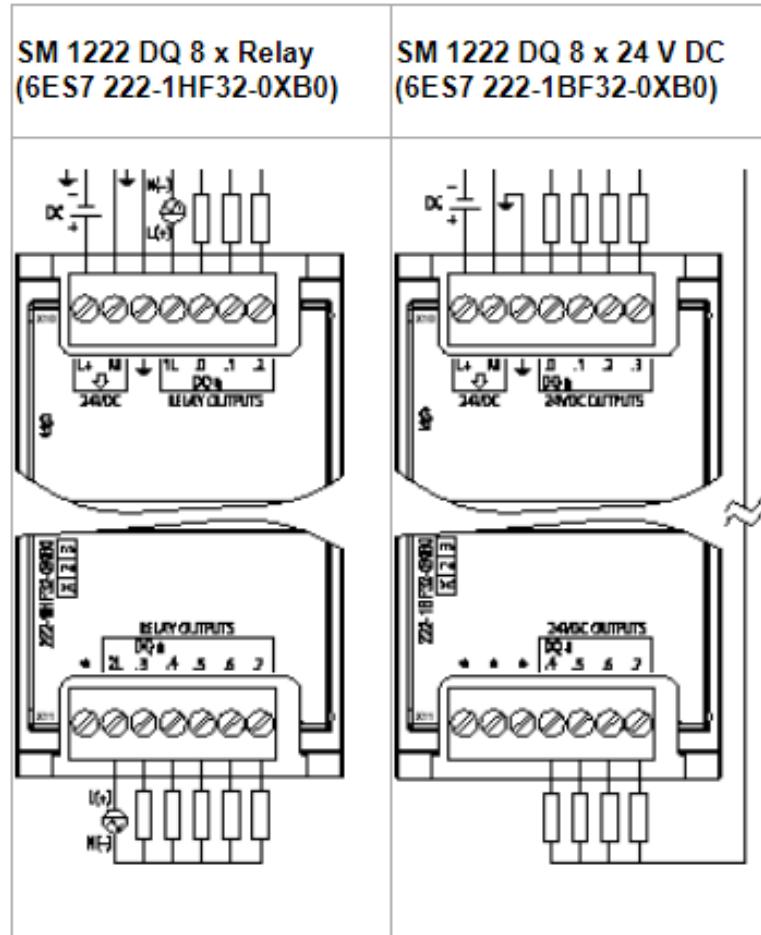
ESPECIFICACIONES GENERALES

Modelo	SM 1222 DQ 16 x relé	SM 1222 DQ 16 x 24 V DC
Referencia	6ES7 222-1HH32-0XB0	6ES7 222-1BH32-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	45 x 100 x 75
Peso	260 gramos	220 gramos
Disipación de potencia	8,5 W	2,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	135 mA	140 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	11 mA/bobina de relé utilizada	100 mA

SALIDAS DIGITALES

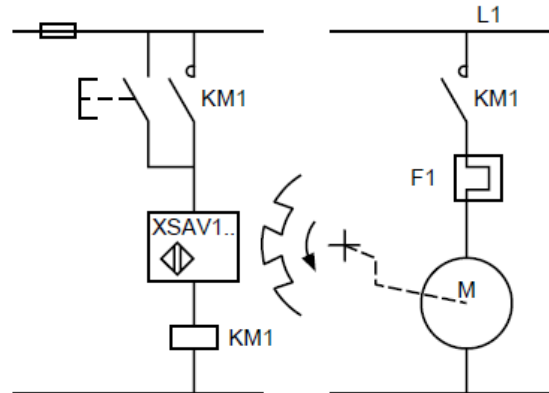
Modelo	SM 1222 DQ 16 x relé	SM 1222 DQ 16 x 24 V DC
Número de salidas	16	16
Tipo	Relé, contacto seco	Estado sólido MOSFET (fuente)
Rango de tensión	5 a 30 V DC o 5 a 250 V AC	De 20,4 a 28,8 V DC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	-	20 V DC mín.
Señal 0 lógica con carga de 10K Ω	-	0,1 V DC máx.
Intensidad (máx.)	2,0 A	0,5 A
Carga de lámparas	30 W DC / 200 W AC	5 W
Resistencia en estado ON (contactos)	Máx. 0,2 Ω (si son nuevas)	0,6 Ω máx.
Corriente de fuga por salida	--	10 μ A máx.
Protección contra sobrecargas	No	No
Aislamiento (de campo a lógica)	1500 V AC durante 1 minuto (bobina a contacto) Ninguno (bobina a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Resistencia de aislamiento	100 M Ω mín. si son nuevas	-
Aislamiento entre contactos abiertos	750 V AC durante 1 minuto	-
Grupos de aislamiento	4	1
Intensidad por neutro (máx.)	10 A	8 A
Tensión de bloqueo inductiva	-	L+ menos 48 V, disipación de 1 W

