

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Ingeniería en Automatización

Programación y Aplicación de Redes Industriales
con Controladores Lógicos

TESINA

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de:

Ingeniero en Automatización con línea terminal en

Instrumentación y Control de Procesos

Presentan:

Jonathan Alejandro Morales Smeke

Luis Enrique Padilla Picazo

Asesor:

Dr. Edgar Alejandro Rivas Araiza

Santiago de Querétaro Qro, Febrero 2012

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



ÍNDICE TEMÁTICO

TEMA	PÁGINA
i. ÍNDICE TEMÁTICO	i
i. ÍNDICE DE FIGURAS	ii
i. ÍNDICE DE TABLAS	v
i. RESUMEN	vi
ii. JUSTIFICACIÓN	vii
iii. OBJETIVO	viii
iiii. ANTECEDENTES	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- FUNDAMENTOS TEORICOS	6
2.1 PLC´s.	6
2.2 SISTEMA MICROLOGIX 1500	11
2.3 PROGRAMACIÓN DE FUNCIONES GENERALES Y ESPECIALES DE LOS PLC´s	12
2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTRUCCIONES DEL TEMPORIZADOR	19
2.5 PROGRAMACIÓN DE PID´s	20
2.6 COMUNICACIÓN	23
2.7 MANEJO DE SOFTWARE	23
2.8 DEVICENET	29
2.9 ETHERNET	38
2.10 WONDERWARE	47
III.- IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO	51
3.1 DIAGRAMA GENERAL.	52
3.2 DESCRIPCIÓN	55
3.3 CONFIGURACIÓN MODULO CONSTRUCCIÓN	57
3.4 ARMADO DE RED	65
3.5 DESARROLLO SCADA	71
IV.- CONCLUSIONES	78
V.- REFERENCIAS	79





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
CAPÍTULO I	0
CAPÍTULO II	
2.1	6
2.2	7
2.3	8
2.4	8
2.5	9
2.6	9
2.7	10
2.8	10
2.9	11
2.10	13
2.11	14
2.12	14
2.13	17
2.14	18
2.15	19
2.16	19
2.17	20
2.18	21
2.19	21
2.20	22
2.21	24
2.22	25
2.23	25
2.24	27
2.24	30
2.26	32





2.27	33
2.28	33
2.29	35
2.30	37
2.31	39
2.32	39
2.33	39
2.34	43
2.35	44
2.36	47
2.37	48
2.38	49
2.39	50
CAPÍTULO III	
3.1	53
3.2	53
3.3	54
3.4	55
3.5	57
3.6	57
3.7	58
3.8	58
3.9	58
3.10	59
3.11	59
3.12	60
3.13	60
3.14	61
3.15	62
3.16	63





3.17	64
3.18	64
3.19	65
3.20	66
3.21	67
3.22	67
3.23	68
3.24	68
3.25	68
3.26	69
3.27	70
3.28	71
3.29	73





ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
CAPÍTULO I	0
CAPÍTULO II	
2.1	12
2.2	16
2.3	34
2.4	41
CAPÍTULO III	0





RESUMEN

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas (neumáticas de 3 a 15 psi en las válvulas de control y electrónicas de 4 a 20 mA cc). Actualmente existen instrumentos digitales capaces de manejar gran cantidad de datos y guardarlos históricamente; su precisión es diez veces mayor que la de la señal típica de 4-20 mA cc. En vez de transmitir cada variable por un par de hilos, transmiten secuencialmente las variables por medio de un cable de comunicaciones llamado bus.

La tecnología fieldbus (bus de campo) es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad creada para reemplazar la clásica señal de 4-20 mA que aún se utiliza en muchos de los sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) y PLC (Controladores Lógicos Programables), instrumentos de medida y transmisión y válvulas de control. La arquitectura fieldbus conecta estos instrumentos con computadores que se usan en diferentes niveles de coordinación y dirección de la planta. Muchos de los protocolos patentados para dichas aplicaciones tiene una limitante y es que el fabricante no permite al usuario final la interoperabilidad de instrumentos, es decir, no es posible intercambiar los instrumentos de un fabricante por otro similar. Tecnologías cerradas como estas tienden a desaparecer; actualmente es necesaria la interoperabilidad de sistemas y aparatos y así tener la capacidad de manejar sistemas abiertos y estandarizados. Con la mejora de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesario para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización y el tiempo real de respuesta determinística en algunas aplicaciones.





JUSTIFICACIÓN

La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, es la reducción de costos, lo que los hace atractivos para los usuarios finales. Dicho ahorro proviene fundamentalmente en tres fuentes consistentes en bajo costo y ahorro en la instalación, mantenimiento y mejora de funcionamiento del sistema.

Su principal característica es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación. Cada componente solo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que su implementación reduce de 5 a 1 los costos de cableado.

En comparación con otros tipos de redes, dispone de herramientas de administración del bus que permiten la reducción del número de horas necesarias para la instalación y puesta en marcha.

El hecho de que los buses de campo sean más sencillos que otras redes de uso industrial como por ejemplo MAP, hace que las necesidades de mantenimiento de la red sean menores, de modo que la fiabilidad del sistema a largo plazo aumenta. Además los buses de campo permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta.





OBJETIVO

α Contar con los elementos teóricos y prácticos necesarios indispensables que sirvan como base para desarrollar conocimientos y habilidades para planear, diseñar, y configurar una red PCL's, a efecto de realizar su aplicación dentro de la industria. De acuerdo a lo anterior resulta necesario estudiar los distintos controladores lógicos y buses necesarios para el control y la comunicación de procesos en las redes industriales de PCL's y poder implementarlas en la industria o en algún otro ámbito en el cual se requiera de una red industrial de PCL's.

Ω Derivado de los conocimientos adquiridos necesarios en su vertiente teórica y práctica sobre la programación de redes industriales y buses de campo -ya que toda práctica necesariamente debe estar nutrida de una buena teoría-, el objetivo secundario y más importante es realizar la aplicación de una red industrial de PCL's, de tal forma que se aplique alguno de los buses de campo para realizar una red industrial de PCL's, comenzando con la planeación estratégica de su diseño, finalizando con su aplicación.





ANTECEDENTES

Las redes de **comunicaciones industriales** deben su origen a la fundación FieldBus (Redes de campo). La fundación FieldBus desarrolló un nuevo protocolo de comunicación para la medición y el control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma.

Redes industriales con PLC

Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí; sin embargo, se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Al usuario esto le reporta la máxima flexibilidad, ya que también puede integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces de software estandarizadas.

En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado, haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento.

De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se ha convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.





INTRODUCCIÓN

Diversos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí, a pesar de ello lo deseable es que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Al usuario, esto le reporta la máxima flexibilidad y que también puede integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces software estandarizadas. Recientemente las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control de una planta de procesamiento. De esta forma la comunicación entre la planta de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista en los elementos de campo en el sistema de control de procesos.

Las redes industriales con PLC comparten distintos protocolos de comunicación, los cuales se utilizan en la industria, por transmisión de datos y así realizar funciones como el control; algunos de los protocolos de comunicación que se utilizan para realizar el control dentro de la industria son: MODBUS, DEVICENET, PROFIBUS, INTERBUS, ETHERNET, Y DELTA V entre otros muchos buses de campo.

MODBUS

En su definición inicial Modbus era una especificación de tramas, mensajes y funciones utilizada para la comunicación serie y permite la comunicación por medio de tramas, mensajes y funciones utilizada para la comunicación con los PLC's. Modbus puede implementarse sobre cualquier línea de comunicación serie y permite la comunicación por medio de tramas binarias o ASCII con proceso interrogación-respuesta simple.

ETHERNET

Aunque los buses de campo continuarán dominado las redes industriales, las soluciones basadas en ETHERNET se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, en donde las secuencias de producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores PLC y sistemas ERP (planificación de recursos a la empresa), teniendo acceso a cada sensor que se conecta





a la red. La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles.

DEVICENET

DeviceNet es un protocolo de comunicación usado en la industria de la automatización para interconectar dispositivos de control para intercambio de datos. Éste usa Bus CAN como tecnología Backbone y define una capa de aplicación para cubrir un rango de perfiles de dispositivos. Las aplicaciones típicas incluyen dispositivos de intercambio, dispositivos de seguridad grandes redes de control con E/S. Es posible la conexión de hasta 64 modos con velocidades de 125 Kbps a 500 Kbps en distancias de 100 a 500 m.

PROFIBUS (PROCESS FIELD BUS)

Es el estándar europeo en tecnología de buses, se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS, trabaja según procedimiento híbrido token passing, dispone de 31 participantes hasta un máximo de 127. Su paquete puede transmitir un máximo de 246 Bytes, y el ciclo para 31 participantes de aproximadamente 90 ms. Alcanza una distancia de hasta 22300 m.





CAPITULO 1

1.1 Tecnología de buses de campo

Físicamente podemos considerar a un bus como un conjunto de conductores que conectan conjuntamente varios circuitos para permitir el intercambio de datos. Un bus consta normalmente de un número de usuarios superior, además que generalmente un bus transmite datos en modo serial, a excepción de algún protocolo de bus particular como SCSI o IEEE-488, utilizado para interconexión de instrumentos de medición.

Para una transmisión serial es suficiente un número de cables muy limitado, generalmente dos o tres conductores y la debida protección contra las perturbaciones externas para permitir su tendido en ambientes de ruido industrial.

Ventajas de un bus de campo

- i. El intercambio puede llevarse a cabo por medio de un mecanismo estándar.
- ii. Flexibilidad de extensión.
- iii. Conexión de módulos diferentes en una misma línea.
- iv. Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.
- v. Distancias operativas superiores al cableado tradicional.
- vi. Reducción masiva de cables y costo asociado.
- vii. Simplificación de la puesta en servicio.

Desventajas de un bus de campo

- i. Necesidad de conocimientos superiores.
- ii. Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.
- iii. Costos globales inicialmente superiores.

Procesos de comunicación por medio de bus

El modo más sencillo de comunicación con el bus es el sondeo cliente/servidor. Más eficiente pero también más costoso es el Token bus (IEEE 802.4) donde, desde el punto de vista físico tenemos un bus lineal, y desde el punto de vista lógico un token ring. El procedimiento token passing es una combinación entre cliente/servidor y token bus. Todo servidor inteligente puede ser en algún momento servidor.

Tipos de buses

La mayoría de los buses trabajan en el nivel 1 con interfaz RS 485.





ASI (Actuator Sensor Interface)

Es el bus más inmediato en el nivel de campo y más sencillo de controlar. Consiste en un bus cliente/servidor con un máximo de 31 participantes que transmite por paquetes de solo 4 bits de datos. Es muy veloz, con un ciclo de 5 ms aproximadamente. Alcanza distancias de 100 m o hasta 300 m con ayuda de repetidores.

BITBUS

Es el más difundido en todo el mundo; es del tipo cliente/servidor y admite como máximo 56 clientes; el paquete puede transmitir hasta 43 bytes de datos.

Profibus (PROcess Field BUS)

Es el estándar europeo en tecnología de buses; se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS, trabaja según procedimiento híbrido token passing, y dispone de 31 participantes hasta un máximo de 127. Su paquete puede transmitir un máximo de 246 bytes, y el ciclo para 31 participantes es de aproximadamente 90 ms. Alcanza una distancia de hasta 22300 m.

FieldBus en OSI

En la arquitectura OSI, fieldbus ocupa los niveles 1 (Físico), 2 (Enlace de Datos) y 7 (Aplicación); teniendo en cuenta que este último no solo se encarga de la interfaz de usuario sino de aplicaciones específicas, dependiendo de cada aplicación

Clasificación de las redes industriales

Si se clasifican las redes industriales en diferentes categorías basándose en la funcionalidad, se hará en:

Buses actuadores y sensores

Inicialmente se usan un sensor y un bus actuador en conexión simple, dispositivos discretos con inteligencia limitada, como un fotosensor, un switch limitador o una válvula solenoide, controladores y consolas terminales.

Buses de campo y dispositivos calientes

Estas redes se distinguen por la forma como manejan el tamaño del mensaje y el tiempo de respuesta. En general, estas redes conectan dispositivos inteligentes en una sola red distribuida (Delta V de Emmerson).





Estas redes ofrecen altos niveles de diagnóstico y capacidad de configuración, generalmente al nivel del poder de procesamiento de los dispositivos más inteligentes. Son las redes más sofisticadas que trabajan con control distribuido real entre dispositivos inteligentes.

Componentes de las redes industriales

En grandes redes industriales, un simple cable no es suficiente para conectar el conjunto de todos los nodos de la red. Deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento.

Bridge

Con un puente la conexión entre dos diferentes secciones de red, puede tener diferentes características eléctricas y protocolos; además puede enlazar dos redes diferentes.

Repetidor

El repetidor o amplificador es un dispositivo que intensifica las señales eléctricas para que puedan viajar grandes distancias entre nodos. Con este dispositivo se pueden conectar un gran número de nodos a la red; además, se pueden adaptar a diferentes medios físicos como cable coaxial o fibra óptica.

Gateway

Un gateway es similar a un puente, ya que suministra interoperabilidad entre buses y diferentes tipos de protocolos; además, las aplicaciones pueden comunicarse a través de él.

Enrutadores

Es un switch "enrutador" de paquetes de comunicación entre diferentes segmentos de red que definen la ruta hacia donde se transmite la información.

Topología de redes industriales

Los sistemas industriales usualmente consisten en dos o más dispositivos. Como un sistema industrial puede ser bastante grande, debe considerarse la topología de la red. Las topologías más comunes son: red bus, red estrella y red híbrida.

Beneficios de una red industrial

- i. Reducción de cableado (físicamente)



- ii. Dispositivos inteligentes (funcionalidad y ejecución)
- iii. Control distribuido (flexibilidad)
- iv. Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones
- v. Reducción de costo en cableado y cajas de conexión
- vi. Aplicable a todo tipo de sistema de manufactura
- vii. Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción
- viii. Optimización de los procesos existentes

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 PLC's

Controlador lógico programable

Los controladores lógicos programables o PLC (*Programmable Logic Controller* en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial. Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial. El **MODICON 084** fue el primer **PLC** producido comercialmente.



Figura 2.1

Hoy en día, los PLC's no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional Integral y Derivativo).

Su estructura básica son dos o más planos de puertas lógicas, normalmente AND y OR, que el programador debe conectar de forma adecuada para que hagan la función lógica

requerida. Suelen programarse en ABEL o VHDL. Para aplicaciones de mayor capacidad son sustituidos por FPGAs.

Los PLC's actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

UN PLC (BASICO)



Figura 2.2

Los Controladores Lógicos Programables (PLC) continúan evolucionando a medida que las nuevas tecnologías se añaden a sus capacidades. Hoy en día son los cerebros de la inmensa mayoría de la automatización, procesos y máquinas especiales en la industria. Los PLCs incorporan ahora más pequeños tamaños, más velocidad de las CPU y redes y tecnologías de comunicación diferentes.

Se puede pensar en un PLC como un pequeño computador industrial que ha sido altamente especializado para prestar la máxima confianza y máximo rendimiento en un ambiente industrial. En su esencia, un PLC mira sensores digitales y analógicos y switches (entradas), lee su programa de control, hace cálculos matemáticos y como resultado controla diferentes tipos de hardware (salidas) tales como válvulas, luces, relés, servomotores, etc. en un marco de tiempo de milisegundos.

Mientras los PLCs son muy buenos con el control rápido de información, no comparten los datos y las señales con facilidad. Comúnmente los PLCs intercambian información con paquetes de software en el nivel de planta como interfaces maquina operador (HMI) o Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA). Todo intercambio de datos

con el nivel de negocios de la empresa (servicios de información, programación, sistemas de contabilidad y análisis) tiene que ser recogido, convertido y transmitido a través de un paquete SCADA.

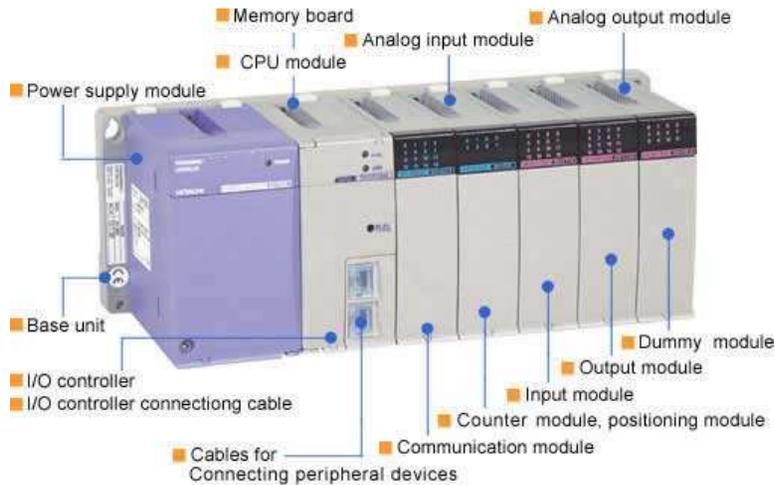


Figura 2.3

Nuevas tendencias

En general, los PLC son cada vez más rápidos y más pequeños y como resultado de esto, están ganando capacidades que solían ser dominio exclusivo de la computadora personal (PC) y de las estaciones de trabajo. Algunas de las características que un PLC puede aportar a sus proyectos de automatización son los servidores web, servidores FTP, envío de e-mail y Bases de Datos Relacionales Internas.



Figura 2.4

UN PLC (AVANZADO). Estructura de un PLC



Figura 2.5

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas. La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM.

