



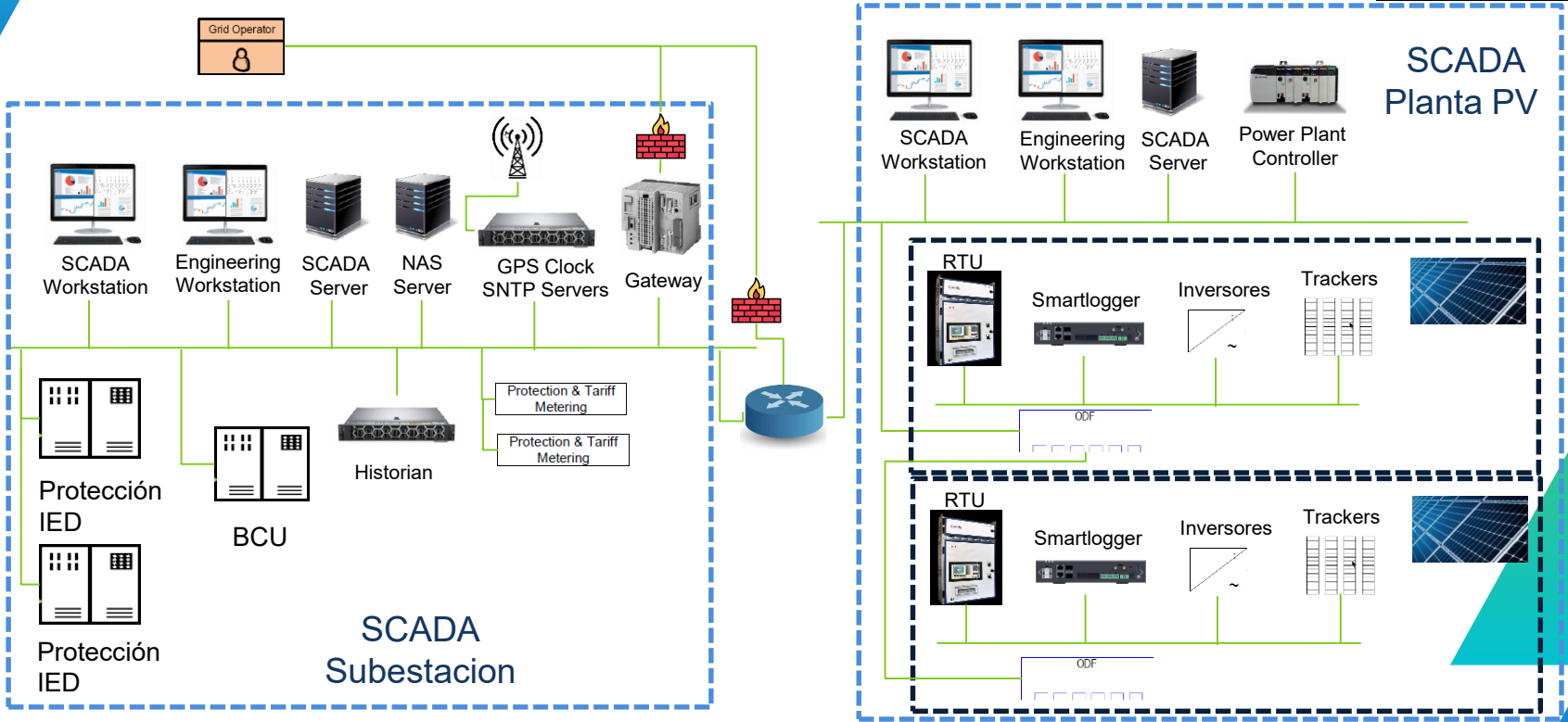
ElectroEnergy SAS

SESION 1

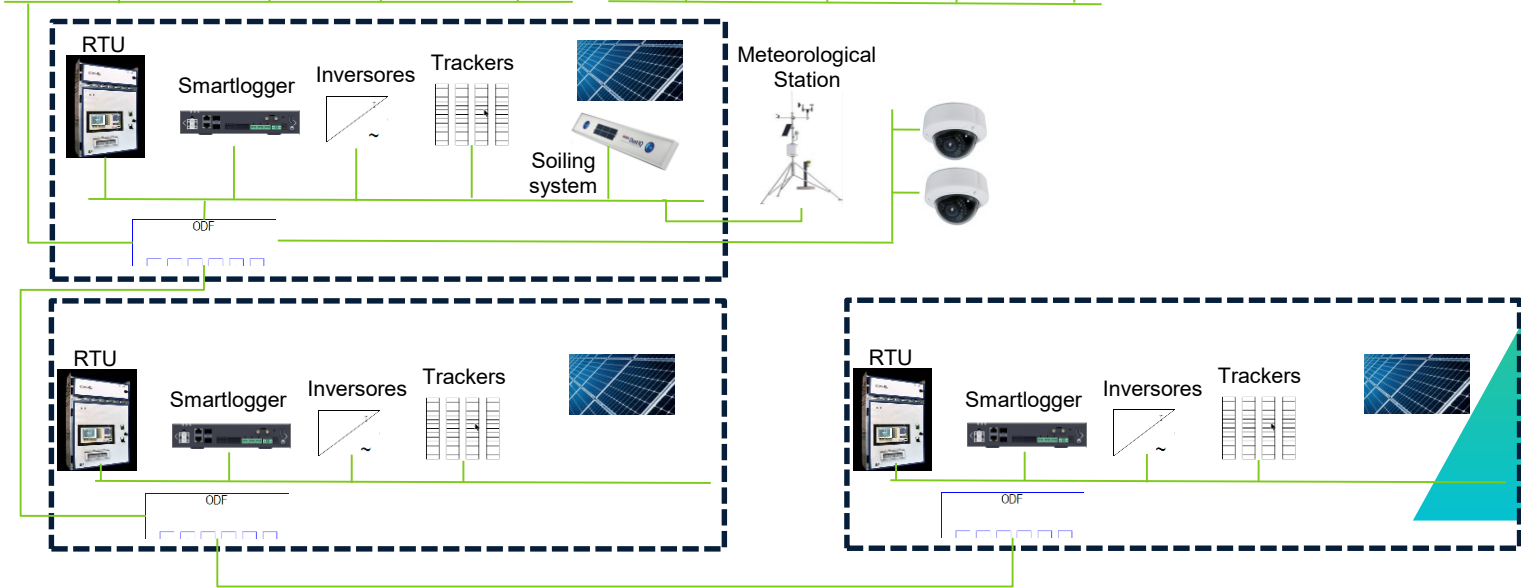
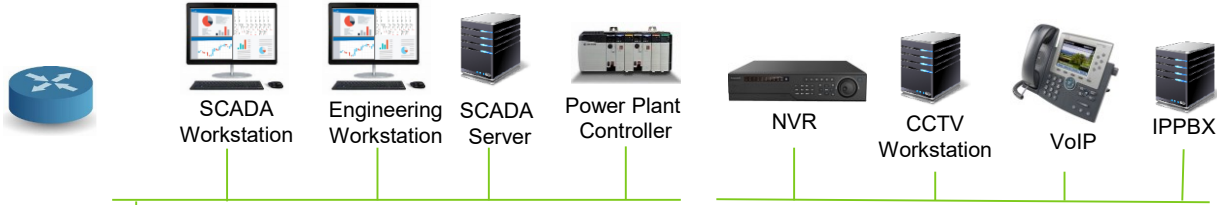
SISTEMA SCADA EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Autor:
Ing. Esp. Luis Millan

Arquitectura Sistema SCADA



Sistema SCADA Planta PV



Definición de SCADA



SCADA es un acrónimo el cual esta formado por las primeras letras del termino “**Supervisory Control And Data Acquisition**”.

Control supervisorio y adquisición de datos.

