

RECONOCIMIENTO, CONFIGURACION Y SUPERVISION SCADA

Objetivos

- Adquirir conocimientos para reconocer y configurar estructuras de supervisión SCADA.
- Reconocer las estructuras que componen un SCADA.

Conceptos Preliminares

1. INTRODUCCION

La supervisión, adquisición y control de datos e información de procesos industriales (SCADA- Supervisory Control and Data Acquisition) se utiliza ampliamente en la industria moderna con el objeto de lograr una mejora sustancial del proceso productivo industrial. Los beneficios se observan en el control, en la información procesada, en los tiempos de respuesta, en los programas de mantenimiento, en los aspectos económicos (minimiza costos y aumenta rentabilidad) y de optimización de procesos.

SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisor y Adquisición de datos). Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, cursores, lápices ópticos, etc.).

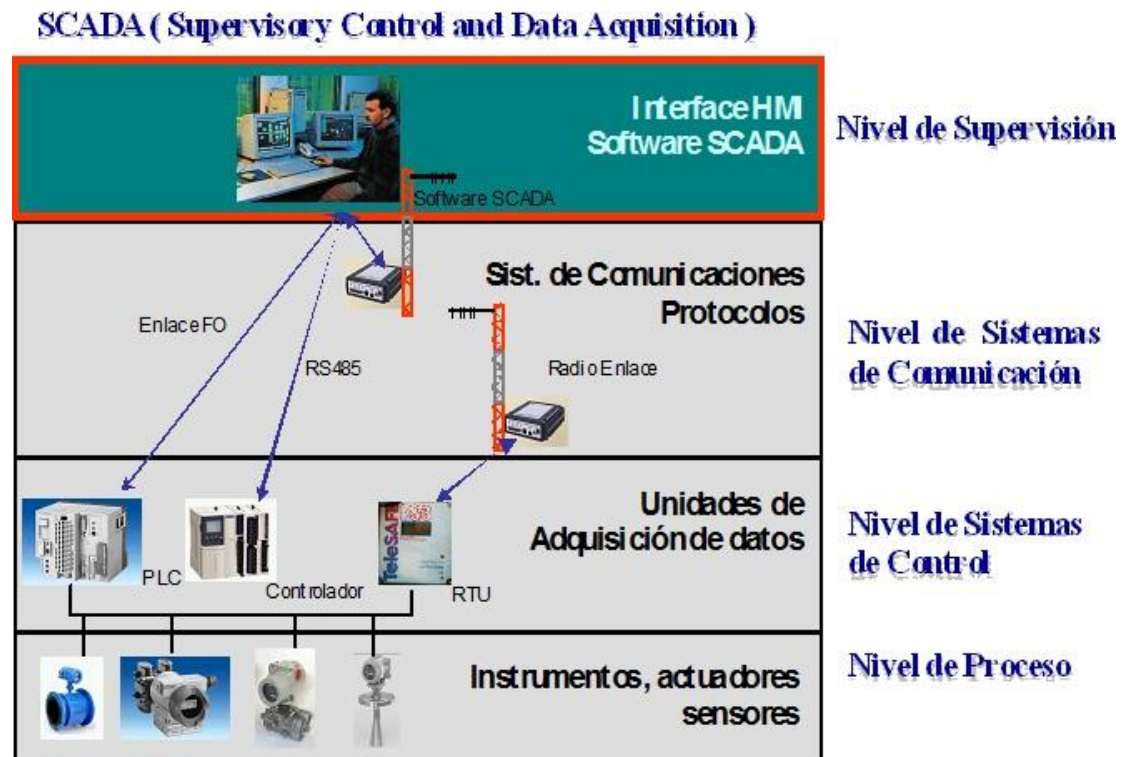
Inicialmente solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos de los procesos de control, pero en los últimos tiempos han surgido una serie de productos (hardware y software) especialmente diseñados o adaptados para éste tipo de sistemas acordes a las necesidades actuales. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, se realiza mediante una interfaz del computador (PC) a la planta centralizada, cerrando el lazo sobre el ordenador principal de supervisión. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador.

El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios.

El diseño e implementación de un SCADA considera una estructura en capas o jerarquías que evolucionan según ciertas consideraciones tecnológicas y respetando normas o estándares nacionales e internacionales. En la capa inferior se encuentra el proceso o nivel de campo (sensores, detectores, actuadores, señalizaciones, alarmas) y en la superior el nivel jerárquico o de toma de decisiones globales (no del proceso de control específico). Es el nivel del Usuario que maneja u opera y reconfigura el proceso de monitoreo o supervisión. Entre los 2 niveles se encuentran diferentes subdivisiones según el tipo y característica del proceso industrial.

Los sistemas SCADA se utilizan en el control de oleoductos, sistemas de transmisión de energía eléctrica, yacimientos de gas y petróleo, redes de distribución de gas natural, subterráneos, generación energética (convencional y nuclear).

No todos los sistemas SCADA están limitados a procesos industriales, sino que también se ha extendido su uso a instalaciones experimentales como la fusión nuclear, donde la alta capacidad de gestionar un número elevado de E/S, la adquisición y supervisión de esos datos; convierte a estos, en sistemas ideales para el monitoreo y supervisión en tiempo real.



Niveles de Automatización

SCADA, como sistema dentro de una estructura de automatización industrial, ocupa una ubicación dentro de la Pirámide CIM que según sea el objetivo a cumplir, no necesariamente ocupa el vértice de la pirámide, sino que, por el contrario, ocupa un nivel intermedio de la pirámide. Esto es porque la información que provee SCADA (ubicada en la base de datos) tiene múltiples usos posteriores a la supervisión y almacenamiento de los datos.

En general, se presentan 5 niveles:

Proceso o Campo, Control, Supervisión y Visualización, Información y Manufactura (MES), sistemas de administración y manufactura (ERP).

Estos niveles muestran que SCADA forma parte un proceso mucho más completo y jerárquico que la adquisición, control y supervisión en tiempo real de un proceso industrial.

Según sea la aplicación o diseño es que los diferentes niveles pueden adoptar nombres y significados similares pero no necesariamente iguales.



Figura 2. Niveles SCADA

Niveles de Automatización Industrial con MES y ERP. SCADA ocupa el nivel de Proceso.