ESQUEMA DE CONEXIONADO SM 1222



CARACTERISTICAS SENSOR SERIE XSAV

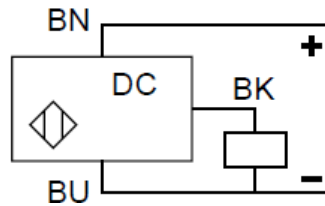
ESQUEMA CONEXIONADO SENSOR



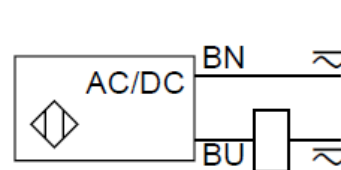
**Fonctionnement avec
coupure d'alimentation
et arrêt en cas de
surcharge.
Redémarrage manuel.**

*Operation with supply
disconnection and
stopping in the event
of an overload.
Manual restart.*

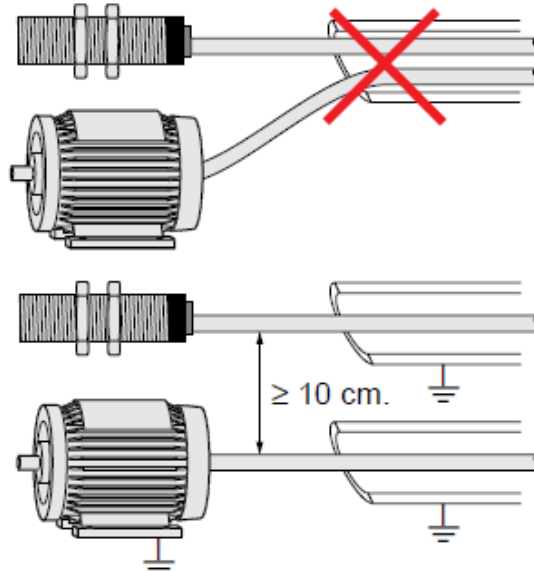
XSA-V11/123



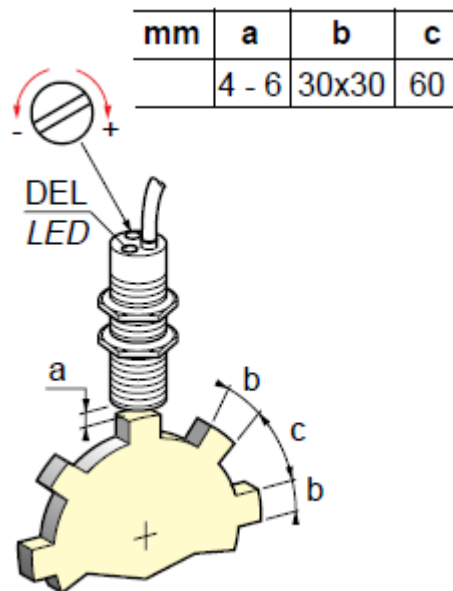
XSA-V11/128



MONTAJE SENSOR



ESQUEMA DE CONFIGURACION PARA SENSOR



CARACTERISTICAS TECNICAS SWITCH

KORENIX JETNET 2005



- 5 10/100TX Ports with Auto MDI/MDI-X
- Slim-sized for Industrial Din-rail Application
- 18~32VDC Power Input
- Relay Output for Port Alarm
- Supports AC 1.5KV Hi-pot isolation protection
- IP31 rugged aluminum case
- Operating temperature -25~70°C (-40~75°C wide temperature model available by request)