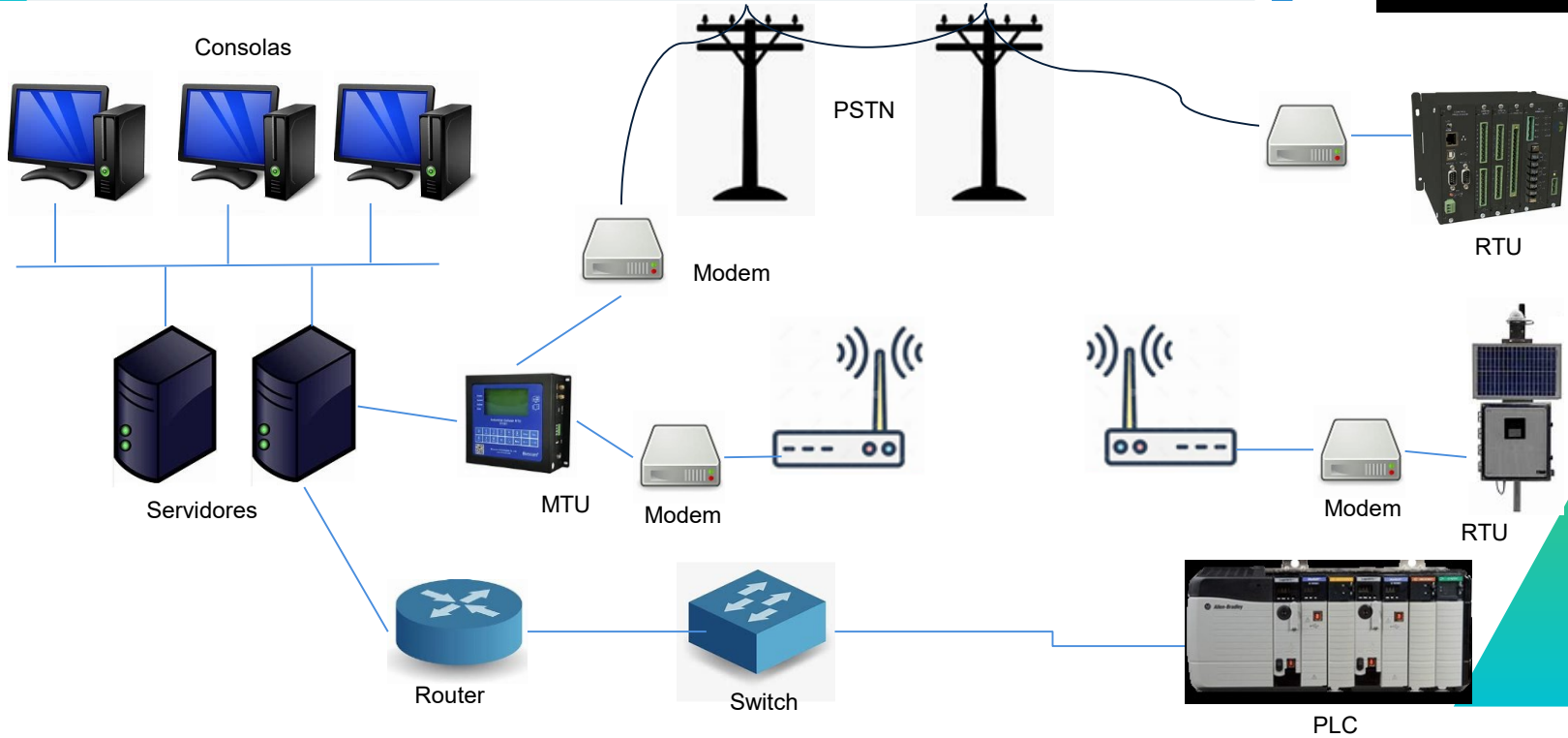
El sistema SCADA le permite al operador, realizar Operaciones como cambio de setpoints, abrir/cerrar válvulas, monitorear alarmas y obtener información de medidores, mediante el uso de ordenadores desde una sala de control.