La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

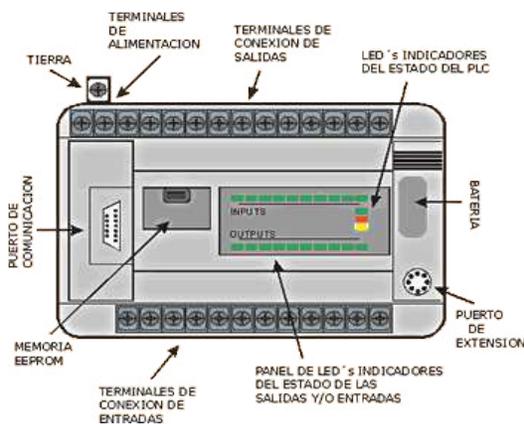


Figura 2.6

La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectados a las

entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.

Entradas y salidas (E/S) - Inputs and Outputs (IO)



Figura 2.7

Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.

Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's).

Funcionamiento del PLC

Cuando se pone en marcha el PLC lo primero que este realiza es una lista de chequeos internos para dar permitir que todo desde el inicio este en buenas condiciones y todo esté debidamente conectado (Power Supply, conexiones de entradas y salidas).



Figura 2.8

Una vez efectuadas estas comprobaciones y son aprobadas, la CPU inicia la exploración del programa y reinicializa. Mientras se está ejecutando el programa, la CPU realiza en intervalos continuos de tiempo distintas funciones de diagnóstico (watch-dog). Cualquier singularidad que se detecte se mostrará en los indicadores de

diagnóstico del procesador y dependiendo de su importancia se generará un código de error o se parará totalmente el sistema. El tiempo de exploración es uno de los parámetros que caracteriza a un PLC y generalmente se suele expresar en milisegundos por cada mil instrucciones. Para reducir los tiempos de ejecución, algunas CPU's constan de dos o más procesadores que operan simultáneamente y están dedicados a funciones específicas.

Programar la memoria de un PLC



Figura 2.9

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control. Normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de software instalados en Computadores personales (PC). Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware).

La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422).

2. 2 SISTEMA MICROLOGIX 1500

El controlador Micrologix 1500 es un sistema compacto con muchas de las ventajas que ofrece un controlador grande. Algunas de las características que ofrece: Matemática de enteros con signo de 32 bits, E/S incorporadas, las cuales proporcionan entradas y salidas de alta velocidad optimizadas, dos potenciómetros de ajuste analógico incorporados en el controlador. Un giro de 3/4 de vuelta ajusta un entero entre 0 y 250, capacidades PID incorporadas, dos salidas de alta velocidad que se pueden configurar como PTO (salidas de tren de pulsos) de 20 kHz o como salidas PWM (anchura de pulso modulado) con perfiles de aceleración/desaceleración, puerto de comunicación



RS-232 adicional, el cual permite acceso de programación al controlador, mientras está conectado a otros dispositivos o redes (número de catálogo 1764-LRP), entre otras.

Su sistema modular permite una gran combinación de tipos señales para satisfacer las necesidades de aplicación. E/S analógicas, relé de CA/CC, voltajes de 24 VCC y 120/240 VCA.

Algunos módulos que incluyen:

1769-IA16	Módulo de entrada de 120 VCA de 16 puntos
1769-IA8I	Módulo de entradas de 120 VCA aisladas individualmente de 8 puntos
1769-OA8	Módulo de salida de 120/240 VCA de 8 puntos
1769-IM12	Módulo de entrada de 240 VCA de 12 puntos
1769-IQ16	Módulo de entrada drenador/surtidor de 24 VCC de 16 puntos
1769-OB16	Módulo de salida surtidor de 24 VCC de 16 puntos
1769-OV16	Módulo de salida drenador de 24 VCC de 16 puntos
1769-OW8	Módulo de salida de relé de CA/CC de 8 puntos
1769-OW8I	Módulos de salidas de relé de CA/CC individualmente aisladas de 8 puntos
1769-IQ6XOW4	Módulo combinado de entrada de CC de 6 puntos y salida de relé de 4 puntos
1769-IF4	Módulo de entrada analógica de corriente/voltaje de 4 canales
1769-OF2	Módulo de salida analógica de corriente/voltaje de 2 canales

Tabla 2.1 Descripción general del sistema micrologix 1500

2.3 PROGRAMACIÓN DE FUNCIONES GENERALES Y ESPECIALES DE LOS PLC's

Estructura básica de un PLC

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora. La estructura básica del hardware de un controlador Programable propiamente dicho está constituido por:

- a) Fuente de alimentación
- b) Unidad de procesamiento central (CPU)
- c) Módulos de interfases de entradas/salidas (E/S)
- d) Modulo de memorias
- e) Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen Módulos Inteligentes.



MÓDULOS DE MEMORIAS

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente
Se cuenta con dos tipos de memorias,

1. Volátiles (RAM)
2. No volátiles (EPROM y EEPROM)

UNIDAD DE PROGRAMACION

Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización
Existen tres tipos de programadores los manuales (Hand Held) tipo de calculadora, Los de video tipo (PC), y la (computadora).

Programación de un PLC II

LENGUAJES GRAFICOS

Se denomina lenguaje gráfico a la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos. Y en conformidad a su sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control.
Dentro de ellos tenemos:

Carta de Funciones Secuenciales o Grafcet

El Grafcet es una representación de análisis gráfico donde se establecen las funciones de un sistema secuencial. Este lenguaje consiste en una secuencia de etapas y transiciones, asociadas respectivamente con acciones y condiciones.

Las etapas representan las acciones a realizar y las transiciones las condiciones que deben cumplirse para ir desarrollando acciones. La Etapa - Transición es un conjunto indisoluble.

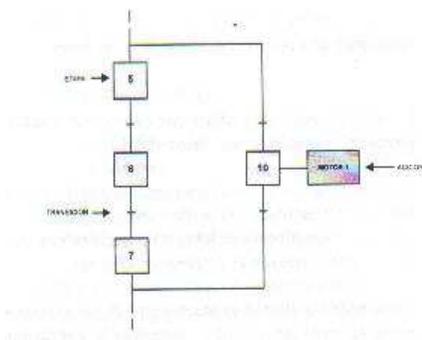


Figura 2.10

Plano de Funciones

Es una representación gráfica orientada a las puertas lógicas AND, OR y sus combinaciones. Las funciones individuales se representan con un símbolo, donde su lado izquierdo se ubica las entradas y en el derecho las salidas.

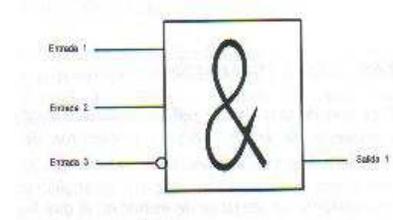


Figura 2.11

Diagrama de Contactos o Plano de Funciones

Es la representación gráfica que tiene cierta analogía a los esquemas de contactos según la norma Nema (USA). Su estructura obedece a la semejanza que existe con los circuitos de control con lógica cableada, es decir, utiliza la misma representación de los contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, con la diferencia que su interpretación es totalmente diferente.

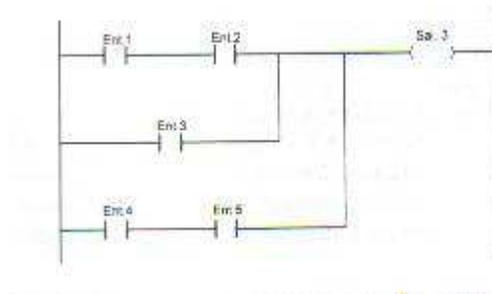


Figura 2.12

Lenguajes Textuales

Este tipo de lenguaje se refiere básicamente al conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida.

Existen dos lenguajes diferentes en nivel y tipo de aplicación, ellos son:

Lista de Instrucciones

Son instrucciones del tipo Booleanas, utilizando para su representación letras y números.

Representación de un programa en lista de instrucciones para diferentes marcas de PLC's



Siemens (Simatic)	Telemecanique	General Electric
U E0.1	L I0.01	LD %I0001
U E0.2	A I0.02	AND %I0002
O E0.3	O I0.03	OR %I0003
= A3.1	= O3.01	OUT %Q0031

Texto Estructurado

Es un lenguaje del tipo booleano de alto nivel y estructurado, incluye las típicas sentencias de selección (IF-THEN-ELSE) y de interacción (FOR, WHILE Y REPEAT), además de otras funciones específicas para aplicaciones de control.

Programa en texto estructurado para un PLC marca Telemecanique TSX-07

```

LD [%MW10>100]
ST %Q0.3
AND [%MW20<%MW35]
ST %Q0.2
LD %I0.2
OR [%MW30>=%MW40]
ST %Q0.4
    
```

DENOMINACION DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACION DE DIFERENTES PLC'S

Cada fabricante ha nombrado mediante siglas o palabras compuestas a su lenguaje de programación o software de programación que lo identifica del resto de PLCs. A continuación se presenta una tabla donde se indican estos nombres.





LENGUAJE MARCA	GRAFICO			TEXTUAL	
	PLANO DE FUNCIONES	PLANOS DE CONTACTOS	GRAFCEY	LISTA DE INSTRUCCIONES	TEXTO ESTRUCTURADO
SIEMENS (Simatic)	STEP 3	STEP 5, STEP 7	GRAPH 5, S7-GRAPH	STEP 5, STEP 7	STEP 7
SIEMENS (7U)		TISOFY (PLL)	TISOFY (Machine-stage)	-	-
AEG (Modicon)		MODSOFT	-	MODSOFT	-
KLÖCKNER MOELLER (Succes PS30 - Serie)	-	SUCOSOFY S 30	-	SUCOSOFY S 30	-
TELEMECANIQUE	-	PL7 - 2	PL7 - 2	PL7 - 1	PL7 - 0
ALLEN BRADLEY	-	APS	-	-	-
GENERAL ELECTRIC (Fastrac)	-	LOGICMASTER 90	-	-	LOGICMASTER 90

Tabla 2.2

Programación de un PLC III

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE APLICACION

Los Programas de aplicación se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas (tareas), éstas pueden ser de dos tipos:

PROGRAMACION LINEAL

Se emplea para aplicaciones simples de automatización, su procesamiento es cíclico o secuencial y es suficiente programar las diferentes instrucciones en un solo bloque o sección de programación.

Un procesamiento cíclico o secuencial, consiste en la lectura, interpretación y ejecución de instrucción por instrucción, respetando el orden en que se han programado, salvo las instrucciones de salto. Para ejecutar las instrucciones se utilizan informaciones procedentes de la imagen de proceso de entradas (IPE), memorias internas, memorias intermedias, así como los datos actuales de los temporizadores y contadores. Los resultados se escriben en la imagen de proceso de salidas (IPS).

Sin embargo, esta forma de procesamiento dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez, y en algunos casos es casi imposible estructurar los programas debido a las siguientes desventajas:

- Incremento del tiempo de barrido, que es proporcional a la complejidad del programa.
- En extensos programas es muy tedioso su diagnóstico. Modificación y puesta a punto.



- c. Dificultad para la concepción del programa resultando complejo y difícil interpretarlo y actualizarlo.
- d. En muchos casos es indispensable el cumplimiento en tiempo real defunciones avanzadas tales como:
 - i. medición analógica y regulación
 - ii. servoposicionamiento
 - iii. comunicación para el diálogo operador y control
 - iv. funciones de monitoreo, etc.

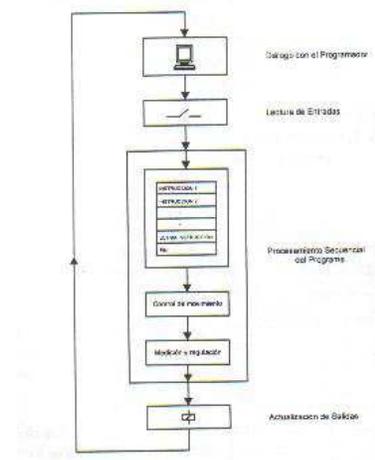


Figura 2.13

PROGRAMACION ESTRUCTURADA

Consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida.

La programación estructurada optimiza el tiempo de escaneo ya que no se ejecutan todos los bloques en cada ciclo de barrido, ejecutándose sólo los que están en actividad en el momento dado.

Las ventajas que se obtienen programando en forma estructurada son: la comprensión, solución, simulación y pruebas es mucho más fácil cuando un problema muy complejo es tratado por partes.

Optimización del tiempo de barrido.

A continuación se puede ver un ejemplo de una programación estructurada cuya distancia medida por el número de bloques a los que "salta", se le conoce como Profundidad de Encadenamiento o Anidado. Con este tipo de microprocesador no se puede realizar en forma simultánea otras tareas como diálogo hombre-máquina, procesamiento analógico, etc.

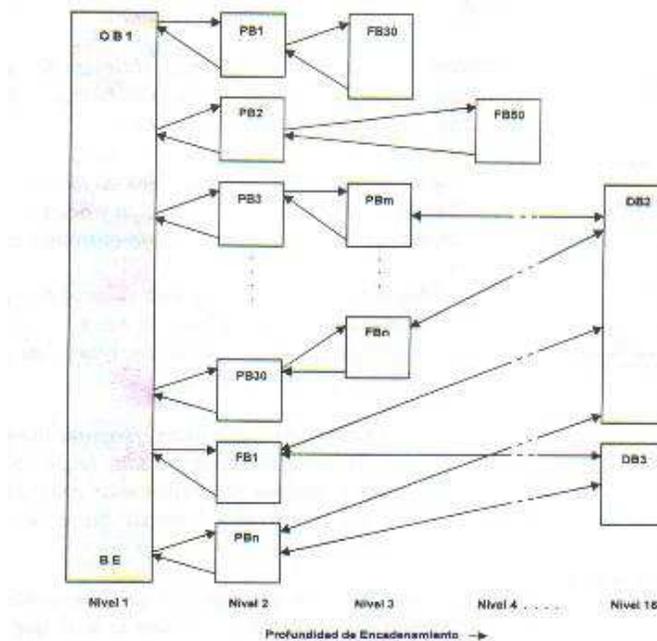


Figura 2.14

OB: Módulo de Organización, PB: Módulo de Programa, FB: Módulo Funcional, DE3: Módulo de Datos

Los PLC's multifunción desarrollados en base a microprocesadores multitarea se caracterizan por su mayor velocidad para atender diferentes programas a la vez y en tiempo real, además por su mayor capacidad de memoria para ejecutar varios programas simultáneamente sin originar conflictos.

En la siguiente figura se muestra la estructura de la multitarea, donde el conjunto de programas o tareas son totalmente independientes, un supervisor gobierna la ejecución de las diferentes tareas.

Programación estructurada con procesador multifunción (diagrama de bloques según lenguaje de programación PL7-3 de Telemecanique)

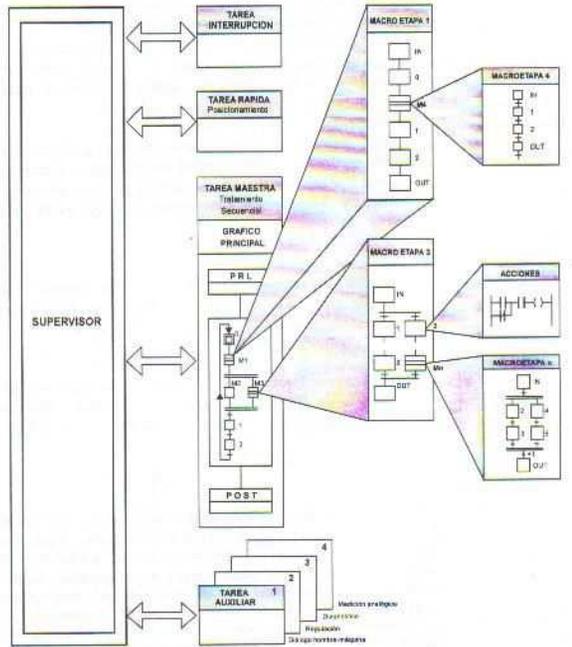


Figura 2.15

En la siguiente figura se muestra los bloques de programas en tratamiento secuencial y en Grafcet.

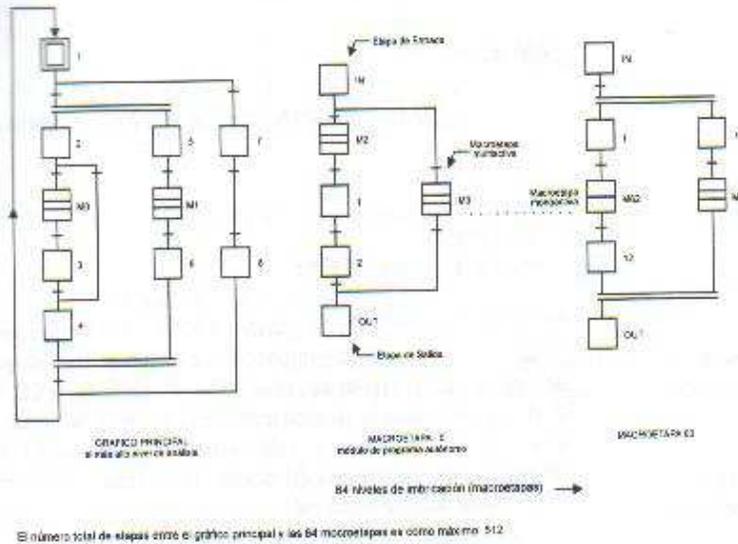


Figura 2.16

2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTRUCCIONES DEL TEMPORIZADOR.

