



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA
SCADA PARA LA MEJORA EN EL CONTROL DE
VARIABLES DE PROCESO**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERIA MECATRÓNICA**

PRESENTA:

NASRUDDIN LOPEZ LEAL

JOSEPH IRVING VELÁZQUEZ NOYA

**NOMBRE DEL ASESOR:
DR. JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ**



APIZACO, TLAX., (MAYO 2024)

Apizaco, Tlaxcala, 18/abril/2024.

Oficio No. MM/319/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	NASRUDDIN LÓPEZ LEAL
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371286
Nombre del Proyecto:	IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA SCADA PARA LA MEJORA EN EL CONTROL DE VARIABLES DE PROCESO.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*



ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. METAL MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Metal-Mecánica

Apizaco, Tlaxcala, 14/marzo/2024.

Oficio No. MM/243/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JOSEPH IRVING VELAZQUEZ NOYA
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371353
Nombre del Proyecto:	"IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA SCADA PARA LA MEJORA EN EL CONTROL DE VARIABLES DE PROCESO"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO
REVOLUCIONANDO Y DESARROLLANDO
EL MUNDO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **30/abril/2024**
No. OFICIO: DEP-CT//2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

NASRUDDIN LOPEZ LEAL
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371286
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA SCADA PARA LA MEJORA EN EL CONTROL DE VARIABLES DE PROCESO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBERNADOR DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO
1900-1901



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **24/abril/2024**
No. OFICIO: DEP-CT/453/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

JOSEPH IRVING VELAZQUEZ NOYA
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371353
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA SCADA PARA LA MEJORA EN EL CONTROL DE VARIABLES DE PROCESO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES


SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO

Agradecimientos

En este apartado expresare mis más sinceros agradecimientos hacia las personas e instituciones que me brindaron el apoyo e inspiración necesaria para llegar a este trayecto de mi vida en la cual estoy viviendo actualmente.

Demuestro mi gratitud hacia las Industrias Novaceramic de S.A de C.V que me acepto y me permitió laborar mis residencias profesionales las cuales aprendí mucho sobre el método empírico dentro de la industria y el valor del trabajo.

Quiero mencionar a los ingenieros Leonardo Hernández Pozos y Josué Martin Lozano Cortes por orientarme en las actividades que realice dentro de la empresa, enseñarme como se hacen las tareas encomendadas y principalmente por ser un apoyo que cuento como compañeros experimentados de la industria, los considero como colegas y quienes puedo admirar.

Mi aprecio hacia al Instituto tecnológico de Apizaco es muy grande ya que formo parte de un periodo muy importante en mi vida, gracias al ITApizaco me brindo el conocimiento necesario y las herramientas teóricas como ingeniero Mecatrónico para usarlo e implementarlo dentro de la industria.

El asesor Dr. José Manuel Cervantes Vázquez que ha desempeñado el puesto de asesor académico y así mismo ha sido un guía que me ha orientado en este proceso y de igual forma los maestros que he tenido en toda mi formación académica, pienso que a lo largo me han brindado muchos consejos dentro y fuera de la escuela.

Mi familia López Leal que sin ellos no habría llegado a este punto de mi existencia, mi mamá Natalia Leal Rivera por apoyarme en todo lo general que necesito, la valoro, la estimo mucho, la amo y como ella no tendré ninguna, mis hermanas que han demostrado ser más que hermanas, también las amigas y confidentes más honestas que podría tener.

Mis abuelos, Concepción Tapia Lobato, Silviano Leal Pozos y Ana Rivera Márquez, fueron una etapa base para mí a pesar de que ya no los tengo conmigo les quiero expresar mi agradecimiento por enseñarme muchos valores que siempre intento implementar en cada entorno que me encuentro.

A mi Sr. Papá, José Medardo López Tapia que con el arduo trabajo ha logrado formado una familia correcta, él ha hecho muchos sacrificios por sus hijos y se amerita reconocerlo, podría decir que él es mi definición de lo que significa ser un hombre y jefe de casa.

Menciono a Dios por cuidarme y permitirme vivir todo el ciclo de vida que he experimentado, gozar de buena salud y para valorar las cosas buenas y cosas malas, pero he aprendido que las cosas siempre pasan por algo.

No porque sea el ultimo tenga poco reconocimiento sino todo lo contrario porque el inventor Nikola Tesla me inspiro a estudiar una ingeniería y seguir su ejemplo, contribuyendo con el progreso y desarrollo de la tecnología, demostró que el conocimiento tiene la capacidad de cambiar el mundo.

Nasruddin López Leal

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por permitirme vivir todas las etapas de mi vida hasta este momento.

Al Instituto Tecnológico de Apizaco por la formación académica e intelectual durante mi carrera.

A Industrias Novaceramic por la oportunidad de realizar mi periodo de residencias profesionales y el apoyo brindado durante la realización del proyecto.

Al Ing. Josué Martin Lozano Cortes y al Ing. Leonardo Hernández Pozos por la entrega, compromiso, paciencia y tiempo dedicado en la guía y enseñanza durante la realización del proyecto.

Al Dr. José Manuel Cervantes Vázquez por ser la guía en esta recta final y el apoyo hasta la culminación de este proyecto.

A mi actual pareja por brindarme la motivación y apoyo suficiente para la culminación de mis proyectos personales y profesionales.

Y a mi familia por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo mi formación académica.

Sin ánimos de olvidar a nadie en especial, que de una u otra manera han compartido una parte de mi vida en estos últimos años mi más sincero agradecimiento a su comprensión, paciencia y apoyo ya que todos son parte de este pequeño éxito en mi desarrollo profesional.

Joseph Irving Velazquez Noya

Índice

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	5
Índice.....	6
Capítulo 1 Introducción, justificación, objetivos e hipótesis.....	8
Introducción.....	8
Acerca de la empresa.....	9
Objetivos.....	10
Problemática.....	11
Justificación.....	11
Capítulo 2 Marco teórico.....	13
Control.....	13
Sistemas de Control de Lazo abierto.....	16
Sistemas de Lazo Cerrado (Feedback).....	17
Automatización.....	18
Señales análogas y digitales.....	20
Relación entre los sistemas análogos y sistemas digitales.....	22
Compuertas básicas.....	24
Sensores.....	26
Controladores Lógicos Programables.....	32
Estructura de un automatismo.....	35
Simbología en norma europea y americana de dispositivos.....	39
Programación del controlador Lógico en lenguaje escalera.....	42
Módulos de expansión.....	45
Módulos de comunicación.....	46
Módulos de señales de entrada.....	47
Módulos de control de actuadores.....	48
Módulos de diagnóstico.....	49
Programación FBD.....	50
Sequential Function Chart (SFC).....	52
Sistemas SCADA.....	53
Adquisición de datos.....	56
Infraestructura de una red.....	59
Protocolos TCP/IP.....	61
Redes de comunicación industrial.....	64
Nivel de Campo.....	68
Nivel de Control.....	68
Nivel de Información.....	69
Topologías de red industrial.....	71
Profibus.....	73
Variadores.....	77
OID.....	80

Capítulo 3 Metodología.....	82
Cronograma de actividades.....	82
Desarrollo de actividades.....	83
Curso de inducción.	83
Planeación del proyecto SCADA.	84
Materiales por utilizar.	85
Preliminar de softwares.	86
Colocación de tubería y cable.	90
Instalación física y digital de tarjetas AAI.....	93
Diseño de página dentro de sistema SCADA.	98
Instalación de sensores y dispositivos de lectura.....	107
Programación de lectura.	116
Capítulo 4 Resultados y análisis.....	124
Capítulo 5 Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	129
Citas y referencias bibliográficas.....	132

Capítulo 1 Introducción, justificación, objetivos e hipótesis.

Introducción.

INDUSTRIAS NOVACERAMIC es la empresa líder en fabricación y comercialización de productos de cerámica estructural para la construcción; organización que cuenta con un prestigio y experiencia de más de 30 años en el mercado, ofreciendo soluciones constructivas para todo tipo de edificación, producidos de manera totalmente amigable con el medio ambiente, con procesos de primer mundo, innovadores y pensando siempre en el beneficio del usuario final.

Fundada en 1993, cuenta con la fábrica más grande y moderna de todo el Continente Americano para la fabricación de ladrillos de arcilla industrializada. Con tres plantas industriales ubicadas en el estado de Tlaxcala, totalmente automatizadas, con modernos sistemas de manufactura que han revolucionado la industria de la construcción, lo que lo sitúa como el más importante productor de cerámica estructural en América Latina.



Figura 1.1(Sede de Industrias Novaceramic)

La empresa Novaceramic es parte del grupo Resnova, su principal sede se encuentra en el norte de España, es un referente de calidad e innovación en Europa y América, al ser el más importante productor de cerámica estructural en su país de origen.

La fábrica de Novaceramic en México se ubica en Tlaxcala, como se muestra la sede en la figura 1.1, cuenta con más de 300 empleados aproximadamente quienes trabajan en la

producción de material de construcción de la mejor calidad. Su producto principal son los ladrillos de arcilla industrializada que se elaboran en una de las plantas más grandes y modernas de América.

Parte de las soluciones constructivas que manejan son la cerámica estructural para muros de carga, divisorios, losas y detalles arquitectónicos. Desarrollan innovadores sistemas constructivos de alta eficiencia estructural adaptables a todo tipo de construcción con altos índices de calidad, seguridad y economía.

Cumplen con altos estándares de calidad para mejorar el rendimiento del proceso productivo, el nivel de satisfacción del personal, de sus clientes y la entrega de su trabajo. Una de sus principales misiones es buscar un cambio en la industria de construcción.

Acerca de la empresa.

INDUSTRIAS NOVACERAMIC incursiona y avanza en el mercado mediante un enfoque de calidad y servicio que supera a los materiales convencionales, ofreciendo sistemas constructivos que mejoran la calidad de vida del usuario, armonizan con el medio ambiente y economizan los costos de obra para el constructor.

En la actualidad, Industrias Novaceramic sigue desarrollando mejoras en los productos y sistemas, rebasando las normativas de construcción y pensando en el beneficio del usuario final.



Figura 1.2(Logotipo de Novaceramic)

Empresa: INDUSTRIAS NOVACERAMIC S.A DE C.V

Dirección: Boulevard Emilio Sánchez Piedras No. 1000 Cd. Industrial Xicohtencatl, Tetla, Tlaxcala.

C.P: 90434

RFC: INO141203SN3

Tipo: Industrial.

Misión:

Fabricamos productos cerámicos y desarrollamos sistemas constructivos para la edificación segura y confortable en armonía con el medio ambiente, promoviendo el cambio cultural en el mercado.

Visión:

Para el 2025 lograremos posicionar la marca Novaceramic como sinónimo de Cerámica Estructural e innovación constante, generando una expansión de nuestra capacidad instalada hacia otras regiones y utilizando como pilares un capital humano integral y procesos eficientes.

Política de calidad.

El compromiso de calidad por parte de Industrias Novaceramic es el de cumplir con todos los requisitos aplicables, así como el aseguramiento de la satisfacción y mejora continua, involucrando y comprometiendo a la organización para contribuir a la eficacia de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad.

Objetivos.

Objetivo General

- Control, visualización, modificación de configuración de tags y monitoreo ante las variables que están relacionados con el proceso del producto en la empresa.

Objetivos específicos

1. Satisfacer con las expectativas de la empresa.
2. Poner en funcionamiento una interfaz Sistema SCADA – Operador cómodo y comprensible ante la adquisición de datos.
3. Desempeñar una actitud de autodidactismo sobre el funcionamiento de un sistema SCADA y llevarlo a cabo en las modificaciones.

Problemática.

Se encomendó la tarea de implementar una sección específica de la línea de producción, modificaciones ante el proceso y por ello se desglosó una lista de problemas a resolver principalmente como:

- Diseño de las páginas que se darán de alta dentro del sistema SCADA
- Fallas con la comunicación del PLC y sistema SCADA
- La limitación de las modificaciones sobre el proceso
- Determinación del material que se necesita de acuerdo con la colocación e instalación de los módulos, sensores o dispositivos que ayuden a la visualización y control.

Justificación.

Los productos de Novaceramic están elaborados con arcilla como los tradicionales, pero fabricados de forma industrial lo que nos ayuda a tener un mayor control del tamaño, peso, resistencia, absorción y calidad.



Figura 1.3(Acumulación de materia prima)

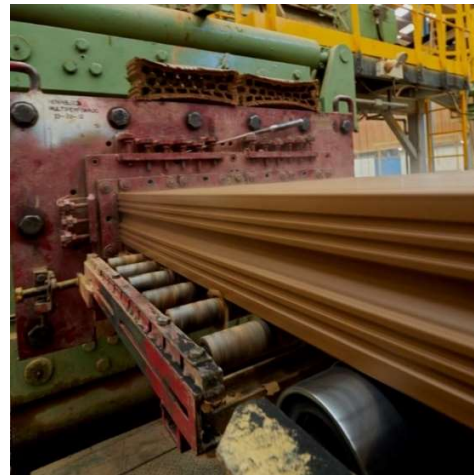


Figura 1.4(Proceso de compresión)

Todos los materiales se fabrican por extrusión, es decir, por la compresión del barro a través de un molde, lo que compacta la masa haciéndola más densa, (como se muestra en la figura 1.3 y 1.4) se secan por medio de un túnel con calor y finalmente se pasan a horno, donde se someten a temperaturas superiores a los 930° C, factor clave para alcanzar su alta resistencia.

Lo que hace a los tabiques y bloques novaceramic muy superiores contra los tradicionales y los materiales cemento-arena es tanto la materia prima que se selecciona cuidadosamente debido a los minerales que la componen, su proceso de fabricación industrializado y la investigación que se realiza para conseguir mejorar los materiales; además de ser materiales exentos a las pruebas de fuego ya que se someten a altas temperaturas para completar su ciclo de producción.

La empresa está comprometida con la calidad de sus productos y siempre busca la mejor manera de optimizar, agilizar el proceso de fabricación por lo cual el grupo Resnova tomo la decisión de implementar un proyecto llamado Eliot dentro de la fábrica Novaceramic en su sede de Tlaxcala el cual consiste en llevar a cabo un monitoreo y control de diferentes unidades de medición que están presentes durante el proceso de fabricación de sus productos y es mejorar el sistema SCADA así generando una mejor atención en el proceso.

Capítulo 2 Marco teórico.

Dentro de este capítulo tendré en cuenta todos los conocimientos requeridos para poder llevar a cabo la modificación del sistema SCADA por ende el marco teórico o los antecedentes de los temas son fundamentales para aplicar el proyecto Eliot dentro del proceso.

Control.

El concepto de control se refiere a la acción o el efecto de poder decidir sobre el desarrollo de un proceso o sistema. También se puede entender como la forma de manipular ciertas variables para conseguir que ellas u otras variables actúen en la forma deseada. En un sistema de control, se consideran cuatro grupos de variables. Las perturbaciones, las variables controladas, las variables de control y las variables medidas.

Las perturbaciones son generalmente desconocidas. Las más importantes son las aportaciones extras debidas a las lluvias y las extracciones ilegales. Normalmente, estas perturbaciones no se pueden medir, pero sus efectos sobre las variables medidas permiten detectar su presencia. La utilización de un sistema de lazo cerrado permite corregir los problemas derivados de la presencia de perturbaciones en el sistema.

Las variables controladas son aquellas sobre las que se aplican los valores de consigna. En el caso de un canal, estas variables controladas son principalmente de dos tipos: caudales y calados.

- Caudales. Las necesidades hídricas de los usuarios de un canal de riego se pueden definir normalmente en términos de caudales. Existen diversos sistemas de control que utilizan los caudales como variable controlada y son un ejemplo de ello los sistemas de control predictivo GPC.
- Calados: Los calados son fácilmente mensurables, y se trata de unas variables que usualmente se miden con diversos objetivos como son el control de la estabilidad de los taludes laterales del canal, el control y crecimiento de la vegetación o el riesgo de desbordamiento.

Las variables medidas son generalmente calados, aunque en ciertos casos pueden ser

caudales, medidos mediante equipos especiales (molinetes, ultrasonidos,) o mediante relaciones numéricas (curvas de gasto), o volúmenes, evaluados mediante balances caudal de entrada-caudal de salida o mediante los valores de diversos calados a lo largo del tramo de canal.

Las variables de control más habituales son las aberturas de compuertas, los incrementos de abertura de compuerta, los caudales o los incrementos de caudales. Considerar las aperturas de compuerta o sus incrementos permite tener en cuenta la compleja dinámica asociada a las aperturas de compuerta y a los niveles aguas arriba y abajo de ésta.

Y para ello se puede resumir los conceptos como:

- Sistema: es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo.
- Variable de entrada: es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.
- Variable de salida: es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.
- Perturbación: es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada.

Un motor DC se puede desglosar como un ejemplo aplicado dentro de la industria lo cual se puede explicar en la figura 2.1 como conocimiento base para desglosar el esquema de la figura 2.2 y después concluir las variables de entrada, salida y las perturbaciones que sufre el motor DC en la figura 2.3.

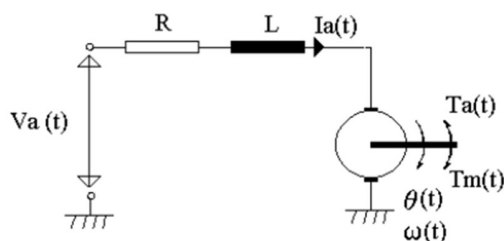


Figura 2.1(Sistema de control)



Figura 2.2 (Ejemplo de Motor DC)

Variables de entrada	Variables de salida	Perturbaciones
Tensión de armadura	Velocidad de giro del eje Posición del eje ¿Intensidad de armadura?	Externa: par de carga Interna: temperatura dentro del motor

Figura 2.3(Tabla de variables de motor DC)

Un ejemplo muy claro y sencillo es una habitación en la que se dispone de un calentador eléctrico que se puede encender o apagar, de un termómetro para medir la temperatura y de una puerta que puede estar abierta o cerrada teniendo en cuenta las variables mencionadas en la figura 2.4.

Variables de entrada	Variables de salida	Perturbaciones
Interruptor del calentador eléctrico	Temperatura en la habitación	Externas: • Temperatura del exterior de la habitación • Estado de la puerta Interna: actividad de las personas dentro de la habitación

Figura 2.4(Tabla de variables de un calentador eléctrico)

Clasificación de sistemas de Control.

La estrategia de control hace referencia a la naturaleza y la dirección de los lazos existentes entre las variables medidas y/o controladas y las variables de control.

Se distinguen dos tipos de estrategias en función de la naturaleza de la información utilizada para calcular la acción de control del sistema los cuales son:

- Control de Lazo abierto.
- Control de Lazo cerrado.

Sistemas de Control de Lazo abierto.

Recordemos que los automatismos y los robots son capaces de iniciar y detener procesos sin la intervención manual del usuario. Para ello necesitarán recibir información del exterior, procesarla y emitir una respuesta; en un automatismo dicha respuesta será siempre la misma, pero en un robot podemos tener diferentes comportamientos según las circunstancias. A esto se le llama un sistema de control.

A la información que recibe el sistema del exterior se le denomina de forma genérica entrada o input. A las condiciones que existen en el exterior después de la actuación del robot se les denomina de forma genérica salida u output, un ejemplo muy notorio es un horno de microondas ya que cumple con las características de este tipo de sistema mostrado en la figura 2.5 y 2.6

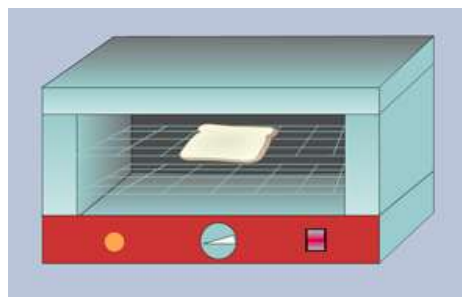


Figura 2.5 (Horno de microondas)

Sistemas de Lazo Abierto.

Sistemas de lazo abierto o sistemas sin realimentación. La salida no tiene efecto sobre el sistema y por ende este sería el esquema que los define:

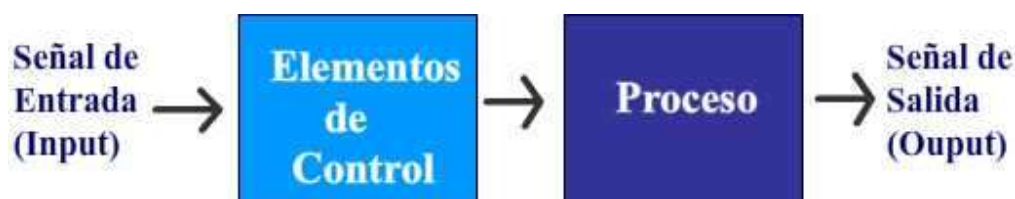


Figura 2.6 (Esquema de sistema de lazo abierto)

La mayor parte de sistemas de lazo abierto serán automatismos a los que no podremos llamar en sentido estricto robots porque, al no tener en cuenta la salida, su capacidad de toma de decisiones “inteligentes” es muy limitada.

Por ejemplo, un sistema de riego en lazo abierto tiene un temporizador que lo pone en marcha todos los días a una determinada hora; riega las plantas durante un cierto tiempo pasado el cual se interrumpe, con independencia de que las plantas hayan recibido la cantidad de agua adecuada, una cantidad excesiva o una cantidad insuficiente. Se trata de un automatismo, pero no de un auténtico robot.

Sistemas de Lazo Cerrado (Feedback).

Sistemas de lazo cerrado o sistemas con realimentación o feedback. La toma de decisiones del sistema no depende sólo de la entrada sino también de la salida. El sistema es más flexible y capaz de reaccionar si el resultado que está obteniendo no es el esperado; los sistemas a los que podemos llamar robots casi siempre son de lazo cerrado, tenemos electrodomésticos que cumplen con las características del esquema de la figura 2.8 aplicado a un horno de uso cotidiano como el de la figura 2.7.

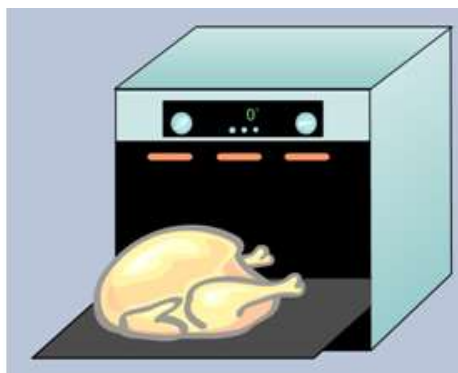


Figura 2.7 (Horno de una estufa)

Este sería el esquema que los define:

Un sistema de riego en lazo cerrado, no se detendrá al cabo de un tiempo fijo, sino cuando detecte que se está consiguiendo el objetivo buscado, es decir, que la humedad de las plantas es la adecuada. Y se pondrá en marcha, no a una hora determinada, sino en cualquier momento en que la humedad se sitúe por debajo de un valor determinado.

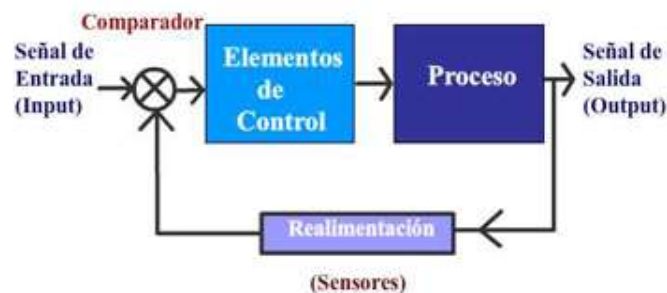


Figura 2.8 (Esquema de sistema de lazo cerrado)

Actualmente la tendencia de los sistemas de control es hacia la optimización y hacia la digitalización total de los controladores. En artículos y literatura sobre control es posible observar la gran diversificación

del control moderno, como las técnicas de control lineal y no lineal, control óptimo, control robusto, control por inteligencia artificial, control adaptable y el avance es vertiginoso tanto en teoría como en la práctica del control.

Automatización.

La automatización se aplica tanto a los procesos de fabricación continua (industria química, petroquímica, cemento, etc.) como de piezas discretas (automóviles, electrodomésticos, muebles, etc.). Si bien en muchas ocasiones ambos tipos de procesos se dan de forma simultánea en la misma fábrica, es conveniente tratarlos por separado.

En pocas palabras, la automatización es la capacidad de utilizar la tecnología para realizar tareas aplicando un esfuerzo humano mínimo. Más en concreto, la automatización describe las herramientas, técnicas y estrategias diseñadas para minimizar el uso de mano de obra, lo que libera de carga de trabajo a los empleados y les da la posibilidad de centrarse en otras responsabilidades.

Las ventajas más conocidas de la automatización son las siguientes:

- Menos errores humanos.
- Resultado laboral de mayor calidad.
- Mayor velocidad.
- Mejora de la productividad.
- Mayor disponibilidad de los empleados.
- Reducción de los costes de mano de obra.

Pese a estas ventajas, la automatización también trae consigo determinados desafíos, siendo el más destacado el riesgo de perder el factor humano al interactuar con clientes y asociados. Otra inquietud recurrente es la incapacidad del empleado para adaptarse al uso de sistemas automatizados.

Dicho esto, el impulso a favor de la automatización es el enfoque predominante entre los responsables de la toma de decisiones empresariales y tecnológicas. De hecho, un 32 % identifica la aceleración de la transformación empresarial digital como su principal motor impulsor para las iniciativas centradas en mejorar procesos.

Las empresas pueden incorporar la automatización para controlar casi cualquier tipo de tarea. La automatización básica suele consistir en asignar tareas sencillas a sistemas automatizados y depende, en gran medida, de las herramientas de automatización. En cambio, las automatizaciones más complejas pueden requerir software especializado o incluso programas de aprendizaje artificial. Los siguientes son algunos ejemplos de automatización en empresas.

Gestión de procesos de negocio.

La automatización desempeña un factor clave en la gestión de procesos de negocio; disciplina que abarca los métodos que una empresa utiliza para medir, analizar y mejorar los procesos de negocio con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los costes.

Automatización de DevOps.

Los equipos de desarrollo y operaciones pueden implementar la automatización para mejorar el desarrollo y las pruebas de código, las pruebas de seguridad, los flujos de trabajo, las implementaciones, los cambios de infraestructura y la validación de los cambios en la gestión de la configuración.

Automatización del flujo de trabajo.

Los flujos de trabajo se vuelven más eficientes y visibles si incorporan la automatización. La automatización del flujo de trabajo resuelve problemas que son comunes en flujos de trabajo

manuales, como la dependencia de empleados o la falta de transparencia, así como los innecesarios cuellos de botella y ralentizaciones.

Orquestación.

En el ámbito de la orquestación, la automatización contribuye a mejorar la eficiencia del flujo de trabajo mediante la automatización de sistemas, aplicaciones y servicios informáticos. La orquestación es particularmente eficaz en la automatización de tareas relacionadas con TI, ya que disminuye la carga de trabajo del equipo de TI.

Automatización frente a orquestación.

La mayoría de las empresas tienen claro qué es la automatización, pero no tanto en qué consiste la orquestación. La orquestación parte de la automatización, pero la lleva un paso más allá. La orquestación automatiza muchas tareas a la vez, desarrollando procesos automatizados completos que funcionan sin problemas y de manera eficaz por sí solos.

Señales análogas y digitales.

En la vida cotidiana se manejan diferentes magnitudes que se pueden expresar en cantidades, que, a su vez se pueden medir con diferentes instrumentos. En cada uno de ellos se presenta algún tipo de sistema numérico. En la actualidad y con el avance en la tecnología, en la ciencia, los negocios, etcétera, dichas magnitudes se pueden medir básicamente de dos maneras distintas, tanto analógicamente como digitalmente.

En las representaciones analógicas, una cantidad se representa mediante un voltaje, una línea de corriente o simplemente a través de un indicador que obtiene su salida mediante una entrada de datos. Un ejemplo muy sencillo de una representación analógica es un termómetro de mercurio que funciona con la temperatura que incide en él, la cual se ve reflejada en la altura que alcanza el mercurio para indicar la temperatura del objeto aproximado al termómetro. Todas las cantidades analógicas tienen una característica peculiar: pueden variar en un rango o escala continua de valores.

En las representaciones digitales, contrario a las analógicas, éstas no son representadas en un rango variable sino mediante símbolos llamados dígitos. Un ejemplo muy simple y usado de manera cotidiana es el reloj digital donde la hora se expresa mediante dígitos decimales que representan las horas y minutos.

Una de las características principales de las cantidades analógicas y las digitales es que a menudo, las cantidades tomadas analógicamente están sujetas a interpretación, en comparación con las cantidades tomadas digitalmente donde no hay ambigüedades al momento de tomarlas. En las diferentes representaciones de magnitudes analógicas o digitales se usan los llamados sistemas numéricos, o sea representaciones numéricas de las magnitudes tomadas; la más utilizada por los seres humanos es la decimal (compuesta por los números naturales 0 al 9), pero las computadoras usan el sistema numérico binario (con los dígitos 0 y 1). Con ellos se desarrollan también los sistemas octal (dígitos del 0 al 7) y el hexadecimal (dígitos el 0 al 9 y de la letra A a la F).

Ejemplo de dispositivos de entrada.

Botón pulsador.

Sensor de presión.

Interruptor.

Sensor de temperatura.

Ejemplo de dispositivos de salida.

Luz.

Arrancador de motor.

Alarma.

Solenoides.

Figura 2.9 (Tabla de ejemplos de sistemas)

Por ejemplo: En la parte izquierda tenemos los dispositivos de entrada: Botón pulsador (Arranque y pausa), Sensor de presión puede ser termo panel, el cual es un sistema analógico y una entrada porque es un sensor de temperatura como se muestra en la figura 2.9.

El sensor de presión también es una entrada porque está indicando que presión se está obteniendo. Y un interruptor normal que es si está apagado o encendido. Por último, tenemos los dispositivos de salida: Nuestra lámpara, motor, alarma (Puede ser auditiva o visual), los solenoides o pistón.

Para diferenciar más rápido las entradas y salidas:

Las entradas son aquellas que nos ayudan a detectar señales y dependiendo de esas señales vamos a mandar activar esas salidas. Son las causas y los efectos, son las acciones por realizar, y las señales que detectamos.

Relación entre los sistemas analógicos y sistemas digitales.

Sistema digital es cualquier sistema que pueda generar, procesar, transmitir o almacenar señales mediante dígitos y que solo admite valores discretos, es decir, que solo admite un conjunto limitado de números o valores.

Sistema analógico es cualquier sistema cuyas señales se representan con valores continuos, es decir, que admite números o valores infinitos.

La principal diferencia entre sistema digital y sistema analógico radica en que el primero es mucho más preciso y la información se puede almacenar de manera más eficiente y en mayor cantidad que en un sistema analógico. La diferencia entre un sistema analógico y uno digital en Electricidad y Electrónica es un tema de vital importancia para entender la funcionalidad de estos dos tipos de sistemas. Los sistemas analógicos y digitales son ampliamente utilizados en la actualidad, especialmente en el ámbito industrial.

La diferencia fundamental entre un sistema analógico y un sistema digital radica en la naturaleza de las señales que procesan.

En un sistema analógico, la señal es continua y variable en el tiempo, lo que significa que puede tomar cualquier valor dentro de un rango determinado. Por ejemplo, una señal de audio analógica es una onda continua que fluctúa en amplitud y frecuencia según las vibraciones del sonido.

Por otro lado, en un sistema digital, la señal es discreta y cuantizada, es decir, se divide en pequeñas unidades discretas que representan valores numéricos específicos. Esto se logra a través de la digitalización de la señal analógica, que convierte los datos en una secuencia de bits (0 y 1) que pueden ser procesados por dispositivos electrónicos.

La importancia de entender la diferencia entre estos dos sistemas radica en que afecta directamente a cómo se procesan y transmiten las señales eléctricas y electrónicas. La digitalización de señales ofrece ventajas como una mejor calidad de sonido e imagen, menor nivel de ruido y mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos en dispositivos electrónicos. Sin embargo, también implica mayores requisitos de ancho de banda y tiempo de procesamiento, lo que puede limitar su uso en ciertos contextos por ende es necesario tomar en cuenta la figura 2.10.

Tanto el sistema analógico como el digital tienen aplicaciones útiles en electricidad y electrónica, y es importante comprender sus diferencias para elegir el más adecuado según las necesidades del proyecto o dispositivo.

	Sistema digital	Sistema analógico
Definición	Sistema de manipulación de datos mediante dígitos (números).	Sistema de manipulación de datos físicos representados en valores continuos .
Valores de la señal	Valores discretos (finitos).	Valores continuos (infinitos).
Ventajas	• Menor tamaño. • Eficiencia. • Precisión. • Diseño. • Estabilidad	• Instantaneidad. • Economía. • Fidelidad.
Desventajas	• Conversión. • Ancho de banda. • Alteración.	• Menor tolerancia al ruido. • Degradación de la señal. • Dificultades técnicas.
Ejemplos	• Computadoras. • Teléfonos móviles. • Sistemas de grabación de audio y video. • Instrumentos de precisión digitales.	• Sistemas de audio y video antiguos. • Fotografía analógica. • Instrumentos de precisión tradicionales.

Figura 2.10 (Comparación entre sistemas analógicos y digitales)

Compuertas básicas.

Las compuertas lógicas son circuitos electrónicos conformados internamente por transistores que se encuentran con arreglos especiales con los que otorgan señales de voltaje como resultado o una salida de forma booleana, están obtenidos por operaciones lógicas binarias (suma, multiplicación). También niegan, afirman, incluyen o excluyen según sus propiedades lógicas. Estas compuertas se pueden aplicar en otras áreas de la ciencia como mecánica, hidráulica o neumática.

Existen diferentes tipos de compuertas y algunas de estas son más complejas, con la posibilidad de ser simuladas por compuertas más sencillas. Todas estas tienen tablas de verdad que explican los comportamientos en los resultados que otorga, dependiendo del valor booleano que tenga en cada una de sus entradas.

Las compuertas lógicas se obtienen de operaciones lógicas binarias (suma, multiplicación). Dichas compuertas son AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR, pero se mencionarán las primeras 3 porque son las principales que se usan y las demás son una combinación entre sí. Además, se pueden conectar entre sí para obtener nuevas funciones. Este tipo de dispositivos lógicos se encuentran implementados con transistores y diodos en un semiconductor y actualmente podemos encontrarlas en formas de circuitos integrados lógicos. Al mismo tiempo, puedes tu programar el comportamiento de otra manera, con circuitos reconfigurables o programable, como microcontroladores o FPGAs.