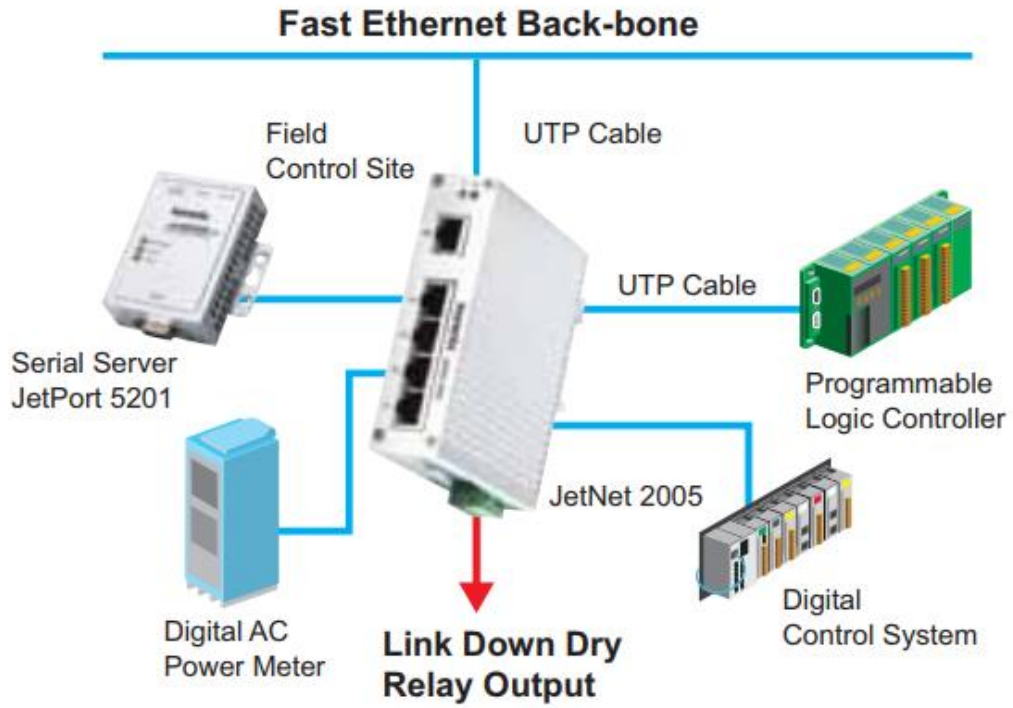


18~32VDC

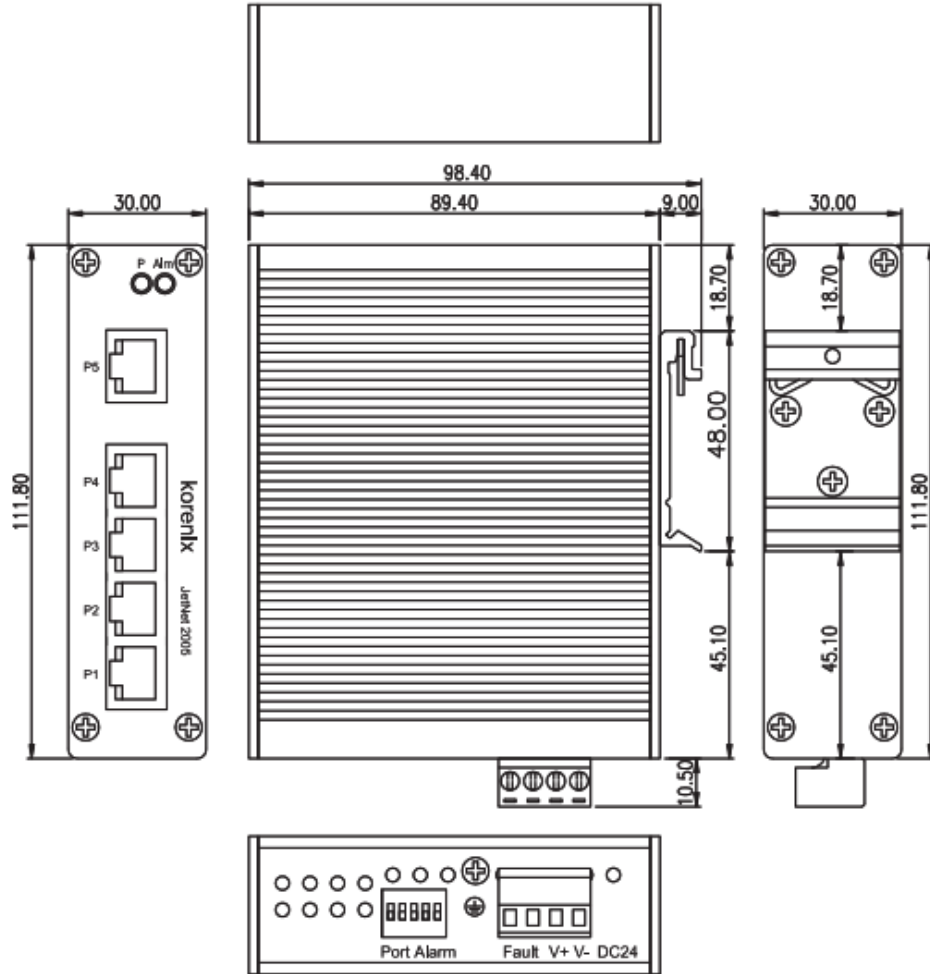
1.5KV
Hi-Pot

Alarm

APLICACIONES



DIMENSIONES



ESPECIFICACIONES

Technology

Standard:

IEEE802.3 10Base-T
IEEE802.3u 100Base-TX
IEEE802.3x flow control

Switch Technology:

Store and forward technology and with 3.2Gbps switch fabric

Aggregate System Throughput: 1.49Mpps

Interface

Number of Ports:

5 x 10/100 Base-TX with Auto MDI/MDI-X, Auto-Negotiation function

Connectors:

10/100 Base-TX: RJ-45
Power/Relay: 4-pin terminal block

Cables:

CAT-3, CAT-4, CAT-5 unshielded twisted pair or shielded twisted pair cable. The Link distance is 100 meters in maximum

Diagnostic LED:

System: Power (green), Fault (red on)
RJ-45 port: 100Mbps Link (green on)/Activity(green blinking)
10Mbps Link (yellow on)/Activity(yellow blinking)

Power Requirements

System Power:

2 pins terminal block for power input.
DC 12~48V with reverse polarity protection.
AC 18~36V, 47~63Hz
Power Consumption: 3.0 Watts @ DC 24V

Mechanical

Installation: DIN-Rail mount or Wall Mount

Case: Aluminum case with IP-31 protection

Dimension:

111.8mm(H) x 30mm (W) x 98.2mm (D) (with DIN rail clip)
111.8mm(H) x 30mm (W) x 89mm (D) (without DIN rail clip)

Weight:

372g with package
290g without package

Environmental

Operating Temperature: -20 ~70°C

Operating Humidity: 0% ~ 95%, (non-condensing)

Storage Temperature: -40 ~ 85 °C

Hi-Pot: 1.5KV for all ports and power

Regulatory Approvals

EMI: FCC Class A, CE/EN55022.