El temporizador es un elemento que permite poner cuentas de tiempo con el fin de activar bobinas pasado un cierto tiempo desde la activación. El esquema básico de un



temporizador varía de un autómata a otro, pero siempre podemos encontrar una serie de señales fundamentales, aunque, eso sí, con nomenclaturas totalmente distintas.

Podemos observar, en la figura, el esquema de un temporizador, **Tii**, con dos entradas (E y C a la izquierda) y dos salidas (D y R a la derecha) con las siguientes características:

- **Entrada Enable (E):** Tiene que estar activa (a 1 lógico) en todo momento durante el intervalo de tiempo, ya que si se desactiva (puesta a cero lógico) se interrumpiría la cuenta de tibia (puesta a cero temporal).

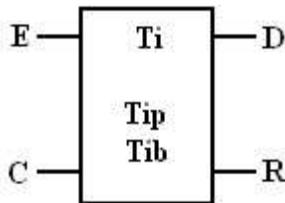


Figura 2.17

Cada temporizador programado va asociado a un elemento de temporización dentro de la tabla de datos.

Un elemento de control de temporización incluye 3 palabras:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
EN	TT	DN				X	Y	Uso interno							
Valor de preselección															
Valor acumulado															

15-EN ENabled: Bit validación. Se pone a "1" cuando la instrucción está validada.

14-TT Timer Timing: Temporizador temporizando. Se pone a 1" cuando la instrucción está validada.

13-DN DoNe: Terminado. Se pone a "1" cuando la temporización está validada y el tiempo se ha alcanzado.

2.5 PROGRAMACIÓN DE PID's

Dado el amplio uso de los controladores PID en el ámbito industrial, el uso de microcontroladores para el desarrollo de este tipo de aplicaciones ha tomado fuerza



gracias a la incorporación de lenguajes de alto nivel que facilitan ampliamente este tipo de implementaciones, además de los bajos costos de adquisición de estos dispositivos, distribución de software de desarrollo gratuito.

CONTROLADOR PID

Es interesante señalar que más de la mitad de los controladores industriales que se usan hoy en día utilizan esquemas de control PID. Los controladores PID analógicos, son principalmente de tipo hidráulico, neumático, electrónico, eléctrico o sus combinaciones. En la actualidad, muchos de estos se transforman en formas digitales mediante el uso de microprocesadores.

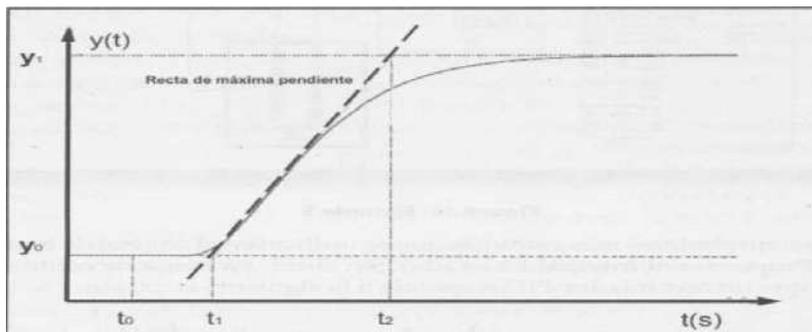


Figura 2.18

Respuesta de salida ante una entrada escalón.

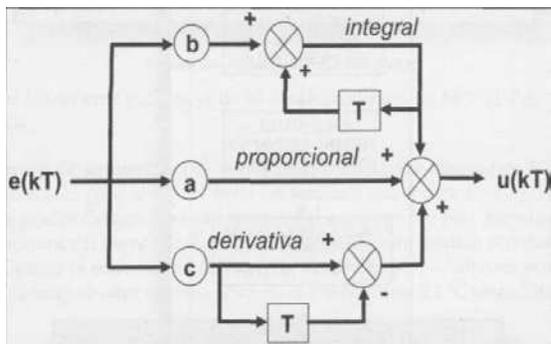


Figura 2.19 Diseño paralelo de controlador PID



Como vemos en la siguiente figura, la regulación de un proceso continuo mediante un dispositivo digital precisa convertir la señal analógica del sensor en señal digital y un valor numérico (digital) en señal analógica que se aplica al proceso.

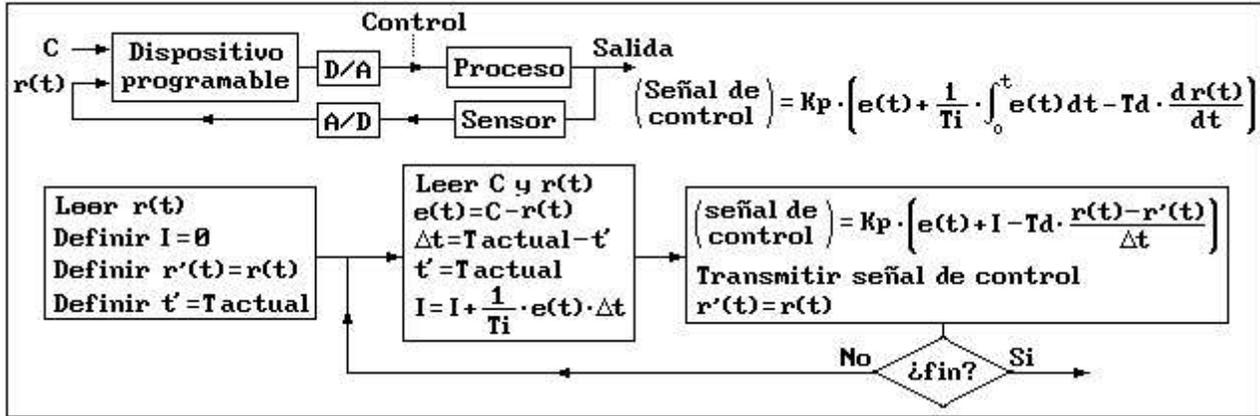


Figura 2.20

En la figura se ha incluido la fórmula de cálculo y el diagrama de flujo, siendo independiente del lenguaje de programación que se utilice.

Todos los algoritmos de control se programan mediante un ciclo cerrado que consiste en leer las entradas, calcular los datos a transmitir a las salidas, y transmitirlos, volviendo de nuevo a repetir el ciclo mientras no se cumpla una condición. El tiempo de ciclo, representado en la figura como un incremento de tiempo, debe ser mucho más corto que el tiempo de reacción del proceso, de lo contrario no servirá la regulación. El significado de los parámetros es el siguiente: C es la señal de consigna, que podrá ser introducida como señal analógica a través de un conversor o directamente como valor numérico, por ejemplo desde un teclado r(t) es la señal de realimentación que transmite el sensor. I es el valor de la acción integral, que se calcula de forma tanto más precisa cuanto más corto sea el tiempo de ciclo y consiste en ir añadiendo al valor anterior el incremento producido en el ciclo actual (es una suma acumulada). r'(t) es la señal del sensor medida en el ciclo anterior. t' es el instante de tiempo en el que comenzó el ciclo anterior. T actual es el instante de tiempo actual (el dispositivo programable debe disponer de reloj y poder ser consultado por programa, de no ser así se podrá considerar los tiempos de ciclo con valor fijo, aunque se cometerá un poco más de error) e(t) es el error de regulación. La acción derivativa se calcula como el cociente





entre el incremento que ha sufrido durante el ciclo la señal del sensor y el tiempo que ha durado el ciclo; cuanto más corto sea el ciclo, este cociente se aproximará mucho más a la pendiente de la recta tangente a la gráfica de la señal del sensor, que constituye la derivada. Los parámetros K_p , T_i y T_d son los valores de ajuste que ya conocemos y que se introducirán como valores fijos o como variables.

Al ciclo se le tendría que añadir el resto de las condiciones que se consideren oportunas para el proceso, facilidad de uso, etc, cuestiones que dependen de las posibilidades del dispositivo programable y del lenguaje utilizado.

2.6 COMUNICACIÓN

PLC han construido en los puertos de comunicaciones, por lo general de 9 pines RS-232 , pero opcionalmente EIA-485 o Ethernet . Modbus , BACnet o DF1 generalmente se incluye como uno de los protocolos de comunicación. Otras opciones incluyen varios buses de campo como DeviceNet o Profibus. Otros protocolos de comunicación que pueden utilizarse se enumeran en la lista de los protocolos de la automatización.

La mayoría de los PLC modernos pueden comunicarse a través de una red a otro sistema, como un equipo que ejecuta un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o el navegador web del sistema.

PLC utiliza en grandes sistemas de I/O puede tener peer-to-peer (P2P) la comunicación entre procesadores. Esto permite que las piezas separadas de un proceso complejo para tener el control individual al mismo tiempo a los subsistemas de coordinar el enlace de comunicación. Estas vías de comunicación son también de uso frecuente para HMI dispositivos tales como teclados o PC estaciones de trabajo tipo:

2.7 MANEJO DE SOFTWARE

Descripción general del 1747 SCNR

El módulo SCNR es un módulo escáner de E/S que reside en un chasis SLC local para proporcionar conexiones programadas a una red ControlNet.





Figura 2.21

– Puede usarse con los procesadores 5/02, 5/03, 5/04 y 5/05.

Qué hace el escáner:

- a) Actúa como interface entre los dispositivos ControlNet y el procesador SLC.
- b) Lee entradas y escribe salidas a los dispositivos adaptadores ControlNet
- c) Permite que el escáner escanee transferencias de datos

Descripción general del 1747-KFC15

El módulo KFC15 es un módulo de interface que reside en un chasis SLC local para permitir mensajes ControlNet no programados.

– Puede usarse con cualquier procesador SLC con un canal DF1 o cualquier dispositivo compatible con DF1.

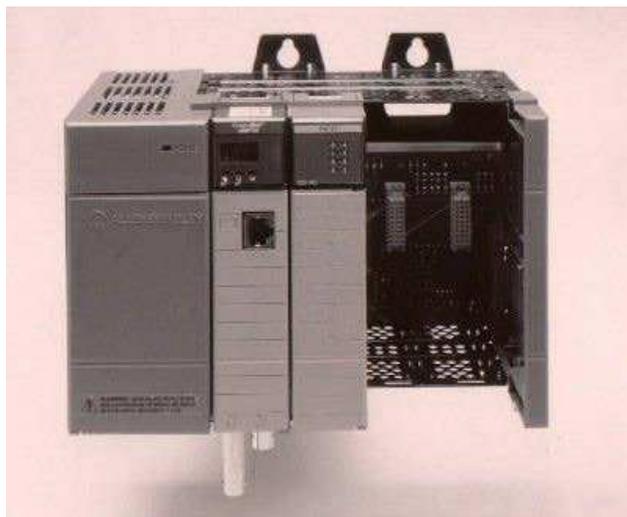


Figura 2.22

Qué hace la interface:

- Permite la transmisión de mensajes hacia/desde el procesador SLC mediante la red local ControlNet
- Permite programación de lógica de escalera desde una estación remota mediante ControlNet
- Permite acceso a la red desde la PC

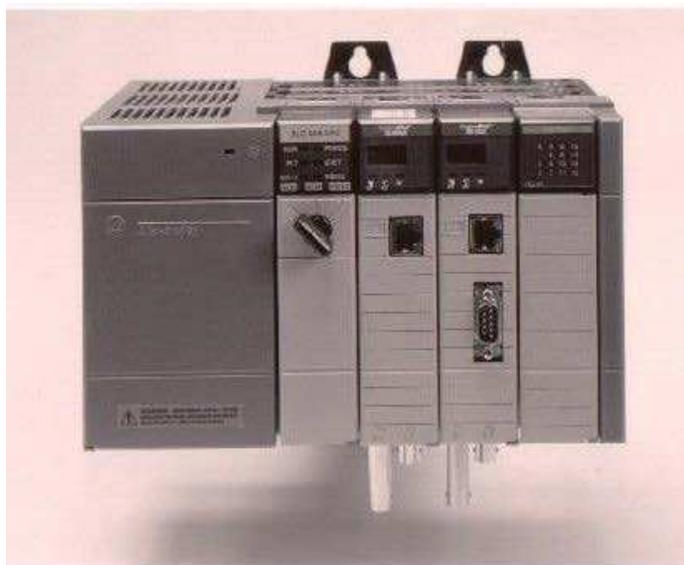


Figura 2.23

Sistema de respaldo ControlNet PLC-5®

Evite la costosa pérdida de producción



- Permite una producción continua, incluso en caso de fallo de un procesador
- Evite daños al equipo
- Reduce el daño potencial al equipo con una operación continua
- Responda a las preocupaciones sobre la seguridad del personal y del medio ambiente
- Ofrece disponibilidad del procesador para una operación continua o una desactivación segura

Sistema de respaldo ControlNet PLC-5 con E/S SLC 1746 y 1747-ACN(R)15

Más de un sistema de respaldo puede funcionar en la misma red ControlNet

- Múltiples sistema de respaldo pueden funcionar en el mismo cable ControlNet, permitiendo así fácil una comunicación entre cada uno de los sistemas de respaldo
- Otros procesadores y las E/S también pueden estar en la misma red ControlNet



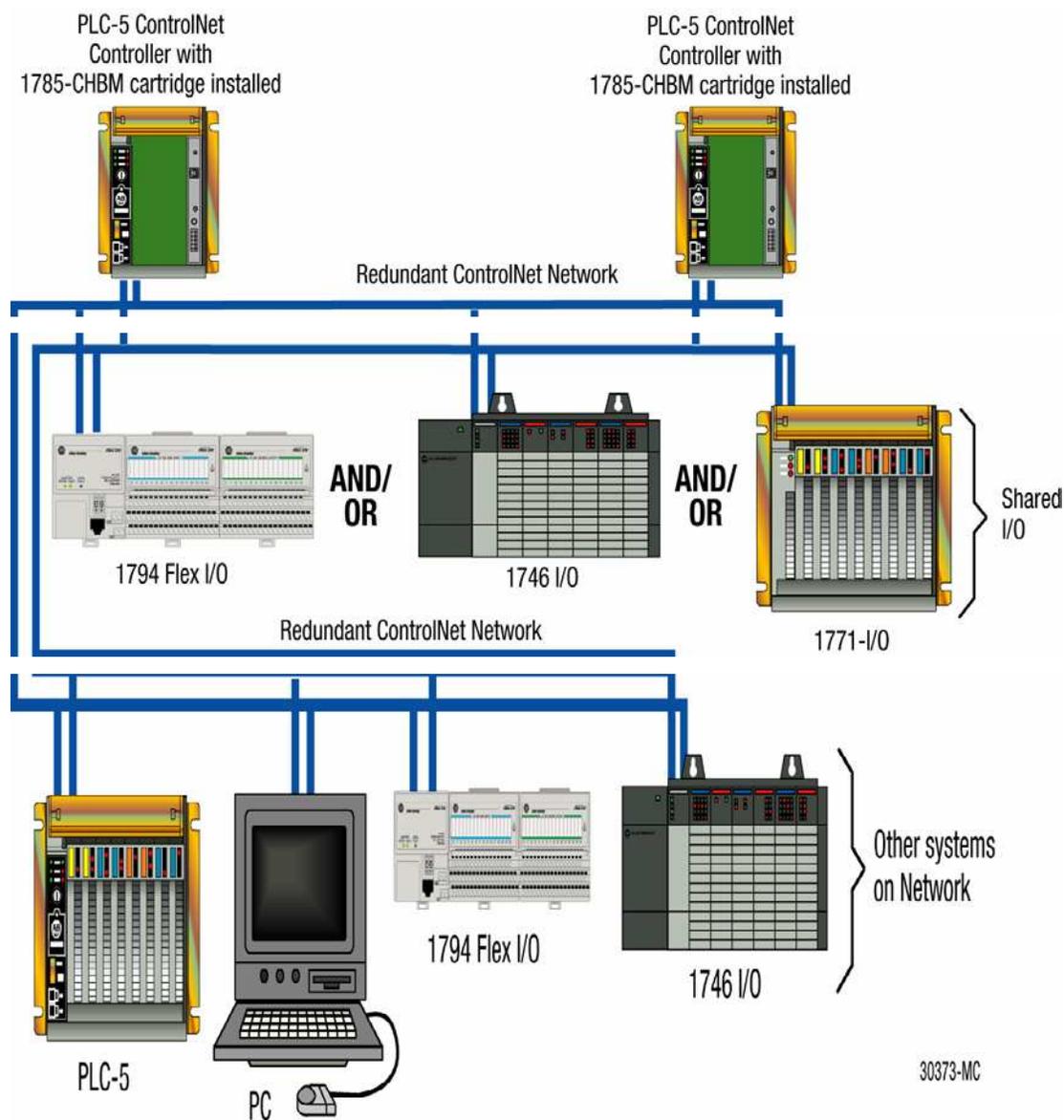


Figura 2.24

El 1747-SDN es el escáner DeviceNet más popular de Allen-Bradley

• **Admite:**

- Modos de cambio de estado (COS)/cíclico
- mensajes explícitos
- modo esclavo
- reemplazo automático de dispositivos
- función de paso (5/03 y posteriores)

Comunicaciones DeviceNet



- Comunicación a nivel de dispositivo con escáner DeviceNet
- Hasta 63 esclavos por tarjeta de escáner SDN.
- Red abierta
- Basado en CAN de 125-500 Kbaudios
- La interface DeviceNet traduce protocolos DeviceNet y DF1 y convierte señales eléctricas RS-232 a señales DeviceNet

Permiso de paso DNetdeS LC 5 / 0 3 - 5 / 0 5

La función de paso DeviceNet permite que las computadoras conectadas al canal 0 o canal 1 SLC carguen/descarguen dispositivos conectados en DeviceNet, tales como

- Terminales PanelView
- Monitores de alimentación eléctrica
- Dispositivos DF1 conectados mediante la interface de red DeviceNet (1761-NET-DNI)

SLC 5 /05 y EtherNet / IP

- En abril de 1999 se añadió compatibilidad con mensajes EtherNet/IP al SLC 5/05, comenzando con OS501, Serie A, FRN 5
- Puede iniciar (usando MSG) y responder mediante Ethernet de 10 Mbps a:
 - Procesadores ControlLogix
 - Otros procesadores a través de gateways ControlLogix
 - Otros procesadores a través de interfaces Ethernet (1761-NET-ENI)
- También puede responder a los terminales EtherNet/IP PanelView

Comunicaciones Ethernet

Comunicaciones de 10 Mbps
SLC 5/04

1761-NET-ENI 1761-NET-ENI





MicroLogix

Comunicaciones Ethernet

PLC-5

SLC 5/03

Ethernet

DH+

ControllLogix

Gateway

DH+

Ethernet

PLC-5 con

Ethernet incorporada

2.8 DEVICENET

- Desarrollado por Allen Bradley, y actualmente sustentado por la ODVA (Open DeviceNet Vendor Association, Inc)
- DeviceNet es un protocolo a nivel de Aplicación, basado en el bus de campo CAN
- Define las capas Física, Enlace de Datos, y Aplicación del Modelo OSI

Es usado en la industria de la automatización para interconectar dispositivos de control para intercambio de datos. Éste usa Bus CAN como tecnología Backbone y define una capa de aplicación para cubrir un rango de perfiles de dispositivos. Las aplicaciones típicas incluyen dispositivos de intercambio, dispositivos de seguridad grandes redes de control con E/S.