Trabajan en dos estados, "1" o "0", los cuales pueden asignarse a la lógica positiva o lógica negativa. El estado 1 tiene un valor de 5v como máximo y el estado 0 tiene un valor de 0v como mínimo y existiendo un umbral entre estos dos estados donde el resultado puede variar sin saber con exactitud la salida que nos entregara. Las lógicas se explican a continuación:

- La lógica positiva es aquella que con una señal en alto se acciona, representando un 1 binario y con una señal en bajo se desactiva. representado un 0 binario.
- La lógica negativa proporciona los resultados inversamente, una señal en alto se representa con un 0 binario y una señal en bajo se representa con un 1 binario.

Compuerta AND.

Para la compuerta AND, La salida estará en estado alto de tal manera que solo si las dos entradas se encuentran en estado alto. Por esta razón podemos considerar que es una multiplicación binaria.

Esta compuerta es representada por una multiplicación en el Algebra de Boole. Indica que es necesario que en todas sus entradas se tenga un estado binario 1 para que la salida otorgue un 1 binario. En caso contrario de que falte alguna de sus entradas con este estado o no tenga si quiera una accionada, la salida no podrá cambiar de estado y permanecerá en 0. Esta puede ser simbolizada por dos o más interruptores en serie de los cuales todos deben estar activos para que esta permita el flujo de la corriente.

- Tabla de verdad y símbolo.

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



- Operación.

$$Q=A.B$$

Figura 2.11 (Tabla de verdad y símbolo de la compuerta AND)

Compuerta OR.

la compuerta OR, la salida estará en estado alto cuando cualquier entrada o ambas estén en estado alto. De tal manera que sea una suma lógica.

En el Algebra de Boole esta es una suma, esta compuerta permite que con cualquiera de sus entradas que este en estado binario 1, su salida pasara a un estado 1 también. No es necesario que todas sus entradas estén accionadas para conseguir un estado 1 a la salida, pero tampoco causa algún inconveniente. Para lograr un estado 0 a la salida, todas sus entradas deben estar en el mismo valor de 0. Se puede interpretar como dos interruptores en paralelo, que sin importar cual se accione, será posible el paso de la corriente.

- Tabla de verdad y símbolo.

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



- Operación.

$$Q = A + B$$

Figura 2.12 (Tabla de verdad y símbolo de la compuerta OR)

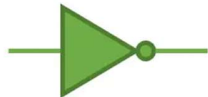
Compuerta NOT.

En este caso esta compuerta solo tiene una entrada y una salida y esta actúa como un inversor. Para esta situación en la entrada se colocará un 1 y en la salida otorgará un 0 y en el caso contrario esta recibirá un 0 y mostrará un 1. Por lo cual todo lo que llegue a su entrada, será inverso en su salida.

En la compuerta NOT, el estado de la salida es inversa a la entrada. Evidentemente, una negación.

- Tabla de verdad y símbolo.

Q	Q'
0	1
1	0



- Operación.

$$Q = Q'$$

Figura 2.13 (Tabla de verdad y símbolo de la compuerta AND)

Sensores.

Los sensores para automatización industrial son dispositivos de entrada que proporcionan una salida (señal) con respecto a una cantidad física específica (entrada). En otras palabras, mide y convierte una cantidad física en una señal que puede ser leída por un operador o un instrumento. Así pues, un sensor nos permite notar las cosas y comprenderlas fácilmente.

Por lo general, un sistema de sensores industriales se alimenta con una fuente de 24V DC, que es muy diferente de un sensor en un sistema de consumo que se alimenta con una fuente de 3V o 5V. En consecuencia, los sistemas de sensores industriales requieren una gestión adicional de la energía para accionar eficazmente los sensores. Por ello, estos utilizan salidas digitales como IO-Link directo a un microcontrolador o incluso al receptor inalámbrico. La salida de datos analógica suele estar habilitada por un amplificador óptico y conectada al convertidor analógico/digital (ADC) de un microcontrolador.

Para qué se utiliza un sensor en la automatización industrial.

En la automatización industrial, los sensores juegan una parte vital para realizar los productos inteligentes y de manera automática. Estos permiten detectar, analizar, medir y procesar una variedad de transformaciones como la alteración de la posición, la longitud, la altura, el exterior y el movimiento que se produce en los centros de fabricación industrial.

Los equipos terminales de datos (ETD) como sensores y actuadores forman el nivel de campo dentro de la estructura de un sistema de automatización industrial. Los sensores de temperatura, óptica, presión, etc. y los actuadores tales como motores, válvulas, interruptores, etc. están conectados a un PLC a través de un bus de campo y la comunicación entre dispositivos de este nivel y su correspondiente PLC está basada normalmente en una conexión punto a punto. (point-to-point).

Estos sensores también desempeñan un papel fundamental en la predicción y prevención de numerosos procedimientos potenciales, por lo que satisfacen los requisitos de muchas aplicaciones de detección. Muchas de las aplicaciones en una amplia variedad de industrias utilizan sensores, detectores y transductores de muchos tipos para probar, medir y controlar diversos procesos y funciones de las máquinas. El sensor también desempeña un papel fundamental en la predicción y prevención de numerosos aspectos, satisfaciendo las necesidades de muchas aplicaciones de diagnóstico, para comprenderlo más fácil, en la figura 2.14 se muestra la estructura de los niveles de una automatización industrial.

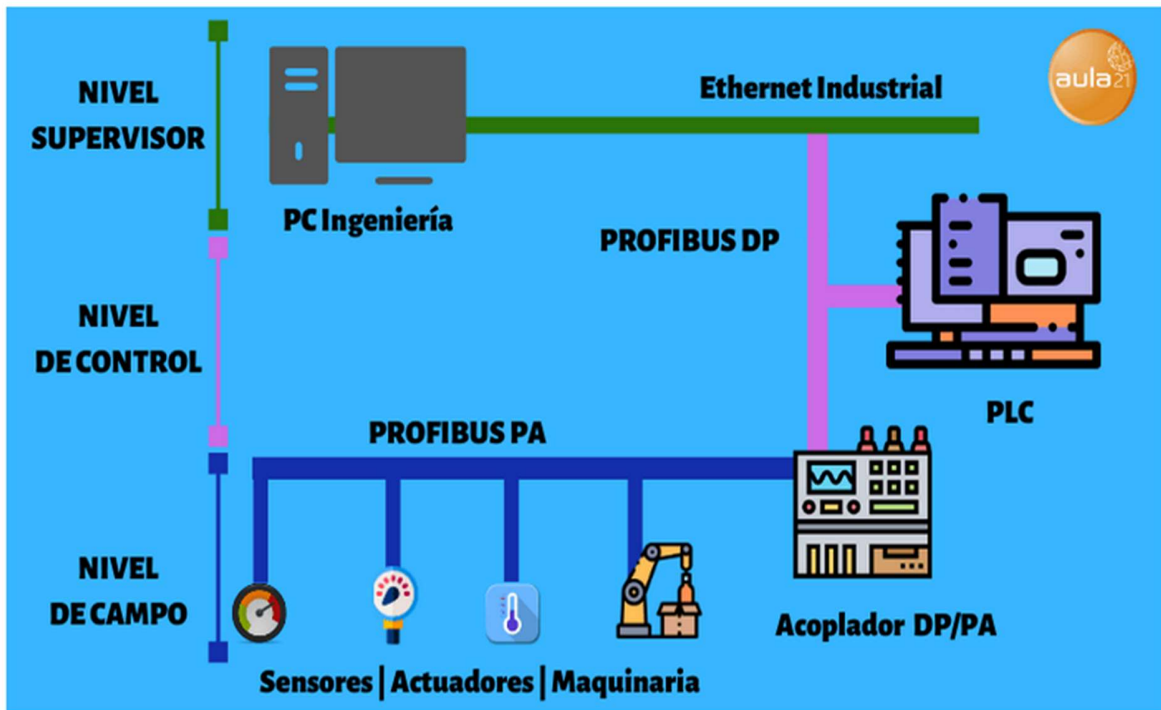


Figura 2.14 (Niveles de automatización industrial)

¿Cómo funcionan los sensores en la automatización industrial?

Los sensores reaccionan a los cambios de las condiciones físicas alterando sus propiedades eléctricas. Por lo tanto, la mayoría de los sensores industriales dependen de sistemas electrónicos para capturar, analizar y transmitir información sobre el medio ambiente.

Estos sistemas electrónicos se basan en los mismos principios que los circuitos eléctricos para funcionar, por lo que la capacidad de controlar el flujo de energía eléctrica es muy importante. En pocas palabras, un sensor convierte los estímulos como el calor, la luz, el sonido y el movimiento en señales eléctricas. Estas señales se pasan a través de una interfaz que las convierte en un código binario y lo pasa a una computadora para ser procesado.

Los componentes de los sensores como los circuitos integrados (chips), transistores y diodos contienen material semiconductor y están incluidos en los circuitos de los sensores para que actúen como interruptores. Por ejemplo, un transistor funciona utilizando una pequeña corriente eléctrica en una parte del circuito para encender una gran corriente eléctrica en otra parte del circuito.

Tipos de sensores industriales.

Sensores de temperatura.



Figura 2.15 (Sensor de temperatura)

Un sensor de temperatura es un dispositivo que recoge información sobre la temperatura de una fuente y la cambia a una forma que pueda ser comprendida por otro dispositivo. Se trata de una categoría de sensores de uso común que detectan la temperatura o el calor y también mide la temperatura de un medio. Entre los principales sensores de temperatura utilizados en la automatización destacan los sensores digitales de temperatura y los sensores de humedad y temperatura.

Sensores digitales de temperatura.

Estos sensores digitales de temperatura son circuitos integrados de detección de temperatura fabricados con silicio que proporcionan una salida precisa a través de los datos digitales de las temperaturas que están midiendo. Esto simplifica el diseño del sistema de control, en comparación con los métodos que implican el acondicionamiento de la señal externa y un convertidor analógico a digital (ADC).

Sensores de temperatura y humedad.

Los sensores de temperatura y humedad proporcionan un sistema con una salida de señal digital de medición. Utilizando la técnica y la tecnología de detección de temperatura y humedad con captura limitada de señales digitales, asegura una alta consistencia y una estabilidad excepcional a largo plazo. Aplicaciones de los sensores de temperatura: Son resistentes a la intemperie y diseñados para la medición continua de la temperatura en el aire, el suelo o el agua.

- Precisión y estabilidad excepcionales.
- Para las mediciones en aplicaciones industriales complejas.
- Para las mediciones en condiciones operativas difíciles.

Sensores de presión.



Figura 2.16 (Sensor de presión)

Un sensor de presión es un dispositivo que capta la presión y cambia su cantidad en una señal eléctrica dependiendo de la presión a la que se aplica. Los sensores de presión (giratorio) y los sensores de vacío son algunos de los principales sensores de presión utilizados en la automatización industrial.

Sensores de presión (giratorio).

Este es un sensor de automatización industrial de alta presión que se utiliza con mucha frecuencia en sistemas industriales e hidráulicos y también en sistemas de control del clima.

Sensores de vacío.

Los sensores de vacío se utilizan cuando la presión del vacío está por debajo de la presión atmosférica y puede ser difícil de detectar por métodos mecánicos.

Este sensor por lo general se compone de un cable con resistencia eléctrica que está relacionado con la temperatura. A medida que la presión de vacío aumenta, la condensación disminuye y la temperatura del cable aumenta. La resistencia eléctrica aumenta proporcionalmente y está calibrada adyacente a la presión para medir eficazmente el vacío.

Aplicaciones de los sensores de presión.

- Se utiliza para medir la presión por debajo de la presión atmosférica en una posición determinada.
- Utilizado para la instrumentación meteorológica, aeronaves, vehículos y todas las demás máquinas con función de presión.
- En el sistema, los sensores de presión pueden utilizarse para medir otras variables, como el flujo de fluidos/gas, la velocidad, el nivel del agua y la altitud.

Sensores MEMS.



Figura 2.17 (Sensor MEMS)

Este sensor MEMS (Sistemas Microelectromecánicos) de automatización industrial convierte las señales mecánicas medidas en señales eléctricas. Los MEMS de aceleración y movimiento son algunos de los sensores importantes que se utilizan en la automatización industrial.

Sensores de aceleración.

Los sensores de aceleración MEMS son uno de los principales sensores de inercia. Sensores dinámicos con una gama más amplia de capacidades de detección.

Sensores de movimiento.

Los sensores de movimiento integran los datos de los sensores de movimiento MEMS con la tecnología inalámbrica, utilizando algoritmos de procesamiento de datos diseñados en plataformas de interacción de movimiento que funcionan con máquinas para realizar intercambios personalizados.

Los sistemas de procesamiento de señales de los sensores resuelven principalmente el rechazo de ruidos. Así como, el suavizado de la señal, la división de la influencia de la intensidad, el cambio de sistema de coordenadas y la recuperación de la información de posición por ende es muy utilizado en la industria automotriz con la tecnología ABS.

Hay muchas aplicaciones de los sensores MEMS, desde la industria, el entretenimiento y los deportes hasta la educación. Por ejemplo, desencadenar el despliegue de airbags o la monitorización de reactores.

- Se utiliza para medir la aceleración estática (gravedad), la inclinación del objeto, la aceleración dinámica de la aeronave, el impacto en el objeto del coche, la vibración del objeto.
- También se utiliza para detectar el movimiento.

Sensores de par.



Figura 2.18 (Sensor de par)

El sensor de par tiene la función de parada mecánica necesaria, aumenta la capacidad de sobrecarga y proporciona una protección adicional durante la instalación y el funcionamiento. Los sensores de par rotativo y los transductores de par son algunos de los sensores importantes que se utilizan en la automatización industrial.

Sensores de par rotativo.

Este sensor de automatización de par rotativo industrial se utiliza para medir la respuesta del par rotativo. Equipado con los topes mecánicos necesarios, este torquímetro aumenta el exceso de capacidad y proporciona una seguridad adicional durante el montaje y el funcionamiento.

Transductores de par.

El transductor de par utiliza una tecnología de medición de la tensión superior para satisfacer las necesidades más exigentes en aplicaciones de sensores estáticos y dinámicos.

Controladores Lógicos Programables.

Un PLC (Programmer Logic Controller) es un controlador lógico programable diseñado para ejecutar procesos de automatización en la industria. Se compone de un sistema operativo (firmware) y de un entorno de programación que puede soportar uno u varios lenguajes. Estos dispositivos se vienen empleando para la automatización de procesos desde 1970. Desde entonces su tecnología ha ido mejorando y hoy en día ofrecen grandes prestaciones para la industria.

A diferencia de un computador tradicional, los PLC o autómatas programables, no tienen teclado, ni ratón, ni disco duro, ni monitor. No obstante, sigue siendo un ordenador, con su hardware y con su software. La diferencia principal que encontramos entre un PLC y un PC normal es que el PLC recibe señales a través de diversos canales de entrada conectados a sensores instalados en la máquina o proceso que controlan. De la misma manera, dispone de

unos canales de salida para transmitir las órdenes a las máquinas y activar procesos automáticos. Un PLC permite controlar y monitorizar en tiempo real los diversos procesos industriales, presentándolas en un HMI (interfaz hombre-máquina) o en redes de control superior. Podemos encontrar sistemas PLC en muchos ámbitos diferentes: control de presas, subestaciones, distribución de gas, petroquímica, cadenas de producción, etc....

La CPU del PLC almacena y procesa los datos del programa, pero los módulos de entrada y salida conectan el PLC con el resto de la máquina; estos módulos de E/S son los que proporcionan información a la CPU y activan resultados específicos.

Las E/S pueden ser analógicas o digitales; los dispositivos de entrada pueden incluir sensores, interruptores y medidores, mientras que las salidas pueden incluir relés, luces, válvulas y variadores. Los usuarios pueden mezclar y combinar las E/S de un PLC para obtener la configuración adecuada para su aplicación.

Además de los dispositivos de entrada y salida, un PLC también puede necesitar conectarse con otros tipos de sistemas; por ejemplo, los usuarios pueden querer exportar los datos de la aplicación registrados por el PLC a un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), que monitorea múltiples dispositivos conectados como se puede apreciar en la figura 2.19.

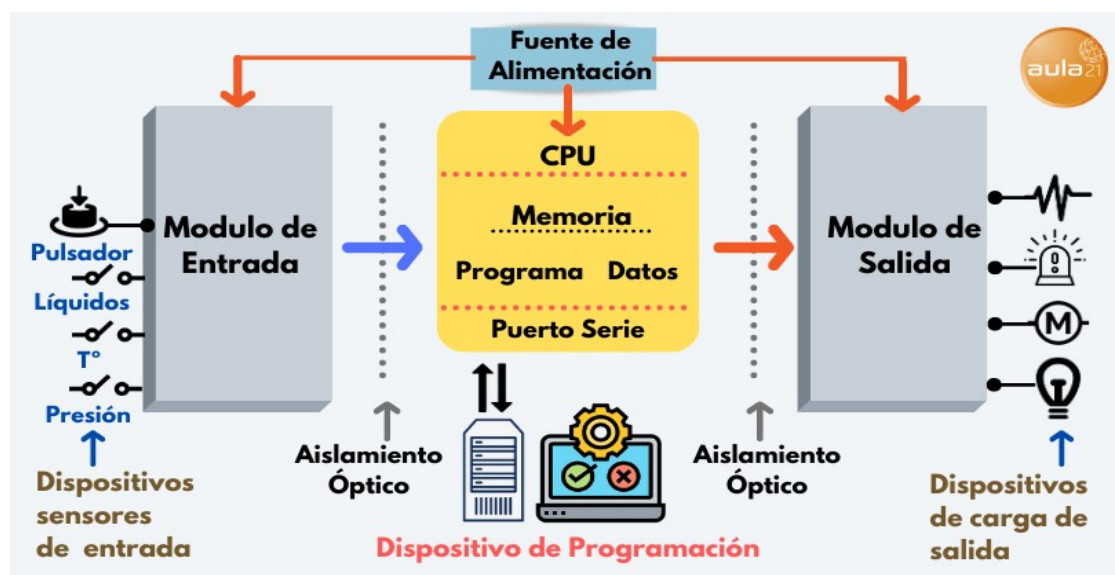


Figura 2.19 (Estructura de un PLC)

Los PLC ofrecen una gama de puertos y protocolos de comunicación para asegurar que el autómatas pueda comunicarse con estos otros sistemas. Para poder interactuar con el PLC en tiempo real, los usuarios necesitan una HMI o Interfaz Humano-Máquina. Estas interfaces de operario pueden ser pantallas simples, con lectura de texto y teclado, o grandes pantallas táctiles más parecidas a las de la electrónica de consumo, pero, de cualquier manera, permiten a los usuarios revisar e introducir información en el PLC en tiempo real.

Las entradas llevan señales del proceso al controlador, pueden ser interruptores de entrada, sensores de presión, entradas de operador, etc. Estos son como los sensores del PLC. Las salidas son los dispositivos que el PLC utiliza para enviar los cambios al exterior. Estos son los actuadores que el PLC puede cambiar para ajustar o controlar el proceso (motores, luces, relés, bombas, etc.). Muchos tipos de entradas y salidas se pueden conectar a un PLC, y todas ellas se pueden dividir en dos grandes grupos: analógicas y digitales. Las entradas y salidas digitales son las que funcionan debido a un cambio de valor discreto o binario (on/off, sí/no). Las entradas y salidas analógicas cambian continuamente en un rango variable: presión, temperatura y potencia.

El PLC se programa utilizando un técnico programador especializado o un software en un ordenador que puede cargar y cambiar la lógica del interior. La mayoría de los autómatas modernos se programan usando un software en un PC u ordenador portátil. Los sistemas más antiguos utilizaban un dispositivo de programación personalizado.

Programación en PLC.

Programar un PLC implica generar un conjunto de instrucciones y de órdenes que provocarán la ejecución de una tarea determinada. Podemos decir que un programa es una respuesta predeterminada a todas las combinaciones posibles de estados de la información que recibe. La programación en PLC se compone de diversas fases:

1. Definición y análisis del problema: En primer lugar, debemos identificar cuál es la necesidad que queremos resolver a través de la controladora programable. ¿Qué resultados nos debe proporcionar el sistema? ¿Qué datos o información nos hacen falta para poder determinar la respuesta de la máquina?

2. Definición de la arquitectura del automatismo: Definiremos el hardware de la controladora. Una vez que sepamos cuál es la información o los procesos que necesitamos monitorizar, configuraremos las entradas de la controladora para que pueda recibir los datos que se recogen a través de los sensores. Se definen también las salidas a través de las cuáles se activarán procesos, y factores como la redundancia o el diagnóstico.
3. Diseño de los algoritmos: Un algoritmo consiste en una secuencia de los pasos requeridos para ejecutar una tarea. Así, se diseñará el método para la toma de decisiones.
4. Programación de código: Con todos los procesos definidos, pasaremos a redactar las órdenes que nos permitirán comunicarnos con la máquina. Para ello se emplean los lenguajes de programación.
5. Depuración, test y verificación del programa: La última fase implica una serie de tareas orientadas a comprobar el correcto funcionamiento del programa. Se detectan posibles errores en la comunicación y se hacen las correcciones oportunas para garantizar una óptima ejecución del automatismo programado.

Estructura de un automatismo.

Desde el inicio de los tiempos, los seres humanos aplicaron su ingenio en la invención y el desarrollo de máquinas que les permitieran mitigar el esfuerzo físico ocasionado en sus labores diarias. Estas máquinas se componían de un conjunto de piezas o elementos que permitían, a partir de la aplicación de una cierta energía, transformarla o restituirla en otra más adecuada o, bien, producir un determinado trabajo o efecto. Más tarde tuvieron la necesidad de construir mecanismos capaces de ejecutar tareas repetitivas y de controlar determinadas operaciones sin la intervención de un operador humano, lo que dio lugar a los llamados automatismos.

La historia industrial reciente está marcada por logros tecnológicos que se desencadenan a partir de importantes aportaciones en el área de los automatismos. Aunque en este bloque temático abordamos el estudio de automatismos eléctricos, las pautas de trabajo que marcamos se pueden extrapolar a automatismos de naturaleza diferente. En general, cualquier automatismo presenta un diagrama de bloques como el que muestra la figura 2.20.

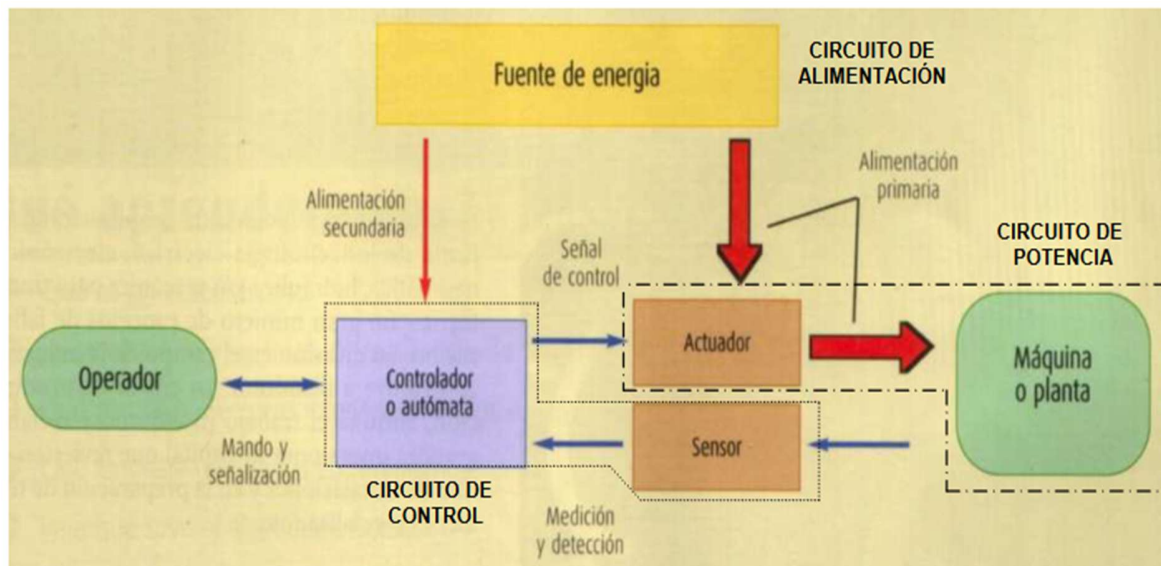


Figura 2.20 (diagrama de bloques)

En función de la tecnología empleada para la implementación de un sistema de control podemos distinguir entre: Automatismos Cableados: Los automatismos cableados son aquellos que se implementan por medio de uniones físicas entre los que forman el sistema de control. Normalmente los automatismos de este tipo van dentro de una caja llamada "Cuadro Eléctrico". Automatismos Programados: Los automatismos programados son aquellos que se realizan utilizando los autómatas o controladores programables (más conocidos por su nombre inglés: PLC, programmable logic controller).

Dispositivos dentro de un automatismo.

- Pulsador: elementos mecánicos de cierre y apertura e intervienen en el dialogo hombre máquina. Existen pulsadores normalmente abiertos (NA), cuando los pulsamos se efectúa la conexión interna de sus dos terminales. En reposo los contactos estarán abiertos (es decir, sin conexión eléctrica entre ellos), por lo general se usan para arranque. También están los pulsadores normalmente cerrados (NC), cuando los pulsamos se efectúa la desconexión de sus dos terminales. En reposo los contactos estarán cerrados (con conexión eléctrica entre ellos), se utilizan generalmente para el paro.
- Interruptores: Los interruptores y conmutadores son elementos que conectan o desconectan instalaciones y máquinas eléctricas mediante el posicionado de una palanca. A diferencia de los pulsadores, al ser accionados, se mantienen en la posición

seleccionada hasta que se actúa de nuevo sobre ellos.

- Selectores: son similares a los interruptores y conmutadores en cuanto a funcionamiento, aunque para su actuación suelen llevar un botón, palanca o llave giratoria (que puede ser extraíble).

Algunos elementos de mando automático que se presentan dentro de la estructura de un automatismo son:

- Finales de carrera: son pulsadores utilizados en el circuito de mando, accionados por elementos mecánicos. Normalmente son utilizados para controlar la posición de una máquina que se mueve. Desde el punto de vista del circuito eléctrico están compuestos por un juego de contactos NA (normalmente abierto) NC (normalmente cerrado) de forma que cuando son accionados cambian las condiciones del circuito.
- Termostatos: Son dispositivos que permiten medir la temperatura de un recinto, depósito, etc., o detectar si ésta excede un cierto valor, denominado umbral. Generalmente, se utilizan en sistemas de control que permiten realizar una regulación de dicha temperatura.
- Presostatos: El presostato es un mecanismo que abre o cierra unos contactos que posee, en función de la presión que detecta por encima o por debajo de un cierto nivel de referencia. Esta presión puede ser provocada por aire, aceite o agua, dependiendo del tipo de presostato.
- Detectores de nivel de líquido: Detectan si el nivel de líquidos en depósitos, piscinas, etc., está por debajo de un nivel de referencia mínimo o por encima de un nivel de referencia máximo.
- Sensores de presencia: Tienen como finalidad determinar la existencia de un objeto en un intervalo de distancia especificado. Se suelen basar en el cambio provocado en alguna característica del sensor debido a la proximidad del objeto.
- Pilotos de señalización: Los pilotos de señalización forman parte del diálogo hombre-máquina, se utiliza el circuito de mando para indicar el estado actual del sistema (parada, marcha, sentido de giro, etc.). Generalmente está constituido por una lámpara o diodo montada en una envolvente adecuada a las condiciones de trabajo.
- Controlador electrónico: Es un dispositivo (analógico o digital) que calcula la acción de control necesaria a partir de una cierta ley de control (o algoritmo de control) determinada

previamente. Para ello, utiliza las señales de entrada (la consigna y el valor de la variable de salida de la planta). El típico termostato doméstico para el control de la temperatura sería un controlador electrónico.

- Contactor: Es un aparato de conexión/desconexión, con una sola posición de reposo y mandado a distancia, que vuelve a la posición desconectado cuando deja de actuar sobre él la fuerza que lo mantenía conectado. Interviene en el circuito de potencia a través de sus contactos principales y en la lógica del circuito de mando con los contactos auxiliares.
- Temporizadores: Son relés que permiten ajustar los tiempos de conexión y desconexión de este. La temporización puede ajustarse entre algunos milisegundos y algunas horas.

En cuanto los dispositivos de protección son los siguientes:

- Fusibles: Son dispositivos de protección de sobreintensidad, abren el circuito cuando la intensidad que lo atraviesa pasa de un determinado valor, como consecuencia de una sobrecarga o un cortocircuito.
- Magnetotérmico: Es un relé de protección de sobrecargas y cortocircuitos en la instalación.
- Magnético porque protege contra intensidades excesivas (Intensidad de Cortocircuito) y térmico porque protege contra sobrecalentamientos (intensidades mayores de las nominales durante un tiempo).
- Interruptor diferencial: Es un aparato destinado a la protección de personas contra los contactos directos e indirectos. En caso de que una persona toque una parte con corriente donde no debería de tener corriente (contacto indirecto), el interruptor diferencial desconectará la instalación en un tiempo lo suficientemente corto como para no provocar daños graves a la persona.
- Relé térmico: Sirve como elemento de protección del receptor (motor habitualmente) contra las sobrecargas y calentamiento. Su misión consiste en desconectar el circuito cuando la intensidad consumida por el motor supera durante un tiempo la intensidad permitida por este, evitando que el bobinado “se queme”.
- Guardamotor: Es un aparato diseñado para la protección de motores contra sobrecargas y cortocircuitos. El aparato puede incorporar algunos contactos auxiliares para su uso en el circuito de mando. Dispone de un botón regulador-selector de la intensidad de

protección.

Obviamente para las salidas de un sistema de automatismo podría ser cualquier dispositivo que se adapte a la estructura sin embargo dentro de la industria es muy común ver este elemento de salida en particular y es uno o varios motores eléctricos. Todos los elementos del automatismo son para controlar estos motores.

Simbología en norma europea y americana de dispositivos.

Quizá este demás mencionar la simbología en norma europea y americana sin embargo al momento de interactuar con una estructura o sistema de automatismo es necesario identificar que dispositivo es integrante de la estructura así que la manera de cómo llevarlo a cabo es en los cuadros eléctricos se identificarán los aparatos siguiendo unas normas:

1. Una Letra que indique el aparato. Más abajo puedes ver la letra para cada aparato.
2. Un número que indica el número del aparato dentro del esquema.
3. Una letra que nos indica la función del aparato. Normalmente M = Main (principal) y A = Auxiliar.

Letra	Clase	Ejemplos de aplicación
A	Grupos constructivos, partes de grupos constructivos.	Amplificadores, amplificadores magnéticos, láser, máser, combinaciones de aparatos.
B	Convertidores de magnitudes no eléctricas en eléctricas y al contrario.	Transductores, sondas termoelectricas, termocélulas, células fotoeléctricas, dinamómetros, cristales piezoeléctricos
C	Condensadores.	---
D	Dispositivos de retardo, dispositivos de memoria, elementos binarios.	Conductores de retardo, elementos de enlace, elementos monoestables y biestables, memorias de núcleos, registradores, memorias de discos, aparatos de cinta magnética.
E	Diversos.	Instalaciones de alumbrado, calefacción y otras no indicadas.
F	Dispositivos de protección.	Fusibles, descargador de sobretensión, relés protección y disparador.
G	Generadores.	Generadores rotativos, transformadores de frecuencia rotativos, baterías, equipos de alimentación osciladores.
H	Equipos de señalización.	Aparatos de señalización ópticos y acústicos.
K	Relés, contactores.	Relés auxiliares, intermitentes y de tiempo, contactores de potencia y auxiliares.
L	Inductividad.	Bobinas de reactancia.
M	Motores.	---
N	Amplificadores, reguladores.	Circuitos integrados
P	Aparatos de medida, equipos de prueba.	Instrumentos de medición, registradores y contadores, emisores de impulsos, relojes.
Q	Aparatos de maniobra para altas intensidades.	Interruptores de potencia y de protección, interruptores automáticos, seccionadores bajo carga con fusibles,

Figura 2.21 (Tabla de simbología norma europea y americana)

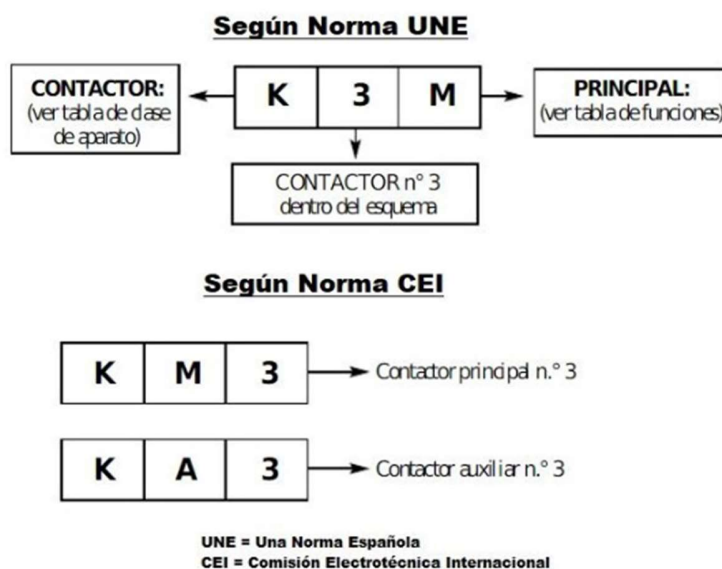
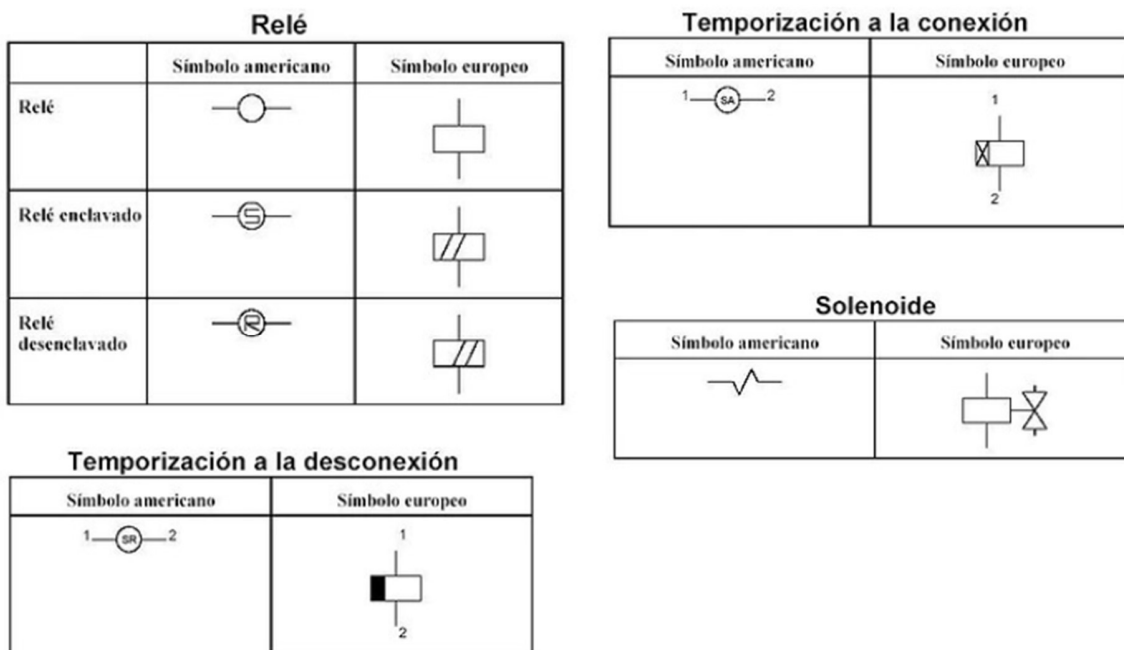


Figura 2.22 (Ejemplo aplicativo en norma europea v norma americana)

Si nos basamos en la instrucción para poder identificar varios o algunos dispositivos se puede poner dos ejemplos uno por la norma americana y la otra europea así que la tabla anterior nos ayudara a saber qué tipo de dispositivo se trata de acuerdo con las letras que se presenta.