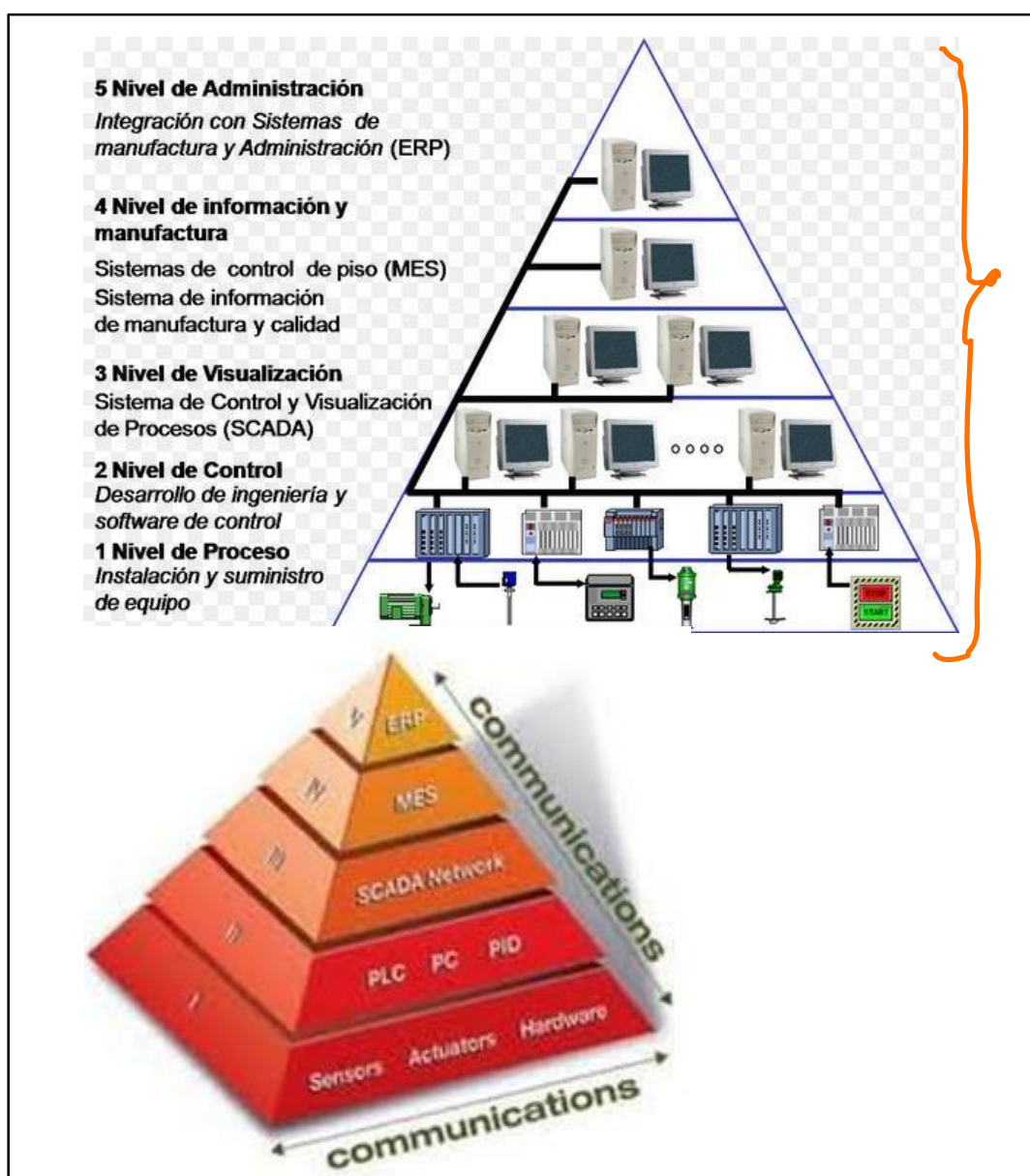


Figura 3. Pirámide CIM con los 5 niveles de automatización.

2. COMPONENTES BASICOS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON SCADA

Al considerar un sistema de Automatización Industrial que requiera el uso de un Monitoreo o Supervisión SCADA, es necesario plantear como mínimo **una estructura de comunicación**, esto es, interfaces de hardware y software que permitan la comunicación, configurar los equipos o dispositivos de adquisición y control, el uso de un **protocolo de comunicación** que junto a los sistemas de comunicación, permita la transferencia de datos y el propio software **SCADA** que tiene por objetivo la supervisión y procesamiento de la información.

Básicamente, un sistema de comunicación requiere de un enlace físico de hardware que permite la conexión eléctrica de los dispositivos existiendo diferentes modos de implementación (directo por cable, fibra óptica, radioenlace, etc) y de un enlace lógico de la comunicación, esto es, el lenguaje y estructura de la información (protocolo de comunicación) que se transfiere de un sistema a otro.

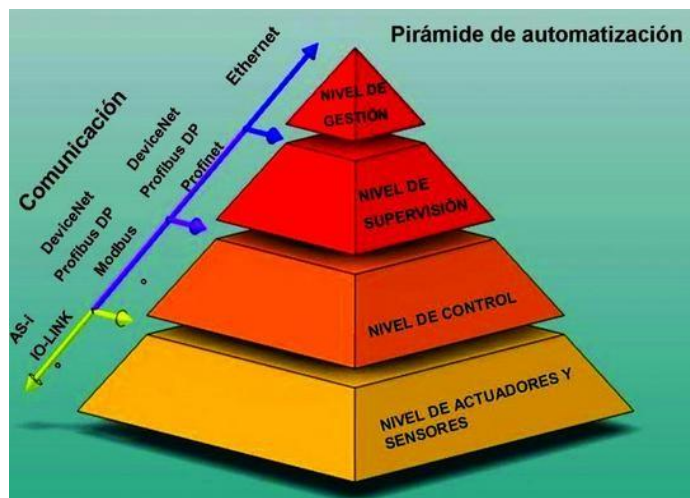


Figura 4. Pirámide de Automatización.



Figura 5. Evolución de la Automatización Industrial

La siguiente gráfica muestra los
Niveles de Automatización Industrial con MES y ERP. SCADA ocupa el nivel de Proceso.

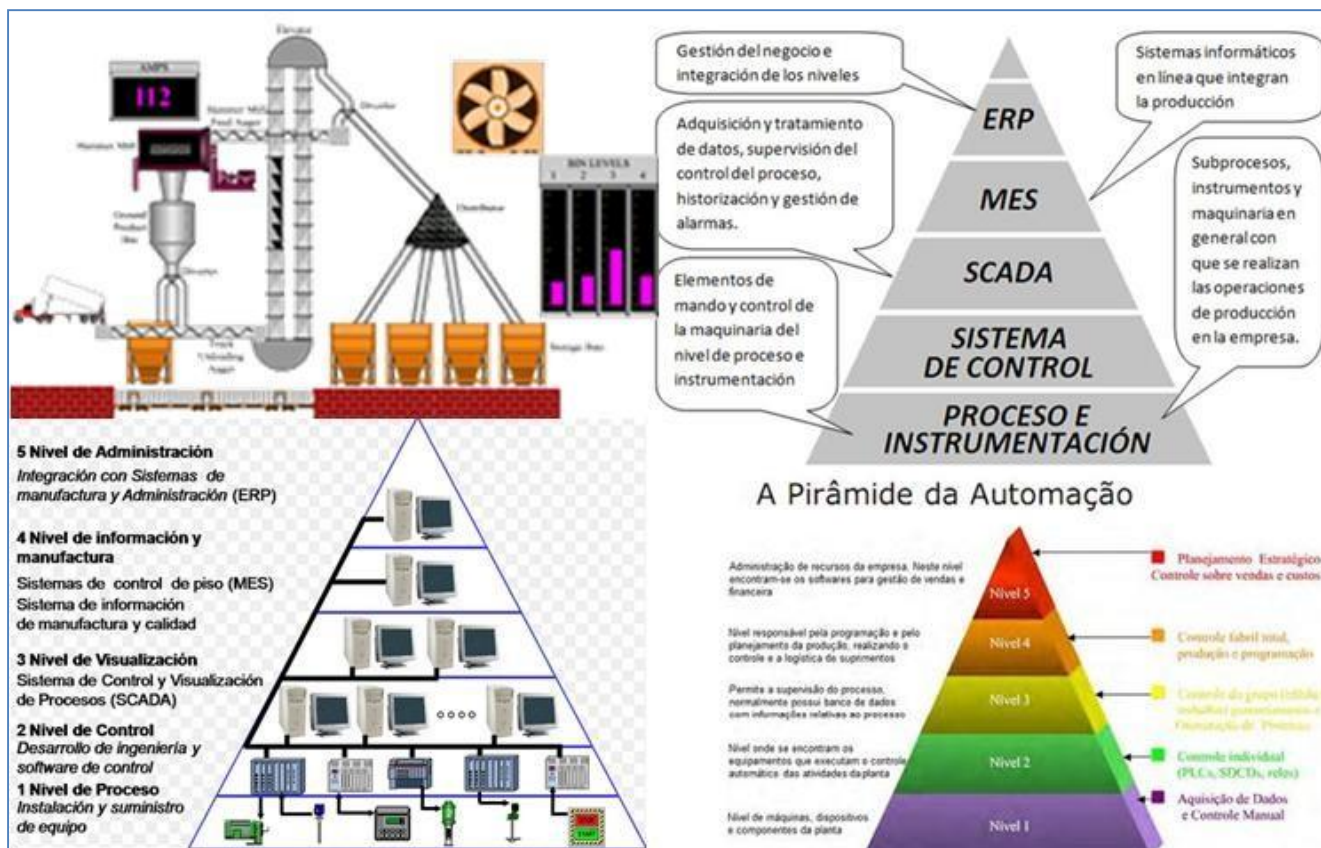


Figura 6. Niveles de Automatización

Ejemplo de una Red Industrial jerárquica básica que muestra la conectividad entre el proceso, la instrumentación (sensores, actuadores) y 2 niveles de automatización.