DeviceNet fue originalmente desarrollado por la compañía americana Allen-Bradley (ahora firma de Rockwell Automation).



Uno de los buses de campo más utilizado para el control en tiempo real de dispositivos en los primeros niveles de automatización es Device Net, una red de aplicación internacional, y por supuesto europea: cumple con el **Estándar Europeo Oficial EN 50323-2**, que asegura la interconectividad con una gran variedad de equipos de otros fabricantes, aparte de **Omron**.



Figura 2.25

Una red Device Net consiste en una rama o bus principal -de hasta 500 mts.- con múltiples derivaciones -de hasta 6 mts. Cada una- donde se conectan los diferentes dispositivos de la red. En cada red Device Net se pueden conectar hasta 64 nodos y cada uno puede soportar un número infinito de E/S aunque lo normal son 8, 16 ó 32.

Beneficios aportados por DeviceNet.

***Capacidad de intercambio.** Dispositivos simples (e.g., botones de empuje, arrancadores del motor, células de foto, interruptores de límite, etc.) de los vendedores múltiples que se conforman con la red de DeviceNet y los estándares del perfil del dispositivo es permutable, dando a usuarios flexibilidad y opciones

***Una red común.** Un estándar abierto de la red del dispositivo proporciona las soluciones comunes del usuario final, reduciendo la necesidad de vendedores de apoyar una variedad de las redes del dispositivo en el mercado

***Reduzca el tiempo muerto.** El diagnóstico proporciona advertencias proféticas de la falta y la localización de averías

***Reducción en el cableado de la planta** (elimina hardwiring de I/O).

***Baje la instalación,** el start-up, y los tiempos del mantenimiento. Diagnóstico superior del dispositivo-nivel

***Capacidad de tender un puente** sobre a las redes de un nivel más alto.



***El enchufe y el juego capabilities—add** del dispositivo o quitan nodos en marcha.

***Supervise sus sistemas remotamente**; programe y configure durante tiempo de pasada.

Device Net proporciona una red flexible y de conexión sencilla que ofrece entre sus beneficios más inmediatos, un control descentralizado y permite la conexión de dispositivos de diferentes marcas gracias a la interoperatividad y su carácter abierto y estándar.

Por otro lado, cabe destacar su eficiencia en las comunicaciones ya que permite que la información de planta esté disponible en tiempo real al proporcionar un procesamiento de datos a alta velocidad, mayor seguridad de datos, un chequeo de errores eficiente y gran flexibilidad.

DEVICENET Se trata de una red que cumple con el modelo estándar OSI (open system Interconnection) para comunicación de redes. Utiliza el protocolo CAN (Controller Area Network) para su capa de datos utiliza el protocolo CIP (common Industrial Protocol) para la capa superior.

Esta red está formada por cuatro capas: Capa física, capa de datos, capa de red y transporte y capa superior.

Capa Física Es la forma en que se estructura la red, utiliza una topología tronco-ramal los cables de comunicación son 2 pares de cables de trenzados un par para señal y uno para alimentación. Se encarga de las características eléctricas, mecánicas, funcionales y de procedimiento que se requieren para mover los bits de datos entre cada extremo del enlace de la comunicación.

- ♦ Soporta hasta 64 Nodos.
- ♦ Los nodos se pueden remover con el bus energizado y sin dividir el Cable Troncal.
- ♦ Velocidades de Transmisión de 125Kbps, 250Kbps, 500Kbps.
- ♦ Topología de Bus Troncal, con caída de Líneas.
- ♦ Con Par Trenzado, se tiene muy bajas pérdidas, y bajos retardos de comunicación.
- ♦ Uso de conectores abiertos y conectores sellados.



- ♦ Soporta tanto dispositivos Opto-Aislados y no Aislados.
- ♦ Bus de alimentación separado contenido en el mismo cable.
- ♦ Soportando tanto dispositivos con alimentación propia como aquellos sin alimentación.
- ♦ Hasta 8 Amperes de consumo total de corriente por los dispositivos.
- ♦ Power Tap que permiten alimentar la red con varias Fuentes, dependiendo de los requerimientos.

Detalles del Cable

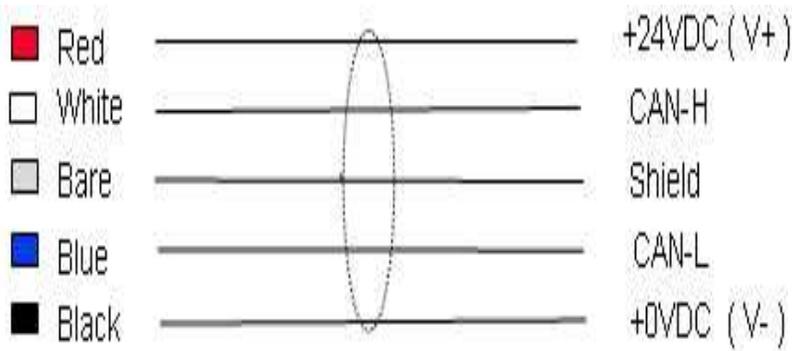


Figura 2.26

- ♦ Formado por 5 Conductores:
- ♦ 1 Par de Alimentación 24VCD
- (Rojo y Negro)
- ♦ 1 Par de Comunicación CAN
- ♦ (Blanco y Azul)

1 Cable desnudo Malla

Tipos de Cable

◆ Detalles Cable Grueso y Delgado:

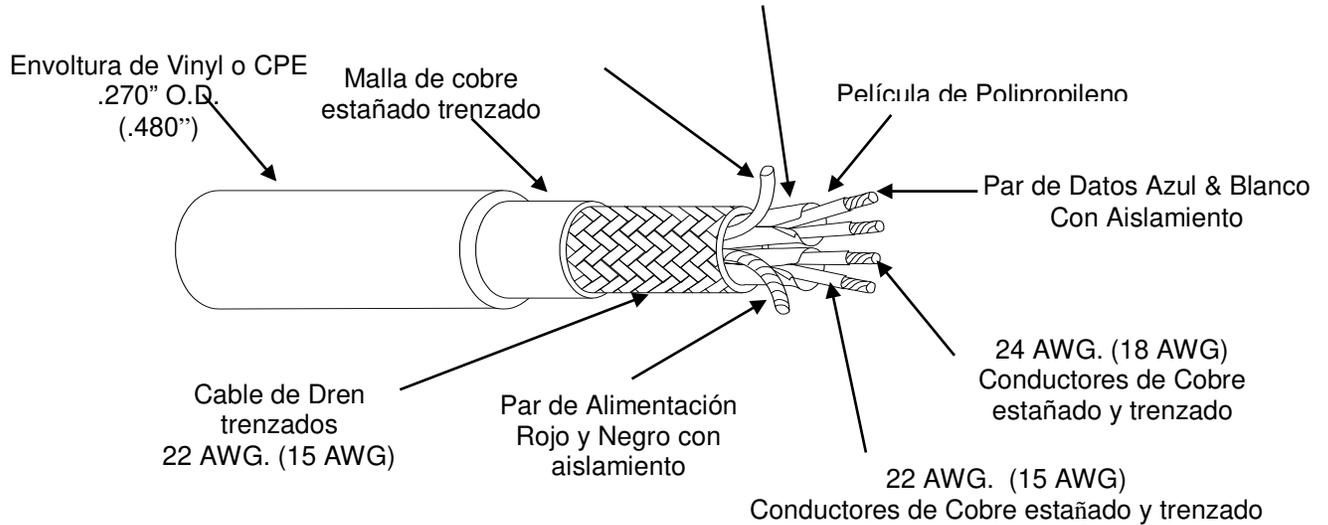


Figura 2.27

DeviceNet Power, 8 Amps Max.

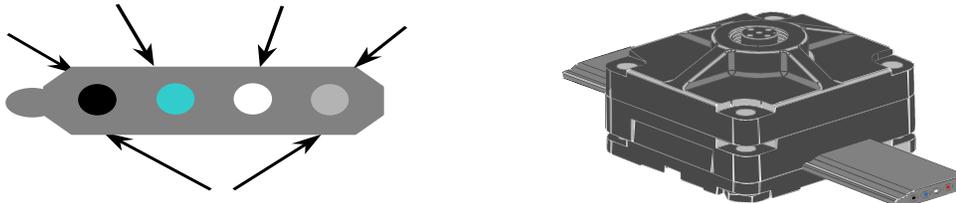


Figura 2.28

Velocidad VS Distancia

125 Kbaud	250 Kbaud	500 Kbaud
500m (1640 ft)	250m (820ft)	100m (328 ft)
100m (328 ft)	100m (328 ft)	100m (328 ft)
420m (1378 ft)	200m (656 ft)	75m (246 ft)



6m (20 ft)	6m (20 ft)	6m (20 ft)
156m (512 ft)	78m (256 ft)	34m (128 ft)

Tabla 2.3

Capa de Enlace

Define la forma en que la información es movida de un punto a otro.

Basado en el Protocolo de comunicación serial Controller Area Network (CAN) desarrollado por Rober Bosch.

El método para enviar y recibir la información evitando colisiones está regido por un algoritmo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection), Además de contar con identificadores de prioridad.

Principio de Comunicación CAN

- ♦ Comunicación Broadcast, todos los dispositivos en la red escuchan la información que se está transmitiendo, y es tarea de cada dispositivo decidir si la información es relevante para él.
- ♦ Remote Transmission Requests, Son preguntas hechas por un nodo, a uno o varios nodos de la red, y el nodo o aquellos nodos que tengan la respuesta, contestan la información solicitada.
- ♦ Cuando un nodo transmite, todos los demás nodos escuchan y solo comienza a transmitir cualquier otro nodo cuando el bus está libre.

Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos, también llamado OSI (en inglés open system interconnection) es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización en el año 1984. Se divide en siete capas:



LA PILA OSI



Figura 2.29

- **Capa Física:** Es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico como a la forma en la que se transmite la información.
- **Capa de Enlace de datos:** Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.
- **Capa de Red:** Se encarga de identificar el enrutamiento existente entre una o más redes. Las unidades de información se denominan paquetes, y se pueden clasificar en protocolos enrutables y protocolos de enrutamiento.
- **Capa de Transporte:** Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando.



- **Capa de Sesión:** Esta capa es la que se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole.
- **Capa de Presentación:** El objetivo es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres los datos lleguen de manera reconocible.
- **Capa de Aplicación:** En la capa de aplicación se define la forma en que la información es estructurada. Ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (Post Office Protocol y SMTP), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP), por UDP pueden viajar (DNS y Routing Information Protocol).

Transmisión de Mensajes

La transmisión de mensajes puede ser inicializada por:

Encuesta: Mensaje hecho por algún nodo (Cliente) a algún nodo específico (Servidor), quien proporciona sus datos.

Cambio de Estado: Es una transferencia que se envía cada que ocurre algún cambio de estado en los datos del dispositivo

Mensaje estroboscópico: Tiene una longitud de 64 Bits, uno para cada nodo, en el cual, cada nodo responde con datos, (8 Bytes máx).

Cíclico: Se envía el mensaje cada determinado tiempo.

Identificación del Software de Configuración para la red DeviceNet



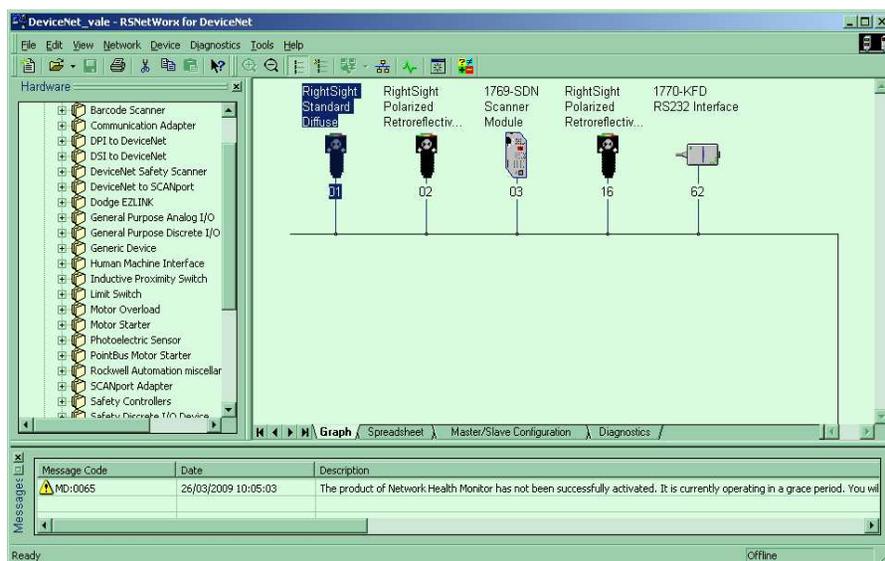


Figura 2.30

Características de DeviceNet

DeviceNet es una de las redes que han adoptado el esquema productor/consumidor, lo que implica que la información producida por una sola fuente en la red alimenta en forma simultánea a todos los probables receptores y deja a éstos la decisión de escuchar o no el mensaje recibido. Los beneficios del esquema se reflejan en una mejor utilización del ancho de banda y la agilización en el tiempo de respuesta en la red.

La red permite que los dispositivos conectados a la misma se puedan enlazar como maestro/esclavo (Master/Slave), entre pares (Peer-to-Peer) y como productor/consumidor.

La relación maestro/esclavo es la más sencilla de entender, ya que el PLC o Scanner es el maestro y los dispositivos entrada/salida son los esclavos. El esclavo sólo habla cuando se le interroga, y únicamente hay un maestro por red.

La red de DeviceNet utiliza el protocolo industrial común probado (CIP) para proporcionar el control, lo configura, y las capacidades de la colección de datos para los dispositivos industriales.

Protocolo Industrial Común (CIP)

El protocolo industrial común (CIP) es un componente importante dentro de la arquitectura de red abierta de NetLinx, y tiene las siguientes características:

El control común mantiene – provee de usted un sistema estándar de los servicios de mensajería para las tres redes dentro de la arquitectura de NetLinx.



La comunicación común mantiene – le deja conectar con cualquier red y configurar y recoger datos de cualquier red.

Capacidades comunes – de la encaminamiento; ahorra tiempo y esfuerzo durante la configuración del sistema porque no hay tablas de encaminamiento o lógica agregada necesaria para mover datos entre las redes.

2.9 ETHERNET

Soluciones con Ethernet

Aunque los buses de campo continuarán dominando las redes industriales, las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores, PLC y sistemas ERP (Planificación de los recursos de la empresa), teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red.

La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles.

Los gateways son dispositivos de capa de transporte, en donde la capa de aplicación no necesariamente es software; por lo general, las aplicaciones son de audio (alarmas), vídeo (vigilancia), monitoreo y control (sensores), conversión análoga/digital y digital/análoga.

Para la programación de gateways de alto nivel se utiliza el C++; la programación menos avanzada se hace con hojas de cálculo.

A nivel industrial se está dando un gran cambio, ya que no solo se pretende trabajar con la especificidad de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos, además que esta información esté también en tiempo real y sirva para la toma de decisiones, y se pueda así mejorar la calidad de los procesos.

Las condiciones extremas a nivel industrial requieren de equipos capaces de soportar elevadas temperaturas, ruido excesivo, polvo, humedad y demás condiciones adversas;



pero además requiere de personal capaz de ver globalmente el sistema de control y automatización industrial junto con el sistema de red digital de datos.



Figura 2.31

Tarjeta de Red ISA de 10 Mbps.

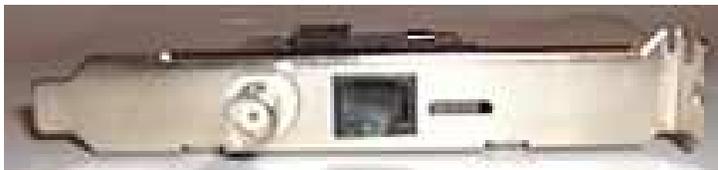


Figura 2.32

Conectores BNC (Coaxial) y RJ45 de una tarjeta de Red.