En dado caso que no se pueda identificar con ayuda de cualquier norma puede identificarse con simbología eléctrica los diferentes componentes que se muestran en la figura 2.23.



Elemento de calefacción		Indicador luminoso	
Símbolo americano	Símbolo europeo	Símbolo americano	Símbolo europeo
Motor monofásico		Motor trifásico	
Símbolo americano	Símbolo europeo	Símbolo americano	Símbolo europeo
Diodo		LED (Diodo electroluminiscente)	
Símbolo americano	Símbolo europeo	Símbolo americano	Símbolo europeo
direct inverse	direct inverse		
Resistencia		Relé térmico de sobrecarga	
Símbolo americano	Símbolo europeo	Símbolo americano	Símbolo europeo
Contactos de flanco ascendente/descendente		Contactos NA/NC	
	Símbolo americano	Símbolo europeo	
Flanco ascendente			NA
Flanco descendente			NC
Flanco ascendente y descendente			
Pulsador NA/NC		Pulsador NA/NC	
	Símbolo americano	Símbolo europeo	
NA			
NC			

Figura 2.23 (Tabla de identificación de dispositivos en símbolos americanos y europeos)

Programación del controlador Lógico en lenguaje escalera.

Los lenguajes de programación en PLC se componen de una serie de símbolos, caracteres y reglas de uso que fueron diseñados para poder establecer una comunicación de los usuarios con las máquinas. La forma más común de programar los primeros PLC (controlador lógico programable) era usando la conocida programación lógica en escalera. Básicamente, un diagrama lógico en escalera era una forma gráfica de representar las funciones de un PLC típico y las medidas de control que tendría que tomar. Por ejemplo, las líneas de un diagrama lógico en escalera podían incluir la apertura o el cierre de un interruptor, el encendido o el apagado de un motor o la activación de la bobina de un relé. Estas funciones se representaban gráficamente como peldaños de una escalera, de ahí el nombre de “lógico en escalera”.

Durante muchos años esta fue la forma estándar de programar un PLC. Incluso en la actualidad, la programación lógica en escalera tiende a ser el lenguaje de programación más usado en los EE. UU., tal vez debido principalmente a su simplicidad y su familiaridad para muchos de la industria de los controles, especialmente los electricistas y los técnicos.

La norma define 5 lenguajes diferentes:

- Diagrama en escalera: El lenguaje original de programación de los PLC, esto proporciona una representación gráfica de los elementos del circuito como interruptores y motores.
- Diagrama de bloques de funciones: Un lenguaje de programación gráfico; las funciones se describen como bloques con conexiones de entrada y salida.
- Diagrama de funciones secuencial: También es un lenguaje de programación gráfico, bueno para coordinar grandes tareas a través de procesos más pequeños.
- Texto estructurado: Lenguaje de programación textual; se basa en Pascal, un lenguaje de nivel superior, y puede comunicarse con otros lenguajes sobre la base de elementos estructurales comunes.
- Lista de instrucciones: Es un lenguaje textual, es un lenguaje de programación de bajo nivel que se asemeja mucho al ensamblado.

El lenguaje de programación depende en gran medida del fabricante del PLC. El lenguaje más común sigue siendo la lógica en escalera con gráficos de funciones secuenciales también bastante populares. Además, no todos los PLC son capaces de ejecutar los diversos lenguajes IEC debido a la falta de memoria o la velocidad del procesador.

La tendencia natural de muchos ingenieros es aferrarse a un lenguaje de programación que ya conocen y con el que están familiarizados. Sin embargo, esto también dependerá de qué PLC de la empresa se está usando y qué lenguaje de programación utiliza.

Es el código mediante el cual somos capaces de crear un programa con instrucciones para controlar el funcionamiento de cualquier proceso o máquina industrial. En la actualidad, el estándar internacional IEC 6131 define los principales lenguajes de programación en PLC:

1 – IL (Instruction List): Es un lenguaje de texto y es el lenguaje de programación más antiguo. En realidad, es la base del resto de lenguajes y se empleaba cuando las computadoras no tenían capacidad gráfica. El IL es un lenguaje de bajo nivel y recuerda al lenguaje ensamblador. En este lenguaje todos los programas pueden ser traducidos a una lista de instrucciones. El control del programa se consigue a través de “saltos” y de llamadas a funciones.

```
LD BotonPartir
OR Motor
AND NOT BotonParar
OUT Motor
```

Figura 2.24 (Lenguaje de texto IL)

2 – LD (Ladder): Es un lenguaje gráfico y es la evolución del lenguaje IL. El lenguaje Ladder se conoce también como Diagrama de Escalera, ya que su estructura recuerda a la de una escalera: se compone de dos niveles verticales (alimentación) y de dos horizontales. Las instrucciones se colocan en el lado izquierdo y las salidas en el lado derecho. El procesador del PLC interpretará los lados de abajo arriba y de izquierda a derecha.

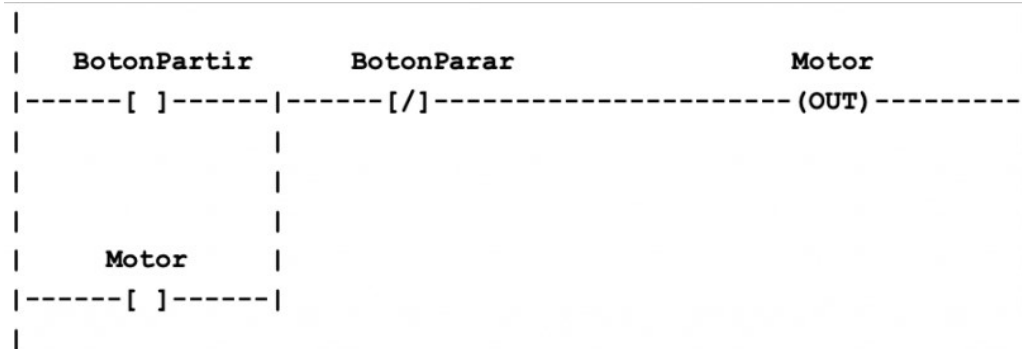


Figura 2.25 (Lenguaje grafico LD)

3 – FBD (Function Block Diagram): Es un lenguaje gráfico que define la función entre las variables de entrada y las de salida. En este lenguaje se utilizan bloques de símbolo lógico.

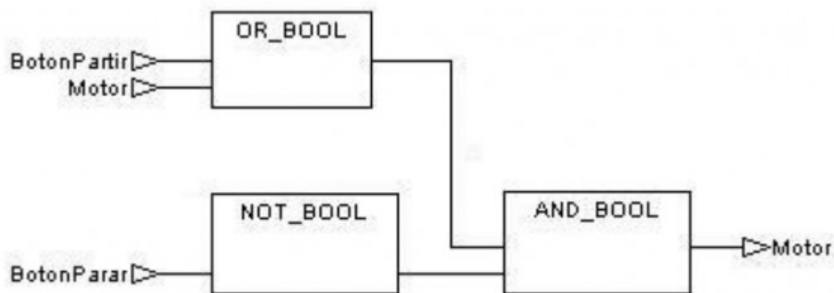


Figura 2.26 (Lenguaje grafico FBD)

4 – ST (Structured Text): Es un lenguaje gráfico que define la función entre las variables de entrada y las de salida. Recuerda al lenguaje de programación C y al Pascal. Se compone de una serie de instrucciones que se pueden ejecutar de manera condicionada.

```

IF ( BotonPartir OR Motor ) AND NOT BotonParar THEN
    Motor := TRUE;
ELSE
    Motor := FALSE;
END_IF;
  
```

Figura 2.27 (Lenguaje grafico ST)

Módulos de expansión.

Los módulos de expansión permiten ampliar el número de entradas y salidas que posee el PLC, cuando la capacidad de este no cumple con los requerimientos de una aplicación de automatización. Algunas de las características técnicas de los módulos de expansión son:

- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas analógicas tipo 4 a 20 miliamperios.
- Entradas y salidas analógicas tipo 0-10 voltios.
- Expansión de memoria.
- Conexión a redes de datos industriales (buses de campo).

Cuando el PLC se encuentra conformando un conjunto con los módulos de expansión recibe el nombre de Unidad Principal.

¿Qué es un módulo de expansión?

Los Controladores Lógicos Programables pueden ampliar su funcionalidad con un hardware que es agregado para permitirle ampliar aspectos como las: entradas digitales, entradas analógicas, salidas digitales, salidas analógicas, salidas tipo relé y por supuesto distintos protocolos de comunicación.

Tipos de módulos de expansión.

Un Autómata Programable (PLC por sus siglas en inglés) podría necesitar aumentar el número de entradas y salidas que es un evento habitual cuando se requiere expandir la funcionalidad de una máquina o proceso. En este caso no es necesario reemplazar el PLC, se le agrega el hardware que le permita suplir esta necesidad conocido como módulo de expansión. Podríamos clasificarlos en los siguientes grupos propuestos a continuación.

Módulos de Entradas.

Permite al PLC aumentar el número de entradas ya sea digitales, analógicas o entradas especiales como tipo Termocupla y RTD.

Módulos de Salidas.

Agrega al PLC un número determinado de salidas que pueden ser digitales, analógicas y algunas otras más habituales como salidas tipo Relé.

Módulos Mixtos.

Este tipo de módulos tiene combinadas entradas y salidas. Normalmente siempre son del mismo tipo, es decir, sólo digitales o analógicas.

Módulos de Comunicaciones.

Permiten al PLC comunicarse mediante distintos tipos de protocolos por nombrar algunos:

- Protocolo Modbus RTU.
- Protocolo Modbus TCP.
- Protocolo Profibus.
- Protocolo Profinet.
- Protocolo Ethernet/IP.

Módulos de comunicación.

Esto ocurre cuando se requiere expandir cierta función de una máquina o proceso. Sin embargo, si pensabas que en este tipo de situaciones tienes que reemplazar esta computadora, estás equivocado, ya que gracias a los módulos de expansión PLC es posible realizar estas funciones. En este artículo te explicamos acerca de ellos.

¿Qué son los módulos de expansión PLC?

Es el hardware que es agregado en los PLC para ampliar sus funcionalidades como las entradas digitales, entradas analógicas, salidas digitales, salidas analógicas, salidas tipo relé y distintos protocolos de comunicación.

¿Para qué sirven los módulos de expansión?

Los módulos de expansión PLC permiten ampliar el número de entradas y salidas que este posee, cuando su capacidad no cumple con los requerimientos de una aplicación de automatización.

Características de los módulos de expansión PLC.

Los módulos de expansión PLC se conectan por medio de un conector especial diseñado para tal fin o empleando los conectores disponibles para un protocolo en particular, estos normalmente son del tipo: DB9, MiniDin de 8 pines, Rj12, Rj45 o simplemente bornera.

Los módulos tienen diferentes tamaños y el número de entradas, salidas o protocolos de comunicación varía de acuerdo con el modelo seleccionado.

Módulos de señales de entrada.

Estos módulos se encargan del trabajo de intercomunicación entre los dispositivos industriales exteriores al PLC y todos los circuitos electrónicos de baja potencia que comprenden a la unidad central de proceso del PLC, que es donde se almacena y ejecuta el programa de control.

Los módulos de entrada y salida tienen la misión de proteger y aislar la etapa de control que está conformada principalmente por el microcontrolador del PLC, de todos los elementos que se encuentran fuera de la unidad central de proceso ya sean sensores o actuadores.

Los módulos de entrada y salida hacen las veces de dispositivos de interfase, que entre sus tareas principales están las de adecuar los niveles eléctricos tanto de los sensores como de los actuadores o elementos de potencia, a los valores de voltaje que emplea el microcontrolador que normalmente se basa en niveles de la lógica TTL, 0 VCD equivale a un “0 lógico”, mientras que 5 VCD equivale a un “1 lógico” como se muestra en la figura 2.28.

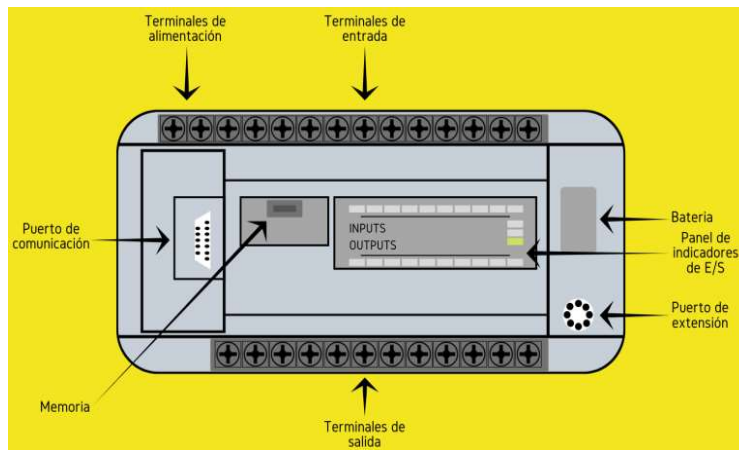


Figura 2.28 (Terminales de un PLC)

Se recordará que en una base donde se colocan los módulos de E/S, se pueden colocar de forma indistintamente módulos de entrada o módulos de salida, por lo que para saber el tamaño del PLC en cuanto a los módulos que soporta, se tiene que

realizar la suma total de los sensores y actuadores (cada uno representa una entrada o una salida), el resultado de la sumatoria representa el número de E/S que se necesita como mínimo en el tamaño de un PLC. Por otra parte, cuando se dice que un PLC tiene capacidad para manejar 16 E/S, a este pueden colocársele módulos con 16 entradas, o en su defecto módulos con 16 salidas. Aquí es donde puede existir una confusión ya que en una determinada presunción podríamos aseverar que, si el PLC soporta 16 entradas y además 16 salidas, entonces en general el PLC tiene la capacidad de controlar 32 E/S. Para evitar la confusión se debe tomar como regla que cuando se da la especificación de que un PLC sirve para manipular 16 E/S, esto quiere decir que en la combinación total de entradas y salidas que se le pueden agregar al PLC son 16 en total, no importando si son todas son salidas, o si todas son entradas, o 9 entradas y 7 salidas o 3 entradas y 13 salidas, etc.

Módulos de control de actuadores.

Los módulos repartidores para sensores/actuadores, que se instalan directamente en las máquinas o sistemas, son sistemas de distribución pasivos que permiten transmitir señales de forma rápida, rentable y, sobre todo, sin armario de distribución.

Los sensores y actuadores son una parte imprescindible de cualquier sistema industrial de control automatizado. De hecho, representan el nivel de campo de la pirámide de la automatización. Los sensores son los sentidos del sistema de control: le proporcionan información sobre lo que está ocurriendo. Los actuadores son las manos del sistema de control: le permiten modificar lo que ocurre en la planta.

Para realizar las tareas de control de un proceso industrial, los sensores nos permiten conocer el valor de las variables físicas adecuadas que participan en el proceso y convertirlas en señales eléctricas. En base a estas señales, el programa de control debe marcar las directrices de actuación sobre las máquinas y elementos que intervienen en el proceso. Para llevar a cabo las acciones oportunas, los actuadores se encargan de convertir las señales eléctricas de control en otro tipo de señales o en señales eléctricas de mayor potencia.

Los actuadores (también llamados accionadores) constituyen la interfaz entre las señales de control del dispositivo de control (por ejemplo, del autómeta) y el mismo proceso industrial. Podemos distinguir tres tipos de actuadores según la fuente de energía con la que trabajan: eléctricos, neumáticos (aire) e hidráulicos (aceite).

Módulos de diagnóstico.

El módulo de diagnóstico GFDM es un sistema utilizado para controlar la presión, el caudal y el consumo cíclico en instalaciones neumáticas. Comparando permanentemente los valores medidos con los valores de referencia, es posible evaluar los parámetros controlados en función de valores límite definidos en varios.

niveles. Los parámetros controlados que se memorizan y exportan, pueden referirse un período prolongado. De esta manera es posible detectar con antelación cualquier fallo y, además, es factible planificar de modo más eficiente los intervalos del mantenimiento.

El sistema incluye sensores (de caudal y de presión) para obtener los valores de medición, un controlador para realizar la evaluación y una de dos opciones posibles para visualizar los resultados.

- Sistema independiente, apropiado para el montaje posterior y, también, para la inclusión en equipos nuevos.
- Control de valores límite y constatación de tendencias para un reconocimiento anticipado de posibles desviaciones.
- Captación automática de datos de referencia (teach-in) y utilización sencilla.
- Posibilidad de ajustar las señales de activación y duración de la medición según procesos

y conexión directa a GFDM.

- Control por separado de varios estados de funcionamiento, como, por ejemplo, automático o stop.
- Control de hasta 16 procesos diferentes con un solo equipo.
- Análisis de estado directamente a disposición del operario.
- Visualización descentralizada en la oficina con sistema SCADA

Programación FBD.

El diagrama de bloques de funciones es un lenguaje de programación orientado gráficamente. Funciona con una lista de redes en la que cada red contiene una estructura gráfica de cuadros y líneas de conexión que representa una expresión lógica o aritmética, la llamada de un bloque de funciones, un salto o una instrucción de retorno.

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

El diagrama de funciones lógicas resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

Adicionalmente a las funciones lógicas estándares y específicas del vendedor, el lenguaje FBD de la Norma IEC 1131-3 permite al usuario construir sus propios bloques de funciones, de acuerdo con los requerimientos del programa de control.

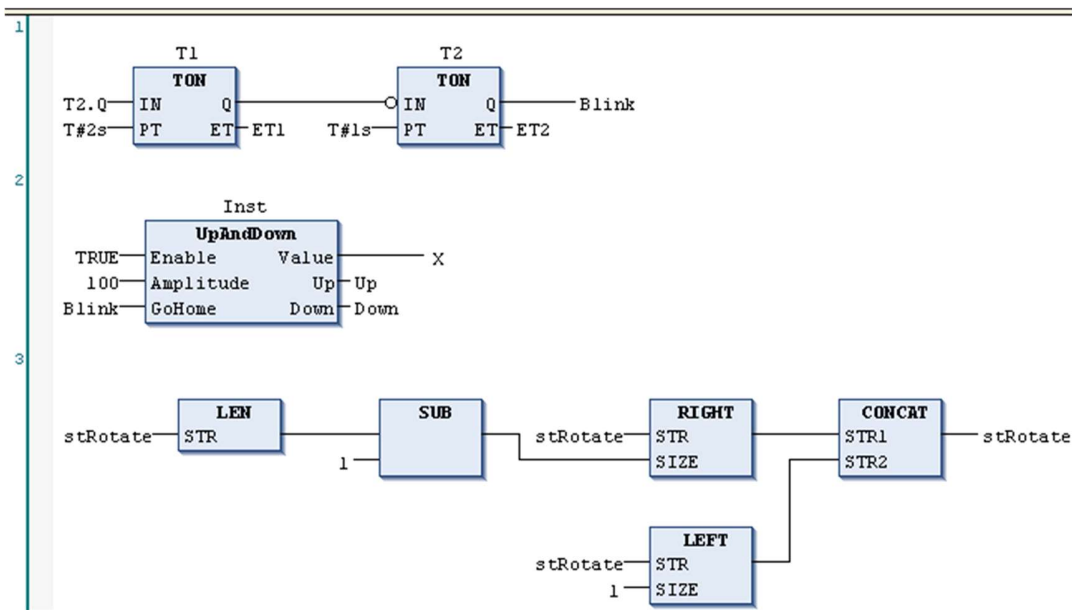


Figura 2.29 (Lenguaje gráfico FBD)

Un ejemplo aplicativo dentro de la industria se puede apreciar en la figura 2.29 aunque también existe la forma de pasar el lenguaje FBD a ST solo es una transformación de la programación de un lenguaje a otro para comprender la estructura y tener una compatibilidad para la mayoría de los sistemas y lenguajes de programación.

El texto estructurado (ST) es un lenguaje de alto nivel que permite la programación estructurada, lo que significa que muchas tareas complejas pueden ser divididas en unidades más pequeñas. ST se parece mucho a los lenguajes de computadoras BASIC o PASCAL, que usa subrutinas para llevar a cabo diferentes partes de las funciones de control y paso de parámetros y valores entre las diferentes secciones del programa.

Al igual que LD, FBD e IL, el lenguaje de texto estructurado utiliza la definición de variables para identificar entradas y salidas de dispositivos de campo y cualquier otra variable creada internamente.

Incluye estructuras de cálculo repetitivo y condicional, tales como: FOR ... TO; REPEAT.... UNTIL X; WHILE X.... ; IF ... THEN ...ELSE. Además, soporta operaciones Booleanas (AND, OR, etc.) y una variedad de datos específicos, tales como fecha, hora.

La programación en Texto Estructurado es apropiada para aplicaciones que involucran manipulación de datos, ordenamiento computacional y aplicaciones matemáticas que utilizan valores de punto flotante. ST es el mejor lenguaje para la implementación de aplicaciones de inteligencia artificial, lógica difusa, toma de decisiones, etc.

Ejemplo:

```
IF Manual AND Alarm THEN                                Level = Max_level;

    Level = Manual_Level;                                ELSE      Level  =  (Level_Indic
    Mixer = Start AND NOT Reset                          X100)/Scale;
                                                         END IF;
ELSE IF      Other_Mode THEN
```

Sequential Function Chart (SFC).

Es un “lenguaje” gráfico que provee una representación diagramática de secuencias de control en un programa. Básicamente, SFC es similar a un diagrama de flujo, en el que se puede organizar los subprogramas o subrutinas (programadas en LD, FBD, IL y/o ST) que forman el programa de control. SFC es particularmente útil para operaciones de control secuencial, donde un programa fluye de un punto a otro una vez que una condición ha sido satisfecha (cierta o falsa).

El marco de programación de SFC contiene tres principales elementos que organizan el programa de control:

- Pasos (etapas).
- Transiciones (condiciones).
- Acciones.

El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se desactivará la 1, y se realizará la

"Acción 1" como se muestra en la figura 2.30.

Ejemplo:

Como se mencionó anteriormente, el lenguaje SFC tiene su origen en el estándar francés GRAFCET (GRAFica de Control de Etapas de Transición). El GRAFCET también utiliza etapas, transiciones y acciones, que operan de la misma manera como en SFC.

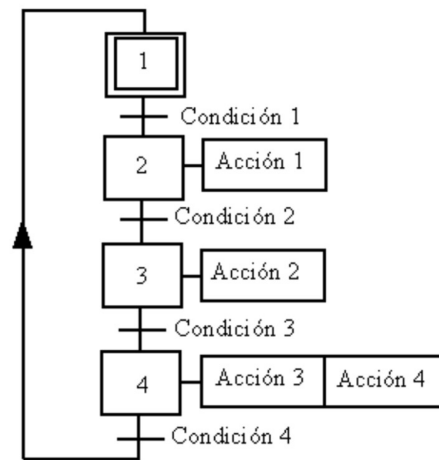


Figura 2.30 (Estructura del sub-lenguaje SFC)

Sistemas SCADA.

Un sistema SCADA es una red de hardware y software para la monitorización, supervisión y control en tiempo real de máquinas e instalaciones industriales. SCADA son las siglas de Supervisory Control and Data Acquisition (control de supervisión y adquisición de datos).

Las plantas industriales confían en los sistemas SCADA para gestionar las operaciones, alertar rápidamente de los fallos de las máquinas y ayudar a maximizar la eficacia de la producción.

Los sistemas SCADA, que ofrecen a los operarios una visión profunda del rendimiento de las máquinas y la posibilidad de visualizar y gestionar las líneas de producción, son centros de control de incalculable valor para la automatización industrial.

Los equipos de mantenimiento y fiabilidad pueden utilizar una GMAO para la integración con SCADA, lo que permite al personal de mantenimiento acceder a los datos de SCADA. Juntos, una GMAO y un sistema SCADA ayudan a los equipos de mantenimiento a revolucionar su estrategia de mantenimiento con el mantenimiento basado en la condición.

Componentes de un sistema SCADA.

- **Sensores:** Los sensores SCADA suelen estar cableados en activos de máquinas clave y críticos para la producción que requieren supervisión. Los sistemas SCADA recopilan datos de sensores que capturan lecturas de temperatura, flujo de agua, presión de tuberías, corriente,

humedad, gas y una variedad de otras mediciones. Motores, válvulas, bombas y compresores de aire son activos comunes que pueden tener sensores cableados que se conectan a SCADA.

- **PLC's / RTUs:** Un PLC es un microordenador industrial que recibe datos de dispositivos de entrada, como sensores. Además de simplemente agregar datos de sensores, los PLC también pueden calcular el tiempo de funcionamiento o uso de los equipos, el tiempo de actividad y el tiempo de inactividad, y generar alarmas. Los PLC avanzados pueden enviar datos a través de un navegador web, conectarse a bases de datos SQL e incluso interactuar con la nube. Las RTU también son microordenadores de agregación de datos, pero con algunas diferencias clave: suelen ser preprogramadas, inalámbricas, extremadamente duraderas e ideales para capturar datos de activos remotos / áreas remotas.
- **HMI:** Una HMI genera una visualización de los datos del SCADA, que va desde simples pantallas hasta grandes pantallas táctiles interactivas. Las pantallas HMI suelen mostrar mapas de las líneas de producción de la instalación, con iconos que representan puntos de medición individuales y/o activos. También suelen incluir gráficos de datos, informes o cuadros de mando.
- **Software SCADA:** El software SCADA reúne los datos transmitidos por los PLC y las RTU y los traduce en mapas de producción y visualizaciones de datos para los operarios. Los sistemas SCADA más pequeños pueden tener un software localizado en un único HMI / PC, mientras que las redes SCADA más grandes pueden tener una estación maestra con un software que se conecta a múltiples HMI y servidores.

Un software sofisticado como Ignition va más allá de las funciones básicas de procesamiento de datos y visualización, ya que actúa como plataforma SCADA. Las plataformas SCADA suelen estar basadas en web y ofrecen a los usuarios la posibilidad de desarrollar su propia configuración SCADA, establecer alarmas condicionales y diseñar informes de rendimiento.

Una plataforma SCADA versátil puede conectarse tanto a sensores como a dispositivos IIoT, una amplia gama de PLC, bases de datos SQL, sistemas MES/MOM, ERP e incluso otros sistemas SCADA.

El software SCADA es una de las muchas integraciones de GMAO utilizadas por los departamentos de mantenimiento y fiabilidad.

Un sistema SCADA funciona mediante sensores que toman medidas, que los PLC y las RTU recopilan y envían a una HMI para que un operador SCADA las vea, analice y actúe en consecuencia. El software SCADA reúne los tres elementos, tomando los datos y generando un centro de visualización y mando en una HMI.

Objetivos generales de un SCADA.

Los sistemas SCADA tienen cuatro objetivos principales:

1. Adquisición de datos
2. Intercambio de datos y comunicación
3. Visualización de datos y cartografía
4. Funciones de control

La supervisión es la función que permite al operador tener una visión inmediata del estado del proceso y controlar cómo evoluciona el proceso con el tiempo mediante el análisis de la secuencia de estados operativos.

La tarea principal de la supervisión es realizar la interfaz hombre-máquina (HMI). Para ser eficaz, la HMI debe proporcionar al operador una imagen rápida y completa de todo el proceso, destacando el estado, la evolución y las desviaciones inesperadas (alarmas).

Para una HMI efectiva, la representación gráfica es de gran importancia, ya que traduce información relevante para el proceso en un lenguaje visual de fácil comprensión para el operador.

Por ejemplo, puede mostrar el estado de una bomba a través de un símbolo gráfico con diferentes colores, el cambio del valor de una presión a través de una tendencia gráfica, la aparición de una alarma a través de una ventana emergente aplicado en la figura 2.31.

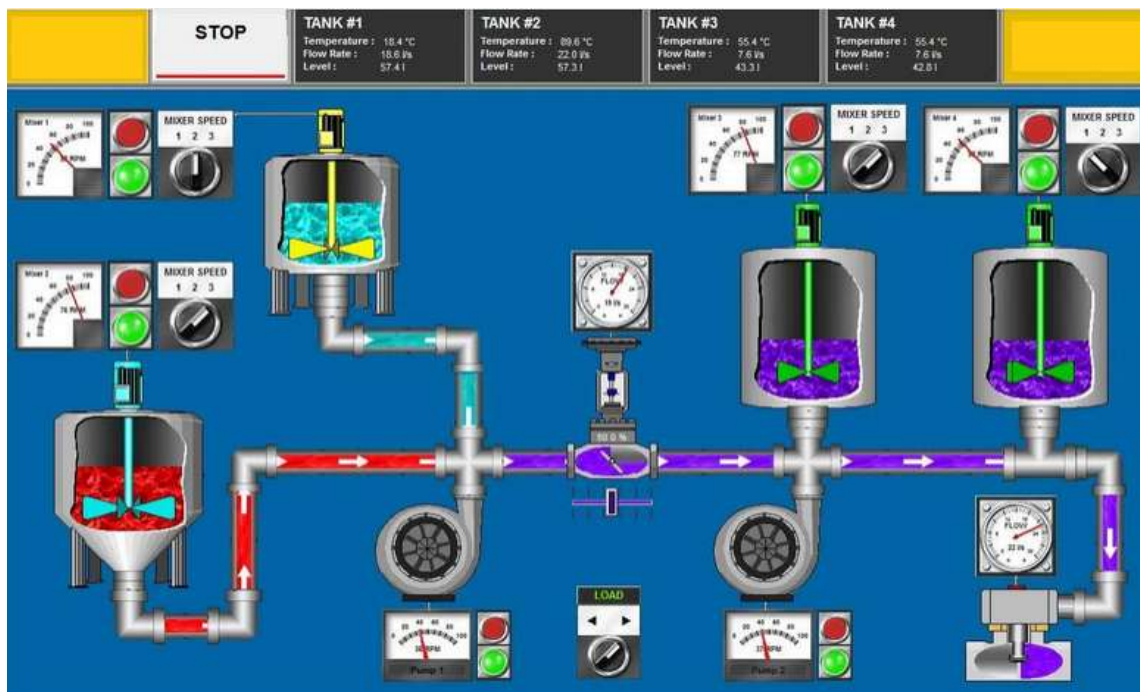


Figura 2.31 (Ejemplo de una página en funcionamiento de un proceso dentro de un sistema SCADA)

Adquisición de datos.

La adquisición de datos no sólo significa la transferencia de información de los dispositivos periféricos a los ordenadores de supervisión, sino también la transferencia de información en sentido contrario, con el fin de permitir que el sistema de supervisión controle el proceso, es decir, dirigir su evolución modificando los valores de las variables que condicionan su funcionamiento.

Podemos decir que la adquisición de datos es la función principal entre las realizadas por los sistemas SCADA. De hecho, al poner el proceso en comunicación con la supervisión, la adquisición de datos hace posible que el sistema de supervisión obtenga toda la información sobre el estado del proceso que es necesaria para permitir la observación del proceso en sí.

La tarea de la adquisición de datos es garantizar la transferencia de información sin errores entre el proceso y la supervisión, en un contexto caracterizado por una variedad de medios de transmisión y diferentes protocolos de comunicación visto en la figura 2.32.

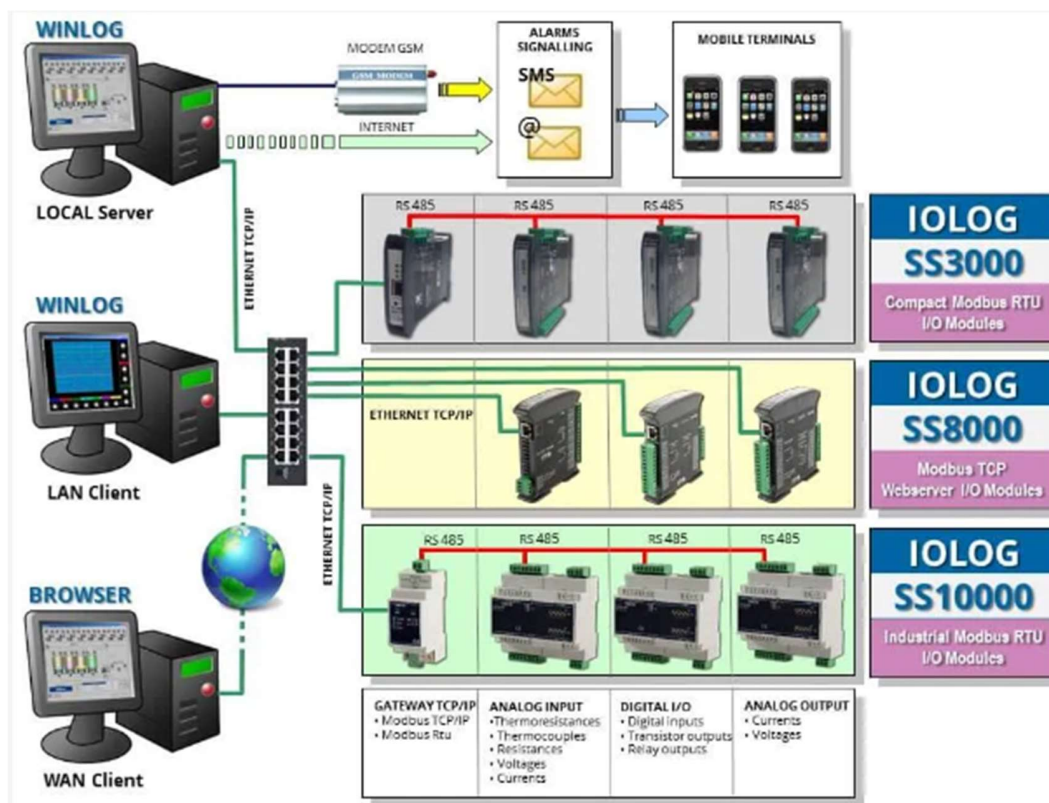


Figura 2.32 (Explicación de Módulos LOCAL, LAN y WAN)

Tipos de software SCADA.