EMS:

EN61000-4-2
EN61000-4-3
EN61000-4-4
EN61000-4-5
EN61000-4-6
EN61000-4-8
EN61000-4-11

Safety: CE/EN60950

Shock: IEC60068-2-27

Vibration: IEC60068-2-6

Free Fall: IEC60068-2-32

MTBF: 818,646 Hours, MIL-HDBK-217F GB standard

Warranty: 5 years

ANEXO N°4
RED DE COMUNICACIÓN PROFINET

CARACTERISTICAS DE PROFINET

PROFINET

Es un estándar Ethernet abierto que cumple la especificación IEC 61158 para la automatización industrial. Este tipo de red permite conectar equipos desde el nivel del campo (PLC y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet). PROFINET permite una comunicación homogénea con la ingeniería cubriendo toda la planta industrial y de gestión apoyando las tecnologías de la información hasta el nivel del campo.

Al igual que una red Ethernet, Profinet utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Podría decirse entonces que Profinet es una Ethernet Industrial, no obstante, cabe distinguir algunos aspectos y diferencias entre ellas:

ETHERNET

(También conocido como estándar IEEE 802.3) Es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, with Collision Detection". CSMA/CD determina cómo y cuándo un paquete de datos es ubicado en la red. Antes de que un dispositivo Ethernet esté habilitado a transmitir datos, primero tiene que escuchar para asegurarse de que el medio está "libre" y no hay otros dispositivos transmitiendo. Así cuando la red está libre, los dispositivos inician la transmisión. Durante el proceso de transmisión, el dispositivo tendría que continuar escuchando la red para ver si algún otro dispositivo está también transmitiendo. Si no hay ningún otro, entonces el paquete de datos se considera enviado al receptor sin interrupciones. Sin embargo, si durante la transmisión detecta que otro dispositivo también está transmitiendo se puede dar una colisión de datos, así pues, ambos detendrán sus transmisiones y realizarán un proceso conocido como back-off en el que esperarán un tiempo aleatorio antes de intentar volver a transmitir nuevamente.

ETHERNET INDUSTRIAL

Es una potente red de área y célula de acuerdo con los estándares IEEE 802.3 (Ethernet) con la que se pueden crear redes de comunicación eficaces de gran extensión. Es un sistema que ofrece todo el potencial que posee Ethernet, pero utiliza medidas de seguridad, incluidas las de control de acceso y autenticación, seguridad en la conectividad y administración, a fin de asegurar y garantizar la confidencialidad e integridad de la red y ofrecer datos libres de interferencias.

Efectivamente, las redes Ethernet Industrial deben ser altamente confiables y seguir en funcionamiento durante duras condiciones ambientales, interrupciones accidentales de red y fallas de los equipos. La caída de una red puede ser peligrosa y cara. Un elemento clave de preocupación es el rendimiento de extremo a extremo. Por esto, el determinismo, es decir, la capacidad de garantizar que un paquete es enviado y recibido en un determinado período de tiempo, es un importante objetivo para el diseño de las redes industriales.

Al objeto de conseguir tal seguridad, las redes industriales utilizan dispositivos Switch y Procesadores de comunicación gestionados que permiten asegurar y garantizar la integridad de los datos y el establecimiento sin errores de la comunicación entre equipos.

PROFINET

Es la evolución del estándar abierto de Ethernet industrial para la automatización. Utiliza Industrial Ethernet y permite la comunicación en tiempo real hasta el nivel de campo, aprovechando plenamente los estándares de las tecnologías de la información existentes. PROFINET tiene determinismo y permite establecer prioridades en la red, evitando así la saturación de la red e incrementando por tanto la seguridad en la comunicación.