Figura 2.33 Cable de Ethernet.

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.



La primera versión fue un intento de estandarizar Ethernet aunque hubo un campo de la cabecera que se definió de forma diferente, posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y el de 10 Gigabits), redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre (tanto par trenzado como coaxial).

Formato de la trama Ethernet

Campo de 32 bits (4 bytes) que contiene un valor de verificación CRC (Control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida.

Tecnología y velocidad de Ethernet

Hace ya mucho tiempo que Ethernet consiguió situarse como el principal protocolo del nivel de enlace. Ethernet 10Base2 consiguió, ya en la década de los 90s, una gran aceptación en el sector. Hoy por hoy, 10Base2 se considera como una "tecnología de legado" respecto a 100BaseT. Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

Velocidad de transmisión

- Velocidad a la que transmite la tecnología.

Tipo de cable

- Tecnología del nivel físico que usa la tecnología.

Longitud máxima

- Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).

Topología

- Determina la forma física de la red. Bus si se usan conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).





A continuación se especifican los anteriores conceptos en las tecnologías más importantes:

Tecnologías Ethernet

Comparación entre
Verificación de
Trama)

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado	100 m	Estrella. Full





		(categoría 5e ó 6UTP)		Duplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	5500 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Tabla 2.4

Hardware comúnmente usado en una red Ethernet

Los elementos de una red Ethernet son: Tarjeta de red, repetidores, concentradores, puentes, los conmutadores, los nodos de red y el medio de interconexión. Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: equipo terminal de datos (DTE) y equipo de comunicación de datos (DCE).

Los DTE son dispositivos de red que generan el destino de los datos: los PC, routers, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales.

Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación.

NIC, o Tarjeta de Interfaz de Red - permite que una computadora acceda a una red local. Cada tarjeta tiene una *única* dirección MAC que la identifica en la red. Una computadora conectada a una red se denomina nodo.

Repetidor o *repeater* - aumenta el alcance de una conexión física, recibiendo las señales y retransmitiéndolas, para evitar su degradación, a través del medio de transmisión, lográndose un alcance mayor. Usualmente se usa para unir dos áreas locales *de igual* tecnología y sólo tiene *dos* puertos. Opera en la capa física del modelo OSI.

Concentrador o *hub* - funciona como un repetidor pero permite la interconexión de *múltiples* nodos. Su funcionamiento es relativamente simple pues recibe una trama de



ethernet, por uno de sus puertos, y la repite por todos sus puertos restantes sin ejecutar ningún proceso sobre las mismas. Opera en la capa física del modelo OSI.

Puente o *bridge* - interconecta segmentos de red haciendo el cambio de *frames* (tramas) entre las redes de acuerdo con una tabla de direcciones que le dice en qué segmento está ubicada una dirección MAC dada. Se diseñan para uso entre LAN's que usan protocolos idénticos en la capa física y MAC (de acceso al medio). Aunque existen bridges más sofisticados que permiten la conversión de formatos MAC diferentes (Ethernet-Token Ring por ejemplo).



Figura 2.34 Conexiones en un switch Ethernet.

Conmutador o Switch - funciona como el *bridge*, pero permite la interconexión de múltiples segmentos de red, funciona en velocidades más rápidas y es más sofisticado. Los *switches* pueden tener otras funcionalidades, como *Redes virtuales*, y permiten su configuración a través de la propia red. Funciona básicamente en la capa 2 del modelo OSI (enlace de datos). Por esto son capaces de procesar información de las tramas; su funcionalidad más importante es en las tablas de dirección.

Presente y futuro de Ethernet

Ethernet se planteó en un principio como un protocolo destinado a cubrir las necesidades de las redes LAN. A partir de 2001 Ethernet alcanzó los 10 Gbps lo que dio mucha más popularidad a la tecnología. Dentro del sector se planteaba a ATM como la total encargada de los niveles superiores de la red, pero el estándar 802.3ae (Ethernet Gigabit 10) se ha situado en una buena posición para extenderse al nivel WAN.

Ethernet es una tecnología de redes de área local (LAN) que emplea el protocolo del mismo nombre y tiene capacidad para transmitir hasta 10 Mbps (megabit por segundo). Fue desarrollada originalmente por Xerox Corporation en 1976 y trabaja en una topología de bus (red en forma lineal en la cual los nodos se unen a un cable principal denominado bus, mediante tramos cortos) o de estrella en la cual los nodos están conectados por *cable coaxial*, *fibra óptica* o cable *CAT5 RJ-45*.



Figura 2.35

Ethernet está definido dentro del estándar 802.3 del IEEE, que describe una familia completa de dispositivos para LAN, y utiliza CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) como mecanismo para prevenir fallas en las redes ya que este evita colisiones cuando los dispositivos conectados intentan acceder a la red de manera simultánea. La información es transmitida en paquetes de longitud variable que contienen información para su control y distribución los cuales pueden alcanzar un tamaño máximo de 1.500 bytes.

Hay varios tipos de Ethernet que se diferencia en el tipo de cable utilizado el principal es:

10Base-T (Twisted Pair Ethernet). Utiliza topología de estrella, par trenzado (un cable similar al cable telefónico) y sus segmentos pueden tener una longitud máxima de 100 metros. Ofrece la posibilidad de conectar hasta 1.024 nodos por segmento. Usa conectores RJ-45.

Fast Ethernet

Es una tecnología Ethernet rápida que también se conoce como *100Base-T* o IEEE 802.3. Fue desarrollada originalmente por varias empresas como Grand Junction Networks, 3Com, SynOptics e Intel. Modifica el estándar Ethernet permitiendo velocidades de transmisión de 10 a 100 Mbps aunque utiliza también el mecanismo CSMA/CD. Como Ethernet, tiene diferentes especificaciones las principales son:



- 100Base-TX Para dos pares de par trenzado categoría 5 no protegido. (Categoría 5 no protegido es un tipo de cable de alta calidad que no viene blindado).
- 100Base-FX Para cables de fibra óptica.

Cableado "Ethernet" (Twisted Pair)

Este tipo de cableado es el que se encuentra en mayor uso y puede ser de 5 tipos:

- Categoría 1: (UTP) Apto únicamente para voz, utilizado para transmisiones comunes de *telefonía*.
- Categoría 2: (UTP) No es muy utilizado, su *velocidad máxima* de transmisión es 4 Mbps.
- Categoría 3: (UTP o STP) Óptimo para transmisiones 10BaseT, *velocidad máxima* hasta 10 Mbps.
- Categoría 4: (UTP o STP) *Velocidad máxima* 16 Mbps, comúnmente utilizado en un ambiente Token Ring de IBM.
- Categoría 5: (UTP o STP) Alcanza *velocidades* de 100 Mbps, utilizado para FastEthernet.
- Categoría 5e: (UTP o STP) (Categoría 5 mejorada) Alcanza *velocidades* de 1000 Mbps, utilizado para Gigabit Ethernet. (Utilizando los 8 cablecitos).

UTP (Unshielded Twisted Pair): Significa que el cable no tiene capa protectora, UTP puede extenderse a una distancia máxima de 100 metros, es utilizado primordialmente para Ethernet.

STP (Shielded Twisted Pair): Utiliza un capa protectora para cada cable para limitar interferencia, permite una mayor distancia que UTP (aunque limitadas), comúnmente utilizado en ARCnet o Redes IBM.

Objetivos de Ethernet

Los objetivos principales de Ethernet son consistentes con los que se han convertido en los requerimientos básicos para el desarrollo y uso de redes LAN.





Los objetivos originales de Ethernet son:

Simplicidad: Las características que puedan complicar el diseño de la red sin hacer una contribución substancial para alcanzar otros objetivos se han excluido.

Bajo Costo: Las mejoras tecnológicas van a continuar reduciendo el costo global de los dispositivos de conexión.

Compatibilidad: Todas las implementaciones de Ethernet deberán ser capaces de intercambiar datos a nivel de capa de enlace de datos. Para eliminar la posibilidad de variaciones incompatibles de Ethernet, la especificación evita características opcionales.

Direccionamiento flexible: El mecanismo de direccionamiento debe proveer la capacidad de dirigir datos a un único dispositivo, a un grupo de dispositivos, o alternativamente, difundir (broadcast) el mensaje a todos los dispositivos conectados a la red.

Equidad: Todos los dispositivos conectados deben tener el mismo acceso a la red.

Progreso: Ningún dispositivo conectado a la red, operando de acuerdo al protocolo Ethernet, debe ser capaz de prevenir la operación de otros dispositivos.

Alta velocidad: La red debe operar eficientemente a una tasa de datos de 10 Mb/s.

Bajo retardo: En cualquier nivel de tráfico de la red, debe presentarse el mínimo tiempo de retardo posible en la transferencia de datos.

Estabilidad: La red debe ser estable bajo todas las condiciones de carga. Los mensajes entregados deben mantener un porcentaje constante de la totalidad del tráfico de la red.

Mantenimiento: El diseño de Ethernet debe simplificar el mantenimiento de la red, operaciones y planeamiento.

Arquitectura en capas: El diseño Ethernet debe ser especificado en término de capas de forma de separar las operaciones lógicas de los protocolos de capa de enlace de las especificaciones de comunicaciones físicas del canal de comunicación.



2.10 WONDERWARE.

Wonderware es el líder en el mercado del software para gestión de operaciones en tiempo real. El software de Wonderware permite reducciones de costos significativas asociadas con el diseño, construcción, despliegue y mantenimiento de aplicaciones seguras y estandarizadas para las operaciones de fabricación e infraestructura. Nuestras soluciones les permiten a las compañías sincronizar sus operaciones industriales con sus objetivos de negocios, obteniendo la velocidad y la flexibilidad necesarias para alcanzar una rentabilidad sostenida.

Wonderware Manufacturing Execution Module

El Wonderware Manufacturing Execution Module es una aplicación de ejecución de fabricación que permite a los clientes de Wonderware definir modelos lógicos de producción en términos de rutas, operaciones, recursos y listas de materiales, lo mismo que sus relaciones. Permite la ejecución operacional de planes de producción con un preciso control y seguimiento de la información de trabajo en proceso (WIP) relacionada con inventarios, utilización de recursos y conformidad con especificaciones.

El resultado es una mayor visibilidad al interior de las operaciones de producción, un aspecto crítico para reducir al mínimo los niveles de inventario, desechos y retrabajo, incrementar al máximo la utilización de los equipos y mejorar los tiempos de entrega.



Figura 2.36

Beneficios

1. Reducción de costos de producción y capital al reducir al mínimo los cambios de WIP y los niveles de inventarios.
2. Mayor precisión en el cumplimiento de órdenes gracias a la visibilidad de las actividades operativas.

- Incremento en el rendimiento de la producción al acortar los ciclos de vida y los tiempos de entrega en general.

Capacidades

- Funciones MES para hacer cumplir las reglas de manufactura con un modelo de producción preciso.
- Reducción de errores en la carga manual de datos.
- Reportes web.

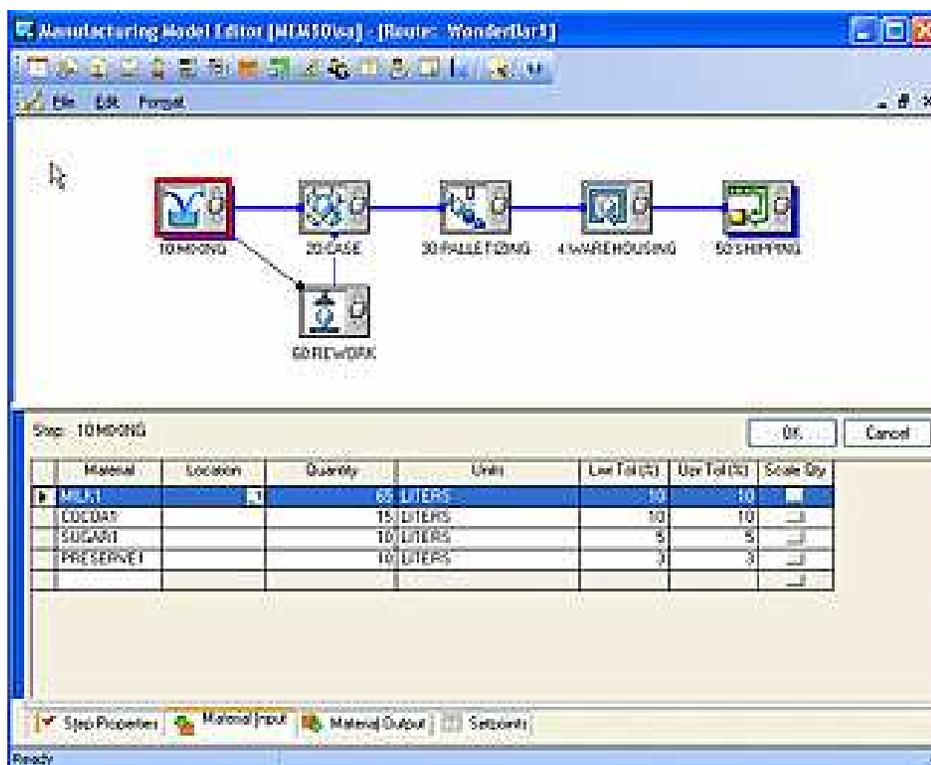


Figura 2.37

Soluciones Móviles de Wonderware

Las Soluciones Móviles de Wonderware permiten a los fabricantes y productores gestionar los procesos y procedimientos utilizados para garantizar la ejecución consistente de las tareas de campo requeridas para lograr operaciones más confiables. El software permite a los operarios de campo recolectar datos sobre maquinaria sin instrumentos y recibir información contextual y orientación en base a condiciones encontradas en el campo. Esto ayuda a garantizar la ejecución consistente de las mejores prácticas de operación.

Los datos recolectados también pueden ser usados para la generación de reportes de producción y el análisis de procesos, al igual que integrarse a sistemas back-end existentes e historiadores de datos de planta.



Figura 2.38

Beneficios

1. Ejecución consistente de mejores prácticas
2. Costos de mantenimiento reducidos
3. Cumplimiento de regulaciones auditable
4. Mayor operativas y de productividad
5. Mejor rastreo de activos “en desuso“
6. Capacitación y aprendizaje móviles

Capacidades

1. Etiquetado de activos RFID
2. Creación de órdenes de trabajo
3. Creación de rondas y procedimientos
4. Balanceo de cargas de trabajo

Soluciones de Software HMI/SCADA de Wonderware. Las soluciones HMI/SCADA a menudo imponen demandas complejas a las arquitecturas de software. InTouch HMI Visualization de Wonderware, combinado con la premiada Wonderware System Platform, basada tecnología ArchestrA, se encuentra posicionado de manera única para superar estos retos.

Las soluciones construidas sobre la tecnología ArchestrA se benefician de una arquitectura de software única, abierta y escalable que puede conectarse a prácticamente cualquier sistema de automatización, unidad terminal remota (RTU), dispositivo electrónico inteligente (IED), controlador lógico programable (PLC), base de datos, historiador o sistema de negocios en uso hoy en día. La naturaleza abierta de esta plataforma le permite a los usuarios expandir sus sistemas existentes sin necesidad de adquirir nuevo hardware o sistemas de control.

La implementación de aplicaciones geográficamente dispersas, desde unos cuantos cientos hasta un millón de I/O, y desde un solo nodo hasta cientos de estaciones, puede realizarse de manera rápida y segura.



Figura 2.39

Beneficios

1. Fáciles de usar e implementar
2. Fácil configuración y mantenimiento
3. Alta seguridad y disponibilidad
4. Escalabilidad prácticamente ilimitada

Capacidades

1. Visualización HMI y SCADA distribuido geográficamente
2. Mantenimiento y desarrollo a base de plantillas
3. Despliegue de aplicaciones remotas y gestión de cambios
4. Seguridad de niveles de datos integrada al sistema
5. Definición de alarmas fácil y flexible



6. Análisis y recolección de datos para sistemas nuevos y existentes
7. Generación de reportes fácil de usar
8. Acceso abierto a datos históricos

CAPITULO 3

III.- IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO.

Dentro de este apartado se describe el desarrollo de un sistema que permite la supervisión, mando y adquisición de datos de diversos controladores de procesos desde cualquier computador conectado a Internet, pasando por diversos medios físicos (Ethernet, RS232 y RS485) y protocolos de comunicación.

En el área de las comunicaciones en entornos industriales la estandarización de protocolos es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas técnicos y comerciales.

Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores. Cada protocolo tiene un rango de aplicación por fuera del cual disminuye su rendimiento y aumenta la relación costo / beneficio.

La aceptación mundial de Ethernet en los entornos administrativos y de oficina ha generado el interés de expandir su aplicación a la planta. Ethernet se está moviendo rápidamente hacia el mercado de los sistemas de control de procesos y la automatización para la interconexión de sensores y actuadores a nivel de campo, remplazando de esta forma a los buses de campo en las industrias. Han surgido diversos protocolos para comunicación industrial sobre Ethernet. Sin embargo, no existe una capa de aplicación estándar con un modelo de objetos común. Existen otros protocolos para Ethernet a nivel industrial: EtherNet/IP (esencialmente objetos ControlNet y DeviceNet sobre TCP/IP y UDP), ProfiNet (combina el protocolo Profibus, OLE para control de procesos OPC y TCP/IP) y Fieldbus Foundation high-speed Ethernet HSE (coloca el protocolo H1 de Foundation Fieldbus sobre TCP/IP y añade





OPC y el lenguaje XML). Es posible que con el aumento de velocidad de Ethernet (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet) se pueda usar también en el manejo de aplicaciones críticas de control.