Una primera diferencia se refiere al tipo de plataforma de software:

- Plataformas dedicadas, que consisten en software desarrollado "ad hoc" para supervisar una máquina en particular o una planta en particular. Pueden ser desarrollados por el mismo fabricante que también suministra la máquina a supervisar o por una empresa de software sobre la base de las especificaciones proporcionadas por el cliente para llevar a cabo, por ejemplo, la supervisión de una planta. Incluso si el operador tiene la posibilidad de modificar los parámetros de configuración y las recetas del proceso, este software de supervisión encuentra su principal limitación en la imposibilidad de crecer o adaptarse a las diferentes condiciones de uso no previstas inicialmente.
- Plataformas abiertas, que consisten en un software que proporciona al usuario un entorno de desarrollo integrado para crear aplicaciones SCADA, es decir, poner a disposición las herramientas necesarias para gestionar las funciones típicas de una aplicación SCADA (protocolos para comunicarse con dispositivos de campo, bibliotecas gráficas para crear

plantillas, etc.). En este caso el software se estructura en dos niveles: un primer nivel, común a todos los usuarios, formado por la plataforma SCADA y un segundo nivel, propio de la máquina o planta a supervisar, formado por la aplicación SCADA creada por el usuario. La gran ventaja de la plataforma abierta sobre la plataforma cerrada es que le da al usuario total libertad para expandir o modificar el proyecto.

Una segunda diferencia se refiere a la arquitectura del sistema SCADA:

- Sistema que consiste en un único PC de supervisión conectado a los dispositivos de campo. Es el caso más común, que no es necesariamente el más simple. Se pueden tener sistemas SCADA muy complejos, con varias plantas a supervisar, que se distribuyen en zonas geográficas distantes entre sí; Así como la complejidad del sistema se ve afectada por el número de variables a gestionar (desde unas pocas unidades hasta decenas de miles de tags), la variedad de dispositivos de campo conectados, los diferentes protocolos de comunicación. En los casos más sencillos, cuando el sistema SCADA consiste en un único PC conectado a una única máquina (normalmente controlado por un único PLC), también hablamos de SCADA-HMI.
- Sistemas formados por múltiples PC de supervisión conectados entre sí a través de una red local (LAN) o red pública (Internet) y distribuidos en múltiples niveles jerárquicos. El sistema más común se caracteriza por múltiples PC en el mismo nivel jerárquico conectado a una PC central; los PC de segundo nivel difieren en función de las características geográficas (cada PC pertenece a una zona geográfica diferente) o funcionales (cada PC gestiona una función particular); el PC central hace que toda la información esté disponible desde una sola ubicación.

Finalmente, una tercera diferencia se refiere a los requisitos en tiempo real:

- Sistemas SCADA clásicos sin requisitos particulares en tiempo real. La función principal es adquirir información del proceso, con el fin de proporcionar una vista resumida del estado, informar rápidamente la ocurrencia de alarmas, registrar toda la información y generar informes para los gerentes de producción o calidad. El envío de datos a los dispositivos de campo suele limitarse a la configuración del sistema o al envío de recetas de procesamiento;

incluso cuando el software SCADA realiza funciones de control de procesos, es aceptable que puedan ocurrir retrasos de más de un segundo.

- Sistemas SCADA caracterizados por estrictos requisitos en tiempo real. Por lo general, se trata de sistemas formados por varios microcontroladores conectados entre sí y al PC supervisor a través de una red local, con sistemas operativos deterministas capaces de garantizar tiempos de respuesta del orden de milésimas de segundo. En estos casos, hablamos más propiamente de sistemas DCS, mucho más caros tanto en términos de costos de desarrollo como de costos operativos, cuyo uso se justifica solo en el caso de grandes plantas que requieren un rendimiento excepcional en términos de confiabilidad y seguridad.

Infraestructura de una red.

Se entiende como infraestructura de red a todos aquellos elementos básicos e imprescindibles para cualquier institución u organización pública o privada (empresa, oficina o industria) que precise todos o algunos de los siguientes servicios de telecomunicaciones: teléfono, fax, ordenador, escáner, impresoras, TPV, cámaras de control y vigilancia, control de accesos, datafonos, climatización, incendio, etcétera.

Y los diferentes elementos que conforman la Infraestructura de Red son:

- Cableado Estructurado.
- Alimentación eléctrica equipos de comunicaciones.
- SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida de equipos de IT.
- Cuarto de Comunicaciones.
- Seguridad y control.
- Electrónica de Red.

La infraestructura de red industrial es un activo comercial valioso. Las inversiones en redes industriales heredadas requieren una ruta de migración clara para optimizar el retorno de los activos mientras se aprovechan las mejoras de rendimiento de las nuevas tecnologías. Una capa física robusta y bien ejecutada es fundamental para que este activo continúe brindando valor. La aceleración de la digitalización en las plantas de producción es evidente a nuestro alrededor.

Si su rol involucra la tecnología de operaciones OT o apoya a TI para la fabricación, es probable que haya experimentado frustración al traducir las necesidades “digitales” de la empresa en soluciones seguras y procesables. Ahora es un momento emocionante para que los dispositivos de borde admitan controles y Ethernet industrial sobre estándar. Los nuevos equipos, como los robots autónomos (AMR), colaboran con las personas en la planta y más dispositivos IoT brindan datos complementarios. El sistema conectado opera y comparte información con la Enterprise. Por lo tanto, la productividad y la agilidad empresarial están mejorando la sostenibilidad en toda la organización.

La conectividad digital es la base para que la tecnología se implemente sin problemas, de forma segura y confiable en cualquier entorno de planta. Los sistemas basados en Ethernet juegan un papel decisivo. La última encuesta de HMS indica que el 66% de los nuevos nodos se conectan a través de Ethernet. Industrial Ethernet sigue teniendo un fuerte crecimiento del 10% anual.

Aprovechamiento de las infraestructuras de redes industriales.

Para ayudar a la industria a optimizar el rendimiento al adoptar nuevas tecnologías, la infraestructura de red industrial: la base de un negocio futuro. Esta guía hace referencia a las mejores prácticas y nuevas tecnologías implementadas a través de Ethernet en espacios de fabricación y planta.

¿De qué está formada una infraestructura de redes?

Una vez entendemos qué es exactamente la infraestructura de redes es importante valorar todos los elementos que la componen. Nos referimos a cada uno de los materiales imprescindibles para hacer funcionar las telecomunicaciones en cualquier organización o empresa, independientemente de su tamaño o de si es de carácter público o privado, y son los siguientes:

- Elementos de seguridad y control (SOC y NOC).
- Cuarto de comunicaciones y/o data center.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida para equipos de TI.
- Cableado estructurado.

- Alimentación eléctrica para equipos de comunicaciones.
- Electrónica de red.

La importancia del cableado estructurado.

Dentro de todos los elementos que hemos indicado, hay uno que, a pesar de ser poco recordado, tiene una especial relevancia en la infraestructura de redes. Hablamos del cableado estructurado, un método de ingeniería que permite el desarrollo de diferentes servicios como los datos, el vídeo, la voz o el control y monitorización de los dispositivos en una sola instalación.

¿Para qué sirve una infraestructura de redes?

Como has podido ver a lo largo de este artículo, una infraestructura de redes resulta útil en las empresas para el desarrollo de las comunicaciones de todo tipo, para la transferencia de datos, las llamadas telefónicas o las conexiones a Internet. Al mismo tiempo, permite la realización del trabajo a través de diferentes softwares y el almacenamiento de la información, bien sea en un data center privado o en la propia nube, entre otras muchas utilidades.

Protocolos TCP/IP.

Protocolo Internet (IP).

IP es un protocolo de capa de red que proporciona un servicio de transmisión de datos sin conexión que utiliza TCP. Los datos se transmiten enlace por enlace; una conexión de extremo a extremo nunca se configura durante la llamada. La unidad de transmisión de datos es el datagrama.

Protocolo de control de transmisión (TCP).

TCP es un protocolo de capa de transporte que proporciona un servicio de transmisión de datos fiable, dúplex y orientado a conexiones. La mayoría de las aplicaciones de Internet utilizan TCP.

Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

HTTP es un protocolo de capa de aplicación que se utiliza para sistemas de información distribuida, colaborativa e hipermedia. HTTP es el protocolo utilizado entre clientes web y servidores web.

Los protocolos son conjuntos de normas para formatos de mensaje y procedimientos que permiten a las máquinas y los programas de aplicación intercambiar información. Cada máquina implicada en la comunicación debe seguir estas normas para que el sistema principal de recepción pueda interpretar el mensaje. El conjunto de protocolos TCP/IP puede interpretarse en términos de capas (o niveles).

En la figura 2.33 muestra las capas del protocolo TCP/IP. Empezando por la parte superior son: capa de aplicación, capa de transporte, capa de red, capa de interfaz de red y hardware.

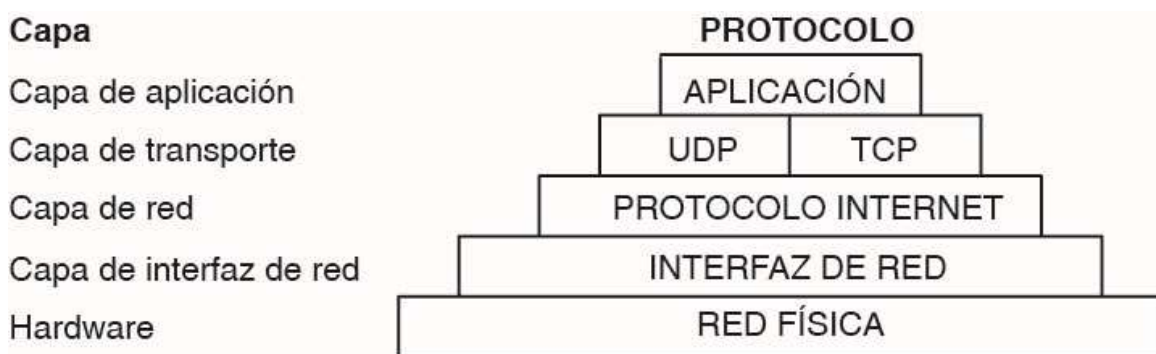


Figura 2.33 (Conjuntos de protocolos TCP/IP)

TCP/IP define cuidadosamente cómo se mueve la información desde el remitente hasta el destinatario. En primer lugar, los programas de aplicación envían mensajes o corrientes de datos a uno de los protocolos de la capa de transporte de Internet, UDP (User Datagram Protocol) o TCP (Transmission Control Protocol). Estos protocolos reciben los datos de la aplicación, los dividen en partes más pequeñas llamadas paquetes, añaden una dirección de destino y, a continuación, pasan los paquetes a la siguiente capa de protocolo, la capa de red de Internet.

La capa de red de Internet pone el paquete en un datagrama de IP (Internet Protocol), pone la cabecera y la cola de datagrama, decide dónde enviar el datagrama (directamente a un destino o a una pasarela) y pasa el datagrama a la capa de interfaz de red.

La capa de interfaz de red acepta los datagramas IP y los transmite como tramas a través de un hardware de red específico, por ejemplo, redes Ethernet o de Red en anillo.

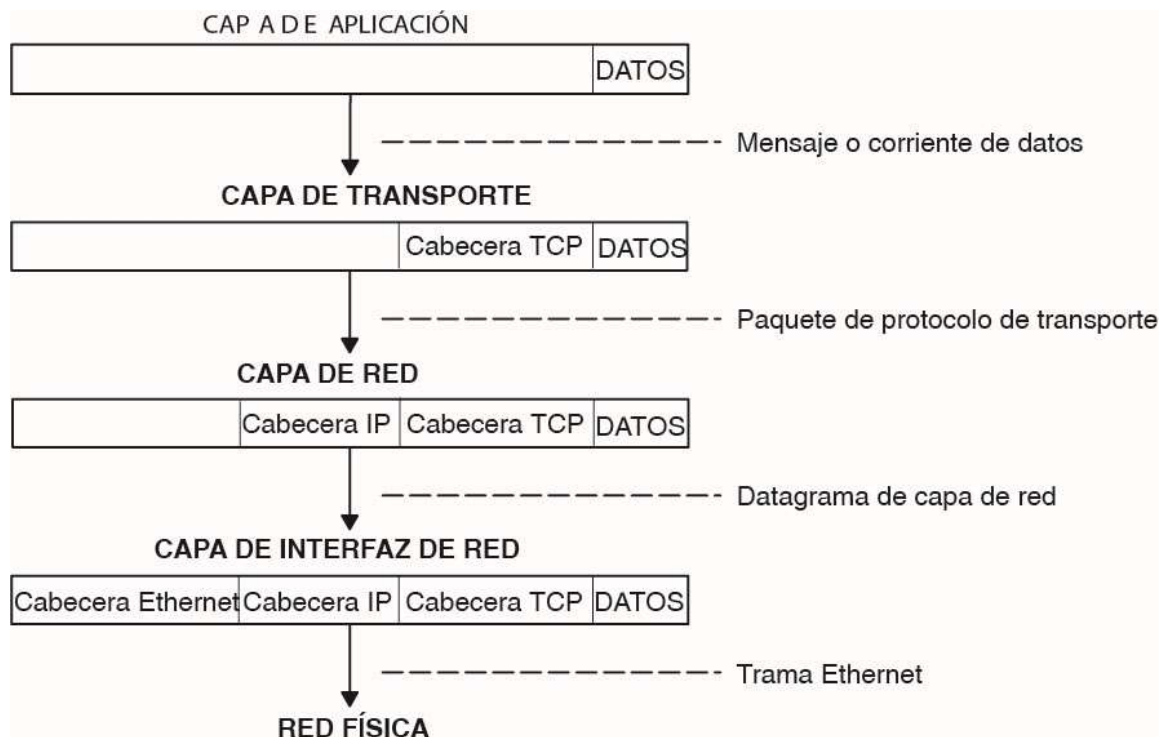


Figura 2.34 (Movimiento de la información desde la aplicación remitente hasta el sistema principal destinatario)

La figura 2.34 muestra el flujo de información de las capas de protocolo TCP/IP del remitente al host.

Las tramas recibidas por un sistema principal pasan a través de las capas de protocolo en sentido inverso. Cada capa quita la información de cabecera correspondiente, hasta que los datos regresan a la capa de aplicación.

La capa de interfaz de red (en este caso, un adaptador Ethernet) recibe las tramas. La capa de interfaz de red quita la cabecera Ethernet y envía el datagrama hacia arriba hasta la capa de red. En la capa de red, Protocolo Internet quita la cabecera IP y envía el paquete hacia arriba hasta la capa de transporte. En la capa de transporte, TCP (en este caso) quita la cabecera TCP y envía los datos hacia arriba hasta la capa de aplicación. Los sistemas principales de una red envían y reciben información simultáneamente.

- Protocolo Internet (IP) versión 6 Internet Protocol (IP) versión 6 (IPv6 o IPng) es la siguiente generación de IP y se ha diseñado para ser un paso de desarrollo de IP versión 4 (IPv4).
- Rastreo de paquetes: El rastreo de paquetes es el proceso mediante el cual puede verificar la vía de acceso a través de las capas hasta el destino.
- Cabeceras de paquete de interfaz de red: En la capa de Interfaz de red, se adjuntan cabeceras de paquete a los datos de salida.
- Protocolos a nivel de red Internet: Los protocolos a nivel de red Internet manejan las comunicaciones de máquina a máquina.
- Protocolos a nivel de transporte de Internet: Los protocolos de nivel de transporte TCP/IP permiten a los programas de aplicación comunicarse con otros programas de aplicación.
- Protocolos a nivel de aplicación de Internet TCP/IP implementa protocolos de Internet de nivel superior en el nivel de programa de aplicación.
- Números asignados: Por compatibilidad con el entorno de red general, se asignan números conocidos públicamente para las versiones, las redes, los puertos, los protocolos y las opciones de protocolo de Internet. Adicionalmente, también se asignan nombres conocidos públicamente a máquinas, redes, sistemas operativos, protocolos, servicios y terminales.

Redes de comunicación industrial.

¿Qué son las redes de comunicación industrial?

Se considera que la comunicación es el intercambio de información entre dos o más partes. Para ello, la información se transfiere de una parte a otra, que la recibe, la procesa y la almacena/desecha en función de su relevancia.

Dentro del entorno de la automatización de procesos industriales, las redes de comunicación industrial entre los dispositivos que intervienen en el control de estos sistemas son una cuestión clave para permitir no sólo un correcto funcionamiento, sino también la supervisión y control de estos procesos.

La comunicación de datos es la conversión y transmisión de información, a menudo en formato digital, desde un transmisor a un receptor a través de un enlace (cable de cobre, cable coaxial, fibra óptica o inalámbrico). Las redes de comunicación industrial están diseñadas y construidas para manejar el control en tiempo real y la integridad de los datos a la vez que se instalan en grandes plantas que pueden operar en entornos difíciles solo con la independencia del tipo de enlace (cobre, coaxial, fibra o inalámbrico), estas redes permiten el intercambio de grandes cantidades de datos utilizando un ancho de banda limitado.

¿Cuál es la función de las redes de comunicación industrial?

Las redes de comunicación industrial pueden utilizarse en los sistemas de control para pasar datos entre los dispositivos de campo y los, entre diferentes PLC, o entre los PLC y los ordenadores personales utilizados para la interfaz del operario, el procesamiento y almacenamiento de datos o la información de gestión.

Algunos de los controladores más comunes utilizados en la arquitectura de la automatización industrial son: PLC (controladores lógicos programables), SCADA (control de supervisión y adquisición de datos) y DCS (sistema de control distribuido).

Sobre todo, conectan y controlan dispositivos de campo, sistemas/controladores de E/S distribuidos, HMI y PC de supervisión, aunque un sistema de comunicaciones puede incluir sólo dos equipos con un cableado entre ellos, el término red suele referirse a la conexión de muchos dispositivos para permitir el intercambio de datos entre ellos a través de un circuito único (o redundante).

Los datos se transmiten a través de una red utilizando la comunicación en serie, en la que los datos llamados bytes, que consisten en ceros y unos lógicos individuales (bits), se transmiten secuencialmente de un dispositivo a otro, en cuanto al conjunto de datos en una sola transmisión suele llamarse paquete. La velocidad a la que pueden transmitirse los datos por una red se define en bits por segundo o bps, pero suele expresarse en miles (Kbps) o millones (Mbps).

¿Cómo se realizan las redes de comunicación industrial?

Las comunicaciones entre dispositivos se realizan mediante el uso de diferentes protocolos de comunicaciones industriales. Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permite la transferencia e intercambio de datos entre los dispositivos a comunicar.

En las primeras etapas de la introducción de esta tecnología en la industria, la automatización se limitaba al control local de determinadas máquinas o líneas de producción, lo que daba lugar a sistemas automáticos aislados entre sí, que no podían compartir información para optimizar el desarrollo del trabajo a mayor escala.

Por este motivo, el siguiente paso en el camino hacia una industria totalmente automatizada fue interconectar estos sistemas aislados. Este paso ha permitido, además de una gestión más eficiente de los procesos de producción, una mejor disponibilidad de la información de los dispositivos de campo, de forma centralizada a nivel de planta.

La integración de estos sistemas suele realizarse distribuyendo las comunicaciones en varias capas:

- Buses de campo.
- Redes LAN.
- Redes LAN-WAN.

Hoy en día se utilizan muchos protocolos de redes de comunicación industrial, algunos de ellos impulsados por fabricantes específicos, y muchos otros definidos como estándares abiertos.

Niveles de comunicación en una red industrial.

Los sistemas de automatización industrial pueden ser muy complejos y suelen estar estructurados en varios niveles jerárquicos.

Cada uno de estos niveles tiene un nivel de comunicación apropiado, que plantea diferentes exigencias al sistema de comunicación de cada nivel.

Según la jerarquía de los sistemas de automatización y control industrial, el flujo de datos e información se establece en dirección horizontal y vertical.

La comunicación inalámbrica es más fiable desde diferentes puntos de vista, sobre todo desde el punto de vista de los costes y del espacio, ya que es posible desplazar las máquinas y realizar una optimización de los costes al disponerlas de forma que se reduzcan los desplazamientos (economía de movimiento).

Además, cada uno de los enlaces puede tener una capacidad diferente que se mide por la tasa de bits máxima proporcionada. La siguiente figura 2.35 muestra los distintos niveles de comunicaciones de red en un sistema de automatización industrial:



Figura 2.35 (Niveles de comunicación de un sistema de automatización industrial)

Los sistemas de redes de comunicación industrial se pueden clasificar en diferentes categorías basadas en la funcionalidad:

- Redes a nivel de campo.
- Redes a nivel de control.
- Redes a nivel de información.

Nivel de Campo.

Como nivel más bajo, este nivel contiene los dispositivos distribuidos, como sensores (entrada) y actuadores (salida), módulos de E/S y unidades de accionamiento de las máquinas / plantas de una empresa de fabricación que se comunican con los sistemas de automatización a través de un sistema de comunicación en tiempo real.

La transmisión de los datos es cíclica y se caracteriza por un ciclo de bus corto. La duración real del ciclo de bus depende de la aplicación. Varía desde la décima de microsegundo hasta cientos de milisegundos.

Aquí, sólo se transmiten unos pocos bytes al mismo tiempo, por ejemplo, para controlar un actuador o para recibir una señal de un sensor.

Sin embargo, al mismo tiempo se producen grandes exigencias en cuanto a la latencia máxima: para poder controlar los procesos de manera correcta, las señales de control deben transmitirse en unos pocos milisegundos.

Profibus DP y Profinet IO cumplen estos criterios y ofrecen las soluciones universales tanto para la automatización de fábricas como para la automatización de procesos.

Nivel de Control.

A nivel de planta, los controladores programables (PLC), se comunican entre sí y con los sistemas informáticos de la oficina técnica o de ingeniería utilizando estándares como Ethernet TCP/IP, Intranet e Internet.

Dentro del nivel de control se encuentran todos los sistemas informáticos de automatización (función) que controlan el proceso.

Los controladores están conectados a los sensores/actuadores del nivel de campo y cada uno controla una parte del sistema. Los controladores también están conectados entre sí y con el nivel superior.

En este nivel, la información se transfiere con un tamaño que va de unos pocos bytes a unos pocos kilobytes. La latencia es de una fracción de segundo.

Este flujo de información requiere paquetes de datos y una serie de protocolos de comunicación. Al igual que Profibus, Profinet, basado en Ethernet, ofrece una solución que está siendo bastante utilizada por las empresas para este fin.

Nivel de Información.

El nivel de información es el nivel superior de una planta o de un sistema de automatización industrial. El controlador del nivel de planta reúne la información de gestión de los niveles de área y gestiona todo el sistema de automatización mediante el Sistema MES y ERP.

El sistema MES está conectado de forma directa con el nivel de control y los datos de producción actuales. En definitiva, hacen un seguimiento de los detalles de los productos y los pedidos en la planta, recopilan las transacciones para informar a los sistemas financieros y de planificación, y envían de forma electrónica los pedidos y las instrucciones de fabricación al personal de la planta.

Por otro lado, el ERP permite recopilar y organizar los datos empresariales a través de un paquete de software integrado. El software ERP contiene aplicaciones que automatizan funciones empresariales como la producción, la cotización de ventas, la contabilidad, etc.

En este nivel, existen redes a gran escala, por ejemplo, las WAN Ethernet para la planificación de la fábrica y el intercambio de información de gestión. Los datos se transfieren desde unos pocos megabytes hasta gigabytes. La latencia es de varios segundos.

La siguiente imagen 2.36 muestra un ejemplo de la disposición jerárquica de las redes de comunicación en un sistema de automatización industrial.

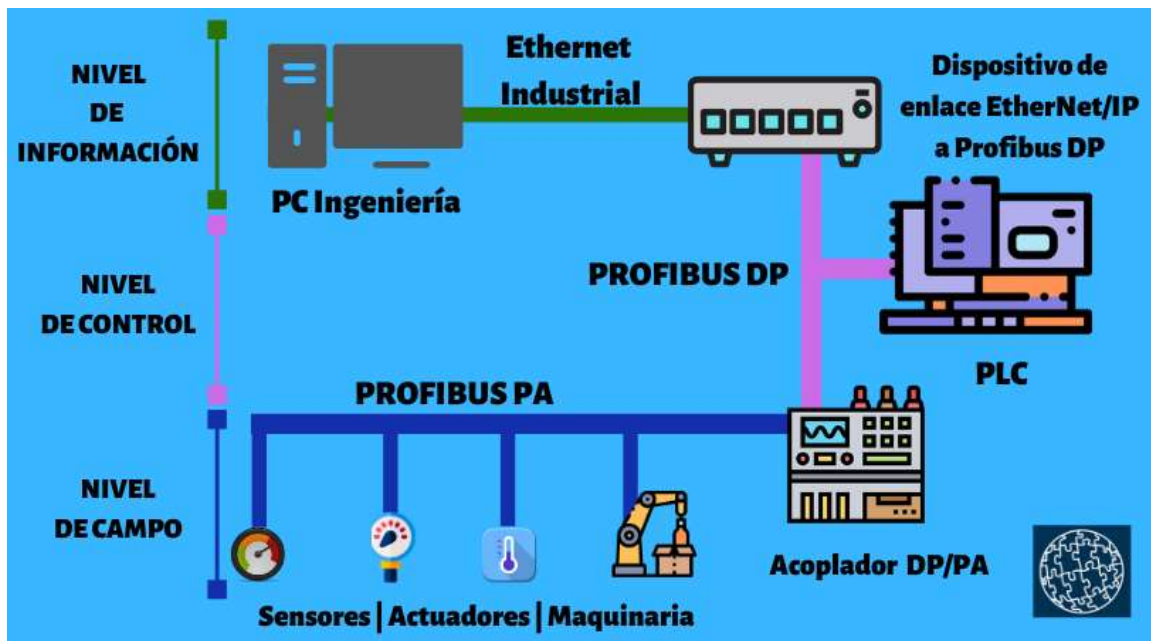


Figura 2.36 (Arquitectura básica de las redes de comunicación industrial)

Tipos de Protocolo en Comunicaciones Industriales.

Un protocolo es un conjunto de normas para la comunicación entre dispositivos en red. Entre los protocolos más comunes utilizados en el ámbito industrial se encuentran:

- Modbus RTU
- EtherNet/IP
- Ethernet TCP/IP
- Modbus TCP/IP
- Profinet
- Profibus

Quizá el protocolo de comunicación industrial más común sea Modbus RTU, desarrollado por Modicon, suele funcionar en una red RS-485.

Este y otros protocolos serie populares son compatibles con una gran variedad de proveedores, y son bastante conocidos por un amplio grupo de profesionales de la automatización.

Pero el rendimiento es limitado, lo que hace que los protocolos serie sean una mala elección para aplicaciones de alta velocidad y otras más exigentes.

Debido al rendimiento y a otras ventajas, Ethernet ha surgido como el estándar dominante para la capa física de muchos protocolos industriales, como EtherNet/IP, Ethernet TCP/IP, Modbus TCP/IP y Profinet.

Utilizando Ethernet, no es demasiado difícil conectar varios dispositivos, como PLC, HMI, E/S de campo y bancos de válvulas.

Además, la comunicación sigue siendo rápida mientras se habla con varios dispositivos distintos en el mismo cable, debido a la altísima velocidad de Ethernet en comparación con las antiguas redes en serie.

Topologías de red industrial.

Una topología de red es una representación gráfica de cómo están conectados los dispositivos entre sí. En pocas palabras, es la disposición de los distintos elementos (enlaces, nodos, etc.) de las redes de comunicación industrial. Es la estructura topológica de una red, y pueden definir tanto el aspecto físico como el lógico de la red.

La topología física se refiere a la colocación de los distintos componentes de la red, incluida la ubicación de los dispositivos y la instalación de los cables, mientras que la topología lógica muestra cómo fluyen los datos dentro de una red, con independencia de su diseño físico.

Tanto la topología lógica como la física pueden ser iguales o diferentes en una misma red y en las redes industriales se dan con mayor frecuencia los siguientes tipos de topologías:

Redes punto a punto.

La conexión más sencilla es una comunicación punto a punto entre dos dispositivos. Por ejemplo, una conexión entre un PLC y un PC.

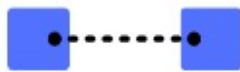


Figura 2.37 (Ilustración de topología punto a punto)

Una de las principales desventajas es que, si un dispositivo tiene que comunicarse con otros dispositivos, hay que establecer una conexión distinta para cada uno de ellos.

Topología de bus.

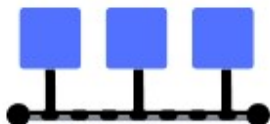


Figura 2.38 (Ilustración de topología tipo bus)

La conexión de dispositivos en serie para formar una topología de línea también se denomina topología de bus. Todos los dispositivos están conectados a un medio de transmisión. Los sistemas de bus de campo clásicos, como Profibus presentan este tipo de topología.

Topología de estrella.

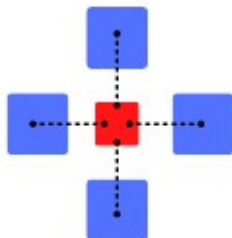


Figura 2.39 (Ilustración de topología en estrella)

Con una topología en estrella, se requiere un componente de distribución que forme el centro de la estrella, en la que todos los nodos están conectados de forma individual al punto de conexión central, como un hub o un switch. Esta topología requiere más cables que, por ejemplo, un bus, pero la ventaja es que, si un cable falla, sólo se cae un nodo.

Topología de árbol.

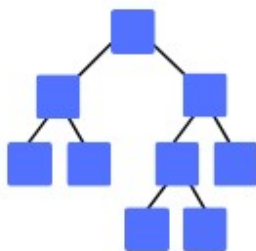


Figura 2.40 (Ilustración de topología de árbol)

Una topología de árbol tiene varios componentes de distribución, en función de su tamaño, por lo que puede considerarse una estrella expandida. Un ejemplo de ello es la típica red ethernet en una oficina que utiliza switches como componente de distribución.

Últimamente los jefes o las empresas que tienen su proceso automatizado están invirtiendo cada vez más en maquinaria con datos optimizados que recibe información unificada de casi todas las áreas para mejorar el rendimiento y la eficiencia de toda la empresa.

Ventajas del uso de redes de comunicación industrial.

Los modernos sistemas de control y de gestión empresarial requieren comunicaciones abiertas y digitales. Las redes de comunicación industrial sustituyen el cableado convencional punto a punto RS-232, RS-485 y 4-20 mA entre los dispositivos de medición y los sistemas de automatización existentes por una red de comunicación bidireccional totalmente digital.

La tecnología de redes industriales ofrece varias mejoras importantes con respecto a los sistemas existentes. Con las redes estándar de la industria, podemos seleccionar el instrumento y el sistema adecuado para el trabajo, con independencia del fabricante del sistema de control.

Otras ventajas significativas de las redes de comunicación industrial son:

- Reducción del cableado: lo que se traduce en menores costes generales de instalación y mantenimiento.
- Dispositivos inteligentes: que permiten un mayor rendimiento y una mayor funcionalidad, como el diagnóstico avanzado.
- Control distribuido: con dispositivos inteligentes que proporcionan la flexibilidad de aplicar el control de forma centralizada o distribuida para mejorar el rendimiento y la fiabilidad.
- Cableado simplificado de una nueva instalación: lo que se traduce en menos planos y en una reducción general de los costes de ingeniería del sistema de control.
- Reducción de los costes de instalación del cableado, de las cajas de derivación y de las cajas de conexión.

Profibus.

PROFIBUS es un estándar de red digital de campo abierto (bus de campo) que se encarga de la comunicación entre los sensores de campo y el sistema de control o los controladores. Es importante conocer que PROFIBUS son las siglas de Process Field Bus.

La primera idea durante su desarrollo fue la de implementar soluciones PROFIBUS en industrias de automatización de fábricas, luego en industrias de procesos, fabricación, etc. Esta red de comunicación es adecuada tanto para aplicaciones rápidas y sensibles como para tareas de comunicación complejas.

En todo el mundo, los usuarios pueden utilizar como referencia un protocolo estándar internacional, cuyo desarrollo tiene como objetivo reducir los costes, ganar flexibilidad, confianza, orientación al futuro, adaptarse a las más variadas aplicaciones, Inter funcionalidad y múltiples proveedores.

Características de PROFIBUS.

La posibilidad de comunicación entre los dispositivos y el uso de mecanismos estandarizados, abiertos y flexibles son componentes esenciales del concepto de automatización actual. La comunicación se expande rápidamente en la dirección horizontal a nivel de campo, así como en la dirección vertical integrando todos los niveles jerárquicos de un sistema de automatización.

De acuerdo con las características de la aplicación y el coste máximo a alcanzar, una combinación gradual de diferentes sistemas de redes de comunicación industrial como Ethernet Industrial, PROFIBUS y AS-Interface son las condiciones de red abierta ideales para los procesos industriales.

En cuanto a los actuadores/sensores, el AS-Interface es el sistema de comunicación de datos perfecto, ya que las señales de datos binarias se transmiten a través de un bus de datos extremadamente sencillo y de bajo coste, junto con la fuente de alimentación de 24Vdc necesaria para alimentar dichos sensores y actuadores.