Esta tecnología es aplicada a procesos los cuales están ubicados en sobre áreas geográficas distantes. Tales como:

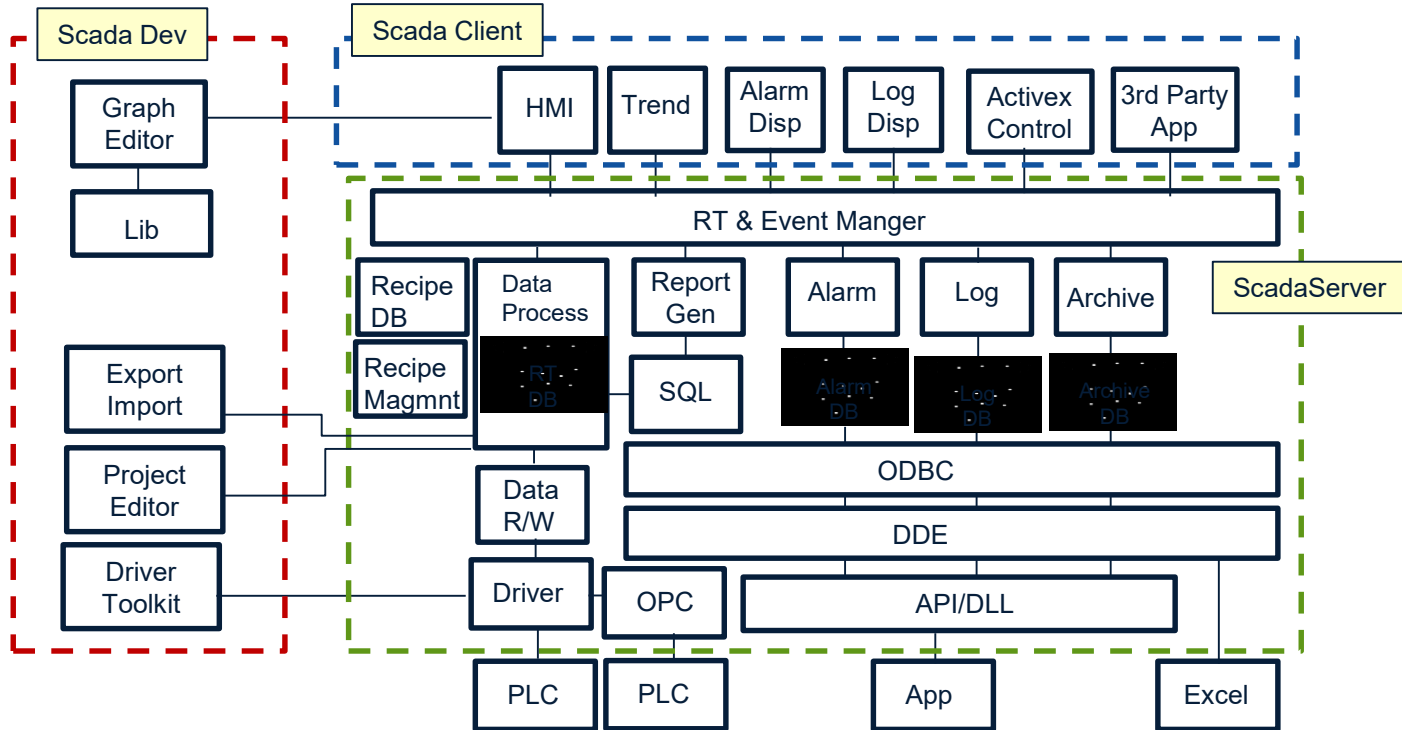
- Facilidades de oil and gas
- Substaciones eléctricas
- Sistema de distribución de agua