En aplicaciones industriales, Ethernet es usado en conjunto con TCP/IP (protocolos usados en Internet), suministrando un mecanismo de transporte de datos entre máquinas confiable y permitiendo interoperabilidad entre diversas plataformas.

3.1 DIAGRAMA GENERAL.

La documentación de sistemas es el conjunto de información que nos dice qué hacen los sistemas, cómo lo hacen y para quién lo hacen.

La documentación consiste en material que explica las características técnicas y la operación de un sistema. Es esencial para proporcionar entendimiento de un sistema a quien lo vaya a usar para mantenerlo, para permitir auditoria del sistema y para enseñar a los usuarios como interactuar con el sistema y como hacerlo funcionar.

Existen varios tipos de documentación. La de programas, que explica la lógica de un programa e incluye descripciones, diagramas de flujo, listados de programas y otros documentos; la de usuarios en forma general, la naturaleza y capacidades del sistema y cómo usarlo.

A pesar de que las redes Ethernet ofrecen una fiabilidad muy alta y puede ser implementado con las arquitecturas de un solo huésped, se requiere lo alto, el doble de la cantidad de cableado de Ethernet, y una considerable inversión en software y desarrollo de aplicaciones. Otro enfoque para Ethernet es para conectar dispositivos en una arquitectura de anillo. Este enfoque de una sola red ofrece tolerancia a fallos sorprendentemente robusta. Cualquier sola conexión puede fallar sin interrumpir la comunicación entre todos los dispositivos. Es mucho más fácil conectarse a una red de PLC Ethernet, ya que sólo una conexión es necesaria. Un PLC con un puerto Ethernet o módulos se pueden conectar a un conmutador Ethernet en el anillo.



Ethernet Switch and PLC

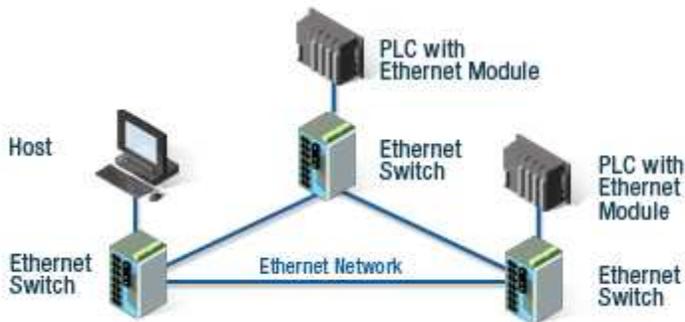


Figura 3.1

Comúnmente los PLC's intercambian información con paquetes de software en el nivel de planta como interfaces maquina operador (HMI) o Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA). Todo intercambio de datos con el nivel de negocios de la empresa (servicios de información, programación, sistemas de contabilidad y análisis) tiene que ser recogido, convertido y transmitido a través de un paquete SCADA.

Con Ethernet, las velocidades de comunicación de la red han aumentado, pero todavía a veces usan se usan protocolos de propiedad de cada marca.

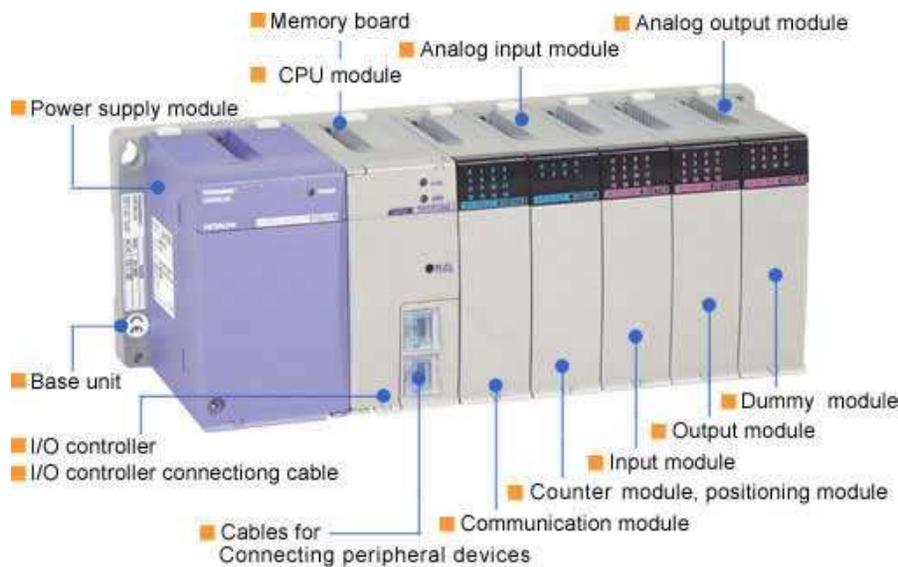


Figura 3.2

Una red DeviceNet puede tener hasta 64 dispositivos donde cada dispositivo ocupa un nodo en la red, direccionados de 0 a 63. Cualquier de ellos puede ser utilizado. No hay

ninguna restricción para el uso de ellos, aunque el uso de los 63 no es recomendable, ya que se utiliza para la puesta en marcha.

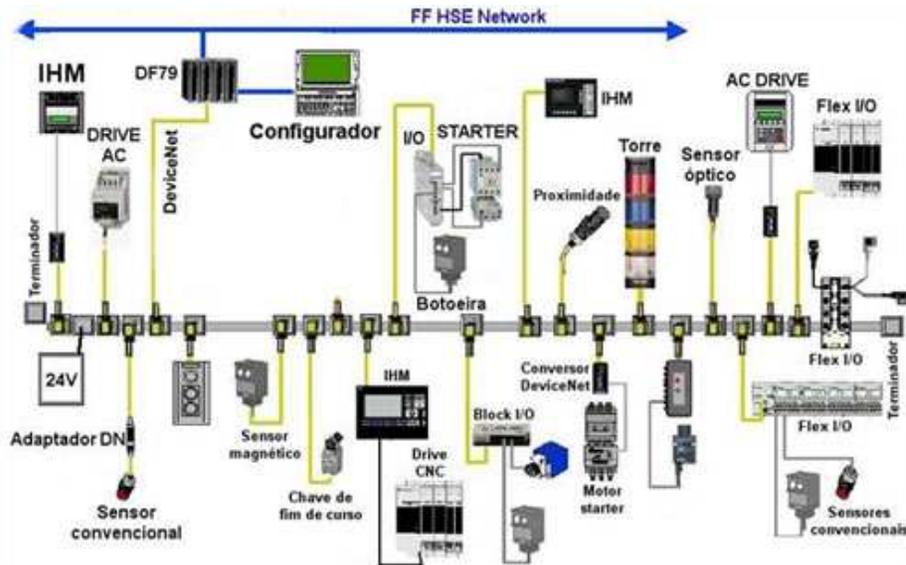


Figura 3.3

Wonderware es un software de gestión de las operaciones industriales que incluyen: HMI de Supervisión, GeoSCADA, Gestión de la Producción, MES, de gestión del rendimiento, EMI, y la integración con la gestión de activos, cadena de suministro y la demanda y BPM / aplicaciones de flujo de trabajo. Wonderware también ofrece una línea de ordenadores industriales, que incluye paneles compactos que se ejecutan en Microsoft Windows CE, se pueden configurar e implementar a partir de un único entorno de desarrollo. Ofrece un software en las áreas de producción y gestión del rendimiento, SCADA y HMI de supervisión geográfica.

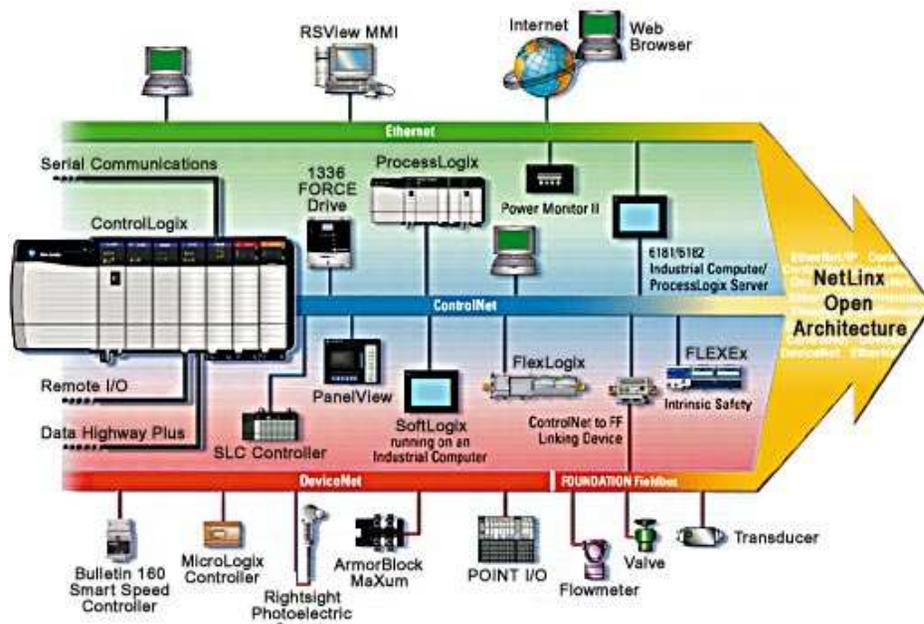


Figura 3.4

3.2 DESCRIPCIÓN

Características de la red DEVICENET

Topología basada en bus principal con ramificaciones. El bus principal debe ser hecho con el cable DeviceNet grueso, y las ramificaciones con el cable DeviceNet delgado o plano.

- Permite o uso de repetidores, bridges, ruteadores y gateways.
- Soporta hasta 64 nodos, incluyendo el maestro, direccionados de 0 a 63 (MAC ID).
- Cable de 2 pares: uno para alimentación de 24V y otro para comunicación.
- Capacidad de insertar y cambiar en caliente, sin interrumpir a la red.
- Compatible con equipos alimentados por la red de 24V o como que tengan su propia fuente.
- Uso de conectores abiertos o cerrados.
- Protección contra conexión inversa y corto-circuito.
- Alta capacidad de corriente en la red (hasta 16 A).
- Usa la misma energía de la fuente de alimentación.



- Varias fuentes pueden ser usadas en la misma red para satisfacer las necesidades de la aplicación en términos de carga y la longitud de los cables.
- Velocidad de comunicación seleccionable: de 125,250 y 500 kbps.
- Comunicación basada en conexiones de E/S y modelo de pregunta y respuesta.
- Diagnóstico de cada equipo y de la red.
- Transporte eficiente de datos de control discretos y analógicos.
- Detección de direccionamiento duplicado en la red.
- Mecanismo de comunicación extremadamente robusto para interferencias electromagnéticas.

Características de la red ETHERNET.

- Tecnología broadcast (difusión) con el medio de transmisión compartido.
- Capacidad de transmisión comprendida entre 1 Mbps y 1 Gbps.
- Extensión máxima no superior a 3 km (una FDDI puede llegar a 200 km).
- Uso de un medio de comunicación privado.
- La simplicidad del medio de transmisión que utiliza (cable coaxial, cables telefónicos y fibra óptica).
- La facilidad con que se pueden efectuar cambios en el hardware y el software.
- Gran variedad y número de dispositivos conectados.
- Posibilidad de conexión con otras redes.
- Limitante de 100 m, puede llegar a más si se usan repetidores.

Características de la red WONDERWARE.

- Menores costos de implementación y de ciclo de vida.
- Configuración y mantenimiento simplificados.
- Amplia escalabilidad y altamente segura.
- El modelo común para la planta reduce la complejidad.
- Entorno de desarrollo único y altamente extensible.
- Fácil de mantener usando estructuras orientadas a objetos y a base de plantillas.
- Gestión de cambios y desarrollo remoto de aplicaciones.
- Seguridad a nivel datos y comunicación de datos integradas al sistema.



3.3 CONFIGURACIÓN MODULO CONSTRUCCIÓN

Configuración y ajustes principales de RSNetWorx para DeviceNet.

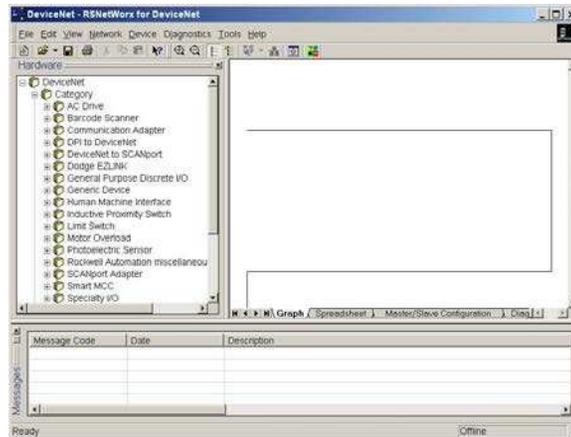


Figura 3.5

(Ventana superior izquierda) Lista de Dispositivos, aquí se selecciona el hardware organizado por categoría o marca.

(Ventana superior derecha) En esta ventana es donde se visualiza la red.

(Ventana inferior) Ventana de mensajes de error, aquí se irán desplegando los errores al estar trabajando en línea o fuera de línea, presionando F1 se visualizará una ventana de tips para las posibles soluciones

Construyendo la Red

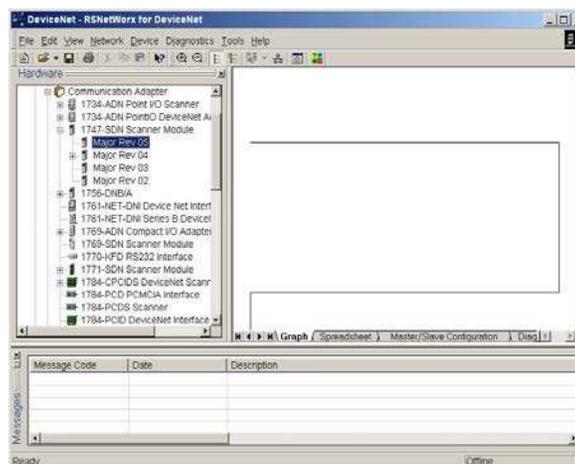


Figura 3.6

(Ventana superior Izquierda) Al hacer clic en el +, se expanden las categorías y sub categorías, así como los dispositivos dentro de estas

(Ventana superior derecha) Para agregar dispositivos a la Red basta con arrastrar el dispositivo hacia la ventana de la parte derecha o haciendo doble clic sobre el elemento.

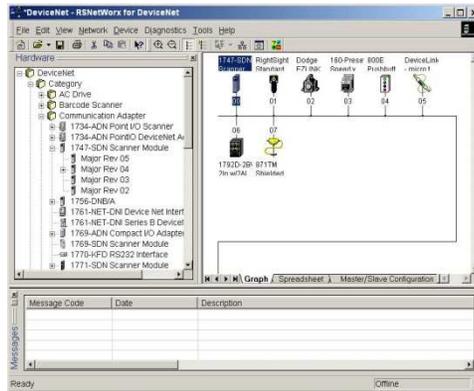


Figura 3.7

Visualización en forma gráfica

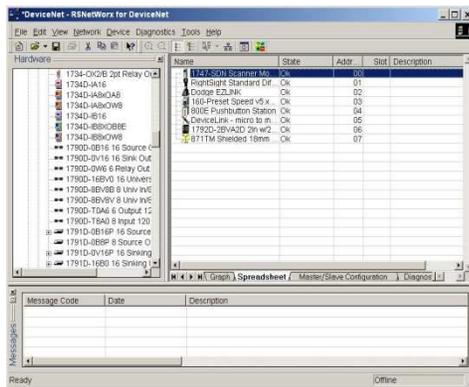


Figura 3.8

Visualización en forma de hoja de datos

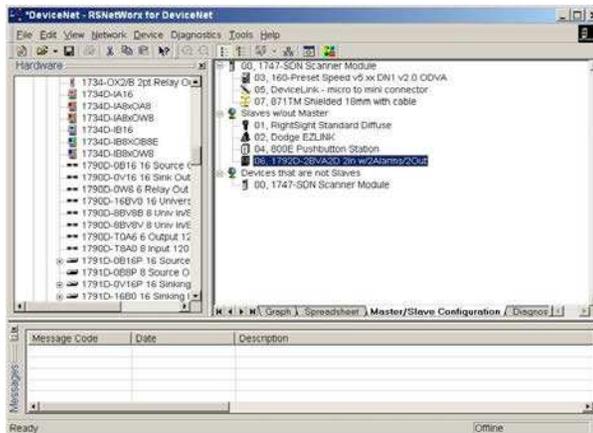


Figura 3.9

Visualización entre la relación del maestro y el esclavo (mostrado después de hacer alguna configuración).