Otra característica importante es que los datos se transmiten en ciclos, de forma muy eficiente y rápida. A nivel de campo, los periféricos distribuidos, como módulos de E/S, transductores, accionamientos, válvulas y paneles de operación funcionan en los sistemas de automatización, a través de un eficiente sistema de comunicación en tiempo real, el PROFIBUS DP o PA.

La transmisión de datos de proceso se realiza en ciclos, mientras que las alarmas, los parámetros y los diagnósticos se transmiten sólo cuando es necesario, de forma no cíclica.

En lo que respecta a las células, los controladores programables como los PLC y los ordenadores de ingeniería necesitan comunicarse entre sí, por lo tanto, requieren que se transfiera un gran paquete de datos en varias y potentes funciones de comunicación.

Además, la integración eficiente en los sistemas de comunicación corporativos existentes, como Intranet, Internet y Ethernet es absolutamente obligatoria. Esta necesidad se satisface mediante el protocolo PROFINET. La revolución de la comunicación industrial en la tecnología juega un papel fundamental en la optimización de los sistemas de proceso y ha hecho una valiosa contribución para mejorar el uso de los recursos de forma simple como se muestra en la figura 2.41.

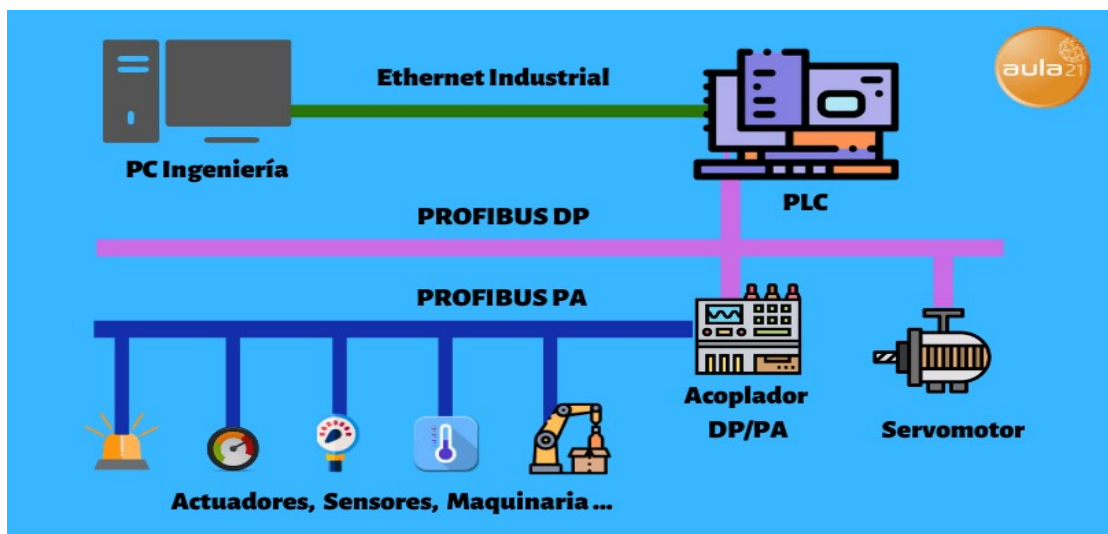


Figura 2.41 (Diagrama Básico de una red PROFIBUS)

Tipos de PROFIBUS.

En un principio, el grupo de trabajo desarrolló PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification). Se trataba de un protocolo complejo que ya no se utiliza en la actualidad. Después, trabajaron para crear el protocolo PROFIBUS DP (Periféricos Descentralizados) y en 1998 se lanzó PROFIBUS PA (Automatización de Procesos).

PROFIBUS, en su arquitectura, se divide en tres tipos principales:

- PROFIBUS FMS.

Esta variante soporta la comunicación entre sistemas de automatización, además del intercambio de datos entre equipos inteligentes, generalmente utilizados en el nivel de control. Recientemente, como su función principal es la comunicación entre equipos, está siendo sustituida por el protocolo Ethernet Industrial.

- PROFIBUS DP.

Es la solución de alta velocidad. Fue desarrollado específicamente para la comunicación entre los sistemas de automatización y los equipos descentralizados. Es aplicable en sistemas de control donde se enfatiza el acceso a dispositivos distribuidos de E/S y sustituye a los sistemas convencionales de 4 a 20 mA, HART o en transmisiones de 24 voltios y también utiliza la interfaz estándar de la capa física de comunicación RS-485 o fibra óptica. Requiere menos de dos minutos para transmitir 1 Kbyte de E/S y se utiliza principalmente en sistemas de automatización industrial.

- PROFIBUS PA.

Cumple con los requisitos de la automatización industrial, donde los sistemas de automatización y los sistemas de control de procesos se conectan con los equipos de campo, como transmisores de presión y temperatura, convertidores, posicionadores, etc. También puede sustituir el estándar de 4 a 20 mA, la transmisión de información confiable, manejo de estados variables, sistemas de seguridad de fallas, y la característica de equipo de autodiagnóstico, medición con alta resolución, integración con control de alta velocidad, etc.

El cable de par trenzado se utiliza como fuente de alimentación y comunicación de datos para cada equipo, lo que facilita la instalación y reduce el coste del hardware, lo que se traduce en un menor tiempo de puesta en marcha, un mantenimiento sin problemas, un bajo coste de software de ingeniería y un funcionamiento altamente fiable.

Variadores.

Un variador de frecuencia es un dispositivo electrónico de precisión, específicamente diseñado y utilizado para controlar la velocidad de los motores de inducción monofásicos y trifásicos de Corriente Alterna (CA) sin afectar el consumo eléctrico, par motor, impedancia, flujo magnético, etc. del motor.

Los variadores de frecuencia son una herramienta esencial en muchas operaciones industriales al proporcionar una serie de ventajas que reducen el tiempo y los recursos necesarios para realizar las operaciones, aumentar la seguridad de los equipos y los técnicos de esta, reducir los costes eléctricos y prolongar la vida útil de los motores, también tiene la capacidad de controlar la aceleración y la desaceleración del motor durante el arranque o la parada, respectivamente el variador está integrado en una interfaz de operador para recibir los comandos de control de velocidad requeridos.

Estas unidades de frecuencia variable son un tipo de controlador de motor que acciona un motor eléctrico variando la frecuencia y el voltaje suministrado al motor eléctrico.

La frecuencia (o Hertz) está directamente relacionada con la velocidad del motor (RPM). En otras palabras, cuanto más rápida sea la frecuencia, más rápido irán las RPM. Si una aplicación no requiere que un motor eléctrico funcione a toda velocidad, el variador puede utilizarse para reducir la frecuencia y el voltaje para cumplir con los requisitos de carga del motor eléctrico.

Cómo funciona un variador de frecuencia.

El circuito electrónico de un variador de frecuencia se divide discretamente en tres etapas principales, un convertidor de entrada – etapa rectificadora de puente -, un bus de Corriente Continua (CC) – etapa de filtro – y un inversor de salida que utiliza microcontroladores y transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) aplicado en la figura 2.42.

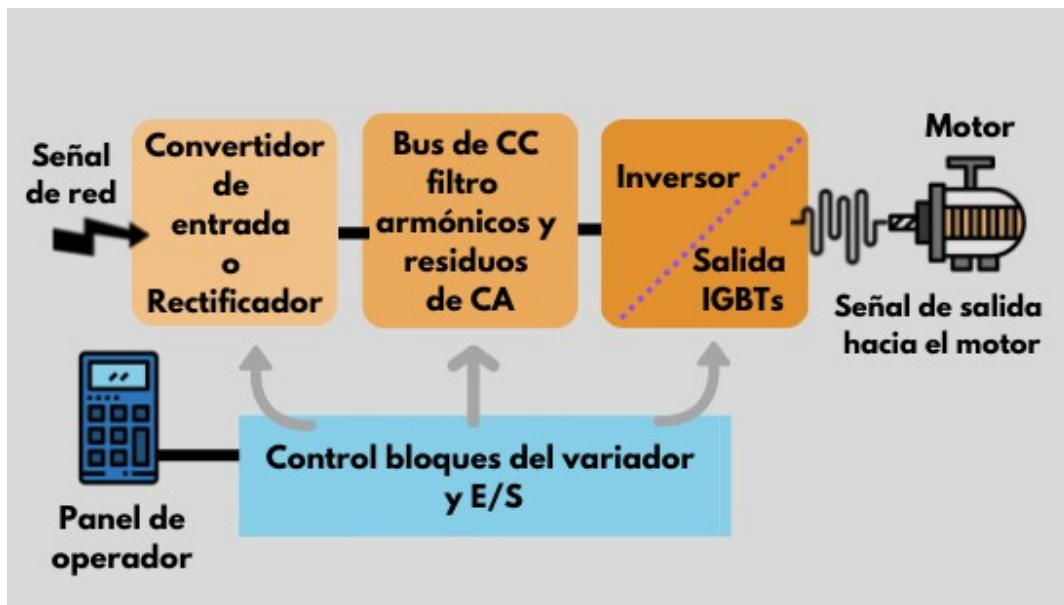


Figura 2.42 (Funcionamiento de un variador de frecuencia)

Cómo funciona cada etapa del Variador de Frecuencia:

- **Convertidor de entrada:** Esta etapa consiste en diodos de alta potencia dispuestos en una configuración de puente regular. La red de CA que se aplica aquí se rectifica y se convierte en CC. Pero esta CC no está exenta de componentes de CA y armónicos residuales. Requiere un mayor filtrado.
- **Bus de CC:** Aquí la CC rectificada se extrae y filtra de los armónicos sobrantes y de los residuos de CA, utilizando inductores y condensadores. Esta etapa ayuda a hacer que la salida a los motores sea totalmente libre de ondulaciones e ideal para motores de CA.
- **Inversor:** Como su nombre indica, esta etapa convierte la CC del bus *de CC* de vuelta a la CA, pero de una manera muy especial que forma el corazón o más bien el cerebro del circuito.
- **Salida:** El comando de la etapa anterior (ICs de microcontrolador) se envía a la salida IGBTs (transistores bipolares de puerta aislada) que conmuta la tensión recibida del bus de CC en pasos estrechos y cortados (muy similar al principio utilizado en los Dimmer Switches). Para ello, los circuitos integrados emplean la tecnología PWM y convierten la corriente continua en ondas sinusoidales.

Características principales de un variador de frecuencia.

De forma breve, un variador de frecuencia tiene las siguientes características importantes:

- Protección contra sobreintensidades, especialmente útil en el control de motores de alta inercia.
- El par constante asegura una gama más amplia de control de la velocidad, lo que permite un control eficiente de la energía en toda la gama.
- Actúa como una barrera entre todas las perturbaciones de voltaje de entrada como armónicos, ondulaciones, caídas, sobretensiones, etc., y las obstruye para que no entren en el motor.

Ventajas de los variadores de frecuencia.

Estas son algunas razones por las que los variadores de frecuencia son un componente necesario en el control de motores en los sistemas de producción industrial:

- Ahorrar energía y mejorar la eficiencia del sistema.
- Convertir la potencia en aplicaciones de hibridación.
- Adaptar la velocidad de la unidad a los requisitos del proceso.
- Adaptar el par o la potencia de un accionamiento a los requisitos del proceso.
- Mejorar el ambiente de trabajo.
- Menores niveles de ruido, por ejemplo, de ventiladores y bombas.
- Reducir el estrés mecánico en las máquinas para prolongar su vida útil.
- Disminuir el consumo máximo de la red eléctrica para evitar los precios de demanda máxima.
- Reducir el tamaño del motor requerido.
- Capacidades de diagnóstico y de red para controlar mejor el rendimiento y aumentar la productividad.

Por lo tanto, el ahorro de energía, el control inteligente del motor y la reducción de la corriente de pico son tres grandes razones para elegir un variador de frecuencia como controlador en cada sistema accionado por motor.

OID.

OID es un identificador único que se asigna a cada objeto digital, incluidas personas, organizaciones, dispositivos y aplicaciones. Es un componente fundamental de los sistemas de identificación digital y desempeña un papel crucial para garantizar la autenticidad y la integridad de los objetos digitales.

Ya sea para acceder a servicios en línea, realizar pagos o verificar su identidad, la identificación digital es crucial para realizar una variedad de actividades. Sin embargo, con la creciente dependencia de la identificación digital, la necesidad de un sistema estandarizado para identificar objetos digitales se ha vuelto más apremiante. Aquí es donde entra en juego el concepto de Identificador de Objeto (OID).

A continuación, se ofrecen algunas ideas sobre la importancia del OID en la identificación digital:

1. OID proporciona un identificador único a nivel mundial para objetos digitales: Uno de los principales beneficios de OID es que proporciona un identificador único a nivel mundial para cada objeto digital. Esto significa que no hay dos objetos digitales que puedan tener el mismo OID, lo que facilita la gestión y el seguimiento de objetos digitales en diferentes sistemas y redes.
2. OID permite la interoperabilidad entre diferentes sistemas: Otro beneficio clave de OID es que permite la interoperabilidad entre diferentes sistemas. Al utilizar un sistema OID estandarizado, los objetos digitales se pueden intercambiar y compartir fácilmente entre diferentes sistemas, sin la necesidad de complejos mecanismos de traducción y mapeo.
3. OID admite autenticación y autorización: OID desempeña un papel fundamental en el soporte de autenticación y autorización en sistemas de identificación digital. Al asignar OID únicos a objetos digitales, resulta más fácil verificar la identidad de los usuarios y otorgar o restringir el acceso a diferentes recursos según sus funciones y permisos.
4. OID permite la trazabilidad y auditabilidad: OID también permite la trazabilidad y auditabilidad de objetos digitales. Al asignar OID únicos a cada objeto digital y realizar un

seguimiento de su uso y acceso, resulta más fácil rastrear y auditar las actividades de los usuarios y los sistemas.

Como funciona una OID

Un OID funciona proporcionando un identificador único para cada objeto en una jerarquía de nombres. El OID se asigna a cada objeto de la jerarquía y se utiliza para identificar el objeto y sus atributos. Cuando dos objetos tienen el mismo OID, se considera que son el mismo objeto. Esto permite que los objetos se identifiquen de forma única en diferentes sistemas y aplicaciones.

¿Cómo se asignan los OID?

Los OID los asigna una autoridad central, como la Organización Internacional de Normalización (ISO). La autoridad central asigna un OID raíz, que luego se utiliza para crear una jerarquía de sub-OID. A cada organización que utiliza OID se le asigna una subrama única de la jerarquía, que puede utilizar para identificar sus objetos.

¿Cuáles son las alternativas a los OID?

Existen varias alternativas a los OID, incluidos los GUID (identificadores únicos globales) y los URI (identificadores uniformes de recursos). Los GUID son similares a los OID en que proporcionan un identificador único para los objetos, pero normalmente se representan como una cadena de letras y números. Los URI se utilizan para identificar recursos en Internet, como páginas web y archivos.

Los OID son una parte fundamental de la identificación digital y proporcionan una forma estandarizada y reconocida globalmente de identificar objetos en una jerarquía de nombres. Se utilizan comúnmente en la gestión de redes y en certificados digitales, donde se utilizan para identificar dispositivos de red y aplicaciones de software. Si bien existen alternativas a los OID, siguen siendo el método más utilizado y reconocido para la identificación de objetos.

Capítulo 3 Metodología

En este apartado desglosare las actividades que son básicas y esenciales para el plan de trabajo con el proyecto Eliot, es necesario hacer una lista donde estipule que tareas puedo empezar para llevar a cabo e implementar las modificaciones en línea de producción en cuanto el sistema SCADA y para ello elaboraremos una estrategia cronogramas de actividades.

Cronograma de actividades

Este cronograma de actividades consiste enumerar las tareas que se van a realizar y así mismo establecer las semanas, días o el tiempo que se tomara para ejecutarse en tiempo y forma.

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Investigación del estado del arte sobre el sistema SCADA dentro de su implementación industrial	P																
	R																
Familiarizarse con la programación de CONCEPT, UNITY L PRO y software de diseño VIJEO	P																
	R																
Tubería y cableado de comunicación MODBUS PLUS y conexión de sensores en planta 3	P																
	R																
Construcción de croquis digitalizado y asignación de etiquetas para sensores	P																
	R																
Diseño de máquinas digitalizadas y enviar las etiquetas desde el PLC al SCADA	P																
	R																
Realizar pruebas	P																
	R																
Análisis sobre los resultados obtenidos	P																
	R																

Figura 3.1 (Cronograma de actividades por realizar)

Las actividades se van a mencionar de acuerdo con la construcción del plan, en dado caso que no estamos familiarizados sobre el tema SCADA y como implementarlo es vital tener este conocimiento para contemplar los factores esenciales, primeramente, el estado del arte sobre los sistemas SCADA consiste en conocer los antecedentes, historia, características, ventajas, desventajas entre otras. En cuanto los programas o softwares es opcional tener experiencia en ellos sin embargo no hay problema si no hay conocimiento de cómo usarlos ya que con ayuda de los manuales podemos entender el funcionamiento del software, por el otro lado, la instalación y colocación de tubería y cableado será el medio en donde serán transportado los datos y con el propósito de comunicar.

Técnicamente dentro del cronograma de actividades tiene mucha relevancia ya que será como una guía del proceso que se aplicara dentro de un área y las tareas tienen que ser esenciales para no olvidar algún paso importante y estarán presentes hasta concluir el desarrollo de la

implementación.

Desarrollo de actividades.

Principalmente el desarrollo de las actividades se lleva a cabo una vez que la planificación una vez que ya este establecida y con esto tendremos conocimiento sobre cómo será el desarrollo de estas tareas, que áreas serán modificadas al momento de intervenir dentro de la empresa siempre cumpliendo con supervisión, calidad y seguridad respecto cuando se lleven a la práctica dentro del entorno del trabajo.

Una vez que tengamos la lista de las actividades es hora de mencionar el plan de trabajo el cual consiste una serie de pasos para efectuarlos con éxito, primeramente al iniciar es necesario tomar un curso de inducción para observar cómo podemos adaptarnos al nuevo entorno de trabajo, después es necesario tomar en cuenta la materia prima o los materiales respecto a la tubería, cableado, sensores y el desarrollo del plan, sobre todo las herramientas que son requeridas para las tareas encomendadas, aprender a usar algunos softwares que están involucrados en el proceso, autodidactismo ante la instalación de nuevos sensores y como comunicarlos para que el sistema SCADA obtenga los valores deseados.

Curso de inducción.

Se inicia con el protocolo de inducción para poder llevar a cabo las residencias profesionales dentro de la empresa así solicitando documentos y trámites necesarios para poder empezar a realizar actividades dentro de la fábrica, después hay una breve introducción sobre como es el proceso de fabricación del producto que se elabora en los procesos así mismo dando un recorrido de las diferentes áreas para saberse mover y realizar las tareas encomendadas que posteriormente se asignaran, el taller de mantenimiento se especializa en aplicar los tipos de mantenimientos que sufren los diferentes componentes de línea o maquinas que contribuyen al proceso, se me asigno la tarea de realizar trabajos mecánicos y eléctricos como:

- Mantenimiento de motores (Sustitución de rodamientos, flecha, etc.).
- Calibración de frenos de motor.
- Chequeo de conexiones eléctricas y sensores de proximidad.
- Jornada de mantenimientos preventivos cada semana.

- Limpieza de tableros.
- Reemplazo de componentes neumáticos dañados.
- Reemplazo de bandas y engranes dañados.

De acuerdo con las actividades es necesario llenar un formato semanal el cual es un reporte de trabajo de la empresa donde lo llenamos con la información de las tareas realizadas dentro de la fábrica, el objetivo de este reporte es para mantener informado a la jefatura y tener un control en cuanto las acciones respecto a las áreas.

Por el otro lado, sobre los proyectos que se tienen planeado implementar dentro de la empresa, se presentaron varias propuestas para poder llevar a cabo como: armado de un gabinete con esquema eléctrico, construcción de un soporte adaptado para sensores de proximidad en vagones o migración de programación y reemplazo de PLC's sin embargo el proyecto de preferencia es el proyecto Elliot el cual se refiere la implementación de sistema SCADA para lectura de unidades de medición de consumo de dispositivos, básicamente consiste en obtención, monitoreo y control de datos de las variables establecidas en el sistema.

Planeación del proyecto SCADA.

Una vez que se nos encomendó el proyecto para aplicarlo en el proceso de fabricación era momento de estructurar las actividades por pasos sin embargo el proyecto abarca las 3 plantas por lo cual es necesario intervenir con el proceso desde donde comienza hasta donde termina y las áreas que serán modificadas son:

- | | | |
|----------------|----------------|---------------|
| • Preparación. | • Secadero. | • Horno. |
| • Extruido. | • Descargador. | • Desapilado. |
| • Corte. | • Apilado. | |
| • Cargador. | • Pre-Horno. | |

Dentro de las áreas ya antes mencionadas consistirá la lectura de recursos y medición que utiliza la fábrica como: consumos de energía eléctrica para maquinas, consumo de gas LP para procesos térmicos y también se medirá el vacío del área del extruido, primeramente, nos concentramos en una sola planta para así tener un avance y posteriormente aplicar las

modificaciones hacia las otras plantas restantes.

Lo más difícil es comenzar sin tener un plan de trabajo por ende tuvimos que indagar sobre algunos puntos esenciales para tener una idea más aterrizada y podamos comprender como haremos las modificaciones por lo cual teníamos que ser autodidactas buscando más conocimientos sobre el concepto, las características, las ventajas, las desventajas y sobre todo las bases para aplicar un sistema SCADA dentro de un proceso industrial y gracias con la ayuda de las fuentes de información y algunos docentes dentro de la empresa y fuera tuvimos el conocimiento sobre temas que carecíamos referidos al sistema SCADA.

La planeación de trabajo para llevar a cabo las modificaciones consistirá en adquirir los materiales y dispositivos que se van a instalar, el uso de softwares para tener una comunicación o una interfaz con máquina – sensor – SCADA que aquí mismo se llevara a cabo la programación del proceso para la adquisición de datos, editor de páginas o proyectos SCADA y sobre todo los diseños estéticos de los dispositivos y/o maquinas que se tienen que ver reflejados dentro del sistema SCADA de la primera planta que se trabajara con las modificaciones.

Materiales por utilizar.

Es necesario hacer un segundo recorrido pero solo en una planta ya que se tiene que identificar los sitios específicos en donde se van a implementar los cambios y se van a trabajar, así mismo se nos presentó un trabajo extra el cual es medir ciertas distancias especificas ya que es necesario poner cable de un sitio a otro para la comunicación de las lecturas de consumo y también un recubrimiento que sería el tubo que ayudara a proteger al cable así que en un documento elaboramos una requisición de material.

Descripción	Cantidad
Abrazaderas para tubería de 1"	120 pz
Cable de control 3 pines	300 mtrs
Cable de control 3 pines con recubrimiento	120 mtrs
Cable de control 5 pines	450 mtrs
Cinchos de seguridad	50 pz
Conector 1"	80 pz
Conector para manguera 1"	40 pz
Cople liso de 1"	70 pz
Manguera licuatite 1"	40 mts
Pijas autotaladrantes	240 pz
Sensor de presión	4 pz
Sensor para cuantometro	3 pz
Tarjetas de entradas analogicas AAI	26 pz
Transformadores tipo dona	24 pz
Tubería Galvanizada de 1"	60 pz

Figura 3.2 (Tabla de material necesario para el proyecto)

En este documento como se muestra en la figura 3.2 especificamos las medidas totales a utilizar de cable, tubería, sensores, tarjetas y otros dispositivos que requerimos para llevar a cabo el trabajo, usualmente no plasmamos las medidas exactas de cable y tubería ya que podríamos utilizar más de cable y tubería para la instalación de los dispositivos, la tubería viene 3 metros por cada tramo o unidad así que tuvimos que interpretar los metros de tubería que

necesitamos a unidades por 3 metros, en cuanto el cable redondeamos los valores para poner una tolerancia de 5 metros por cada tramo que se instalará posteriormente, tuvimos que recurrir al apoyo de los asesores externos e internos para recabar correctamente la información de los materiales que se necesitan o se requieren, una vez que se obtuvo el documento con la información correcta se entregó a las autoridades correspondientes y verificar los materiales si podrían ser adquiridos para el proyecto e instalarlos que al final fue aceptado y nos dieron luz verde ante la propuesta de requisición del material, mientras esperábamos la entrega de los materiales aprovechamos hacer otras actividades como familiarizarse con los softwares a utilizar y las actividades de rutina que se hacen dentro de la empresa.

Preliminar de softwares.

Básicamente es una introducción de los software que se ocuparan durante el desarrollo del proyecto y es fundamental saber utilizarlo ya que son las bases de comunicación entre máquina – dispositivo – interfaz, aquí fue algo de autodidactismo por parte nuestra ya que tuvimos que recurrir con los manuales de los programas, los manuales suelen ser muy completos y extensos sin embargo nos concentramos en las funciones básicas del programa para comprender el desempeño y que funciones trae cada uno, los programas que se utilizaran

son:

- Vijeo CitectSCADA.
- Concept.

Vijeo CitectSCADA.

El software de Vijeo CitectSCADA básicamente es un software que permite controlar y monitorear, un proceso industrial, este software se instala en una computadora el cual puede conectarse a redes de comunicación para adquirir información de los procesos industriales y enviar de igual manera información hacia el proceso específico. El SCADA principalmente establece una comunicación con dispositivos inteligentes de campo como PLC's controladores de válvulas, sistemas de tele medición, controladores de flujo o cualquier tipo de dispositivos que conformen el proceso industrial.

Vijeo Citect ofrece conectividad, base de datos en tiempo real lo cuales una importante funcionalidad como un sistema SCADA y puede cumplir tareas como generar estadísticas de control de procesos, graficas, alarmas, históricos, manejo de bases de datos, escalabilidad entre otros.

En cuanto se integran otros dispositivos que no son del mismo proveedor del software tiene protocolos de comunicación compatibles que permiten la compatibilidad de los dispositivos inteligente como: Telemecanique, Profibus, IBM, ABB, Schneider-Electric, Yaskawa, Siemens, entre otros muchos. Así mismo el software cuenta con aplicaciones de supervisión tales como el control estadístico del proceso o la integración con bases de datos de otros proyectos, es decir, ejecutar un proyecto de otro sistema SCADA conservando el tamaño de la base de datos, tiempo real accesible y del número de variables de entrada y salida del proceso del proyecto implementado, por implementar o exportado.

Vijeo Citect es un SCADA tiene la función de que existan muchos usuarios dentro del sistema, este se compone de una estructura Cliente-Servidor, cuyas funcionalidades se mantienen por separado. El cliente proporciona al usuario la interfaz mientras que el servidor recoge la información del proceso y la envía hacia una base de datos, además cuentan con otras funciones relacionadas al cliente/ Servidor como viceversa.

Algunas características que ofrece este tipo de software son:

- Desarrollo y mantenimiento centralizado.
- La información podrá ser almacenada y distribuida hacia cualquier área.
- Las modificaciones serán automáticamente actualizadas en todas las áreas.
- Fácil integración con sistemas de administración de información y manufactura ERP/MES.
- Se puede configurar como un SCADA individual MMI uniendo cliente y servidor en una computadora, pero depende de las necesidades del proyecto.

Concept.

Concept es la herramienta de proyecto base para la programación unitaria compatible con dispositivos basados en comunicación de Quantum, Compact, Momentum y Atrium.

Existe una función de comunicación que se puede realizar tanto online, es decir, en unión con el PLC y como también de modo local o únicamente con el PC. El software es bastante amistoso con la interfaz con el usuario y así mismo el programa va proponiendo únicamente las combinaciones permitidas dentro de una programación de un dispositivos y de esta forma, se evita con toda seguridad una aglomeración de errores al momento de programar y esto sucede cuando el software no está en línea u online con el PLC mientras que durante el funcionamiento online este comprueba inmediatamente la plausibilidad del equipo proyectado y se rechazan las entradas erróneas.

Una vez que el enlace del terminal de programación que sería un dispositivo de cómputo o PC se establece con el PLC, tiene lugar una comprobación de la plausibilidad de los valores proyectados como el editor de variables, con los recursos del equipo y si es necesario podría aparecer un aviso o alarma de error en dado caso tengamos uno después de que se haya concretado la conexión online del PC al PLC.

En cuanto la programación existe algunos elementos básicos de los lenguajes de programación tipo CEI como:

- FBD (Function Block Diagram).
- LD (Ladder).
- SFC (Sequential Function Chart).
- ST (Structured text).
- IL (Instruction list).

Estas son Funciones y bloques de funciones, que de forma en conjunto nos dan como resultado unidades lógicas. Concept contiene distintas Bibliotecas de módulos con funciones / bloques de funciones elementales llamados EFB predefinidos.

El Editor FBD es una función básica que se va a ocupar para llevar a cabo cualquier tipo de proyecto relacionado a un sistema SCADA ya que posibilita la programación gráfica del plan de funciones de los dispositivos establecidos.

Las funciones fundamentales del programa concept son los bloques de función elementales EFB y los bloques de función derivados DFB ya que conforman las señales de variables gracias al plan de funciones en secciones FBD. El tamaño de una sección FBD es de 23 filas y 30 columnas aproximadamente.

Los EFB están conformados por un número fijo o variable de variables de entrada y se pueden ubicar dentro de las secciones y para localizar más fácilmente los EFB, todos los EFB se encuentran divididos en diferentes grupos en bibliotecas orientadas a las funciones y a las aplicaciones así que por ende no es tan difícil relacionarse con la interfaz al momento de seleccionar un EFB de una biblioteca que se acomode a tu necesidad.

Con el Editor de variables se agregan, declaran y se comentan todos los nombres característicos de las señales sobre las variables solicitadas, los nombres característicos son para identificar rápido la variable por lo cual se puede asignar como te plazca, aunque dentro del programa Concept únicamente pueden emplearse variables declaradas anteriormente agregadas.

A cada uno de los nombres característicos de señales debe asignarse un tipo de datos en dado caso si se asigna a estas variables una dirección de referencia, se obtienen Variables located es decir si una variable que no tiene dirección de referencia se denominan como Variables unlocated, la dirección de referencia consiste en las direcciones disponibles que te proporciona el PLC. A cada variable podemos asignar algún un valor inicial y este valor será

transferido al PLC cuando se realice la primera carga y conexión online a este dispositivo.

A las variables se le pueden asignar diferentes tipos de datos como: BOOL, WORD, REAL, UNIT, entre otros, de acuerdo con los requerimientos de la programación solo se pueden agrupar tipos de datos iguales en forma de ARRAY, así como también tipos de datos diferentes en forma de STRUCT. Dentro del programa Concept se encuentra ya contenido un número de tipos de datos derivados que se pueden emplear, algunos ejemplos serian:

- En los DFB o en los EFB aparecen DDT sólo como una conexión.
- En FBD únicamente es necesaria una entrada de variable en el bloque. Por esta razón se recomienda establecer como DDT los grupos de tipos de datos elementales que se repiten frecuentemente y de esta forma mejorar la organización general de la programación.

Colocación de tubería y cable.

Un desafío que nos presentamos referido a la colocación de tubería y cable fue que sitios serán modificados ya que al determinar el lugar se puede presentar lugares inaccesibles para instalar los dispositivos y/o tuberías así que con ayuda del asesor definimos las rutas en las que podrían ser viables para colocar la tubería y el cable así sin obstaculizar y/o cambiar objetos o estructuras como canaletas, otros cables y por supuesto tener el cuenta que no se debe de invadir el paso de movilidad, la mayoría del trabajo se realiza en las alturas el cual se puede llevar a cabo con escaleras pero con mayor seguridad es mejor una plataforma articulada llamada Genie.

La colocación de tubería es requerida para proteger la integridad del cable de factores ambientales en el que se podría encontrar si se encuentra expuesto con esto lograremos extender la esperanza de vida del cable sin embargo este cable es de comunicación de un PLC hacia un dispositivo y transportar los datos de una área del proceso hacia el sistema SCADA, el tubo que fue instalado es Conduit de una pulgada de medida de material de acero galvanizado (como se muestra en la figura 3.4) el cual sirve mucho para aislar el cable así que por ende requerimos de sus complementos como coples, LB, LR, conector liso, abrazaderas, mangueras licuatite con sus conectores de la misma medida mientras que el

cable en la figura 3.3 que fue adquirido son de 3 tipos:

- Cable de control de 3 pines con recubrimiento.
- Cable de control de 3 pines sin recubrimiento.
- Cable de comunicación de 5 pines con recubrimiento.



Figura 3.4 (Tubería tipo Conduit de 1")



Figura 3.3 (Carretes de cable de control)

El cable de comunicación de 5 pines con recubrimiento que se solicitó estará colocado dentro de la tubería ya que este se va a encargar de transportar los datos que este recabando el PLC sin embargo es importante que el cable llevara dos puertos de tipo RS232 de 9 pines de entrada tipo macho y hembra, de un extremo al otro serán instalados con estaño para lograr una mejor efectividad de conexión como en la figura 3.5.

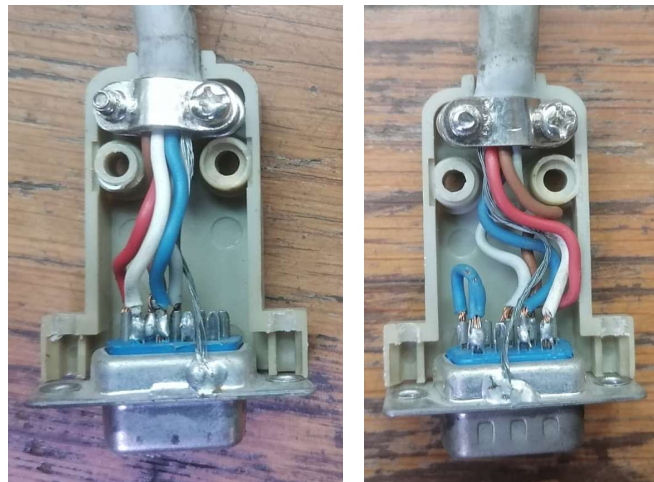


Figura 3.5 (Puerto RS232 macho y hembra para comunicación)

Mientras que el cable de control de 3 pines sin recubrimiento será utilizado para la conexión de sensores en cuanto el cable de control de 3 pines con recubrimiento igual está destinado para los sensores sin embargo por su característica del recubrimiento no tendrá problema si está cerca de un cable de tensión ya que no hará ruido dentro de la comunicación por la característica del cable por ende alguna protección como tubería no es requerida, pero si puede ser opcional para este medio.