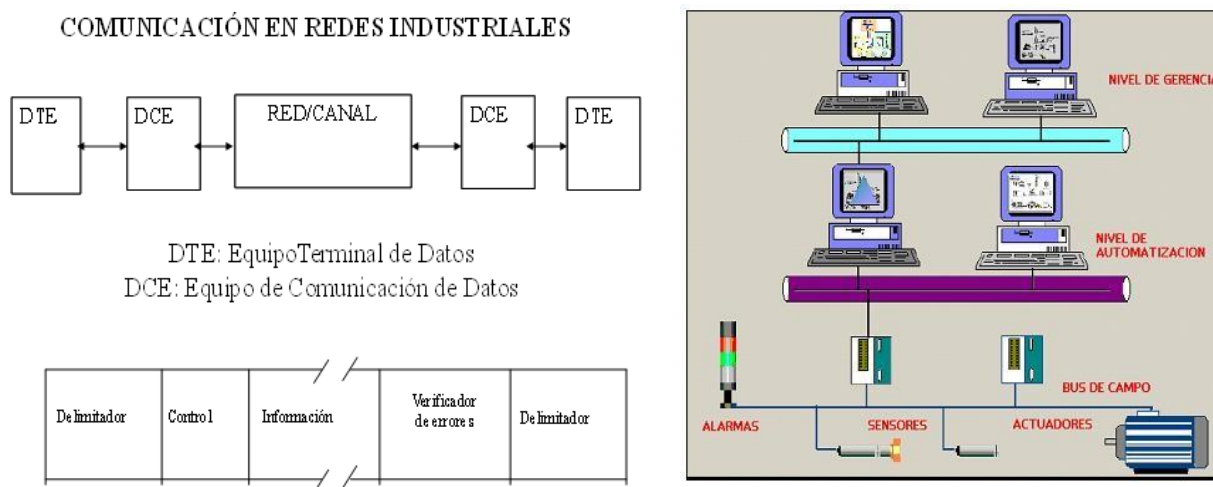


Figura 7. Estructura básica de una Red Industrial

SCADA ocupa un nivel intermedio en la estructura CIM de un sistema de automatización, monitoreo y telesupervisión de procesos de manufactura industrial y gerencial.

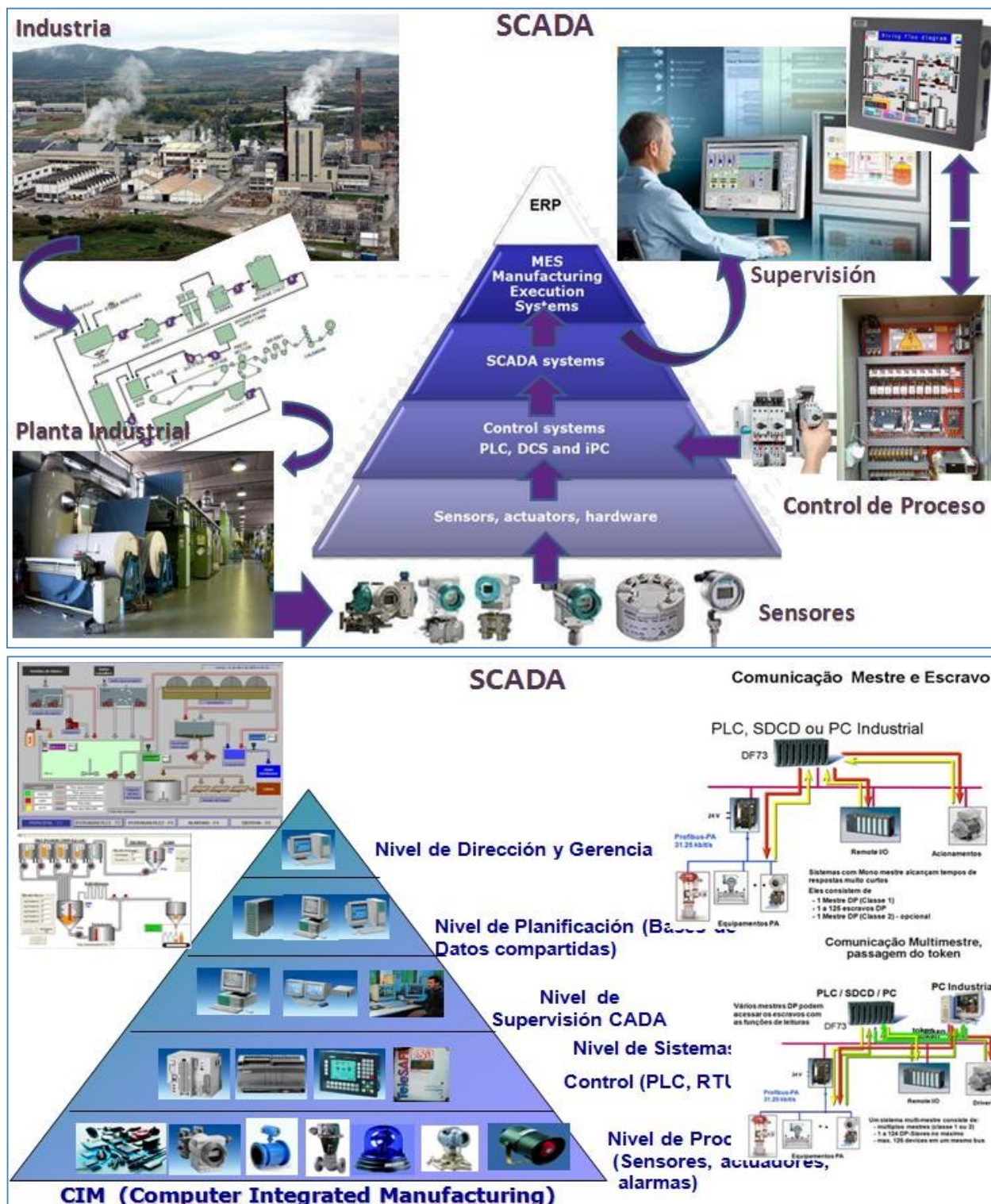


Figura 8. Estructura SCADA Industrial

3. COMO ELEGIR UN SISTEMA SCADA

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a supervisar debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso está distribuido en diferentes espacios. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, es decir, la información se requiere en tiempo real.

La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

3.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA

Cuando una empresa decide implementar un sistema SCADA sobre su instalación hay por lo menos 5 fases básicas a tener en cuenta para llevar a cabo el proceso:

Fase1: El diseño de la arquitectura del sistema. Esto incluye todas las consideraciones importantes sobre el sistema de comunicaciones de la empresa (Tipo de BUS de campo, distancias, número de E/S, Protocolo del sistema y Drivers). También se verán involucrados los tipos de dispositivos que no están presentes en la planta pero que serán necesarios para supervisar los parámetros deseados.