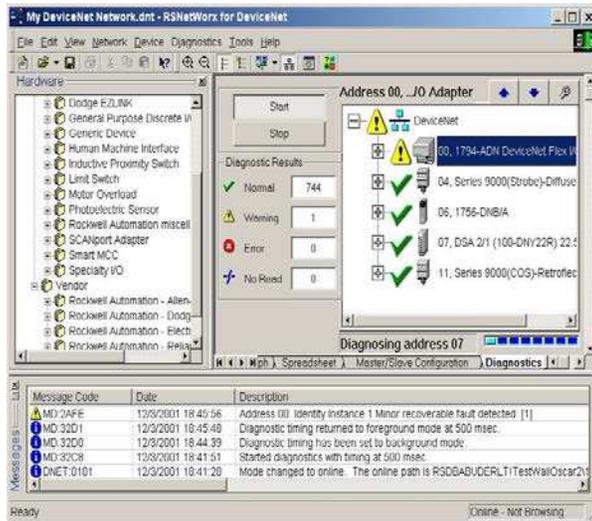


Figura 3.10

Visualización de Diagnóstico

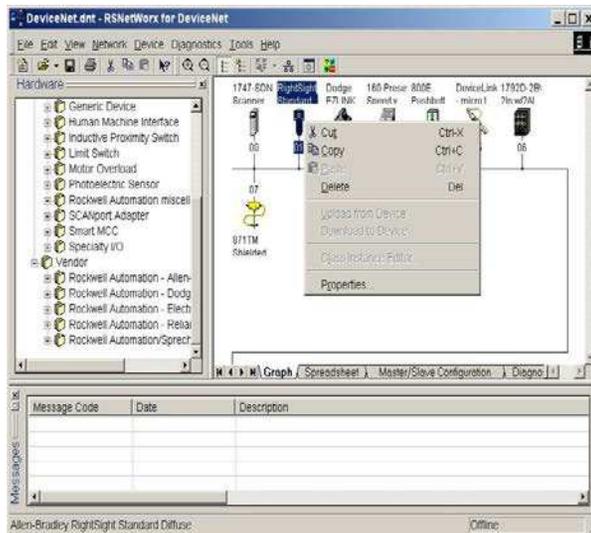


Figura 3.11

Las funciones de cortar, copiar y pegar se pueden usar para configurar múltiples dispositivos del mismo tipo, basta configurar uno, copiar sobre este y modificar la dirección. Haciendo clic con el botón derecho sobre un dispositivo, habilitamos las opciones de cortar, copiar y pegar, cambiar las propiedades del dispositivo.

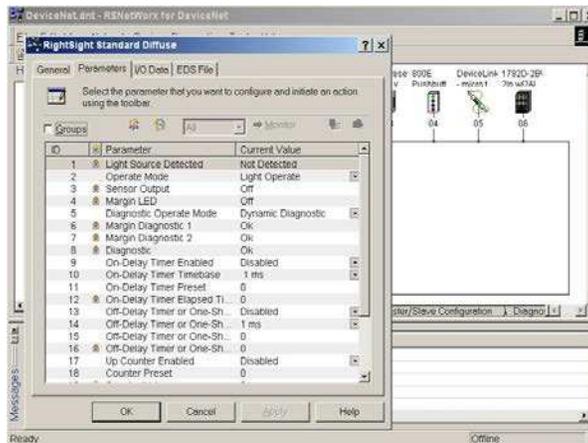


Figura 3.12

Las propiedades generales permiten hacer cambios al nombre, descripción y dirección del dispositivo. Aquí se pueden ver todos los parámetros específicos del dispositivo y hacer los cambios necesarios que se requieran en nuestro sistema.

Este cuadro de diálogo también puede ser llamado haciendo doble clic sobre el dispositivo

Guardando la configuración

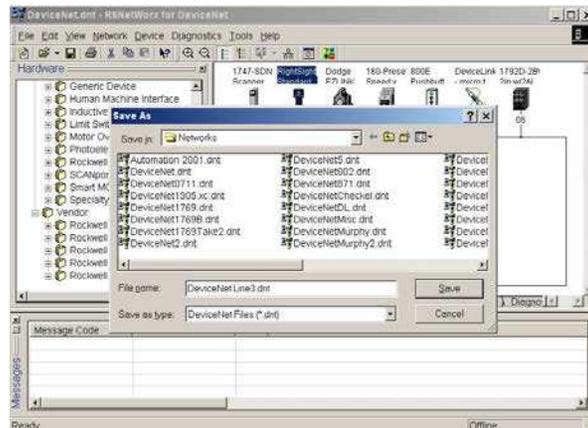


Figura 3.13

La configuración puede ser guardada en cualquier momento, en el menú Archivo (File), seleccionamos guardar como (save as) y se mostrará el siguiente cuadro de diálogo.

En este cuadro de diálogo ingresamos el nombre para la Red y le damos guardar (save).

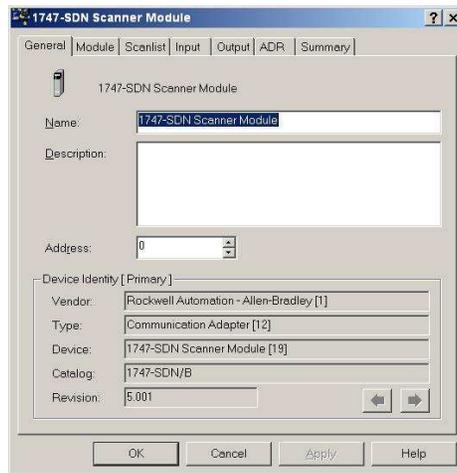


Figura 3.14

Hacer doble clic sobre el scanner para llamar a este cuadro de diálogo.

- General – Muestra información como nombre, descripción y dirección del nodo.
- Module – Aquí se asigna el slot para el scanner (lo cual afecta el mapeo de memoria) y se ajustan otros parámetros avanzados.
- Scanlist – aquí se seleccionan los nodos que serán incluidos en el scanlist, ajuste de llave electrónica.
- Input & Output – Aquí se configura en una tabla de datos del PLC, donde serán mapeados los nodos, en otras palabras como serán enviados los datos de DeviceNet hacia el PLC.
- ADR – Se usa para el Auto-reemplazo de dispositivos.
- Summary – Muestra una vista simplificada de los nodos en el scanlist del scanner.

Configuración de RSLogix para ETHERNET.

El software RSLogix 5000 está diseñado para programar controladores de la familia Logix 5000 y para la plataforma logix de Rockwell Automation. Utiliza varios tipos de lenguaje de programación como Escalera (Ladder), Bloques de funciones (Functions blocks), texto estructurado (structured text) y esquemas de funciones secuenciales (Sequential Function Chart).



Figura 3.15

- La barra de herramientas Creación de componentes - Es para crear nuevos componentes del proyecto.
- La barra en línea - Muestra el estado del programa y del controlador.
- La barra de herramientas de la lógica común - Contiene todos los elementos de lógica ladder que no son instrucciones.
- La barra de herramientas Estándar - Contiene las funciones (por ejemplo, Cut, Copy, paste).
- Barra de herramientas Editar Ladder - Contiene toda la edición en línea de las funciones.
- La barra de herramientas con pestañas Instrucción - Muestra las categorías de instrucciones en pestañas.
- La barra de estado - Sirve para información de estado en curso del programa.
- El organizador del controlador - Es una gráfica y representación de los contenidos de su proyecto.
- El panel de vistas - La ventana principal del software RSLogix 5000 le ofrece con un marco en el que se pueden ver varios editores (por ejemplo, editor de ladder, editor de bloques de funciones, etc.)

- La ventana de resultados - En la parte inferior de la ventana principal del RSLogix 5000 muestra después de haber realizado una operación los resultados o errores. Esta ventana le proporciona la información del estado y de los errores de la operación que está ejecutando.
- La pestaña Error - Si se realiza una operación que resulta un error, este se destaca en la ventana de resultados.

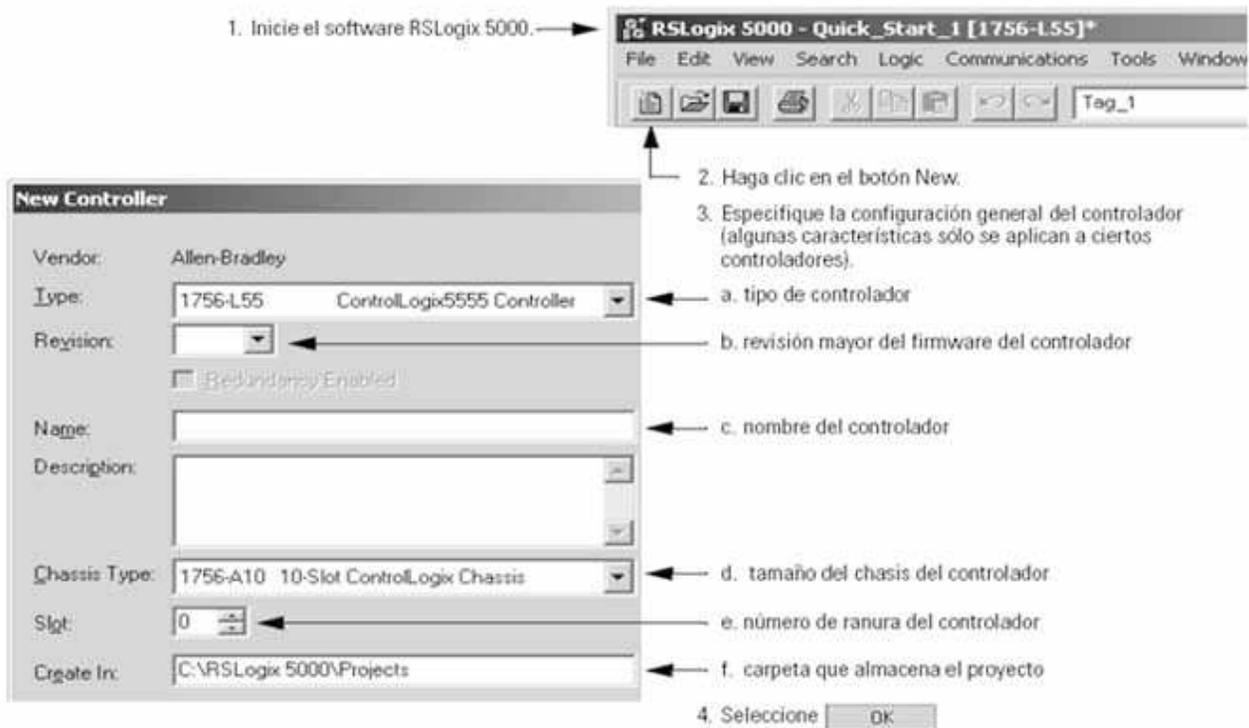


Figura 3.16

Los Wonderware Toolkits ofrecen una poderosa extensibilidad a las aplicaciones InTouch HMI y System Platform, permitiéndole a los desarrolladores ampliar las capacidades de los productos de Wonderware para satisfacer las necesidades de integración de sistemas específicos. Los Toolkits impulsan el ajuste a los estándares de la industria, proveen capacidades de personalización adicional, protegen la propiedad intelectual y mejoran la capacidad de los productos de Wonderware para conectarse con otro software y hardware.

Los Wonderware Toolkits son utilizados principalmente por Integradores de Sistemas, OEMs (Fabricantes de Equipo Original), VARs (Revendedores de Valor Añadido) y desarrolladores de software que requieren un alto nivel de programación.

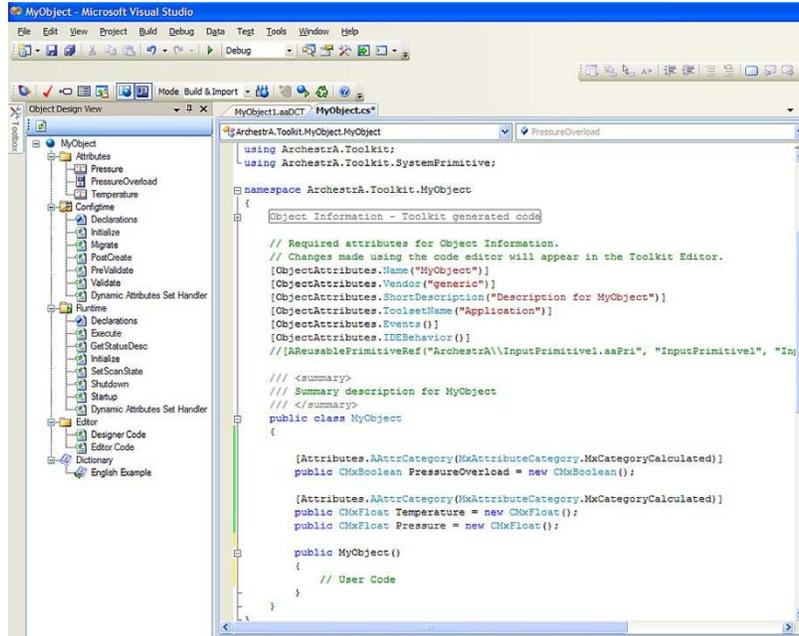


Figura 3.17

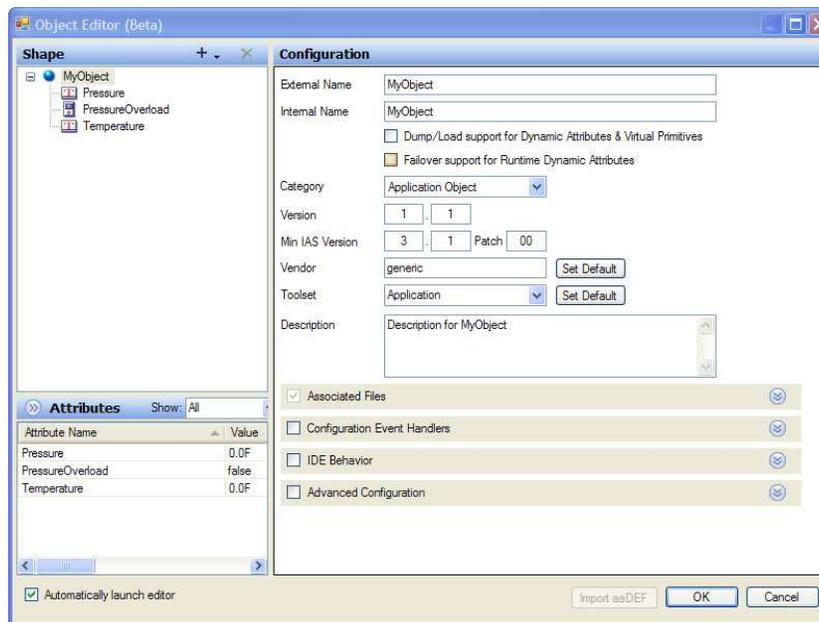


Figura 3.18

3.4 ARMADO DE RED.

RAZONES PARA ARMAR UNA RED

Una red es sencillamente la unión por diversos medios de dos o más computadoras personales ya sea para compartir los recursos con los cuales cuente cada una de ellas, así como para expandir sus capacidades aprovechando los beneficios de sus pares.

Uno puede querer armar una red sencilla en el hogar para compartir una conexión a Internet, aprovechar los beneficios y factores de entretenimiento de juegos "multiplayer", o poder expandir las posibilidades y así utilizar dispositivos como impresoras, teléfonos, etc. Las razones parecen claras, interconectar dos o más computadoras para poder así expandir todo tipo de posibilidades.

TIPOS DE REDES

a) RED PUNTO A PUNTO:

Una red punto a punto es la sencilla conexión entre una computadora y otra.

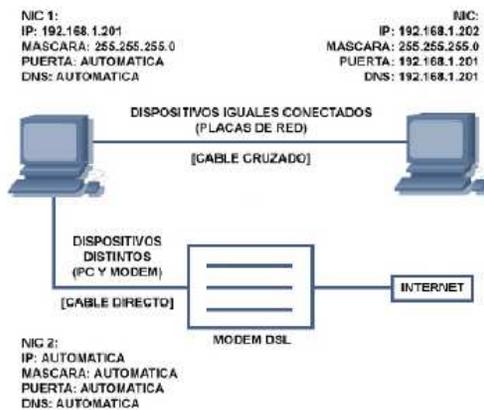


Figura 3.19

b) RED MÚLTIPLE:

Una red múltiple es la expansión de una red simple entre sólo dos PC's, donde las posibilidades de expansión se hacen más evidentes.

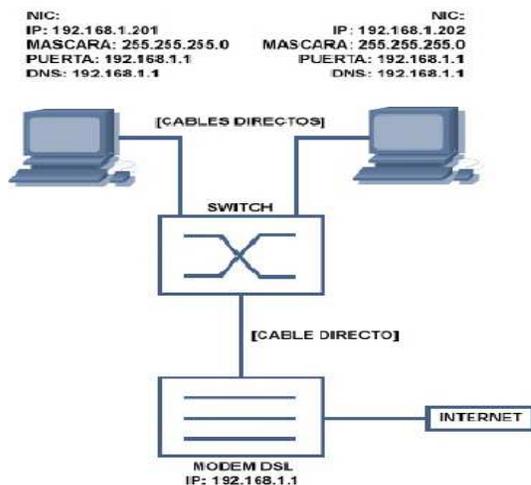


Figura 3.20

Todas las redes deben de cumplir con las siguientes características:

- Confiabilidad "transportar datos".
- Transportabilidad "dispositivos".
- Gran procesamiento de información.
- Compañías - centralizar datos.
- Compartir recursos "periféricos, archivos, etc".
- Confiabilidad "transporte de datos".
- Aumentar la disponibilidad de la información.
- Comunicación entre personal de las mismas áreas.
- Ahorro de dinero.
- Home Banking.
- Aportes a la investigación "vídeo demanda, line T.V,Game Interactive".

MEDIOS:

Los medios comprenden propiamente todo aquel equipamiento necesario para armar una red, desde las placas de red, los cables, las fichas, hasta dispositivos más avanzados como hubs, switches y routers.

MEDIOS - CABLES

Se necesitan de ciertos cables para el armado correcto de una red. Los estándares indican que para desarrollar y mantener una red Ethernet de forma correcta se necesitan cables de pares trenzados categoría 5 con o sin blindaje.