De acuerdo a la colocación de tubería y el cableado de comunicación fue un trabajo que se necesito de mucho tiempo, dedicación y esfuerzo físico para lograr la instalación del material, contribuir con el desarrollo del proyecto es fundamental.



Figura 3.6 (Tubería instalada de PLC a PLC)

Anteriormente tener un repetidor o modulo inalámbrico para la adquisición de los datos sin la necesidad de semiconductores y su instalación con tubería pero no se podía implementar ya que el sistema no es lo suficientemente actualizado y compatible con los PLC's y el costo de reemplazar por unos nuevos es elevado, si obtienes mayor beneficio sin embargo sería un retraso más para el proyecto Eliot así que se optó por elegir la opción del cableado y se descartó la posibilidad de una conexión inalámbrica, en la figura 3.6 se muestra un ejemplo que se implemento dentro la planta 3 siguiendo con la normativa NOM-001-SEDE-2012 el cual se refiere a la instalación de tubería para conexión eléctrica o derivados, básicamente el cable esta de un área hacia otra y así hay una mejor comunicación entre sí, se implementó la colocación de tubería y cableado en todas las áreas de línea de producción de cada planta que tiene la fábrica.

Instalación física y digital de tarjetas AAI.

Es necesario comenzar con la colocación las tarjetas analógicas de entradas y esto se debe a que tenemos que tener a un dispositivo que pueda recibir y mandar la información de los procesos, ya se encuentra instalado sin embargo no hay espacio para agregar más variables de los dispositivos y para ello se adquirieron unas tarjetas analógicas de entrada que sean compatibles y de preferencia de la misma proveedora del modelo del PLC con objetivo de ampliar las entradas para los dispositivos o sensores que posteriormente serán instalados.

El modelo de la tarjeta a utilizar es 170AAI14000 como se muestra en la figura 3.7, el cual se refiere a una tarjeta de entrada analógica de 16 entradas, la tarjeta forma parte de la

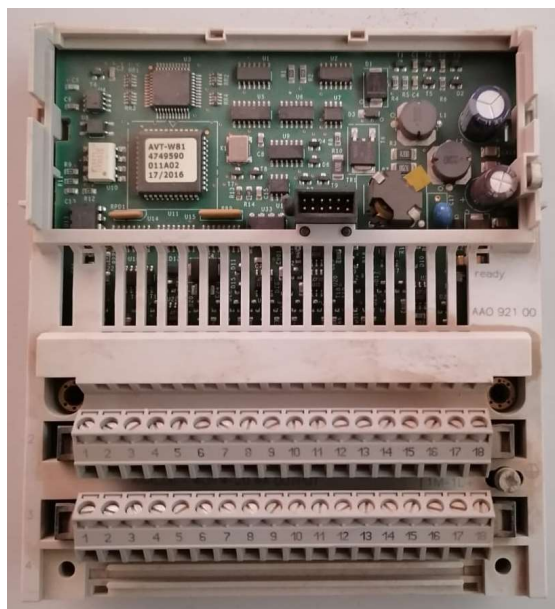


Figura 3.7 (Tarjeta 170AAI14000)

plataforma de automatización llamada Modicon Momentum parte de Schneider Electric, demuestra compatibilidad con la conexión del PLC, trae unos accesorios extras los cuales son los borneros de tornillos, la función de este bloque de terminales consiste en sujetar los cables conectados a los diferentes dispositivos, este accesorio complementa a la tarjeta aceptando rangos de entradas analógicas 4 mA – 20 mA y 0 V – 10 V.

En cuanto la figura 3.8 es un accesorio que complementario de la tarjeta que es fundamental ya que este se encarga de las terminales de comunicación del PLC con entradas tipo RS232, se trata de un adaptador de comunicaciones IB-S tipo Interbus, este complemento va montado sobre la tarjeta en la parte superior.

plataforma de automatización llamada Modicon Momentum parte de Schneider Electric, demuestra compatibilidad con la conexión del PLC, trae unos accesorios extras los cuales son los borneros de tornillos, la función de este bloque de terminales consiste en sujetar los cables conectados a los diferentes dispositivos, este accesorio complementa a la tarjeta aceptando rangos de entradas analógicas 4 mA – 20 mA y 0 V – 10 V.



Figura 3.8 (Adaptador de comunicación para la tarjeta)

Una vez que todos los accesorios hayan sido montados en la tarjeta es hora de alimentar la tarjeta, la tarjeta consta de 16 entradas, pero el bornero de tornillos tiene 18 terminales físicas donde las otras 2 se encargan de la alimentación de energía, la terminal no. 17 es negativo mientras que la terminal no. 18 va el positivo y la fuente de energía tiene que ser de 24 V por el momento es un dispositivo obsoleto ya que no tiene una conexión con el PLC y para ello realizaremos un método de acceso de maestro/esclavo donde el maestro es el PLC o la última tarjeta conectada al PLC y el esclavo es la tarjeta que conectamos recientemente, es decir, soldaremos la entrada de tipo RS232 macho con el cableado de la tubería de los 5 pines y la conectaremos en la entrada disponible de la última tarjeta mientras que el otro extremo del cable es hora de soldar con la entrada RS232 hembra y se conecta a la nueva tarjeta recién alimentada, el datasheet de la conexión con las terminales tipo RS232 son los siguientes:

RS232 Macho (Maestro o repetidor).

- Cable rojo = Pin 1.
- Cable café = Pin 2.
- Cable gris = Pin 3.
- Cable blanco = Pin 6.
- Cable azul = Pin 7.

- Puente con el pin 5 y 9.

RS232 Hembra (Esclavo).

- Cable rojo = Pin 1.
- Cable café = Pin 2.
- Cable gris = Pin 3.
- Cable blanco = Pin 6.
- Cable azul = Pin 7.



Figura 3.9 (Conexión para el cable de comunicación)



Figura 3.10 (Entradas de la tarjeta AAI con el adaptador montado)

Como resultado final tenemos la instalación física de la tarjeta de entradas analógica sin embargo en la tarjeta presenta un led en color rojo lo que significa que no está en línea con el PLC y esto se debe a que aun la tarjeta no está dada de alta en el programa principal del



Figura 3.11 (Conexión de PLC a PLC)

proyecto del PLC como se puede observar en la figura 3.11 y no puede recibir ni mandar información hacia dispositivo maestro, es requerido hacer una modificación al proyecto con ayuda del software Concept.

En cuanto la instalación digital no se requiere de un esfuerzo físico sino de conocimiento con el software concept, empezamos abriendo el programa el cual se encuentra en el menú de inicio del sistema operativo Windows XP, este programa ya estaba instalado con anterioridad. Este programa desplegará una ventana emergente sin contenido por ende necesitamos abrir un proyecto existente en el cual se va a agregar la nueva tarjeta de entradas analógicas, como siguiente paso tenemos que seleccionar el apartado fichero ubicado en la esquina superior izquierda del software, se desplegará un menú de opciones y seleccionamos “abrir...”

Aparecerá una ventana emergente extra donde tenemos que ubicar y seleccionar el proyecto requerido como se muestra en la figura 3.12, cabe destacar que los proyectos son lenguajes de programación que conforman el proceso de una línea de producción en la fábrica, estos programas están contenidos dentro del PLC por eso hay muchos proyectos con diferentes nombres, los programas tienen la extensión “.PRJ” el cual se refiere a un archivo que se utiliza para guardar datos y configuraciones que contiene el proyecto, prácticamente se puede exportar e importar este tipo de archivos.

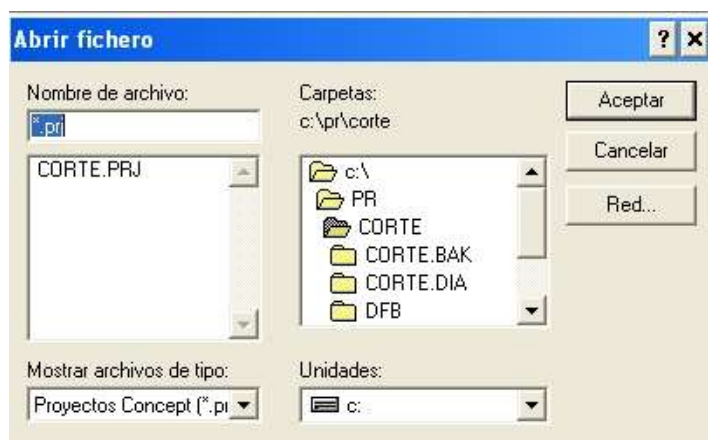


Figura 3.12 (Abrir proyecto existente)

Concept abre los datos y configuraciones del proyecto seleccionado lo cual podemos encontrar diferentes apartados y funciones, el objetivo es dar de alta una tarjeta AAI por ende nos dirigimos a la barra de herramientas superior y seleccionamos la opción “Proyecto” así mismo se desplegará un menú de opciones donde encontramos la función “Configuración del PLC” mostrado en la figura 3.13, este se encargará de abrir nueva ventana emergente donde

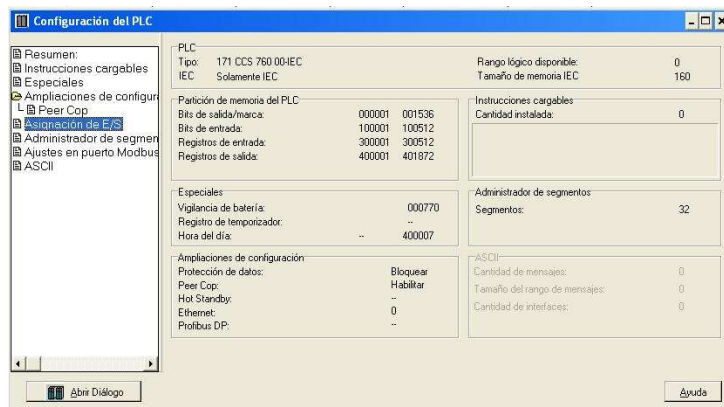


Figura 3.13 (Configuración del PLC)

muestra la información básica del PLC, nos dirigimos a la opción llamada “Asignación de E/S”

La asignacion de E/S se refiere a visualizar , agregar, quitar o modificar diferentes modulos que en este caso

seria la tarjeta de entradas analogicas por ende damos la opcion “...” para agregar un nuevo modulo que se trata de un AAI-140-00, llenamos la informacion como las referencias de entrada, fin de entradas, estas son las direcciones que seran asignadas a la nueva tarjeta y no

pueden ser repetidas con otros modulos ya que estan ocupadas no pueden ser utilizadas, en cuanto los numeros de direccion podemos saber que direccion puede ser por la ultima tarjeta que se dio de alta, contar el ultimo numero de direccion y sumarle 16 ya que la tarjeta cuenta con 16 entradas, en simples terminos seria referencia de entradas 300116 y fin de

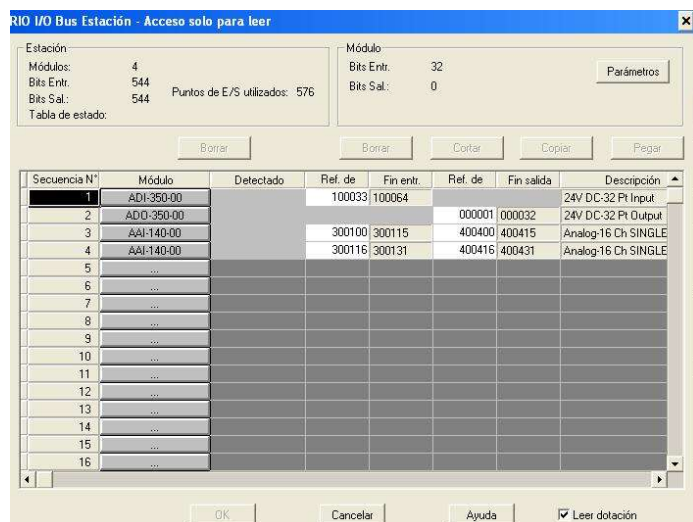


Figura 3.14 (Configuración de AAI)

entradas seria 300131, se cuenta de 300,000 porque se trata de entradas y para el caso de las referencias de salidas y fin de salida es similar a la configuracion de las entradas que son

300,000 las salidas son 400,000, la referencia de salidas es 400116 y fin de de salidas es 400131 como se muestra en la figura 3.14.

En cuanto la descripcion automaticamente es llenada al ingresar el tipo de modulo sin

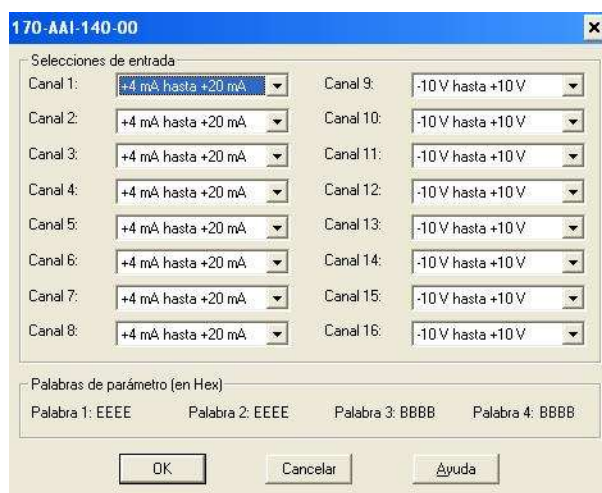


Figura 3.15 (Configuración de las terminales AAI)

tarjeta ya habra sido agregada con éxito y para mantener los cambios al cerrar y abrir el proyecto solo tenemos que guardar el proyecto y concluimos.

Posteriormente conectaremos el software concept con el proyecto que contiene el PLC para verificar si agregamos de manera correcta la nueva tarjeta con la expansion de variable, nos dirigimos a la barra de herramientas superior de concept y hay una opcion con el nombre “Online” lo seleccionamos y se desplegara una seccion de opciones pero solo necesitamos la pimera opcion “Conectar...” esta funcion abrira una ventana emergente donde muestra un menu para conectarse al

PLC, como hay muchos proyectos que conforman la linea de produccion cada proyecto tiene su propio PLC por ende tenemos muchas opciones que elegir sin embargo debemos de

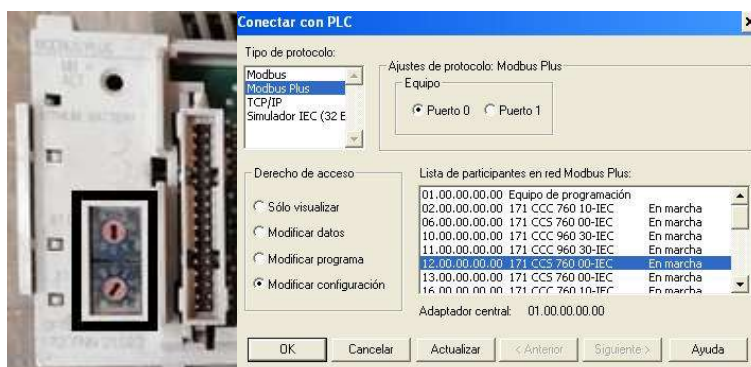


Figura 3.16 (Conexión del PLC)

seleccionar el PLC que se agrego la tarjeta recientemente en el area especifico, el programa

embargo hay un apartado extra el cual tienes que establecer los 16 canales o terminales de la tarjeta agregada ilustrado en la figura 3.15, aquí seleccionas el tipo de alimentacion que estaran conectados los dispositivos a la tarjeta por ende los primeros 8 son de 4 mA – 20 mA y los otros 8 son de - 10v – 10V, una vez que ya hayamos acabado de llenar los apartados seleccionamos la opcion “OK” y la

marca la opción predeterminado sin embargo siempre esta la posibilidad que no sepamos que numero de PLC y no sea el mismo proyecto que tiene el PLC pero si no sabemos el número, siempre en el equipo físico del área marca que numero que esta definido y se encuentra en la parte izquierda superior como se muestra en la figura 3.16, se trata de dos botones giratorios los cuales el primero marca una unidad y el segundo marca decenas, es decir, si el primero esta marcando el numero 4 y el segundo boton marca el numero 2 quiere decir que el número del PLC es el 24, usualmente no hay PLC's del mismo numero dentro de una linea de produccion y si lo hay seria un PLC que trabaja el mismo proyecto pero en diferentes lugares haciendo lo mismo.

Diseño de página dentro de sistema SCADA.

Una vez que ya tengamos el conocimiento necesario sobre el software Vijeo Citect es hora de usarlo ya que este será nuestro editor del sistema SCADA, este programa ya se encuentra instalado por lo cual no es necesario explicar la instalación sino el desarrollo del diseño de la página que se va a crear junto con los diseños estéticos para tener un profesionalismo en cuanto al trabajo o en simples términos buscar la mejor manera sobre como expresar o plasmar los diseños con un procedimiento eficaz, certero y cualitativo, obviamente hay que contemplar los indicativos que serán insertados dentro la página creada.

Como primer paso tenemos que abrir el programa Vijeo Citect que se encuentra en el apartado de inicio del sistema operativo Windows XP, al seleccionar la opción “inicio” se desplegara una opción de los programas mas usados por el sistema operativo y nos dirigimos al mismo tiempo seleccionamos el programa “Vijeo CitectSCADA Explorer” para iniciar el programa como se muestra en la imagen o figura 3.17.

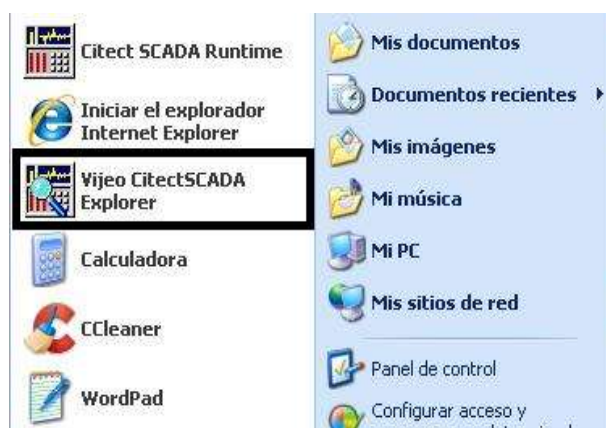


Figura 3.17 (Inicializar Vijeo CitectSCADA)

Al iniciar el programa nos abrira 3 ventanas del mismo programa como se puede observar en la figura 3.18, los cuales son los siguientes:

- Editor grafico de Citect

El editor grafico consiste en crear y/o insertar simbolos, genios, supergenios, textos, consignas, objetos y principalmente diseñar o exportar cualquier tipo de imágenes que nos ayudara a diseño estetico de nuestro sistema SCADA

- Explorador de Citect

El explorador de Citect se encarga de desglosar de manera ordenada todo el contenido del proyecto como paginas, graficos, plantillas, los objetos insertados, basicamente podemos ubicar y observar como esta estructurado el proyecto SCADA y hacer modificacines si es que se requieren

- Editor de proyectos de Citect (Nombre del proyecto)

Esta ventana del programa tiene muchas funciones que complementan a las otras dos ventanas del mismo programa ya antes mencionados, cabe mencionar que en este apartado podemos agregar, modificar o eliminar tags de variables asi como dispositivos de comunicación.

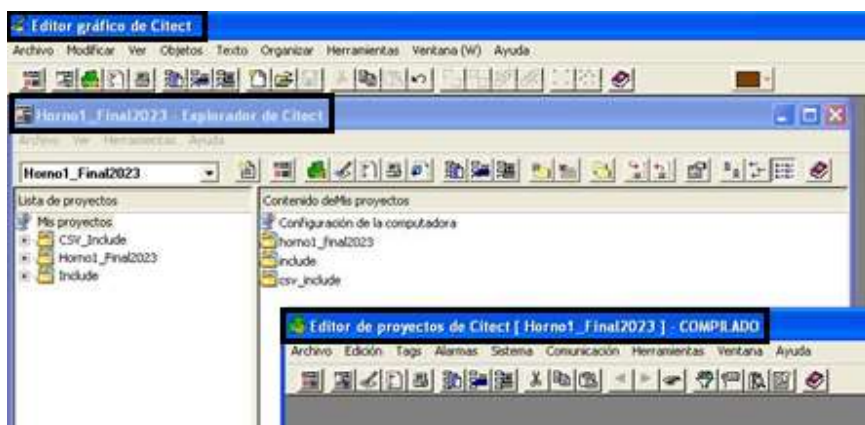
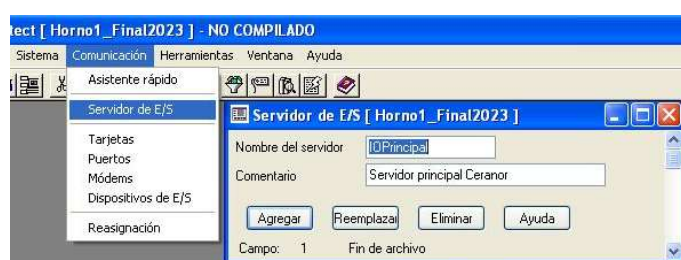


Figura 3.18 (Tres ventanas emergentes)

La problemática momentanea es la adquisicion de datos, con anterioridad instalamos la tarjeta de entrada analogicas en el software concept pero no esta dada de alta en el Vijeo Citect y es requerido hacer una conexión con el servidor E/S y lograr que el sistema SCADA este en sintonia con todos los complementos y factores necesarios para lograr el objetivo principal.

La seccion de barras de herramientas de la ventana editor de proyecto de Citect contiene una opcion llamada “Comunicacion” y este mismo abre un menu seleccionamos “servidor E/S” esta funcion destaca ya que es donde el servidor envia y recibe la informacion adquirida, es



un apartado donde el medio es el servidor principal del sistema SCADA, la opcion esta por default pero en dado caso no aparece es necesario agregarlo.

Figura 3.19 (Configuración de comunicación de servidor E/S)

En cuanto la opcion “tarjeta” del mismo menu de comunicación se configura la nueva tarjeta asignando el nombre del modulo, el tipo de comunicación que ocupa y la direccion del puerto E/S que tiene la tarjeta de la computadora o la PC, esta tarjeta actua como un puerto que hace compatible la adquisicion de datos.



Figura 3.20 (Configuración de comunicación de tarjetas)

En este apartado se encarga de ubicar los diferentes PLC's que conforman la linea de produccion de la empresa, en dado caso que no este dado de alta dentro del sistema SCADA podemos hacerlo en esta seccion llenando la informacion solicitada, normalmente ya esta en



Figura 3.21 (Configuración de comunicación de dispositivos E/S)

linea pero hay que asegurarse para que no haya problemas de conetividad, podemos agregar, borrar y reemplazar como si se tratara de simples tags pero es un poco mas complejo por el peso de un dispositivo fisico que actua como un CPU.

Por el momento nos concetraremos en el diseño de la pagina por lo cual es necesario ubicar el apartado de paginas dentro de la ventana del explorador, y seleccionaremos la opcion “crear una nueva pagina”esto nos servira para crear una pagina, diseñar y exportar las imágenes y así construir una pagina que muestre el monitoreo y control del proceso que se va a implementar.

Se va a desglosar un menú donde le daremos formato a la página como: el nombre, el diseño, el tipo de página y las dimensiones de esta misma que requiere y al terminar nos redireccionara a la ventana “Editor grafico Citect” y generara una página nueva con las

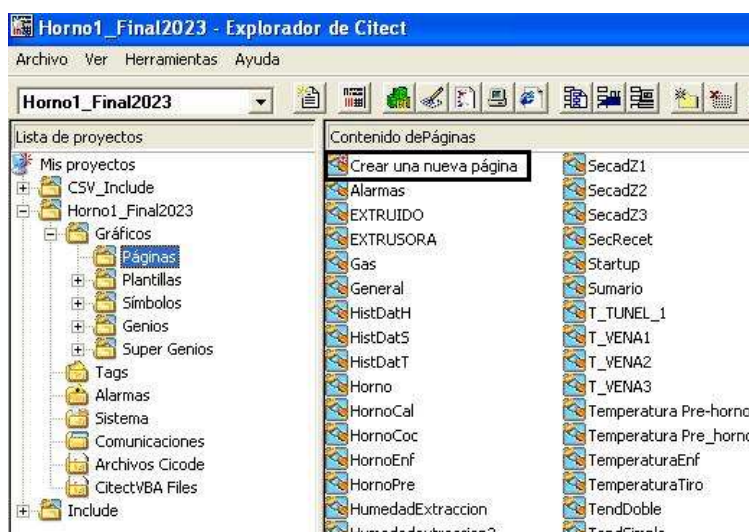


Figura 3.22 (Crear una nueva página)

características requeridas, aquí mismo vamos a construir la estructura de diseño donde vamos a exportar las imágenes.

Las imágenes fueron creadas con la ayuda del software SolidWorks y se tomo el diseño a base de las maquinas originales que

están trabajando en línea, no se necesita un diseño funcional de SolidWorks sino un diseño estético ya que solo se ocuparan como lucen las maquinas, al insertar las imágenes podemos moverlas libremente y definir su posición dentro la página y esto depende de cómo sea más conveniente acomodar cada imagen como en la figura 3.23, las imágenes pequeñas que se encuentran debajo de cada maquina son símbolos que se convertirán en “genios” es decir, indicativos de los consumos de lectura, se exportaron las imágenes para darle forma la imagen pero fue necesario usar una herramienta llamada “Editor de mapa de bits”.

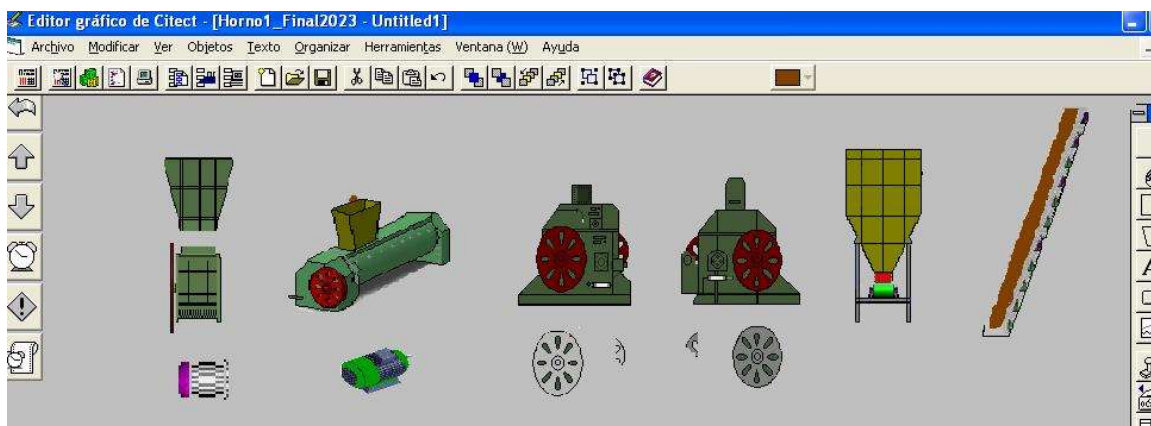


Figura 3.23 (Imágenes asignadas de cada máquina del proceso)

Esta función llamada editor de mapa de bits es esencial para el diseño ya que podemos editar la imagen que se insertó en la página, podemos agregar, quitar o reemplazar bit por bit de la

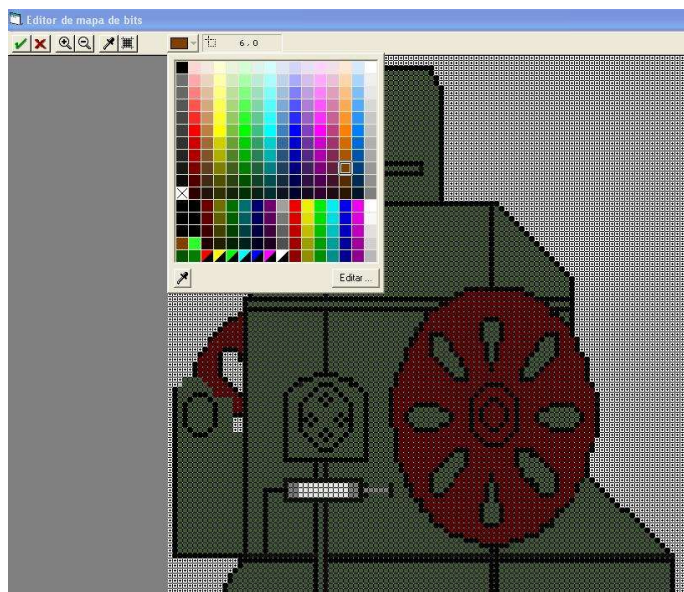


Figura 3.24 (Editor de mapa de bits)

imagen observado en la figura 3.24, cuando exportamos una imagen, el fondo de la imagen lo detecta como un color solido y es necesario quitar el color del fondo y esta función lo hace de forma rápida y conserva la misma calidad de la imagen, se implementa esta función en todas las imágenes que se insertaron en la página.

Una vez que ya se terminó de dar formato a las imágenes es necesario establecer las imágenes pequeñas como un grupo de símbolos o genios los cuales es un proceso algo complejo dentro del software, seleccionamos el apartado de “objetos” ubicado en la barra de herramientas y seleccionamos la opción grupo de símbolos como se muestra en la figura 3.25, este nos ayudara y actuara como una alarma indicando si el dispositivo está consumiendo lecturas o no, en simples términos con esta función animaremos a las imágenes que pueden comportarse como alarmas, botones, indicativos, etc.



Figura 3.25 (Objetos)



Figura 3.26 (Grupo de símbolos)

Se abrirá una pestaña emergente donde se podría decir que estaremos programando la acción del símbolo, donde las condiciones son las que definen que imagen va a mostrar como:

- ABC= muestra imagen gris que significa desconectado.
- ABC = muestra imagen verde que significa está consumiendo lectura.
- ABC = muestra imagen roja que significa no está consumiendo lectura.
- ABC= no muestra alguna imagen porque no se necesita.
- ABC= muestra imagen roja que significa no está consumiendo lectura.

Esto se implementa para saber desde el sistema SCADA si está trabajando la maquina sin necesidad de ir y verlo físicamente, así se establece una programación de condición en un grupo de símbolos y aplica para todas maquinas con sus respectivos símbolos.

Cada letra es definida por una tag de variable que pueden ser creadas previamente, para agregar una tag nos dirigimos a la ventana de editor de editor proyectos de Citect y seleccionamos la opción “Tags” y vamos con la primera opción, abrirá una ventana emergente donde muestra si deseamos consultar, agregar, reemplazar o eliminar alguna tag, para agregar una tag tenemos que llenar el apartado con la información que pide como el nombre de la variable, del dispositivo, tipo de datos formato y las escalas de valores mínimos y máximos, se puede agregar tags de variable sin definir las direcciones pero ya habíamos definido que dirección va tener cada variable tomando en cuenta y siguiendo el orden de las terminales de las tarjetas agregadas, una vez que ya terminamos de llenar el apartado con la información solicitada nos dirigimos a la opción agregar y ya está dada de alta en el sistema SCADA.

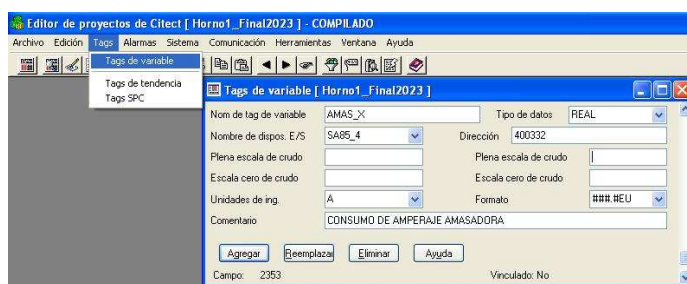


Figura 3.27 (Añadir tags)

Las tags es una parte muy importante para el sistema SCADA, la razón que las hace relevantes es que las tags actúan como un identificador dentro del proyecto y los programas Concept y Vijeo CitectSCADA comparten las tags, pueden ser diferentes tags en pero si es la misma dirección de bornero de la tarjeta AAI conectada al PLC con una descripción diferente, el dispositivo predomina que está conectado a esa dirección y trabaja con ambos programas establecidas las direcciones de entradas y salidas de datos del dispositivo.

Anteriormente se mencionó como se deben establecer las direcciones de entrada y de salidas, la dirección de entradas puede ser 100000 al número de variables que se requieran cuando se inicia con un PLC pero con una tarjeta AAI se necesita 300000 al número de variables por lo cual se aumenta consecutivamente al agregar una variable contemplando el tipo de dato que se le asigno a la variable, para las direcciones de salida son 400000 al número de variables.

Respeto a las variables tenemos que ser disciplinados con la informacion de cada tag de variables, anteriormente mencione sobre dos softwares comparten las direcciones de la tarjeta AAI que estan conectados los dispositivos, la descripcion y la informacion de estas variables

deben ser iguales para que no haya una mala concordancia, es decir, que las variables ingresadas a ambos softwares tienen que ser iguales para poder identificar que variable corresponde al dispositivo instalado en el area para recabar la informacion.

Principalmente es un orden que debemos de seguir si en algun futuro necesitamos consultar, modificar, agregar o eliminar las tags y no cambiar el programa de forma erronea.

El formulario que solicita el programa Vijeo Citect al momento de añadir una nueva variables es:

Figura 3.28 (Formulario de Tags de variable en Vijeo Citect)

Para abrir este formulario y hacer una modificacion nos digimos a la barra de herramientas y despues seleccionamos la opcion “Tags”, luego optamos por la opcion “Tags de variable”

y asi automaticamente aparecera una ventana emergente con la informacion de las variables y los apartados que solicitan los datos son:

- Nombre de tag de variable.

Se denomina el alias de la variable para identificar mas facil y agil, tomando el ejemplo de la imagen 3.28 es la maquina amasadora, un alias seria “AMAS_X”.

- Nombre de dispositivo E/S.

El dispositivo en donde asignaremos la variable, es decir, el dispositivo que se encuentran en la zona a modificar le pondremos la variable de la maquina.

- Plena escala de crudo y escala cero de crudo.

Dentro del formulario son 2 apartados que son identicos sin embargo la frase de plena escala de crudo se refiere al valor maximo que podria llegar mientras que la escala cero de crudo se refiere al valor minino, en el segundo apartado de plena escala de crudo y escala cero de crudo del lado derecho son para valores de salidas mientras que el primera apartado del lado izquierdo se refiere a las valores de entradas.

- Unidades de ing.