Fase2: Equipamiento de la empresa con los dispositivos de adquisición y control necesarios, comunicaciones, interfaces HMI y hardware en general. Adquisición de un paquete software SCADA adecuado a la arquitectura y sistemas de la planta.

Fase3: La instalación del equipo de comunicación y el sistema de computadoras (PC).

Fase4: Programación del sistema de comunicaciones, equipos de control, interfaces HMI y software SCADA.

Fase5: Testeo del sistema y depuración o puesta a punto, durante el cual los problemas de programación en comunicaciones como en el software SCADA se resuelven.

4. FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE SOFTWARE SCADA.

En la lista aparecen algunas empresas que proporcionan, además, una solución adicional a SCADA que incluyen el registro y gestión de datos sobre software MES (Manufacturing Execution System) para explotación de datos de fabricación. Este tipo de integración de software MES en un sistema SCADA es una solución cada vez más demandada por los usuarios.

Nombre del Producto - Distribuidor/Fabricante

Aimax: Design Instruments, S.A. (T.A. Engineering)
All-Done Scada: Freixas i Ros, S.L.
Automainge: Automainge
Captor: Sisteplant
Checksys Objects: M2R,S.A.
CIC: CJM Software,S.A.
Cube: ORSI España,S.A.
Cx-SuperVisor: Omron
Digivis: Elsag bailey Hartmann & Braun,S.A.
Experion PKS Honeywell,S.A. *Evolución de los anteriores TDC3000, TPS y Plantscape.*
Factory Suite A2: Logitek, S.A./Wonderware. *Evolución del FactorySuite 2000.*
Factorylink ECS y Xfactory: Tecnomatix (USDATA)
Gefip: Mondragón Sistemas
Genesis CE(Pocket) y 32: Aplein Ingenieros, S.A./Iconics
Glassmaster Control System: Mediterranean Import Trade, S.L./Precise Control Systems
GPAO-SAC: Sistemas Avanzados de Control,S.A.
I/A: Foxboro
iFIX 3.5: Intellution(GE Fanuc Automation). *Evolución del FIX DMACS 7.0 creado por: CIM(Computer Integrated Manufacturing), Fisher, Rosemount, Omron/Intellution.*
IGSS32: AN Consult España,S.L./7-Technologies A/S (DK)
Intouch: Logitek,S.A./Wonderware
JUMO SVS-2000: Jumo Sercon, S.A. (D)
LabVIEW DSC: National Instruments
NI Lookout 5.1: National Instruments
Monitor Pro V7.x: AEA Technology
P6008: Foxboro Scada
Nombre del Producto - Distribuidor/Fabricante
Pack-Centre: Agecontrol
PCVUE 32: Rasesa Automatismos, S.L./ARC Informatique
Proasis DAS-Win: Desin Instruments,S.A.
Processyn: OBM de Equipos Eléctricos,S.A./Logique Industrie
Pyman: Pyssa
Quick SPC: Marposs, S.p.A
RSView32: Rockwell Automation/Rockwell Software
Scada-Vs: Foxboro/Foxcada (Australia)
SIMATIC(WinCC): Siemens
Symcont: Adasoft, S.A.
SYSMAC-SCS: Omron
Tactician T3500: Eurotherm España/Eurotherm Process Automation (UK)
TCS01: Sistemas Eléctricos Personalizados S.L.
TD-Pro: Pertegaz,S.L.
Test Point: Instrumentos de Medida,S.L.
TQWIN: Vertex Serveis Informàtics, S.L.
WizFactory: Wizcon Soft España,S.L./PC soft International, Ltd (Israel)



Figura 9. Empresas dedicadas a SCADA

Estructura de un SCADA genérica (Distribución Circular- Gráfico de Torta).



Figura 10. Sistema SCADA (Gráfico de torta)

Estructura de un Sistema de Automatización y Control básico con Supervisión SCADA

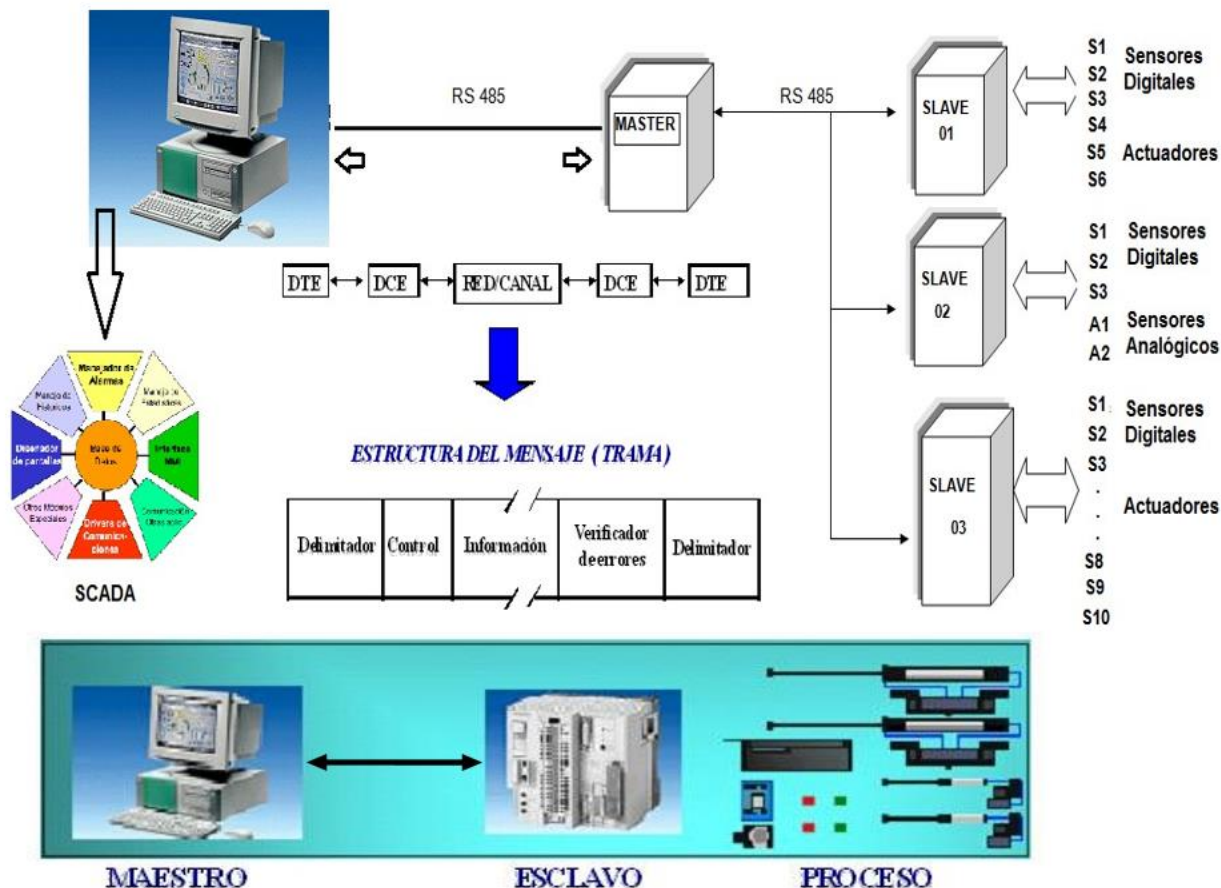


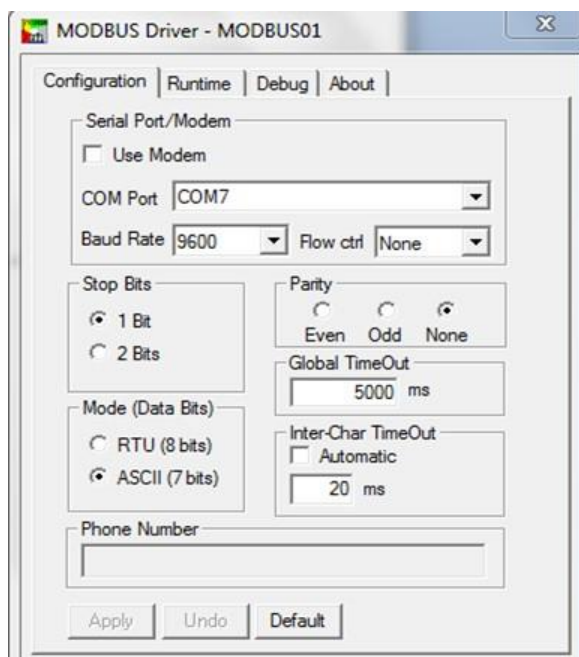
Figura 11. Ejemplo Sistema Básico de Automatización y Supervisión con Protocolo ModBus