Un cable categoría 5 contiene 4 pares (8 cables en total) trenzados en sí mismos y todos entre sí. Para conectar estos cables se utilizan fichas de 8 pines cada una llamadas RJ45. Una ficha RJ45 se ve de la siguiente manera:



Figura 3.21

Al trenzar los cables entre sí se produce un fenómeno llamado Cancelación Electromagnética. Cuando los campos electromagnéticos generados en ambos conductores se alinean entre sí, se cancelan uno al otro.

Existen dos tipos de blindaje, mallado o apantallado. El mallado es una red de cable como la que vemos en un cable coaxial que brinda una mayor disipación. El apantallado es una fina capa conductora de papel metálico que cumple la misma función pero es más propensa a dañarse o cortarse.

El cable sin mallado ni apantallado se conoce como Cable UTP (Unshielded Twisted Pair o Par Trenzado sin Blindaje).

El cable con mallado exterior solamente se conoce como Cable STP (Shielded Twisted Pair o Par Trenzado Blindado).

El cable tanto con mallado y apantallado de papel metálico se conoce como Cable ScTP (Screen Twisted Pair o Par Trenzado Apantallado).

Estas son las diferencias gráficamente:

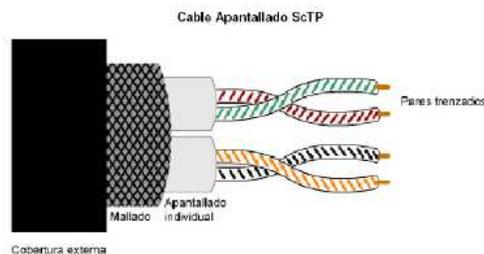


Figura 3.22

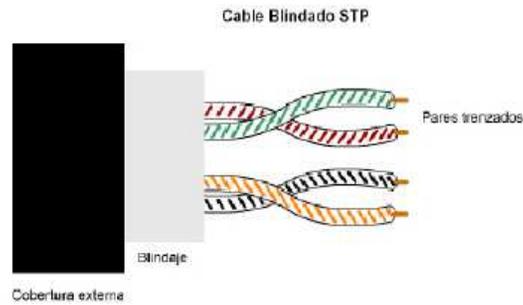


Figura 3.23

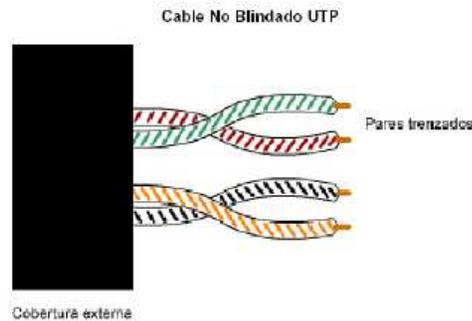


Figura 3.24

En el más normal de los casos, todos aquellos que tengan una red en su casa utilicen cables CAT. 5 UTP, es decir, sin blindaje de ningún tipo y por esa razón cuestan más baratos, sin embargo, estos medios se comportan muy bien para estos fines.

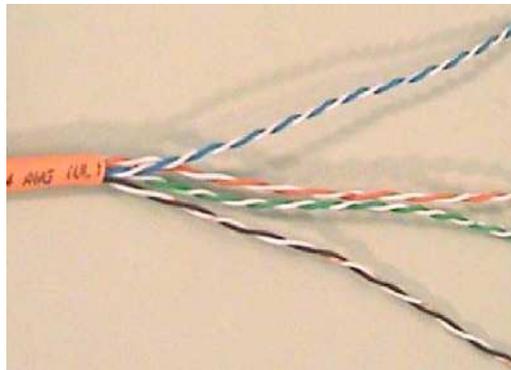


Figura 3.25

Pero primero sería prudente ubicar los cables de manera correcta. Este gráfico muestra cómo se distribuyen los cables de a pares. Esto es muy útil especialmente para entender cables "Cruzados". Los colores sirven para diferenciar los pares así como pasa con los cables reales, aunque los colores que muestra el gráfico pueden no coincidir con aquellos en un cable real.

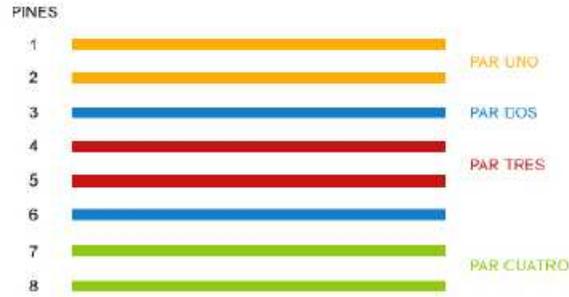


Figura 3.26

Existen tres formas de alinear los cables, también llamados "Patchcords" [R], las cuales reciben tres nombres:

CABLE DIRECTO: o "Direct Patchcord" es un cable donde en ambos extremos, la distribución de los cables es idéntica y se utiliza para conectar dispositivos de distinta tecnología.

PIN	1	.....	PIN	1
PIN	2	.....	PIN	2
PIN	3	.....	PIN	3
PIN	4	.....	PIN	4
PIN	5	.....	PIN	5
PIN	6	.....	PIN	6
PIN	7	.....	PIN	7
PIN	8	.....	PIN	8

CABLE CRUZADO: o "Crossed Patchcord", cable que tiene intercambiados los pares 1 y 2, pero es preciso primero ubicar correctamente los pares. Recuerden la ubicación del par 2 que está entre todos los otros. Este cable se utiliza para conectar dispositivos similares.

De este modo, un Cable Cruzado quedaría de esta manera:

PIN	1	.....	PIN	3
PIN	2	.....	PIN	6
PIN	3	.....	PIN	1
PIN	4	.....	PIN	4
PIN	5	.....	PIN	5
PIN	6	.....	PIN	2
PIN	7	.....	PIN	7
PIN	8	.....	PIN	8

CABLE ROLLOVER: o "Rollover Patchcord / Console Patchcord" o también "Cable de Consola", es la inversión completa de los cables de extremo a extremo. Se utiliza para





conectar dispositivos por el puerto de consola al puerto serie de 9 pines de la computadora.

Estos cables suelen venir con el hardware a controlar. Se utiliza software como Hyperterminal de Windows.

PIN	1	.....	PIN	8
PIN	2	.....	PIN	7
PIN	3	.....	PIN	6
PIN	4	.....	PIN	5
PIN	5	.....	PIN	4
PIN	6	.....	PIN	3
PIN	7	.....	PIN	2
PIN	8	.....	PIN	1

En el **armado de redes** uno de los problemas más comunes son las deficiencias estructurales. El **armado de redes** es, en la mayoría de los casos, mal dimensionado y planificado. Al corregir estos inconvenientes; ya sea mejorando la estructura empírica de la red (periféricos, hardware, etc.) o ajustando las políticas de distribución (Punto a punto, Cliente servidor) se aceleraría el intercambio, logrando una mejor administración de redes que favorezca el caudal creativo y productivo de los usuarios.



Figura 3.27

Armado de redes: Topologías y protocolos

En el **armado de redes**, dentro de una red de computadoras se pueden distinguir dos características fundamentales: la topología o distribución física de los puestos (en anillo, en bus, etcétera) y el protocolo utilizado. Uno de los protocolos más comunes para redes locales es el TCP/IP (Transfer Control Protocol/ Internet Protocol) que es además el mismo protocolo empleado en Internet.





Figura 3.28

En una red TCP/IP los ordenadores se identifican mediante un conjunto de cuatro números separados por puntos que se denomina dirección IP (IP address). La identificación de los ordenadores de la red es precisa para controlar el flujo de datos, ya que de este modo se conoce con exactitud el origen y el destino de estos datos.

Armado de redes: Cableado estructurado

Un **armado de redes** eficaz resultaría en:

1. Mayor velocidad de transferencia de datos.
2. Permitiría ampliar su infraestructura sin inconvenientes.
3. Menor probabilidad de errores lógicos.
4. Alta productividad en su aplicación de negocios.
5. Acceso a recursos como impresoras y unidades de disco.
6. Alta eficiencia en la comunicación en tiempo real Armado de redes.

3.5 DESARROLLO SCADA.

SCADA

SCADA, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores (computadores) en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del



mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

Lazo abierto y cerrado

Existen dos tipos de sistemas principalmente. Los no realimentados o de lazo abierto y los realimentados o de lazo cerrado. El lazo cerrado funciona de tal manera que hace que el sistema se realimente, la salida vuelve al principio para que analice la diferencia y en una segunda opción ajuste más, así hasta que el error es 0. Cualquier concepto básico que tenga como naturaleza una cantidad controlada como por ejemplo temperatura, velocidad, presión, caudal, fuerza, posición, etc. son parámetros de control de lazo cerrado. Los sistemas de lazo abierto no se comparan a la variable controlada con una entrada de referencia. Cada ajuste de entrada determina una posición de funcionamiento fijo en los elementos de control.

Tipos de realimentación

- a) realimentación negativa: Tiende a reducir la señal de salida o a reducir la actividad.
- b) realimentación positiva: Tiende a aumentar la señal de salida, o actividad.
- c) realimentación bipolar: Puede aumentar o disminuir la señal o actividad de salida.

Tipos de Indicadores

Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador):

1. Estado actual del proceso. Valores instantáneos.
2. Desviación o deriva del proceso. Evolución histórica y acumulada.

Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador):

1. Generación de alarmas.
2. HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina).
3. Toma de decisiones:
 - a) Mediante operatoria humana.
 - b) Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).

Esquema de un sistema típico:



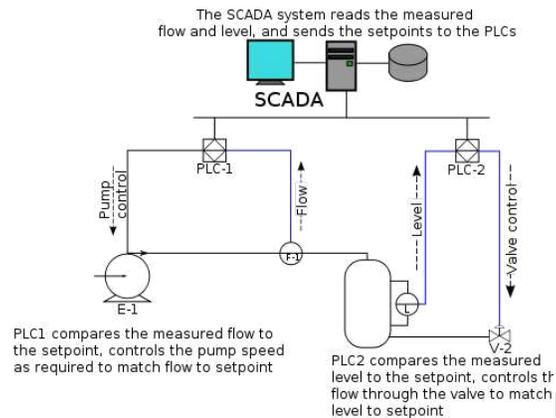


Figura 3.29

Este esquema es un ejemplo de la aplicación del sistema SCADA en áreas industriales. Estas áreas pueden ser:

- Monitorizar procesos químicos, físicos o de transporte en sistemas de suministro de agua, para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, de gas o en oleoductos y otros procesos de distribución.
- Gestión de la producción (facilita la programación de la fabricación).
- Mantenimiento (proporciona magnitudes de interés tales para evaluar y determinar modos de fallo, MTBF, índices de Fiabilidad, entre otros).
- Control de Calidad (proporciona de manera automatizada los datos necesarios para calcular índices de estabilidad de la producción CP y CPK, tolerancias, índice de piezas NOK/OK, etc).
- Administración (actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP (Enterprise Resource Planning o sistema de planificación de recursos empresariales), e integrarse como un módulo más).
- Tratamiento histórico de información (mediante su incorporación en bases de datos).

Un sistema SCADA incluye un hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre-máquina (HMI), redes, comunicaciones, base de datos y software.

El término SCADA usualmente se refiere a un sistema central que monitoriza y controla un sitio completo o una parte de un sitio que nos interesa controlar (el control puede ser sobre máquinas en general, depósitos, bombas, etc.) o finalmente un sistema que se extiende sobre una gran distancia (kilómetros / millas). La mayor parte del control del



sitio es en realidad realizada automáticamente por una Unidad Terminal Remota (UTR), por un Controlador Lógico Programable (PLC) y más actualmente por un Controlador de Automatización Programable (PAC). La realimentación del lazo de control es cerrada a través del RTU o el PLC; el sistema SCADA monitoriza el desempeño general de dicho lazo. El sistema SCADA también puede mostrar gráficas con históricos, tablas con alarmas y eventos, permisos y accesos de los usuarios.

Necesidades de la supervisión de procesos

- Limitaciones de la visualización de los sistemas de adquisición y control.
- Control software. Cierre de lazo del control.
- Recoger, almacenar y visualizar la información.

Interfaz humano-máquina

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PAC's (Controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada.

Soluciones de Hardware

La solución de SCADA a menudo tiene componentes de sistemas de control distribuido, DCS (*Distributed Control System*). La complejidad y la naturaleza de este tipo de programación hace que los programadores necesiten cierta especialización y conocimiento sobre los actuadores que van a programar. Aunque la programación de estos elementos es ligeramente distinta a la programación tradicional, también se usan lenguajes que establecen procedimientos, como pueden ser FORTRAN, C o Ada95. Esto les permite a los ingenieros de sistemas SCADA implementar programas para ser ejecutados en RTU's o un PLC's.





Componentes del sistema

Los tres componentes de un sistema SCADA son:

1. Múltiples Unidades de Terminal Remota (también conocida como UTR, RTU o Estaciones Externas).
2. Estación Maestra y Computador con HMI.
3. Infraestructura de Comunicación.

Unidad de Terminal Remota (UTR)

La UTR se conecta al equipo físicamente y lee los datos de estado como los estados abierto/cerrado desde una válvula o un interruptor, lee las medidas como presión, flujo, voltaje o corriente. Por el equipo el UTR puede enviar señales que pueden controlarlo: abrirlo, cerrarlo, intercambiar la válvula o configurar la velocidad de la bomba, ponerla en marcha, pararla.

La UTR puede leer el estado de los datos digitales o medidas de datos analógicos y envía comandos digitales de salida o puntos de ajuste analógicos.

Una de las partes más importantes de la implementación de SCADA son las alarmas. Una alarma es un punto de estado digital que tiene cada valor NORMAL o ALARMA. La alarma se puede crear en cada paso que los requerimientos lo necesiten.

Estación Maestra

El término "Estación Maestra" se refiere a los servidores y al software responsable para comunicarse con el equipo del campo (UTR's, PLC's, etc) en estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control, o en cualquier otro lado. En un sistema SCADA pequeño, la estación maestra puede estar en un solo computador, A gran escala, en los sistemas SCADA la estación maestra puede incluir muchos servidores, aplicaciones de software distribuido, y sitios de recuperación de desastres.

El sistema SCADA usualmente presenta la información al personal operativo de manera gráfica, en forma de un diagrama de representación.

Los bloques software de un SCADA (módulos), permiten actividades de adquisición, supervisión y control.





Características

- a) Configuración: permite definir el entorno de trabajo del SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- b) Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.
- c) Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando pre programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- d) Gestión y archivo de datos: almacenamiento y procesado ordenado de datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- e) Comunicaciones: transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y también entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

Infraestructura y Métodos de Comunicación

Los sistemas SCADA tienen tradicionalmente una combinación de radios y señales directas seriales o conexiones de módem para conocer los requerimientos de comunicaciones.

Objetivos que debe cumplir la instalación de un SCADA

- 1. Deben ser sistemas de arquitectura abierta (capaces de adaptarse según las necesidades de la empresa).
- 2. Deben comunicarse con facilidad al usuario con el equipo de planta y resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- 3. Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware.

Aplicaciones SCADA

Para desarrollar un sistema SCADA es necesario un IDE en el cual diseñar, entre otras cosas:

- a) El aspecto que va a tener el SCADA.





- b) Las funciones y eventos que debe ejecutar cuando se interactúa con su interfaz HMI.
- c) Las operaciones y cálculos que debe realizar con los datos adquiridos.





CONCLUSIÓN

En la actualidad las tecnologías que son triunfadoras en el mercado son aquellas que ofrecen ventajas competitivas y seguridad a sus clientes, con el paso del tiempo se está terminando con el uso de las tecnologías cerradas; es imposible que sobrevivan estas en un mundo plagado de globalización.

Dentro del nivel industrial comienza a gestarse un gran cambio, pues no se pretende trabajar solamente con la especificidad de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos, además de que esta información se encuentre también en tiempo real y que sirva para la toma de decisiones y así mismo se pueda mejorar la calidad de los procesos.

Las condiciones extremas a nivel industrial requieren de equipos capaces de soportar elevadas temperaturas, ruido excesivo, polvo, humedad y demás condiciones diversas; por ello la necesidad de contar con personal profesionalizado que sea capaz de ver globalmente el sistema de control y automatización industrial junto con el sistema de red digital de datos.

De lo anterior se desprende la importancia de la programación y aplicación de las redes industriales PLC's implementadas, condición indispensable para la optimización de las tareas al interior de la industria, ya que aportan una cantidad de opciones adecuadas y prácticas que abonan a su crecimiento, generando por lo tanto un desarrollo integral y mayor, lo que se traduce en la eficacia y eficiencia en su labor diaria y ordinaria.





BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicosprogramables/programacion-plc-1>
2. <http://www.isa.org/journals/ic/feature/1,1162,541,00.html>
3. http://www.modbus.org/modbus_tcp_new.htm
4. Schneider Automation Modbus/TCP protocolspecification.
5. <http://www.modicon.com/openmbus>.
6. http://www.rocatek.com/forum_plc1.php
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
8. http://www.zator.com/Hardware/H12_4.htm
9. http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
10. http://www.rocatek.com/forum_plc2.php
11. <http://jmodbus.sourceforge.net>
12. Escobar, A.M.; Sánchez, H.A. Implementación de una red inalámbrica usando el protocolo Modbus. Universidad del Valle, Cali, 2001.
13. <http://www.3dgames.com.ar/Guias/13.guia-de-armado-de-redes.24>