Se refiere principalmente a las unidades de medida que va estar adquiriendo los pulsos de datos, como se habia mencionado anteriormente, frecuencia, ampers, pulgadas en mercurio entre otras, la ventaja es que se le puede asignar cualquier tipo de unidad de medida.

- Comentario.

Basicamente es la descripcion de la variable en dado caso el alias no sea lo bastante bueno para poder identificarlo, en este apartado tendremos la libertad de denominar la variable por ejemplo, “AMAS_X” su descripcion seria “Consumo de amperaje de la amasadora”.

- Tipo de datos.

Los tipos de datos se refiere a cuantos bits va ocupar dentro de la memoria del PLC respecto a las direcciones y esto depende mucho del tipo como WORD, INT, REAL, entre otros, digamos, si ponemos un DWORD o double word ocupara 2 bits.

- Direccion.

Aquí designaremos la dirección de la variable que tenemos disponible en la tarjeta, ya sea una entrada (300000) o salida (400000) usualmente son salidas por la parte de programación que se ejecuta en los FBD, el tipo de datos y la dirección se van de la mano ya que se habia mencionado si ponemos un tipo de dato que ocupe mas de 2 bits, la dirección consecutiva sera de 2 o 3 numeros mas a la dirección y esto depende del tipo de dato que utilizaremos, un ejemplo, tenemos la dirección 400124 y ponemos un double int o y un doble entero la dirección que sigue sera 400126 y no 400125 porque la dirección 400124 esta ocupando dos bits por el tipo de dato que se esta ocupando.

- Formato.

Este apartado definiremos cuantos caracteres o numeros va mostrar respecto a las unidades de medición dentro de la consigna.

Por la otra parte, el formulario que solicita el programa Concept al momento de añadir una nueva variable es:

Exp	Nombre de variable	Tipo de datos	Dirección	Usado	Comentario
339	SQ2CH	BOOL	100182	2	E418*GUILLOTINA 1 ABAJO
339	L1	BOOL	100183	2	MUNDA AL AMPRE DOTO EN PORTADOR DE LUBRO

Figura 3.29 (Formulario de variables de Concept)

Si comparamos con la figura 3.28 y 3.29 no es muy complicado agregar una variable en el software

concept ya que no necesita muchos datos que llenar pero si la necesaria o destacable de la tag sin embargo tenemos que tener cuidado por el proyecto por alguna modificación no deseada.

También agregaremos los tags de variables de lectura de consumos de cada máquina que se van a monitorear y controlar, básicamente los dispositivos que van a recabar la información son variadores, sensores de vacío, transformadores de tipo dona y cuantometros.

Instalación de sensores y dispositivos de lectura.

A estas alturas del desarrollo de las actividades llevamos un buen avance respecto al proyecto implementado solo falta la instalación de los sensores, serán los que van a recabar la información o los datos en tiempo real colocados en su área correspondiente, los dispositivos constan de 4 tipos de sensores que el medio que serán comunicados entre el sistema SCADA y el dispositivo será con ayuda del cable de control de 3 pines sin recubrimiento y con recubrimiento.

Los dispositivos principales que conectar son:

- Variadores Yaskawa V1000.
- Transformadores de corriente tipo dona.
- Sensor de presión.
- Cuantometro.

Variadores Yaskawa V1000.

Yaskawa V1000 es un variador de uso general que cubre las necesidades de varias aplicaciones dentro de la industria como regular la velocidad rpm de uso de un motor sin la

realimentar con diferentes niveles de potencia, destaca otras características como:

- Frenado de alto del flujo de potencia para reducir el tiempo de frenado en un porcentaje deseado.
- Ajuste automático para optimizar el rendimiento del motor al bajar la velocidad de rpm.
- Control de lazo abierto para operaciones deseadas con motor.

Comenzamos con el procedimiento de conexión de un variador de frecuencia hacia un motor, habilitación de parámetros y la conexión del dispositivo al sistema SCADA, como primer paso tenemos que identificar que tipo de conexión de energía es, si se trata de un variador de frecuencia trifásico, las conexiones que entran al variador a realizar serán las tres fases junto con el cable de tierra (verde y amarillo de acuerdo a la normativa de conexión). Normalmente, los pines de conexión que hacen referencia a la entrada de tensión son R-S-T o L1-L2-L3 en dado caso si hablamos de un variador monofásico, tendremos que conectar en los pines L1-L2 o L1-N la fase y el neutro procedente de nuestra línea de alimentación eléctrica.

Variador monofásico.

- Fases de entrada:
L1-L.
L2-N.
Cable tierra.
- Fases de salida:
U/T1
V/T2
W/T3
Cable tierra (B)

Variador trifásico

- Fases de entrada
R-L1
S-L2
T-L3
Cable tierra (B)
- Fases de salida
U/T1
V/T2
W/T3
Cable tierra (B)

En cuanto la alimentación de la red eléctrica que necesita el variador para que prenda existen versiones que se adaptan a la potencia que se tiene habilitada como: 240, 280, 440 o 480, esto depende de los requerimientos de potencia del motor y de acuerdo a lo anterior podemos conectar un variador trifásico y el esquema de la conexión entre el variador y el motor sería como se muestra en la figura 3.30.

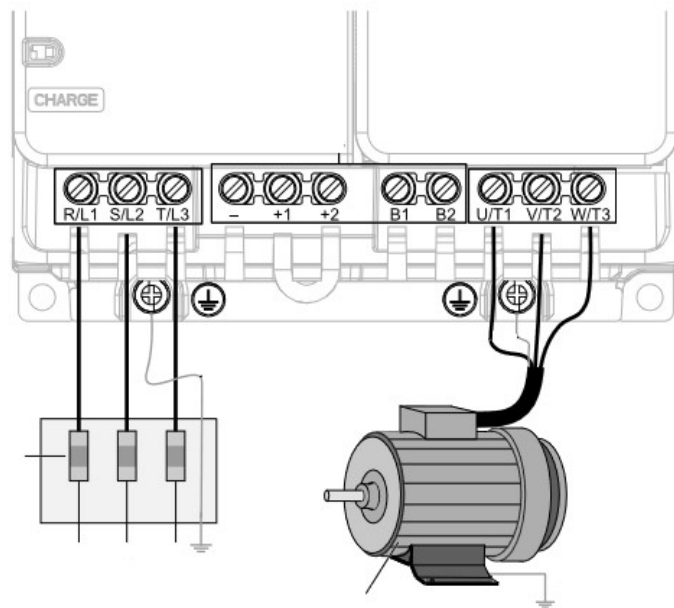


Figura 3.30 (Conexión de alimentación y variador a motor)

Al hacer la conexión no basta para que el motor funcione ya que existe la principal del variador es la interfaz con el motor, básicamente ingresaremos las acciones que queramos y esto lo hacemos con ayuda del menú de parametrización, la interfaz es muy simple que podría ser difícil ya que cuenta con dos botones de desplazamiento (hacia arriba y hacia abajo), el botón enter, el botón escape, botón run, botón stop, botón menú y por último el botón reset que así mismo es un desplazamiento hacia la derecha, los comandos son denominados como parámetros en el menú y la programación del variador consiste en los parámetros que asignamos y este dispositivo le manda las instrucciones al motor conectado, para inicializar la modificación de un parámetro el proceso sería:

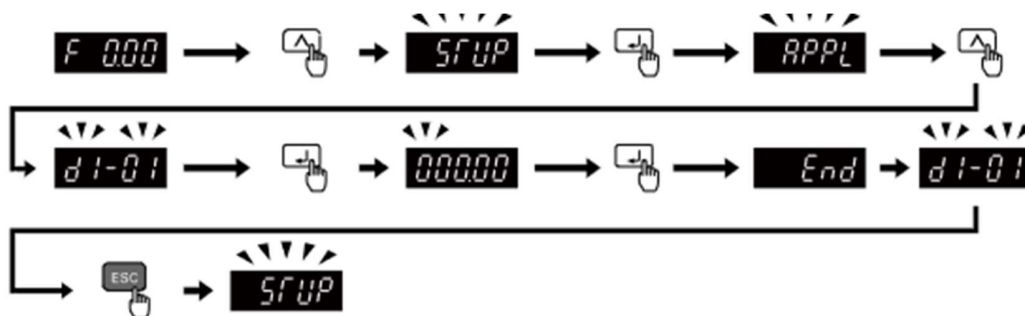
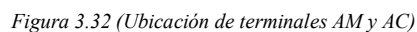


Figura 3.31 (Configuración inicial de un variador)

- b1-01/02 para referencia de frecuencia y selección de fuente del comando de avance.
- H1-03, H2-01, H3-05, H4-01, H6-02 para configuración de la terminal de E/S.
- d1-01 para referencias multivelocidad, si se utilizan.
- C1-01 y C2-01 para acel./desacel. y configuración de tiempo de curva S.
- C6-01 para selección del modo de trabajo pesado/normal.
- L3-04 si se utilizan las opciones de frenado.

The image shows the front panel of a VFD with a digital display and several buttons (ESC, RESET, RUN, STOP, etc.). Below the panel, the internal circuitry and terminal block are visible. The terminal block has several green screw terminals labeled P1, P2, PC, A1, A2, V, AC, AM, and C/NP. The AC and AM terminals are highlighted with an orange box, indicating their location for connection.



establecieron en el SCADA mientras que la entrada AM se refiere a salida de monitor analógico, este se encargará de mandar los datos de consumo que recabar el variador sobre el motor y el consumo de este puerto es de 0v a 10v o 2mA a 0mA.

El modelo del variador puede ser diferente como GA500, F7 o GA800 y no precisamente tiene que ser el modelo V1000 ya que la mayoría de todos los modelos de los variadores tienen esta característica de medir el consumo en amperes, frecuencia o Volts, lo único que podría cambiar sería como habilitar esta función, puede bastar con tan solo conectar los cables en las terminales AC y AM y/o posteriormente habilitar la función con un parámetro en el menú del variador.

Los motores que serán medidos son los de las máquinas que están involucrados en la línea de producción como los laminadores, desintegradores y las amasadoras en medida de amperaje mientras que los alimentadores o dosificadores en frecuencia, cada uno tiene su propio variador por lo cual es hacer el mismo proceso con las terminales AC y AM, colocando los cables en los borneros de la tarjeta de las entradas analógicas.

Los variadores no son limitados a solo arrancar un motor ya que las aplicaciones que podemos implementar son; bomba de suministro de agua, banda transportadora, grúa, etc.

Transformadores tipo dona.

Los transformadores de corriente también conocidos como donas, nos permiten medir y monitorear sistemas de alta tensión y de potencia transformados en valores de corriente que no pueden ser medidos directamente por un sistema o dispositivo digital pero en este caso será instalado en las subestaciones eléctricas individuales de cada área de la fábrica, el transformador es sólido pero también existen flexibles pero el modelo a utilizar es rígido RITCBI5000020 de la marca RICTIG MAPREIME que tiene diferentes versiones para medición como:

- 60 A.
- 100 A.
- 200 A.
- 300 A.
- 600 A.

Estos modelos son bastante prácticos ya que el tiempo de instalación en poco tiempo, el núcleo puede ser abierto y cerrado con ayuda de unos tornillos sujetadores y junto con el objeto quedan perfectamente aislado para evitar choques eléctricos en cuanto la conexión, el esquema a seguir es el que se muestra en la figura 3.33, la terminal positivo de la dona va

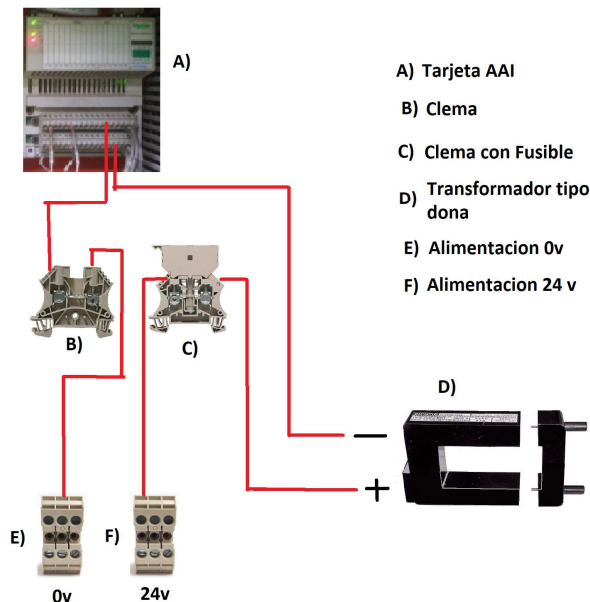


Figura 3.33 (Esquema de conexión)

Estos dispositivos serán colocados, instalados y habilitados en cada gabinete o tablero que tenga un consumo de amperaje como se puede apreciar en la figura 3.34 donde el dispositivo está haciendo su función principal, medir el amperaje de la potencia que transporta a través del cable, técnicamente será uno de los dispositivos más usados ya que en cada área de la línea de producción que conforma el proceso tienen un gabinete, respetando el circuito que se elaboró podremos obtener los datos que se requieren y seguir con la implementación del proyecto.



Figura 3.34 (Transformador tipo dona en funcionamiento)

Sensor de presión.

Un sensor de presión se refiere al dispositivo que detecta y mide la presión. En este caso, la presión se define como la cantidad de fuerza ejercida sobre un área. Los sensores de presión permiten estrategias de mantenimiento más complejas, como el mantenimiento predictivo y estos dispositivos recopilan datos en tiempo real sobre lo que pasa, la gran ventaja de estos sensores es que pueden predecir y prepararse para patrones de falla.



Figura 3.35 (Sensor de presión PN2299)

El sensor de presión es el modelo PN2299 de la marca IFM y tiene la capacidad para ser un sensor de vacío, será instalado en las maquinas extrusoras y tiene características como:

- Tiene dos salidas de conmutación, alguna de ellas es programable como IO-Link y una como salida analógica
- El modelo tiene indicadores de color rojo y en verde para marcar de las zonas adaptables.
- Estabilidad a largo plazo gracias a la elevada resistencia a sobrecargas de la presión.
- El modelo es muy resistente para el uso en ambientes industriales muy exigentes.

El manual de este dispositivo contiene la forma de como conectarlo de forma correcta, el puerto es de 4 pines sin embargo el cable es de 3 pines pero no es necesario ya que si lo podemos explicar de esta manera.

- 1 = L+ (neutro).
- 2 = Out2 (Salida analogica).
- 3 = Out1 (IO-Link).
- 4 = L- (fase).

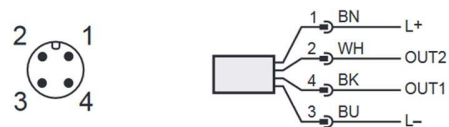


Figura 3.36 (datasheet de conexión)

El pin numero 3 no es necesario conectarlo ya que es una característica que no ocupamos y solo se necesita el cable de control de 3 pines con recubrimiento ya que en el entorno que estar expuesto es muy ruidoso y podria perderse la comunicación, al igual que el

transformador de corriente se necesita una alimentacion de 24V que seria L+, el pin 1, mientras que el pulso es enviado por el pin 2 por la salida analogica y se conecta a la tarjeta AAI de acuerdo a la direccion establecida y que corresponda con las tag de variable del sistema SCADA.

Asi como el variador tiene el menu de parametros para habilitar las salidas de datos tambien este modelo cuenta con su menu de funciones y el metodo de uso es muy similar a la interfaz de un variador excepto que este dispositivo cuenta solo con 3 botones, el boton del punto negro se refiere a la funcion enter mientras que las flechas apuntando hacia la direccion se refieren al desplazamiento y cambio de valores en los parametros, este cuenta con aplicaciones como sensor de presion y sensor de vacio, una vez que el sensor este alimentado por la linea electrica es hora de ejecutar el procedimiento de programacion de parametros el cual es mostrado en la figura 3.37.

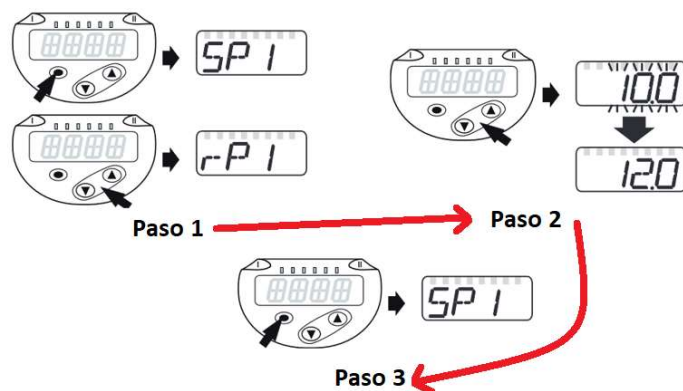


Figura 3.37 (Parametrización del sensor)

El procedimiento consta de 3 pasos los cuales consisten en:

- Paso 1: Seleccionar el parámetro.
- Paso 2: Configurar el valor del parámetro.
- Paso 3: Confirmar el valor del parámetro.

Mientras que los parametros que seran modificados son:

- uni: Seleccionar la unidad de medida correspondiente, en nuestro caso es inHG por el vacio
- ou2: Fijar las funciones de salidas, aplicando el valor I = señal de corriente de 4 – 20mA
- SP1/SP2: configurar los valores maximos y minimos que seran recibidos por el sensor
- AEP2: configuramos el escalado del valor analogico que se emitiran en la salida.

Cuantometro.

Los cuantómetros se utilizan para medir el consumo de gas en calderas, calentadores, hornos y otros grandes consumos como en una planta industrial o comercial, existen diferentes tipos de cuantómetros como los analógicos o digitales, el dispositivo ya se encuentra instalado en la tubería donde es transportado el gas sin embargo se trata de un medidor de gas analógico, tuvimos que idear como podríamos traducir los valores de dígitos del



Figura 3.38 (Sensor cuantometro IN-S10)

indicador analógico mecánico y que el PLC obtenga esos datos, pudimos lograr y conseguir el medio que haría el trabajo de adquisición de los valores ya que encontramos un accesorio para este caso y se trata de un sensor llamado kit de pulsador con el modelo IN-S10, este se acopla al cuantómetro físico y convierte los datos de los valores analógicos y los envía a la tarjeta o al PLC, la instalación es muy similar como a la del sensor de presión, el datasheet de este sensor es el siguiente:

- Pin 1 = Neutro.
- Pin 2 = Fase.
- Pin 3 = Pulsos (datos).



Figura 3.39 (Sensor en funcionamiento)

Así mismo el sensor necesita de alimentación eléctrica y se habilita una fuente de 24V para que prenda y empiece a trabajar, en cuestión se trata de un cable de 3 pines sin recubrimiento ya que está dentro de la tubería que lo protege de temperaturas no muy altas pero si extendiera su esperanza de vida.

Programación de lectura.

Esta parte es complementaria, tenemos todos los dispositivos instalados y habilitados así que la función de adquirir los datos desde el SCADA es posible sin embargo los datos no son los

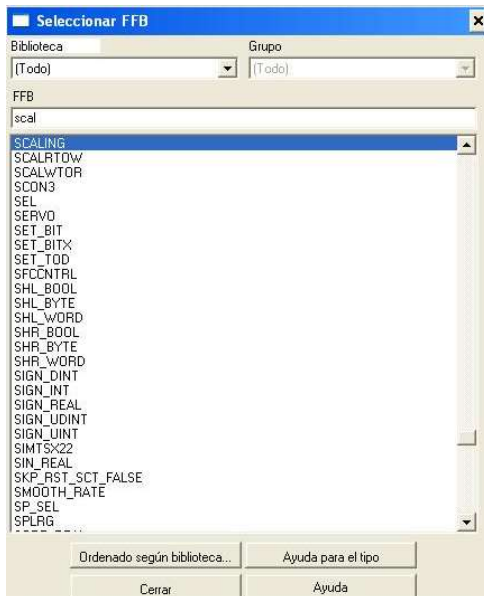


Figura 3.34 (Biblioteca de FFB)

correctos y para resolver esa problemática abriremos el software Concept una vez más para realizar la programación de los valores y por ende nos dirigimos al proyecto de algún dispositivo, existe una sección donde podemos crear una página en el árbol de proyecto sin embargo la página se refiere a la programación que será estructurada ya antes mencionados como: ST o LD pero seleccionaremos la opción FBD y al crear la nueva página estará en limpio por lo cual es requerido utilizar algunos bloques gráficos de programación que podemos agregar a la página desde la biblioteca del software.

El objetivo de esta función es convertir los datos incorrectos a que sean ciertos de los dispositivos en la programación utilizaremos 3 tipos de bloques los cuales son:

- INT_TO_REAL.

Este bloque convierte el valor de entero de entrada a real como salida.

- LAG_FILTER.

Este bloque ayuda a ajustar el valor de entrada, esto se hará cambiando el valor con el objetivo de acercarlo al valor correcto, técnicamente es un método de prueba y error, este actúa como un filtro de algún valor que pase por el bloque.

- SCALING.

Monitor ampliado CON FBI_168_7 - SCALING				
Parámetros	Valor inicial	Valor PLC	Nuevo valor	Tipo de
Entradas:				
IN	0.0	12181.0		REAL
PARA				
in_min	0.0	0.0		REAL
in_max	32000.0	32000.0		REAL
out_min	-29.5	-29.5		REAL
out_max	0.0	0.0		REAL
clip	FALSE	FALSE		BOOL
Salidas:				
OUT	0.0	-18.27064		REAL
STATUS	16#0000	16#0000		WORD

Figura 3.35 (Rango de valores mínimos y máximos)

La función principal de este bloque es establecer el rango de los valores que va estar variando, es decir, el alcance mínimo y el alcance máximo del valor de entrada y así también se aplica para el el valor de salida.

Una vez que ya hayamos agregado los 3 bloques que se requieren y modificarlos a base de nuestros requerimientos, en la parte izquierda del bloque agregaremos la variable de entrada del dispositivo que basicamente es la entrada del valor que manda desde el sensor hasta el PLC y el SCADA lo obtiene, hay que unir los bloques entre si como se muestra en la figura y al final del ultimo bloque se agrega la variable de salida que es la variable que tomara el sistema SCADA para mostrarlo.

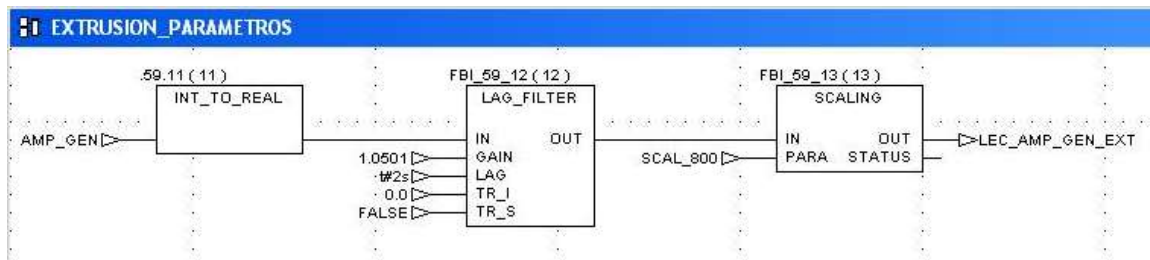


Figura 3.36 (Programación para el dispositivo)

Para verificar que valor sea correcto del dispositivo tenemos que seleccionar en la opción “Online” y conectarnos al PLC y automáticamente mostrara el valor de entrada y el valor de salida que representa cada variable establecida, cabe mencionar que se implemento esta programación para cada sensor y dispositivo que modificamos dentro de la línea de producción ya antes mencionada.

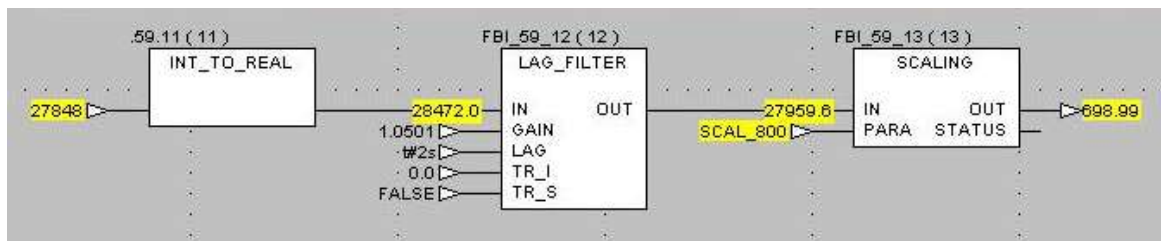


Figura 3.37 (Entrada y salida de lectura de consumo del dispositivo)

Una vez que se hayan generado la programación para las máquinas de las áreas de líneas de producción, construiremos una segunda programación pero no aplica para todos sino para los transbordadores de la planta, el plan es instalar una tarjeta entradas analógicas en cada PLC y eso aplicaba para los transbordadores ya que tienen un propio PLC pero nos presentamos con una problemática el cual era que no había espacio suficiente para la instalación de la tarjeta y el consumo de los transbordadores no son lo suficientemente altos para que valga la pena la instalación de un transformador tipo dona ya que el rango mínimo de valor de amperes son 60 y el consumo de los transbordadores rondan entre 2 A. – 14 A. Pero si podemos implementar dentro de los gabinetes “movimentación” es el tablero que comparte la alimentación de energía eléctrica y algunos valores, los transbordadores contienen un tablero donde contiene lo necesario para hacer la traslación, activación de bomba hidráulica, impulsos, entre otros, por ende elaboramos una programación extra para los transbordadores.

La programación para la adquisición de datos de los transbordadores es la misma que los otros dispositivos como se muestra en la figura 3.36 y con los mismos parámetros del bloque “LAG_FILTER” y “SCAL_200” aunque en la misma sección FBD donde esta misma programación agregaremos dos tipos de bloque mas los cuales son:

- SEL.

La función SEL se puede utilizar para seleccionar uno de dos valores enumerados, dependiendo de una condición booleana el cual sería la entrada G. La función SEL genera el mismo número que una de sus entradas. La entrada que se elige depende del valor de la entrada G; si G es Falso, el valor IN0 se utiliza como salida; si G es

verdadero, se utiliza el valor IN1 en su lugar. Las entradas IN0 y IN1 pueden ser de cualquier tipo de dato.

- **ADD_REAL.**

Este método agrega un valor del tipo de datos real a una propiedad. Normalmente se crea para sumar un valor a un bloque o direccion que lleve un tipo de dato real de forma simple.

El bloque “SEL” dependera cuantos pulsos necesitamos registrar y el bloque es uno por pulso por ende vamos a definir cuantos bloques SEL necesitemos dentro de la pagina FBD, es decir, cada pulso tendra su propio bloque SEL y en los transbordadores tenemos 3 pulsos que necesitamos registrar los cuales son: traslacion izquierda, traslacion derecha y activacion de bomba hidraulica y en cada bloque tenemos que crear una variable y posteriormente asignarsele en la entrada G, cabe destacar que la variable debe de estar el tipo de dato booleano para que pueda ser aceptado por el bloque mientras que la entrada IN0 pondremos el valor que va mandar en la salida cuando la entrada G este desactivada y la entrada IN1 definiremos el valor que consume cuando se activa la entrada G lo que seria el valor que manda cuando un transformador muestra la lectura de consumo de ampers pero como no contamos con el espacio y lo vamos a medir con ayuda de un amperimetro, consultar el valor que muestra al prender el pulso y consumir, los valores de cada pulso son:

- Bomba hidraulica = 12.5
- Traslacion izquierda = 2.36
- Traslacion derecha = 2.36

Las salidas de cada bloque SEL estaran conectadas al bloque “ADD_REAL”, normalmente el bloque tiene 2 entradas pero para agregar mas, seleccionamos el bloque en la parte inferior medio hay un cuadro negro el cual arrastramos hacia abajo, es el procedimiento para agregar mas entradas y establecemos la variable que recaba datos con ayuda del transformador tipo dona en el tablero movimientacion como se muestra en la figura 3.38.

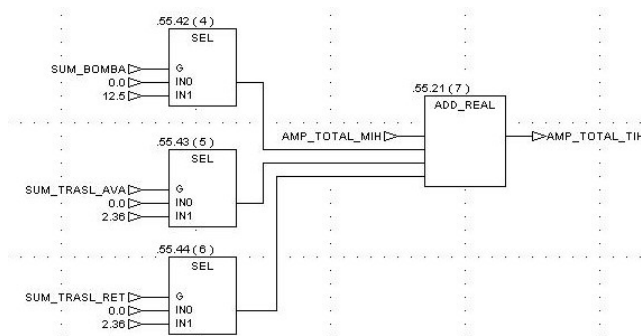


Figura 3.38 (Programación para transbordador)

Como mencione, la movimentacion tiene una tarjeta AAI y un sensor que recaba datos del amperaje pero asi mismo abastece de energia a los transbordadores que transportan las vagonetas que contienen el producto, el desafio que ahora tenemos es como hacer que los

pulsos indiquen el accionamiento de su concepto en tiempo real, primeramente hay que ubicar las variables que manden los pulsos y por obvias razones tenemos que adentrarnos a la programacion que se contruyo anteriormente de nuestras modificaciones, comprender como funciona el programa y encontrando las variables solicitadas, un metodo que es muy funcional es consultar el editor o creador de variables del proyecto, consultar cada una de las variables y que representa en cuanto su descripcion, afortunadamente la movimientacion cuenta con 256 variables por lo cual son pocas a comparacion de otras areas y al momento de encontrar la variable podemos verificar si es el parametro correcto yendo a la pagina de programacion en donde se encuentra con la ayuda de la funcion “online” podemos leer los datos como se muestra en la figura 3.39, en esta imagen se encontraron dos variables que corresponden a la traslacion izquierda y traslacion derecha, en cuanto la pagina de programacion llamada “traslacion_TIH” habla sobre los cambios de velocidad del transbordador, es muy frecuente que la pagina tenga muchas partes de programacion que no conocemos pero estas entradas que estan normalmente abiertas indican el pulso cuando son activadas las traslacion de un lado hacia otro, en cuanto la otra variable esta dentro de la pagina de “impulsos_TIH” y esta denominada como “M1”.

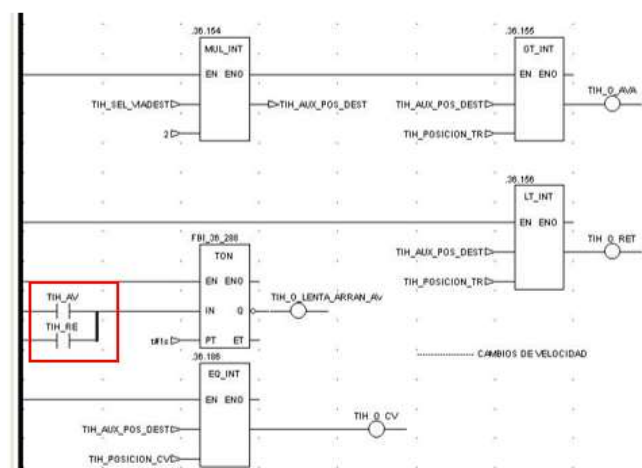


Figura 3.39 (Ubicación de pulsos)

Una vez que ya tengamos ubicadas las variables de los pulsos que requerimos es hora de utilizar la función PEER_COP, con ayuda de la comunicación MODBUS PLUS, el tablero del transbordador y la movimientación cuentan con este protocolo de comunicación el cual haremos unos ajustes en la página que contiene una función llamada PEER_COP, la función Peer Cop de Modicon es un método para leer y escribir datos hacia y desde nodos remotos en la parte superior de cada exploración del PLC y cualquiera de los paquetes de software Modsoft y Concept de Modicon se puede utilizar para configurar Peer Cop.

Peer Cop admite cuatro tipos de transferencias automáticas de datos:

- Entradas específicas
- Productos específicos
- Entradas globales
- Productos globales

De estos cuatro tipos, el RMC solo admite entradas globales. Las entradas globales se refieren a los datos globales enviados por otros dispositivos, como el RMC. Modsoft y Concept permiten al usuario seleccionar cuáles de los registros de datos globales se copian en qué registros de Modicon PLC.

Retomando la procedimiento ingresamos a la página que contiene el PEER COP y buscamos las entradas de datos de la movimientación, el bloque está representado como: BIT_TO_WORD básicamente es un bloque de funciones para descomprimir una palabra o variable en 16 BOOL, para comprender la función de este bloque se presenta un ejemplo aplicativo, en el bloque tienes que poner todos los bits así como:

- b00: = TO_BOOL (en AND 16 # 0001); (* 0 bit de resultado *)
- b01: = TO_BOOL (en AND 16 # 0002); (* 1 bit de resultado *)
- b07: = TO_BOOL (en AND 16 # 0080); (* 7 bit de resultado *)
- b08: = TO_BOOL (en AND 16 # 0100); (* 8 bit de resultado *)
- b15: = TO_BOOL (en AND 16 # 8000); (* 15 bit de resultado *)

De acuerdo al segmento del procedimiento del bloque estan establecidas las variables en las entradas del bloque para despues mandarlo a una salida que seria al destinatario del PEER COP, ahora aplicaremos la misma estrategia con los pulsos de traslacion izquierda, traslacion derecha y la bomba hidraulica dentro del bloque de BIT_TO_WORD de la pagina del transbordador que es denominado como “PEER_COP_TIH” y se asigna en el bit 9, bit 10 y bit 11 mostrado en la imagen 3.40, el bloque actua como un mensajero donde manda las variables hacia otro dispositivo e informa cuando son accionados los pulsos en tiempo real, la funcion del PEER COP emisor es enviar las variables como entradas mientras que el PEER COP destinatario debe de recibir las variables como salidas por ende haremos el mismo procedimiento con la movimientacion, ingresamos al proyecto de la moviemientacion que abastece de energia al transbordador y nos dirigimos a la pagina que contiene la funcion PEER COP, buscamos un bloque llamado WORD_TO_BIT, basicamente es el mismo bloque ya antes mencionado sin embargo este actua de forma inversa, asi recibe y no manda datos, posteriormente asignamos al bloque las variables de la programación FBD:

- SUM_BOMBA
- SUM TRASL_AVA
- SUMA TRASL_RET

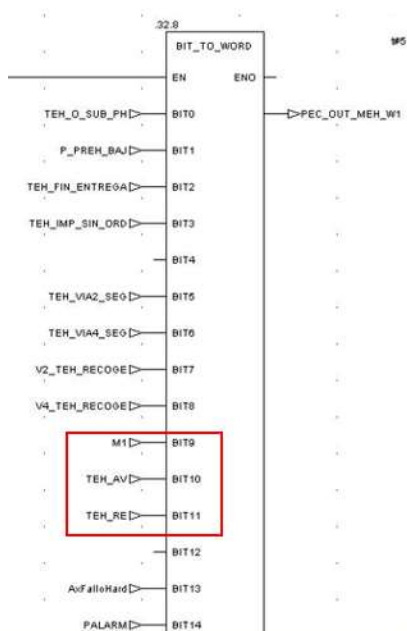


Figura 3.40 (Entradas de datos TIH)

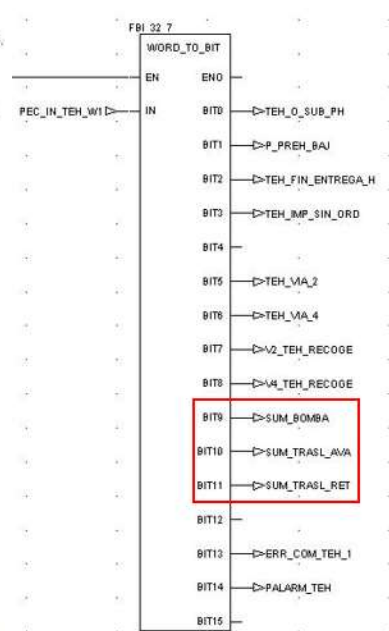


Figura 3.41 (Salidas de datos MIH)

Es importante asignar las variables en los mismos numeros del bloque de bits de TIH o el transbordador ya que tiene que concordar con el bloque MIH o movimientacion y asi que mande y reciba los pulsos asi como muestra en la figura 3.41 ya que representa las salidas de datos.