5. PARÁMETROS DE UNA COMUNICACIÓN SERIE ENTRE DISPOSITIVOS DE ENLACE

Para establecer una comunicación y transferencia de información, es necesario configurar los parámetros de la comunicación a nivel de Hardware y Software entre los Equipos o Dispositivos que intervienen en el proceso industrial.

Un ejemplo de configuración que se corresponde con la imagen anterior que muestra al MAESTRO en comunicación con el ESCLAVO es:

Figura 12. Parámetros de la Comunicación.



6. DISEÑO DE UN SCADA

Para diseñar y poner en marcha un SCADA se requiere el uso y configuración de un Programa específico para tal fin. Involucra el diseño de Pantallas de visualización, estructura y configuración de la base de datos de intercambio, establecer las relaciones matemáticas entre las variables del proceso con la unidades de ingeniería que se corresponden con el proceso real, y según corresponda, armar módulos especiales adicionales para manejo de estadísticas, históricos, y demás necesidades que permitan una adecuada supervisión del proceso industrial en tiempo real.

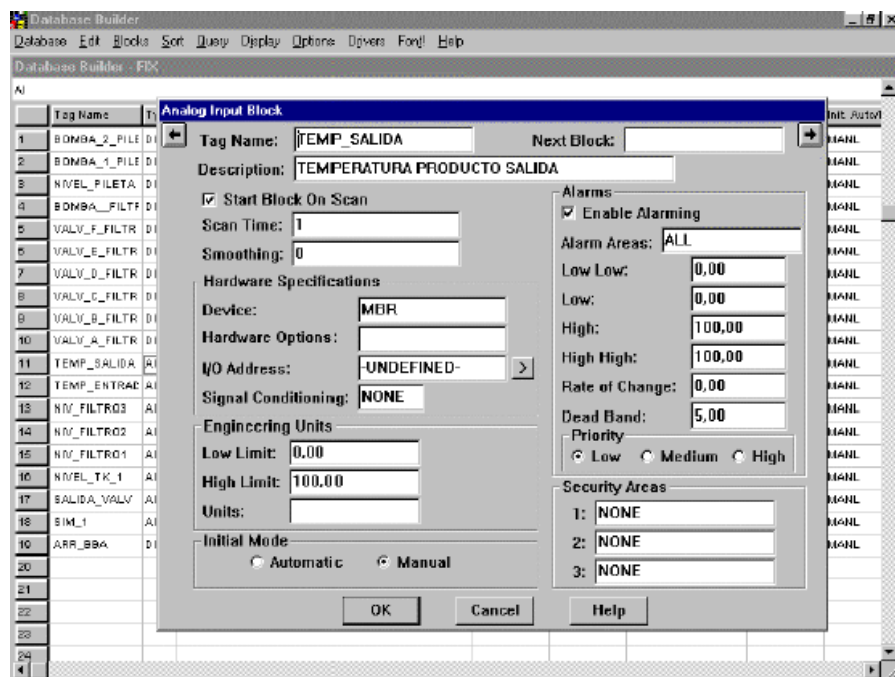
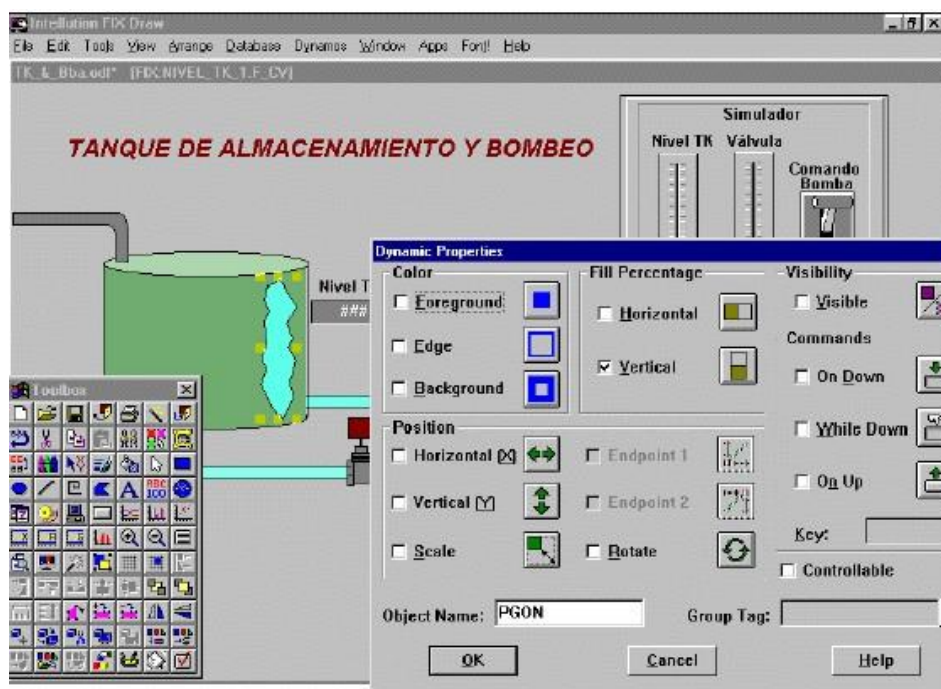


Figura 13. Pantalla de Configuración de Variables o TAG



Diseño Pantalla de Visualización

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL - INGENIERIA MECATRONICA
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS
2022 - TP N°12
SCADA. Supervisión de Procesos Industriales

Identificación de Variables de Supervisión o TAGs

En procesos de supervisión se suele usar los TAGs como forma de identificar las variables de monitoreo. La Norma ISA regula la nomenclatura que posee 4 campos, los 2 primeros identifican en general y los otros 2 identifican la variable específica. En algunos casos la variable específica puede tener un código asociado (ej. Transmisor de nivel modelo 1201, LT-1201).

Las variables también se identifican con alguna nomenclatura que indica el tipo de señal.

Como ejemplo se pueden mencionar algunas variables:

Temperatura. Transmisor de Temperatura (TT)

Nivel de Líquido. Transmisor de Nivel (LT)

Tanque de almacenamiento (TK)

Bomba. (PUMP)

Presión. Transmisor de Presión (PT)

Ejemplo.

Variable de temperatura del Tanque del proceso 101 que transmite un sensor de temperatura (TT).

TAG: TKS_TK101_TT1201_TMP

Variable de Nivel del Tanque del proceso 102 que transmite un sensor de líquido (LT1200).