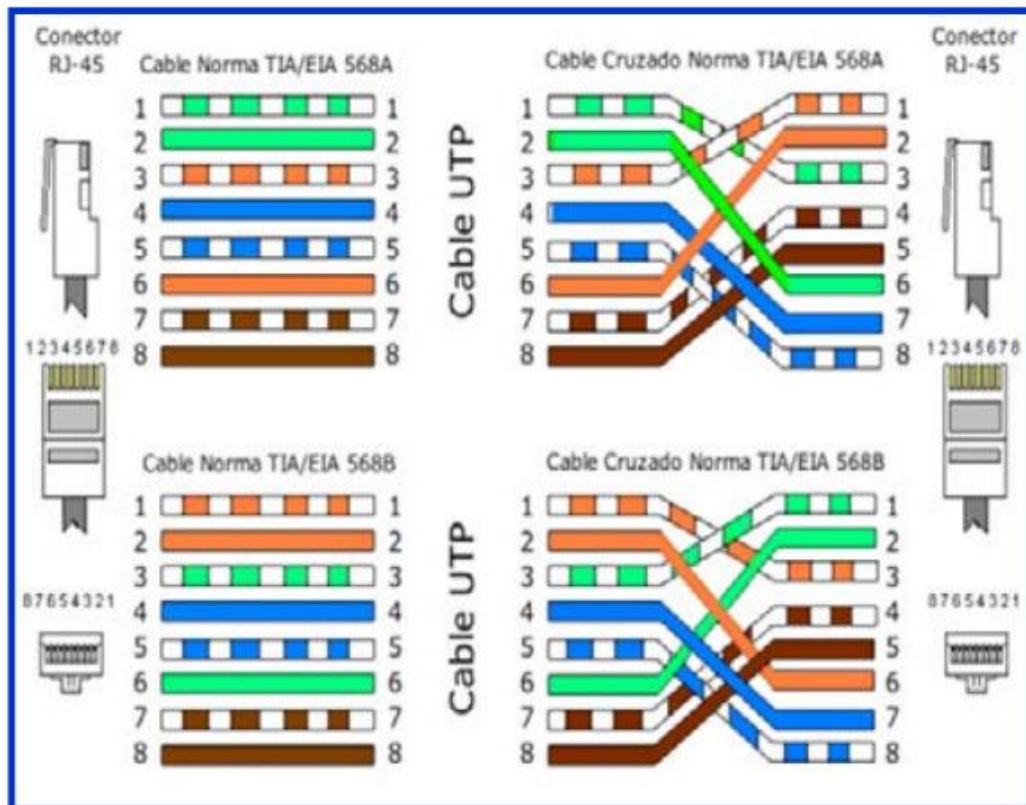
CARACTERÍSTICAS DE PROFINET

- PROFINET I/O ofrece funcionamiento en "tiempo real" para datos de E/S cíclicos.
- Se pueden utilizar los cables y Switch estándar de Ethernet.
- Sistema Maestro-Esclavo, como en Profibus.
- Se configura como una red de campo.
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre.
- Comunicación fácil, rápida, flexible y abierta.
- Protocolo abierto, estándar industrial.
- Tan sencillo como un bus de campo.
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo.
- 100 metros entre dispositivos.
- Utiliza conectores industriales apantallados RJ45.
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mbps).