Cabe destacar que ambos proyectos deben de tener dada de alta esta funcion ya que si uno solo tiene la funcion y mandamos las variables a un proyecto que no la tiene, tendremos un protocolo de comunicación incompleto y no sera posible hacer el procedimiento anterior.

Gracias a esta comunicación podemos adquirir los pulsos desde el transbordador y enviarlos al tablero de la movimientacion, una vez recibidos los datos podemos sumar esos pulsos a la programacion FBD que representac la lectura y el consumo de amperaje total del transbordador, la programacion extra que se implemento con ayuda del protocolo Peer Cop tuvo ventajas como asi nos ahorramos gastos, material y trabajo como la instalacion de tarjetas AAI y tambien algunos transformadores tipo dona ya que se modificarán todos los transbordadores de la planta, rederizamos el costo del sistema SCADA y aplicamos mas conocimiento en la programación.

El resultado final que se obtiene es la programacion construida y leyendo con éxito los valores de la dona que esta adquiriendo en la movimentacion la cual es el segmento de programacion superior mientras que el segmento inferior de la imagen 3.42, son los consumos o acciones del transbordador, por lo que se observar no tiene ningun pulso activado y asi permite que el valor no sufra cambios pero cuando llegue el momento de activarse algun pulso esta programacion

añadirá un valor extra por el consumo que tiene al llevar acabo la acción, esto depende de lo que esta haciendo el transbordador, si se esta trasladando hacia delante, hacia atrás o esta sacando o empujando una vagoneta del horno.

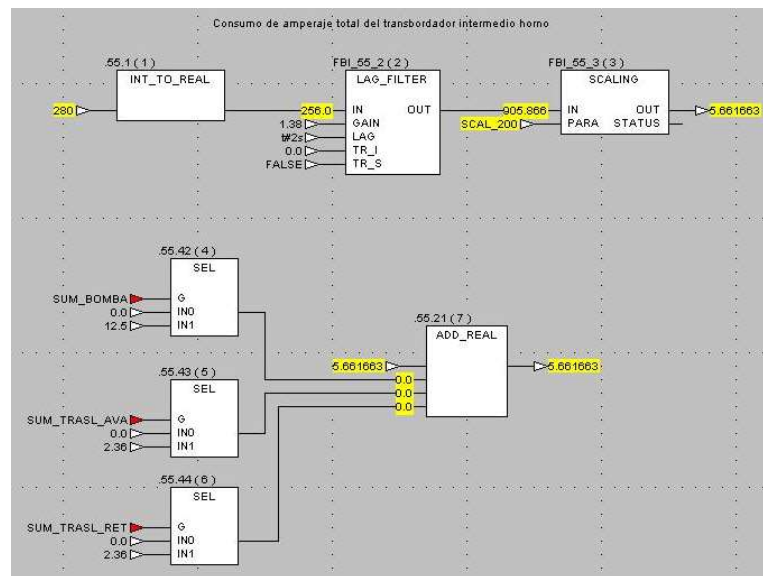


Figura 3.41 (Programación final de consumo amperaje de TIH)

Capítulo 4 Resultados y análisis.

En este apartado se hace una reflexión y análisis sobre los resultados obtenidos al llevar a cabo el desarrollo e implementación del sistema SCADA con su función principal, también es necesario presentar algunos resultados que obtuvimos al llevar a cabo este proyecto que a su misma causa hubo una reacción o consecuencia ya que nos presentamos algunas problemáticas como:

Perdida de comunicación del PLC.

Este problema destaco ya que había una pérdida de comunicación al momento de instalar una extensión o la tarjeta de entradas analógicas, no sabíamos cual era el origen del problema



Figura 4.1 (Aterrizaje de tierra)

hasta después que le comentamos al asesor externo que sucedía esto debido a una terminal que no se había habilitado, realmente solo aterrizamos la tierra que estaba conectado del PLC a una tierra mas grande o menos ocupada ya que esto se presenta cuando la tierra no es suficiente y hace ruido en la comunicación y se pierde.

Variables OID

Las variables OID se refiere a un código hexadecimal que se le asigna de forma automática cuando es añadida la variable dentro del sistema SCADA, la función principal de las variables OID es que cualquiera de los usuarios que tienen acceso al sistema SCADA, ya sea de forma física o remota pueden ver o consultar los datos sin la necesidad de utilizar un programa externo o ajeno del Vijeo citectSCADA con ayuda del código hexadecimal que cada variable tiene, cabe destacar que el código de cada variable es único y no es posible que se repita con otra variable, es decir, no deberían tener dos variables distintas el mismo código, el procedimiento para la consulta de las variables primeramente es dar de alta un comando llamado “CtAPI” que se encuentra dentro de un menú del software Vijeo CitectSCADA llamado “Computer Setup Editor” el cual consiste en modificar la configuración del SCADA

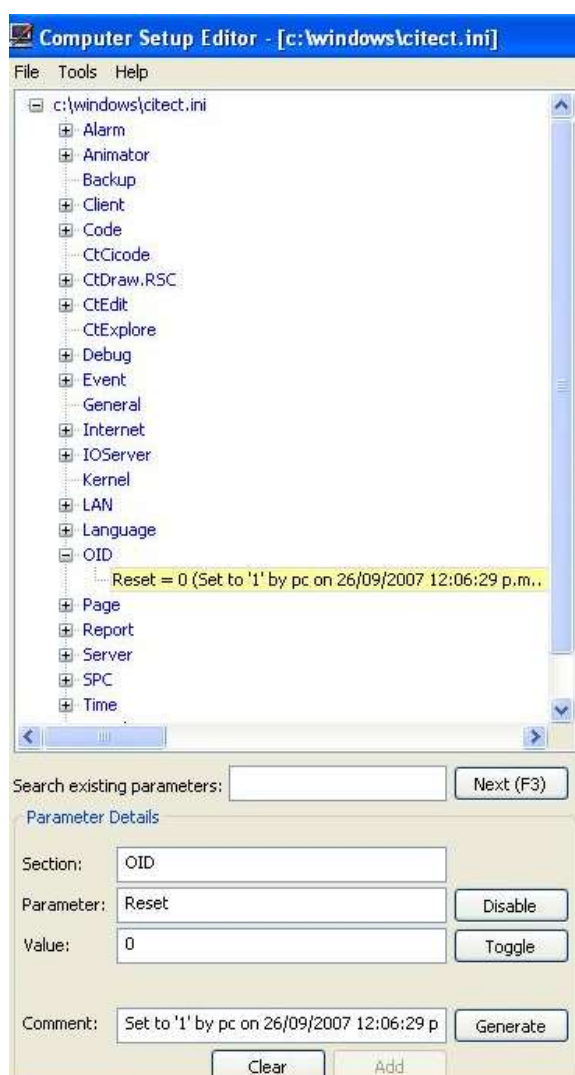


Figura 4.2 (RESET OID)

y nos desplazamos a la opción “OID” como se muestra en la figura 4.3 donde haremos un reset de todas la variables, la función de este reset se basa en reasignar los códigos hexadecimales de cada variable ya que al agregar, modificar o eliminar algunas variables pueden que haya una inconsistencia y usualmente son las variables ultimas agregadas, el protocolo de OID reset se basa en dos opciones donde el número 1 se refiere como una afirmación para resetear los códigos mientras que el 0 muestra que ya fueron reseteados los códigos con la fecha y hora que se ejecutó el reset, una vez que ya hayamos hecho el reset de variables OID es necesario crear un usuario así llenando una solicitud de datos con el nombre, los niveles o páginas del SCADA que puede el usuario y la contraseña para que el huésped

pueda utilizarlo, nos dirigimos a la ventana “explorador Citect” del proyecto a editar y posteriormente vamos al apartado “System” y seleccionamos la opción “Users”, se abrirá una ventana emergente donde se puede observar los posibles usuarios del SCADA que están dados de alta, así mismo como las variables podemos agregar, quitar y modificar los usuarios y una vez que ya hayamos llenado el formulario ya hemos agregado el usuario sin embargo no es todo ya que como el sistema SCADA debe de darle ciertos privilegios al usuario para que pueda consultar las variables OID.

El parámetro Citect SCADA API o mejor conocido con sus siglas como CtAPI permite el acceso a etiquetas variables de E/S de Citect SCADA a través de una interfaz DLL. Esto permite a los desarrolladores externos crear aplicaciones en C (u otros lenguajes) para leer y escribir en los dispositivos de E/S, utilizar consultas de datos y llamar a funciones Cicode, la ventaja de habilitar el parámetro es que no requiere ninguna licencia adicional para utilizar CtAPI, el procedimiento para habilitar el parámetro es muy similar como el reset OID por ende solo buscamos la sección del parámetro y con el número 1 se habilita mientras que el numero 0 lo deshabilita, se habilita el comando CtAPI por lo cual ya pueden ver los datos pero es necesario hacer un documento que contenga la información de las variables como:

- El nombre de la variable.
- Tipo de datos.
- Dispositivo.
- Dirección.
- Comentario.
- OID.

	NAME	TYPE	DEVICE	ADDR	COMMENT	OID
P R E Z P O A N A C 3 I O N	LEC_AMP_MOL_PLAS	REAL	SA85_ESEC	400402	LECTURA AMPERAJE MOLINO PLASTICO	0x0140470a
	LEC_AMP_MOL_GEN	REAL	SA85_ESEC	400404	LECTURA AMPERAJE MOLINO GENERICO	0x0140470b
	LEC_FREC_DOS6	REAL	SA85_ESEC	400406	LECTURA FRECUENCIA DOSIFICADOR 6	0x0140470c
	LEC_FREC_DOS5	REAL	SA85_ESEC	400408	LECTURA FRECUENCIA DOSIFICADOR 5	0x0140470d
	LEC_FREC_DOS4	REAL	SA85_ESEC	400410	LECTURA FRECUENCIA DOSIFICADOR 4	0x0140470e
	LEC_FREC_DOS3	REAL	SA85_ESEC	400412	LECTURA FRECUENCIA DOSIFICADOR 3	0x0140470f
	LEC_AMP_DESINT6	REAL	SA85_ESEC	400414	LECTURA AMPERAJE DESINTEGRADOR 6	0x01404710
	LEC_AMP_LVP7_C1	REAL	SA85_ESEC	400416	LECTURA AMPERAJE LAMINADOR 7 CILINDRO 1	0x01404711
	LEC_AMP_LVP7_C2	REAL	SA85_ESEC	400418	LECTURA AMPERAJE LAMINADOR 7 CILINDRO 2	0x01404712
	LEC_AMP_LVP8_C1	REAL	SA85_ESEC	400420	LECTURA AMPERAJE LAMINADOR 8 CILINDRO 1	0x01404713
	LEC_AMP_LVP8_C2	REAL	SA85_ESEC	400422	LECTURA AMPERAJE LAMINADOR 8 CILINDRO 2	0x01404714
	LEC_AMP_AMASADORA	REAL	SA85_ESEC	400424	LECTURA AMPERAJE AMASADORA	0x01404715
	AMP_TOT_PREP_X	REAL	SA85_ESEC	400442	Lectura de amperaje total de preparacion	0x01404729

Figura 4.3 (Documento generado con los códigos OID)

El documento es compartido a las personas que requieran consultar los datos ingresando el

código OID del sistema SCADA y así mostrara los datos en tiempo real, aunque por el otro lado se implementó una alternativa más, esta opción secundaria consiste de un programa instalable que se conecta a la computadora contenedor del SCADA desde cualquier dispositivo que pueda tener la app o programa llamado Anydesk, una vez que estén instalados abrimos los programas de la computadora que sería el dispositivo controlado y el celular u otra computadora autorizada para controlar el SCADA, ingresamos el código del puesto de trabajo al dispositivo que va consultar como se muestra en la figura 4.4.

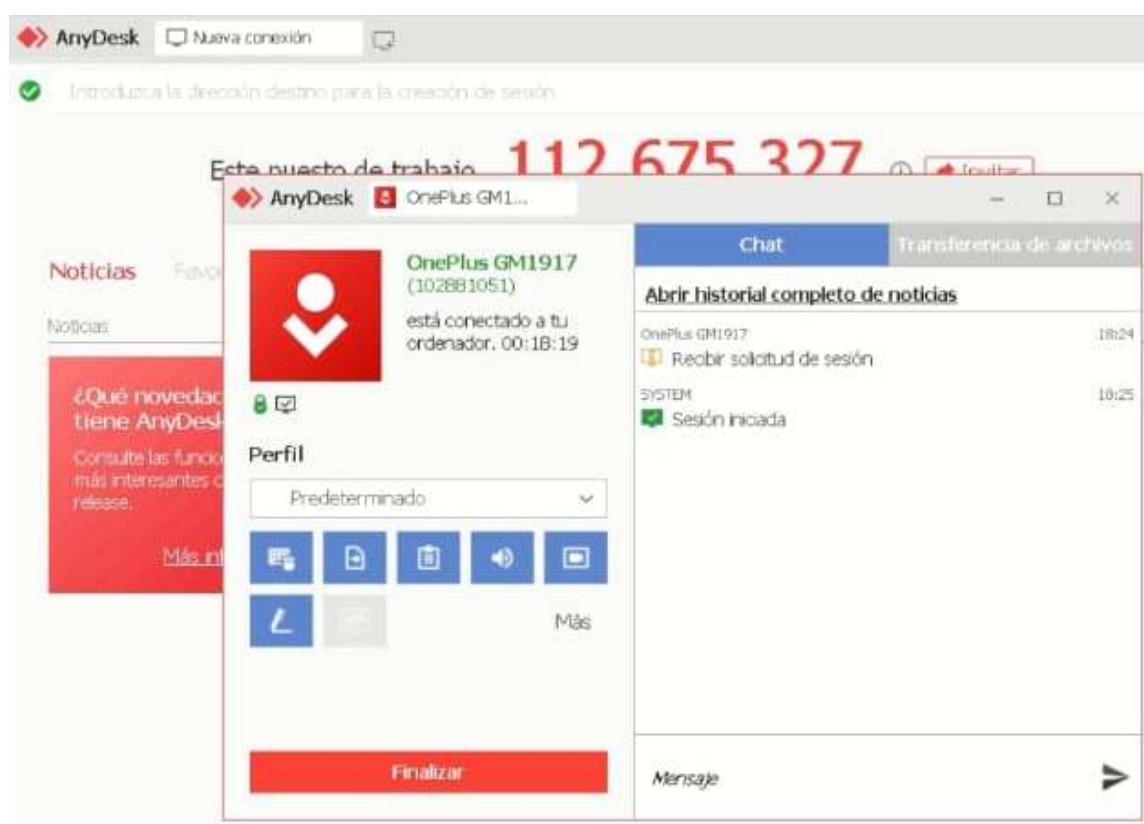


Figura 4.4 (Ingreso del programa AnyDesk)

Asignación de consignas para la variable.



Figura 4.5 (Consigna)

Esta función o genio lo usamos muy seguido ya que es el objeto que mostrara los valores de los datos adquiridos de cada variable que representan su propia área de línea de producción y para asignarle la variable es tan fácil que solo

se necesita el nombre de la variable pero aquí hay una condición, para que la variable se

pueda ser asignada a la consigna, hay que modificar el nombre de la variable con unos caracteres “_X” al terminar el nombre de la tag, después la descripción de la consigna y los pixeles de la consigna, una vez que se le destina un lugar dentro de la página del SCADA es hora de compilar el proyecto cada vez que se cargue y su sucede un error es por dos razones:

- El reset OID que no se ha hecho o no se ejecutó de forma correcta.
- El nombre del tag de la variable es incorrecta porque no se puede asignar a una consigna.

Condición para la animación de las bandas de tierra.

Dentro de las páginas que se elaboraron y se fueron modificadas, se animaron las diferentes maquinas, dosificadores, laminadores, desintegradores pero faltan las bandas que transportan la materia prima para la fabricación del producto, al principio no era muy relevante ya que nos habíamos concentrado en las máquina de la línea de producción sin embargo la animación de las bandas es un detalle extra para el diseño, anteriormente se mostró el procedimiento para dar de alta una imagen con ayuda de la opción mapa de bits y aplicar la compatibilidad de la imagen de las bandas, posteriormente creamos la tierra nuevamente con la opción de mapa de bits y la sobreponemos en la banda, seleccionamos la opción de las propiedades de la imagen de la tierra o la material prima y nos dirigimos al apartado “visibilidad” donde ahí

ingresaremos la variable o el indicador que manda el pulso para saber que la banda está en movimiento o no como se puede mostrar en la figura 4.6.

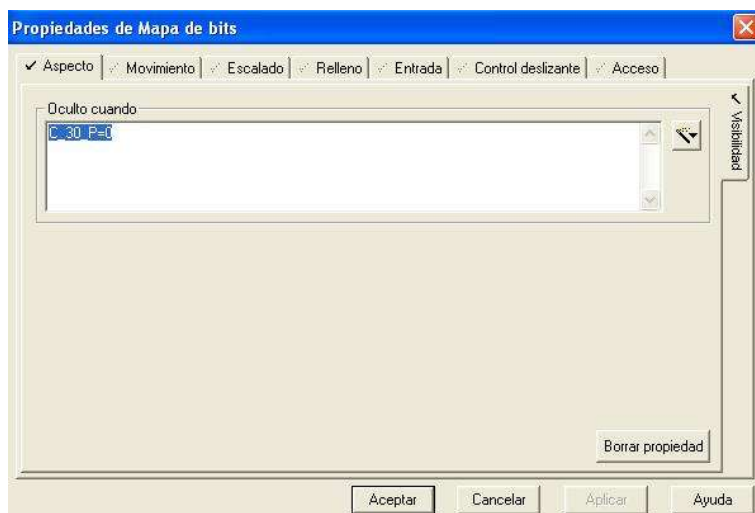
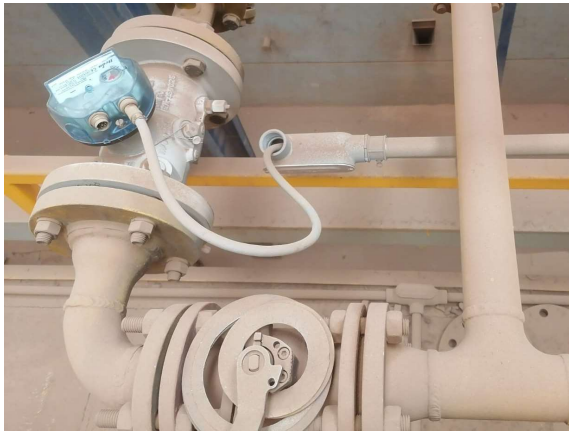


Figura 4.6 (Condición de animación de banda para tierras)

Aprendí demasiado sobre el proceso de como habilitar diferentes funciones tanto como en



los programas que utilizan tanto como las maniobras en el esfuerzo físico para lograr el desarrollo de los procesos, en las jornadas de mantenimiento comprendía como sustituir sensores que eran ajenos al proyecto que estaba asignado, estoy satisfecho por el desempeño que logre en esta empresa que me dio la bienvenida.

Figura 4.7 (Segmento del sensor instalado con tubería)

Capítulo 5 Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.

El proyecto Eliot se implementó con éxito, el sistema SCADA demostró una grandiosa efectividad en cuanto se instalaron las modificaciones correspondientes dentro de la línea de producción del producto, los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) desempeñan un papel fundamental en los procesos industriales modernos, permitiendo un seguimiento, control y gestión eficientes de sistemas complejos en diversos sectores, como la energía, el tratamiento de agua, la fabricación y el transporte. A lo largo de esta exploración, hemos profundizado en los componentes y funcionalidades fundamentales de los sistemas SCADA, destacando su capacidad para recopilar datos en tiempo real, visualizar procesos operativos y facilitar la toma de decisiones informadas para operadores e ingenieros. Además, hemos examinado la importancia de los sistemas SCADA para mejorar la eficiencia operativa, optimizar la utilización de recursos y garantizar la seguridad de la infraestructura crítica.

Sin embargo, es imperativo reconocer los desafíos y vulnerabilidades inherentes asociados con los sistemas SCADA, incluidas las amenazas a la ciberseguridad, las complejidades de la integración y los posibles puntos de falla. A medida que los sistemas SCADA continúan evolucionando y ampliando su alcance, es esencial que las organizaciones prioricen medidas sólidas de ciberseguridad, auditorías periódicas del sistema y estrategias proactivas de gestión de riesgos para mitigar los riesgos potenciales y protegerse contra ataques

cibernéticos y fallas del sistema.

En cuanto los objetivos específicos enumerados se realizaron de forma exitosa que por consecuente fue de manera individual como la elaboración de un diseño estético que sea cómodo dentro de la interfaz Sistema SCADA – Operador.

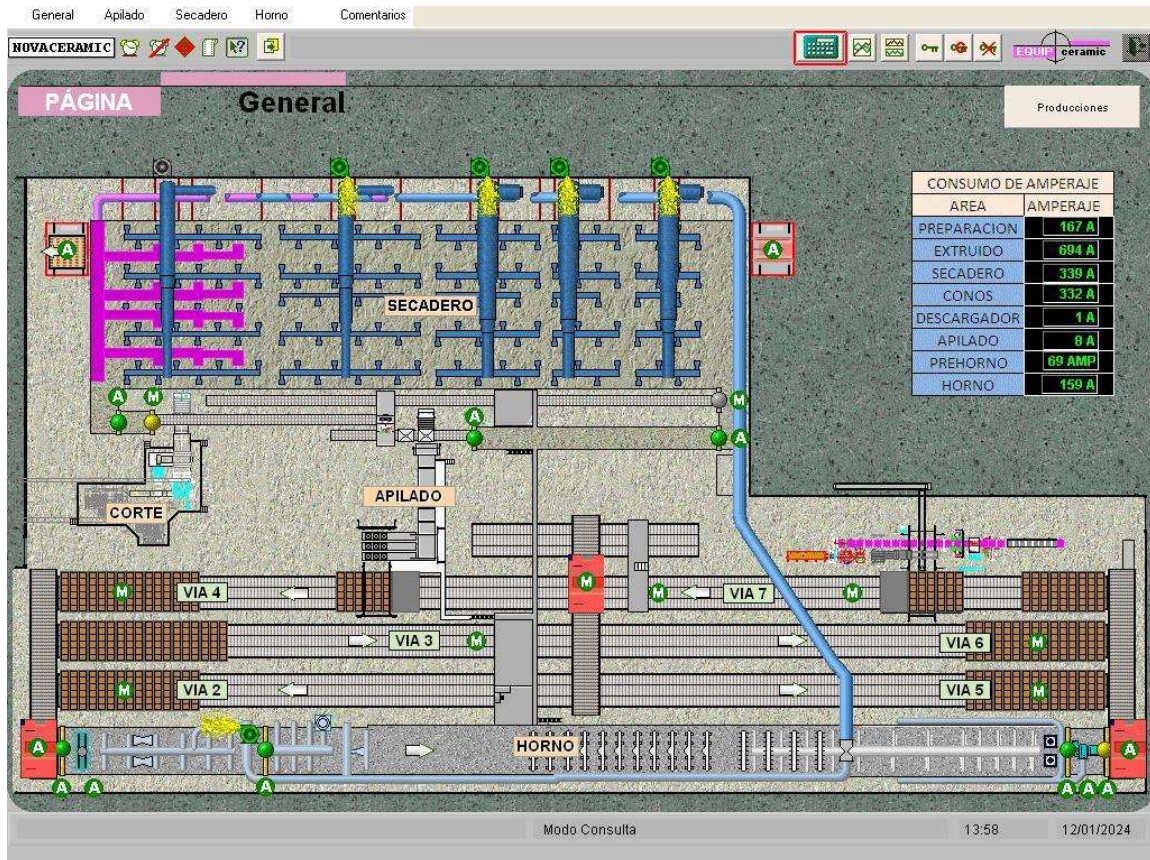


Figura 5.1 (Pagina general modificada mostrando lectura de consumo de cada área)

En cuanto las animaciones que se elaboraron para las páginas del sistema SCADA destacan ya que son herramientas visuales poderosas que permiten representar de manera gráfica y dinámica el funcionamiento de los sistemas de control y adquisición de datos en tiempo real como se muestra en la figura 5.1. Estas animaciones tienen múltiples propósitos y beneficios en el ámbito industrial y de ingeniería. Aquí hay algunas formas en las que las animaciones sobre sistemas SCADA son utilizadas como:

1. Visualización de Procesos.

Las animaciones permiten representar de forma clara y comprensible cómo se

desarrollan los procesos industriales monitoreados por el sistema SCADA. Esto facilita a los operadores y técnicos la comprensión de la secuencia de eventos y el estado actual del sistema.

2. Capacitación y Entrenamiento

Las animaciones son útiles para la capacitación y el entrenamiento de personal en el manejo de sistemas SCADA. Permiten simular situaciones de funcionamiento normal, así como escenarios de emergencia, ayudando a los empleados a familiarizarse con los procedimientos operativos y de respuesta.

3. Diagnóstico de Problemas.

Mediante animaciones detalladas, los operadores pueden identificar y diagnosticar rápidamente problemas o anomalías en el sistema SCADA. Al visualizar los flujos de datos y los puntos de control, es más fácil detectar posibles fallas y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

4. Optimización de Procesos.

Las animaciones pueden mostrar el rendimiento en tiempo real de los equipos y procesos industriales, lo que permite identificar áreas de mejora y optimización. Esto puede conducir a una mayor eficiencia operativa y ahorros significativos en términos de recursos y energía.

5. Presentaciones y Reportes.



Figura 5.2 (Pagina elaborada para lectura de consumos)

Las animaciones sobre sistemas SCADA son útiles para crear presentaciones y reportes visuales impactantes que pueden ser utilizados para comunicar información técnica de manera efectiva a diferentes audiencias, desde gerentes y stakeholders hasta personal técnico y de mantenimiento.

En resumen, las animaciones sobre sistemas SCADA son una herramienta invaluable para la visualización, capacitación, diagnóstico y optimización de procesos industriales como se muestran 5.2, permiten una comprensión más profunda y rápida de la información operativa, lo que a su vez contribuye a una toma de decisiones más informada y eficiente en entornos industriales y de control de procesos y los sistemas SCADA representan una piedra angular de la automatización industrial moderna, ya que permiten a las organizaciones optimizar la eficiencia operativa, garantizar el cumplimiento normativo y lograr una mayor visibilidad y control sobre los procesos críticos. Al adoptar tecnologías que puedan ser nuevas y mejores prácticas, las empresas pueden aprovechar todo el potencial de los sistemas SCADA para impulsar la innovación, la competitividad y el crecimiento sostenible en un mundo cada vez más interconectado y digitalizado.

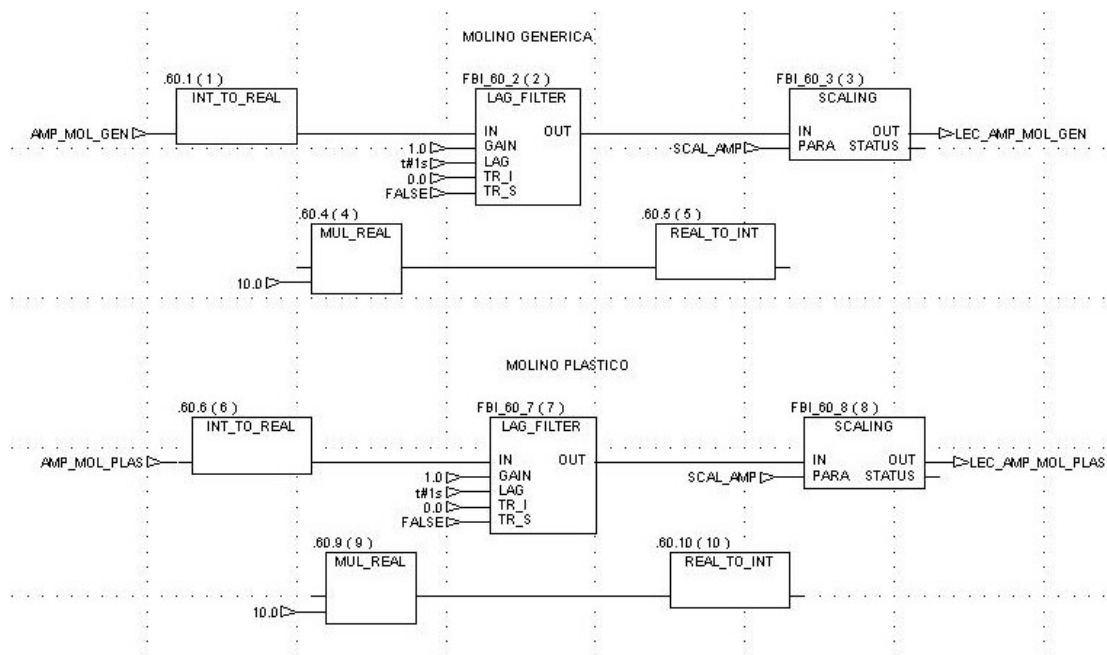


Figura 5.3 (Programación de los sensores)

Citas y referencias bibliográficas.

García Breijo, Eduardo. (2009) Compilador C CCS y simulador PROTEUS para microcontroladores PIC 2ª Edición. Ed. Marcombo.

Berger, H, “Automating with STEP 7 in STL and SCL”, SIEMENS, Alemania, 2005.

- Nise, N. S. (2011). Control systems engineering (6th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Hermosa Donante, Antonio. (1995). Electrónica Digital Fundamental, Alfaomega-Marcombo.
- Palacios, Enrique. (2006) Microcontrolador PIC16F84. Desarrollo de proyectos. 2ª Edición. Ed. Alfaomega.
- Davison, D. E., & Chen, J. (2007, February). Classical control revisited. IEEE Control Systems Magazine, 27(1).
- Bliesener, R, Ebel F, Loffler, C, “Controlles Lógicos Programables”, Festo AG & Co, Alemania, 1997.
- Dempsey, John A. (1996). Electrónica Digital Con Aplicaciones MSI, Alfaomega.
- Andhurta. (2021, 11 junio). *Módulos de Expansión para Autómatas Programables (PLC)*. EEEYMUC. <https://eeymuc.co/modulos-de-expansion-para-plc/>
- Aula. (2023a, mayo 15). Qué es un PLC, para qué sirve y cómo funciona. *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-plc/>
- Aula. (2023b, mayo 15). Qué es un Variador de Frecuencia, para qué sirve y cómo funciona. *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-variador-de-frecuencia/>
- Aula. (2023c, mayo 17). Sensores Industriales: ¿Por qué son importantes? *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-son-los-sensores-de-automatizacion-industrial/>

Aula. (2023d, octubre 6). PROFIBUS: Qué es, para qué sirve y cómo funciona. *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-profibus/>

Emac. (2021, 26 noviembre). *Módulos de expansión PLC*. EMACSTORES. <https://emacstores.com/modulos-de-expansion-plc/>

Freeland, R. (2023, 5 abril). ¿Qué es un sistema SCADA y cómo funciona? SCADA vs. PLC. *eMaint*. <https://www.emaint.com/es/blog-what-is-scada/>

Herrero, A. B. P. S. S. y. R. (s. f.). *Capítulo 2 Sensores y Actuadores | Introducción a la Automatización Industrial*. https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sensoractuador.html

IBM documentation. (s. f.). <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=protocol-tcpip-protocols>

Módulos de Expansion Digitales para PLC Serie FBs. (s. f.). https://www.logicbus.com.mx/tablas_plc_fbs_digitales.php

Nico. (2021, 27 abril). *Programación en PLC: controladores programables*. Electrónica Edimar. <https://edimar.com/programacion-en-plc/>

Novaceramic. (s. f.). <https://www.novaceramic.com.mx/>

OID Identificador de objeto la base de la identificacion digital - FasterCapital. (s. f.). FasterCapital. <https://fastercapital.com/es/contenido/OID--Identificador-de-objeto--la-base-de-la-identificacion-digital.html>

¿Qué es la automatización? - ServiceNow. (s. f.). ServiceNow. <https://www.servicenow.com/es/now-platform/what-is-automation.html>

Rojas, A., & Rojas, A. (2024, 13 febrero). *La infraestructura de redes y su utilidad en el sector industrial*. Rittal Net. <https://rittalnet.cl/infraestructura-de-redes/>

- Sanchez, A. (2023, 21 marzo). *La infraestructura de red industrial: la base de su futuro negocio*. MCS Networks. <https://mcs.com.mx/la-infraestructura-de-red-industrial-la-base-de-su-futuro-negocio/>
- Sicma. (2023, 6 marzo). Redes de Comunicación Industrial: todo lo que necesitas saber. *Soluciones Integrales para la Industria 4.0*. <https://www.sicma21.com/que-son-las-redes-de-comunicacion-industrial/>
- Torres, H. (2021, 7 marzo). Compuertas lógicas. *HeTPro-Tutoriales*. <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/compuertas-logicas/>
- Villajulca, J. C. (2020, 20 abril). *Modulos de Entrada y Salida de datos*. Instrumentacion y Automatizacion Industrial. <https://instrumentacionycontrol.net/modulos-de-entrada-y-salida-de-datos/>