TAG: TKS_TK102_LT1200_VOL

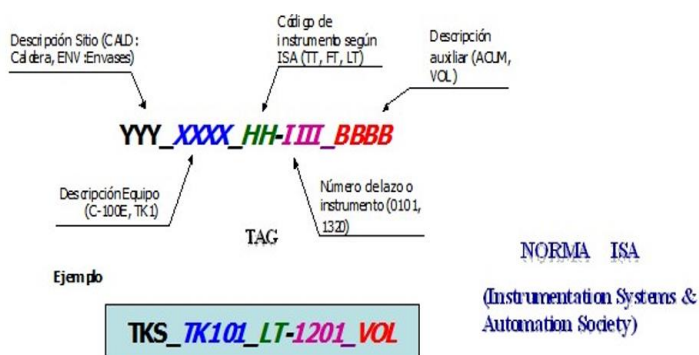


Figura 14. Identificación de las Variables de Campo o TAG

Diseño de Planillas de Procesos de Supervisión.

Cuando se configura un sistema de automatización se hace necesario diseñar como se conectan y distribuyen los sensores y actuadores en los equipos PLCs, proceso, tipo de variables y lugar que ocupa en el Protocolo. No siempre se siguen los lineamientos teóricos por temas de practicidad.

La Tabla o cuadro muestra un diseño de un Sistema que involucra un PLC que posee señales conectadas de nivel, válvulas, analógicas de temperatura, entre otras.

Se observa que los TAG se identifican usando las columnas 4 y 5 (de izquierda a derecha)

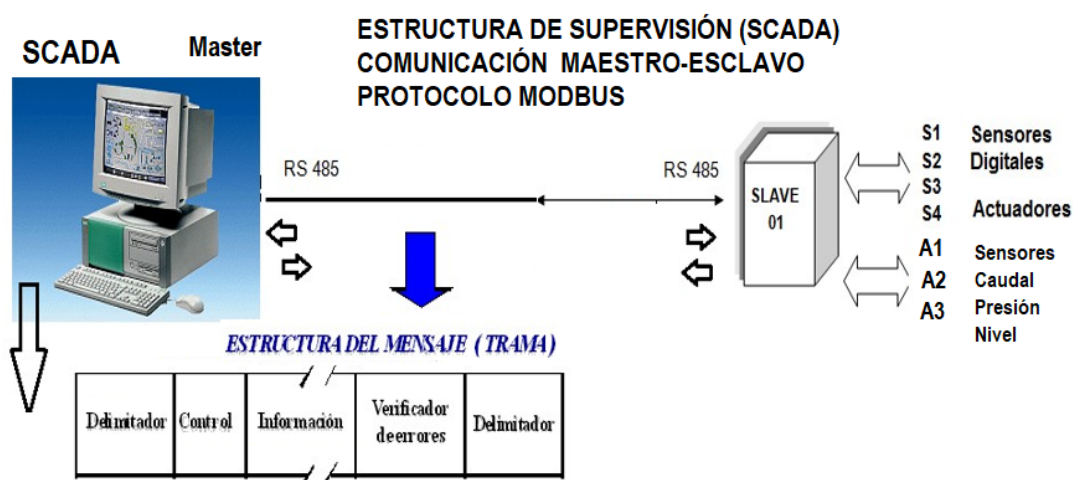
I/O-PLC	MEM-RTU	TIPO	SITIO	TAG	DESCRIPCION	Off Msg	OnMsg	ESTAD O ALRM	Esclavo	Dir	Read Only		
I0.1	IN1	IODisc	TANQ	LSL-101_TK1	CisternaVacía	TK1-Vacio		ON	4	10001	Yes		
I0.2	IN2	IODisc	TANQ	LSL-102_TK2	NivelMin-TK2	TK2-Vacio		ON	4	10002	Yes		
I0.3	IN3	IODisc	TANQ	LSH-103_TK2	NivelMax-TK2			NONE	4	10003	Yes		
I0.4	IN4	IODisc	TANQ	LSH-104_TK3	NivelMAX-TK2			NONE	4	10004	Yes		
	IN44	IODisc	TANQ	ZA-301_TK3MAX	Simultaneo-B1yB2		ALERTA	NONE	4	10044	Yes		
Q0.1	OU1	IODisc	TANQ	ZY-201_ACTB1	Bomba1		ACTIVA-B1	NONE	4	10005	Yes		
Q0.2	OU2	IODisc	TANQ	ZY-202_ACTB2	Bomba2		ACTIVA-B2	NONE	4	10006	Yes		
Q0.3	OU3	IODisc	TANQ	ZY-203_ACTV1	Valvula1			NONE	4	10007	Yes		
Q0.4	OU4	IODisc	TANQ	ZY-204_ACTV2	Valvula2			NONE	4	10008	Yes		
	OU46	IODisc	TANQ	XS-303_REWW	Paro desde SCADA-REWW		RESET-WW	NONE	4	46	No		
	OU47	IODisc	TANQ	XS-304_SEWW	Arranque desde SCADA-SEWW		SET-WW	NONE	4	47	No		
I/O-PLC	MEM-RTU	TIPO	SITIO	TAG	DESCRIPCION	Eng Units	MinEU	MaxEU	Min Raw	Max Raw	Esclavo	Dir	Read Only
IW0.1	MW11	IOAnalog	TANQ	TI-401_TETK2	Temperatra-TK2	°C	0	100	0	100	4	30011	Yes
IW0.2	MW12	IOAnalog	TANQ	TI-402_TETK3	Temperatra-TK3	°C	0	100	0	100	4	30012	Yes
C1.V	MW1	IOAnalog	TANQ	QI-302_ACUOPB1	Bomba1-ContadorOP	Nº	0	9999	0	9999	4	40001	Yes
C2.V	MW2	IOAnalog	TANQ	QI-303_ACUTIB1	Bomba1-TiempoOP	Seg	0	9999	0	9999	4	40002	Yes
C3.V	MW3	IOAnalog	TANQ	QI-304_ACUOPB2	Bomba2-ContadorOP	Nº	0	9999	0	9999	4	30003	Yes
C4.V	MW4	IOAnalog	TANQ	QI-305_ACUTIB2	Bomba2-TiempoOP	Seg	0	9999	0	9999	4	30004	Yes
C5.V	MW5	IOAnalog	TANQ	QI-306_ACUOPV1	Válvula1-ContadorOP	Nº	0	9999	0	9999	4	40005	Yes
C6.V	MW6	IOAnalog	TANQ	QI-307_ACUTIV1	Válvula1-tiempoOP	Nº	0	9999	0	9999	4	40006	Yes

TRABAJO PRÁCTICO A DESARROLLAR

Punto A. (Modo de ejemplo)

A1. Describa y esquematice la aplicación SCADA (3 niveles) para el ejemplo que se muestra en la figura 15. Indique el proceso, estructura y configuración de la comunicación (entre SCADA y el dispositivo PLC conectado al proceso). Se considera un esquema que utiliza estructura Maestro-Eslavo y Protocolo ModBus.