CONEXIONADO

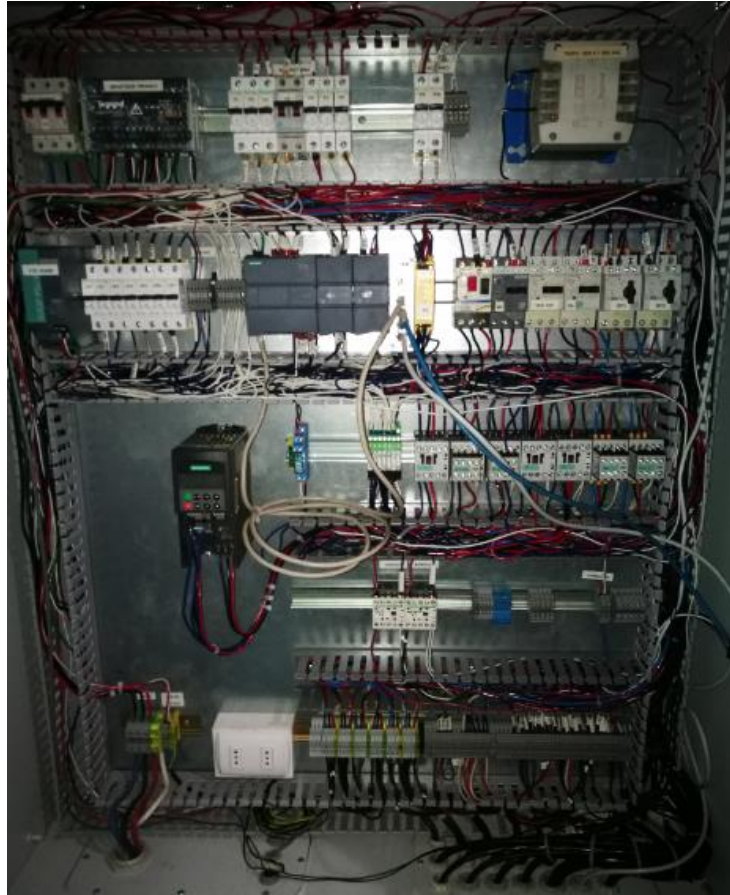
La conexión directa entre el PC y una CPU o la conexión directa entre dos CPU requiere un cable de par trenzado de tipo cruzado, debido a que el puerto Profinet del S7-1200 no dispone de conmutación Ethernet. Para la conexión en red de más de tres dispositivos se requiere el Switch Ethernet de 5 puertos KORENIX JETNET 2005 o cualquier otro Switch de tipo estándar para Ethernet.

El Switch KORENIX JETNET 2005 tiene incorporado dispositivos de conmutación, por lo que pueden usarse para el conexionado cable directo (pin a pin). Es muy importante utilizar las normas T568A y T568B estándar para el conexionado de los conectores RJ-45.



ANEXO N°5
NUEVO SISTEMA DE CONTROL
PLC ALARMAS, PLC ASPIRACION

PLC ASPIRACION



Montaje y Configuración de equipos PLC Aspiración.



Vista exterior tablero control Sistema Aspiración, HMI.

PLC ALARMAS

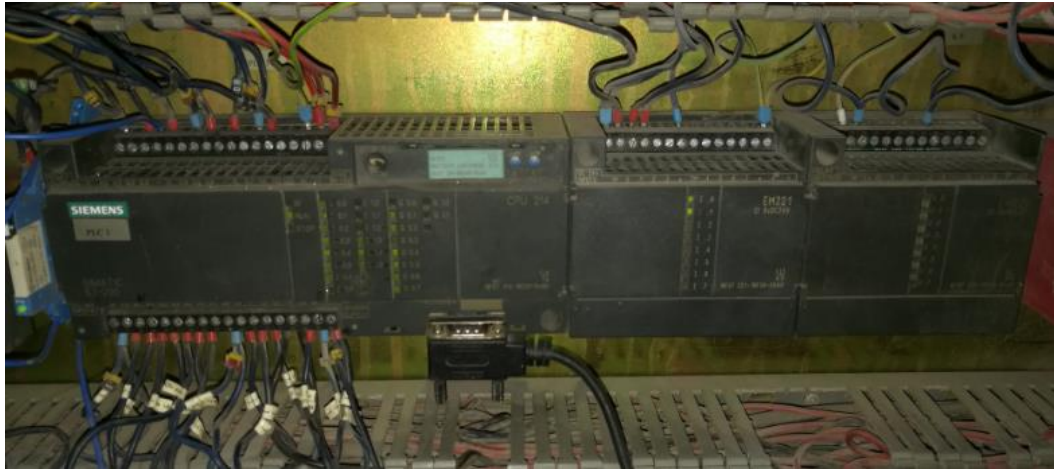


Montaje y configuración de equipos PLC Alarmas.



Vista HMI, PLC Alarmas.

VISTA ANTES DEL PROYECTO



PLC Antiguo Sistema Control.



Tablero Antiguo Sistema de Control.



Vista exterior Antiguo Sistema de Control.