Nota. Realice un Esquema gráfico que muestre la conexión y comunicación



CARACTERISTICAS DEL PROCESO

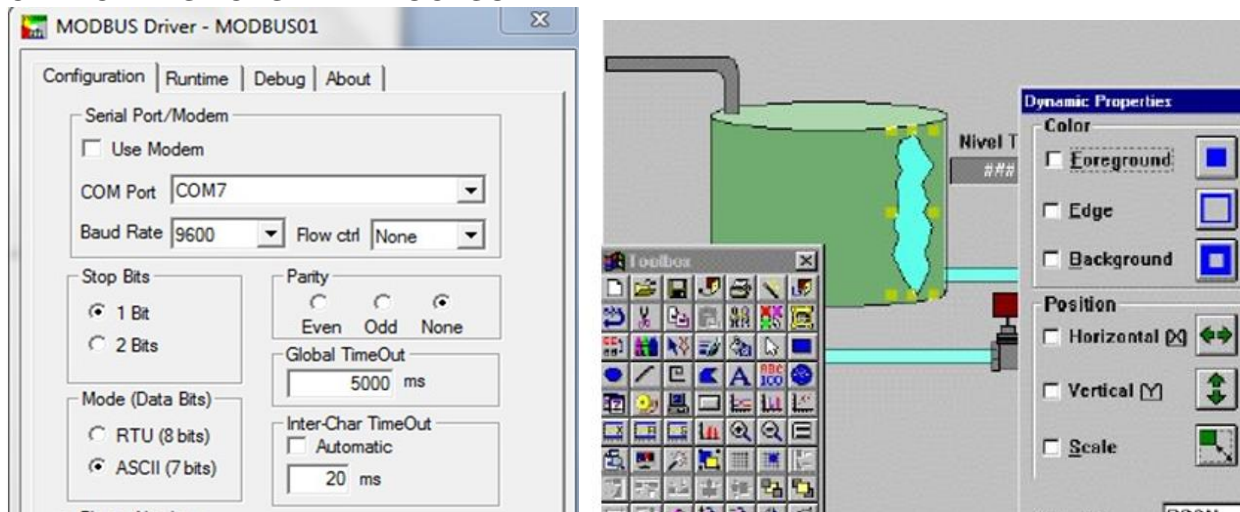


Figura 15. Aplicación SCADA

Solución. Procedimiento para el ítem A1

1. Se procede a realizar el esquema jerárquico SCADA (3 niveles de supervisión)
2. Se describe la configuración y parámetros de la comunicación

Nota. Se sabe que, según se observa de la figura 15:

Configuración de la Comunicación:

Tipo: RS485. Puerto serie: COM7. Velocidad: 9600 bps. Paridad: None. Cantidad bit: 7 bit
Modo: ASCII (en 7 bit) Protocolo: MODBUS ASCII.

FACULTAD DE INGENIERIA –UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ELECTRONICA GENERAL Y APLICADA
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL - INGENIERIA MECATRONICA
CARPETA TRABAJOS PRACTICOS
2022 - TP N°12
SCADA. Supervisión de Procesos Industriales

3. Se describe la estructura de comunicación y supervisión SCADA. Utilice un esquema gráfico que muestre la conexión, comunicación y los elementos que forman parte del sistema.
4. Se describe y realiza una gráfica o tabla que muestre las variables o Tags.
 Se identifican nombres de los Tags, tipo de variable y unidades, rango de valores, función y dirección ModBus que le corresponde, ubicación y conexiones al proceso.
 Se indica, además, la diferencia entre un Tag tipo "I/O Analog" y un tag "Memory Analog"

Como Ejemplo se muestra una Tabla que muestra la Información en general.

TIPO	TAG	DESCRIPCION	Units	Min EU	Max EU	Mn Rav	Max Rav	LoLo Alam	Lo Alam	Hi Alam	HiHi Alam	Esclavo	Dir
IOAnalog	LT-102 TK1	Nivel Tanque 1	mm	0	1500	0	1500	50	100	1200	1400	4	40001
IOAnalog	LT-103 TK2	Nivel Tanque 2	mm	0	1500	0	1500	50	100	1200	1300	4	40002
IOAnalog	PT 101 BBA	Presión descarga Bomba	bar	0	1.5	0	1500	-	-	1.3	1.4	4	40003
IOAnalog	FT 101 BBA	Caudal Bomba recirculación	lts/min	0	50	0	99999	0	-	-	40	4	40004

Algunas Variables del Proceso:

Sensor Nivel analógico Tag: TKS_TK-102_LT_VOL (Rango 00..FA) ModBus:03(40001)

Sensor Caudal analógico Tag: TKS_TK-102_LTQ-301_Q (Rango 00..EF) Modbus:03(40004)

Tag tipo "I/O Analog" Variable de Comunicación (Se transmite por ModBus) analógica.

Tag "Memory Analog" Variable de Proceso Analógica (NO Se TRANSMITE)

5. Se identifican y explican los módulos SCADA que intervienen en la aplicación (figura 15)
 Ejemplo:

Módulo de Comunicaciones. Participa en la comunicación y transferencia de los datos.

Contiene al Protocolo ModBus y controla el flujo de información del puerto de comunicaciones RS485. La información de los datos se almacenan en la base de datos.

Módulo Diseño de Pantalla. Participa en la elaboración de los elementos gráficos que se configuran Para lograr el refresco y presentación de información contenida en la base de datos.

Módulo Manejo de alarmas. Participa en el caso de que el tanque informa un nivel superior excedido o inferior que indica falta de líquido.

Módulo Interface MMI. Participa en la interacción con el Usuario.

Base de Datos. Espacio destinado a la información de datos
 SCADA



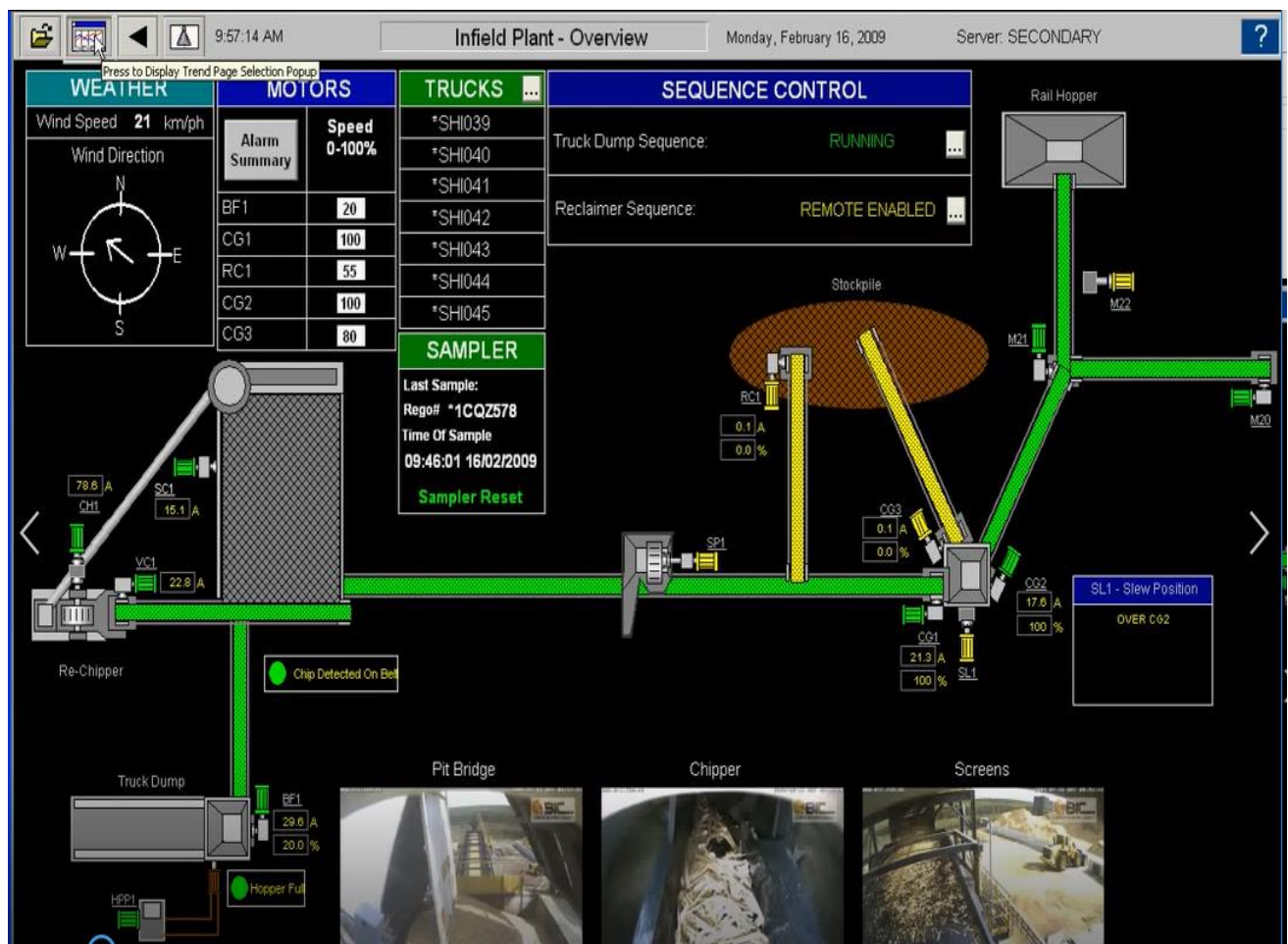
Punto B. (Desarrollar)

B1. En base a la Imagen que se muestra obtenida del video sobre la Plante de Procesamiento de madera (viruta de madera). Desarrolle:

1. Esquema jerárquico SCADA (use 3 niveles de supervisión)

Nota. Considere un esquema que utiliza estructura Maestro-Eslavo y Protocolo ModBus.

2. Elabore una tabla que muestre las variables o Tags del Proceso que muestra la pantalla denominada “Infiled Plant-Overview”. Identifique nombres de los Tags, tipo de variable y unidades, rango de valor (si es posible), función que le corresponde en ModBus y, asigne arbitrariamente una dirección ModBus a los Tags identificados que se correspondan con la función asignada.



Pantalla SCADA “Infiled Plant- Overview”

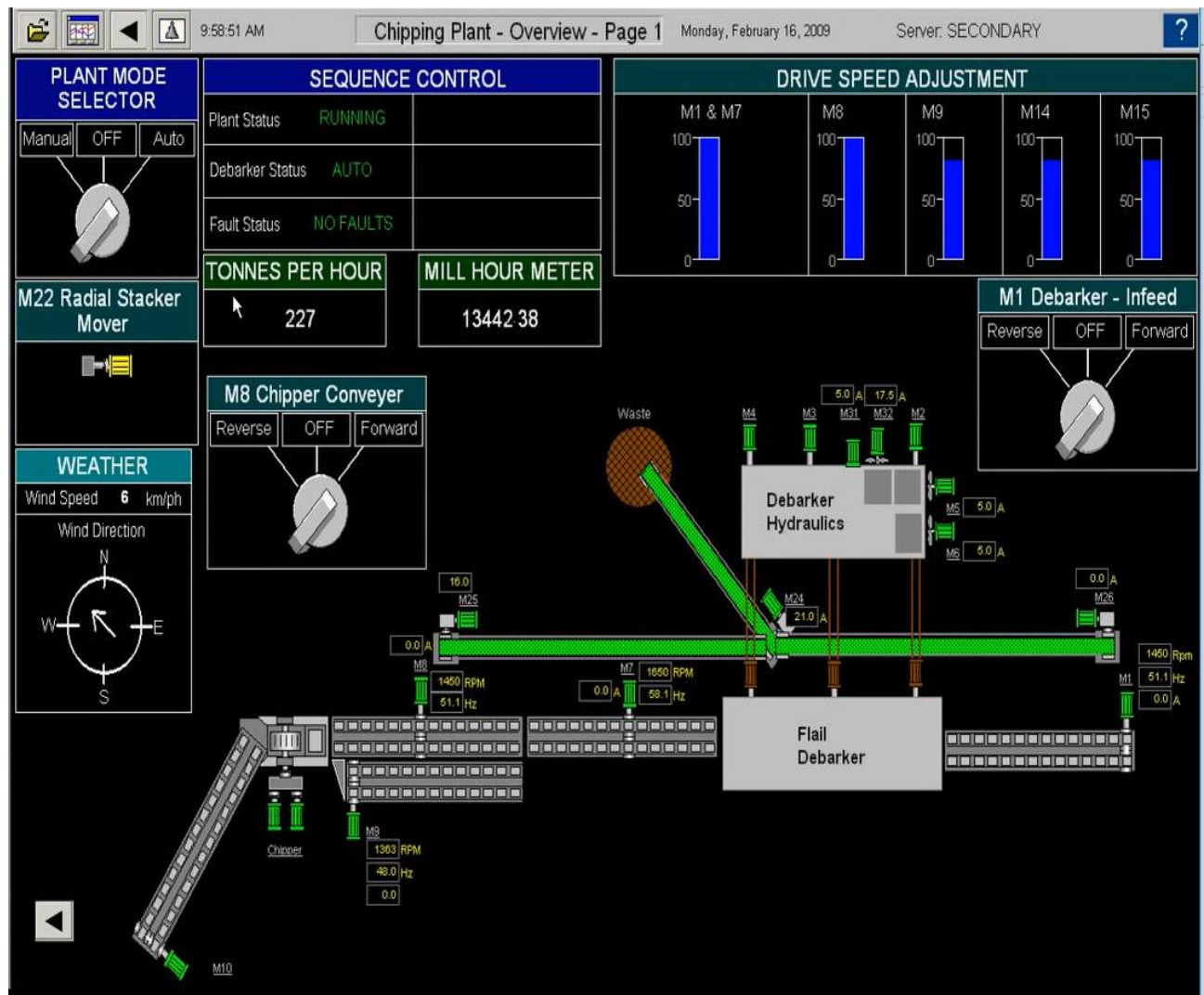
Punto C. (Desarrollar)

C1. En base a la Imagen que se muestra obtenida del video sobre la Plante de Procesamiento de madera (viruta de madera). Desarrolle:

1. Esquema jerárquico SCADA (use 3 niveles de supervisión)

Nota. Considere un esquema que utiliza estructura Maestro-Eslavo y Protocolo ModBus.

2. Elabore una tabla que muestre las variables o Tags del Proceso que muestra la pantalla denominada “Chipping Plant-Overview”. Identifique nombres de los Tags, tipo de variable y unidades, rango de valor (si es posible), función que le corresponde en ModBus y, asigne arbitrariamente una dirección ModBus a los Tags identificados que se correspondan con la función asignada.



Pantalla SCADA. “Chipping Plant-Overview”

EJERCICIOS PROPUESTOS (NO OBLIGATORIOS. NO SE ENTREGAN. NO SE CORRIGEN)

EJERCICIO 1.

Realice:

A- Esquema de comunicación que describa los parámetros que se indican (driver, puerto de enlace serie, parámetros de la comunicación, tipología o modalidad de la comunicación).

B- Elabore esquema jerárquico SCADA (use 3 niveles de supervisión)



Información:

Cantidad de dispositivos: Un Maestro (M1) y 3 Esclavos (E1, E2 , E3)

Comunicación RS485. Half Duplex. Maestro-Esclavo. Protocolo ModBus ASCII.

COM7, None, 7 bit, 9600 bps, modo: ASCII.

EJERCICIO 2.

Para el caso de transferencia de datos (Tags) entre aplicaciones:

A- Indique y explique el modo de transferencia de los datos contenidos en la Base de datos SCADA con una aplicación Excel, donde ambos programas están contenidos en la misma computadora.

B- Explique cómo es el modo de transferencia de los datos si la información de la Base de Datos SCADA y el programa Excel estuviesen ubicados en diferentes computadoras conectadas en una red.

EJERCICIO 3.

Indique 3 aplicaciones industriales y explique la importancia del uso de estructuras SCADA en un sistema de automatización en relación a un sistema sin el mismo.

Nota. Indique ventajas y desventajas.

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD

Realice todos los ejercicios indicados en los Puntos A, B y C.

Presente un informe grupal con los resultados. (Use el Modelo de Presentación)

Indique en cada hoja del informe el mismo encabezado que el utilizado en este trabajo.

En el pie de página indique los nombres completos, legajo y carrera del grupo de trabajo.