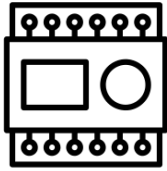
Sistema SCADA



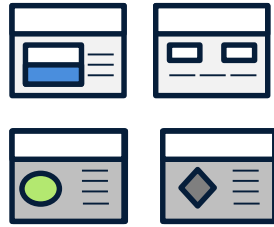
Arquitectura de Software



Servicios



Adquisición de datos



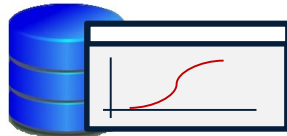
Despliegues



BD Tiempo real



Alarmas y eventos

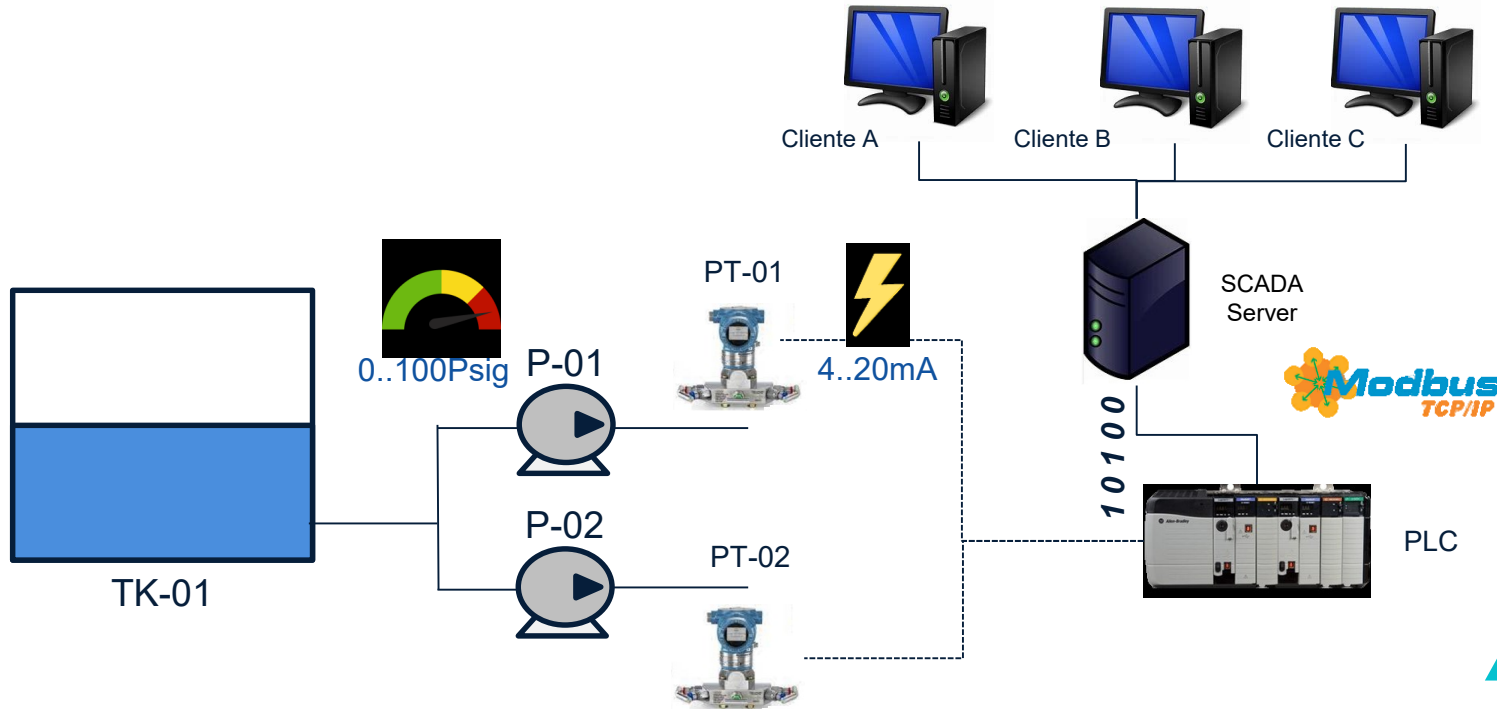


Tendencias históricas



Gestión de usuarios

Sistema SCADA

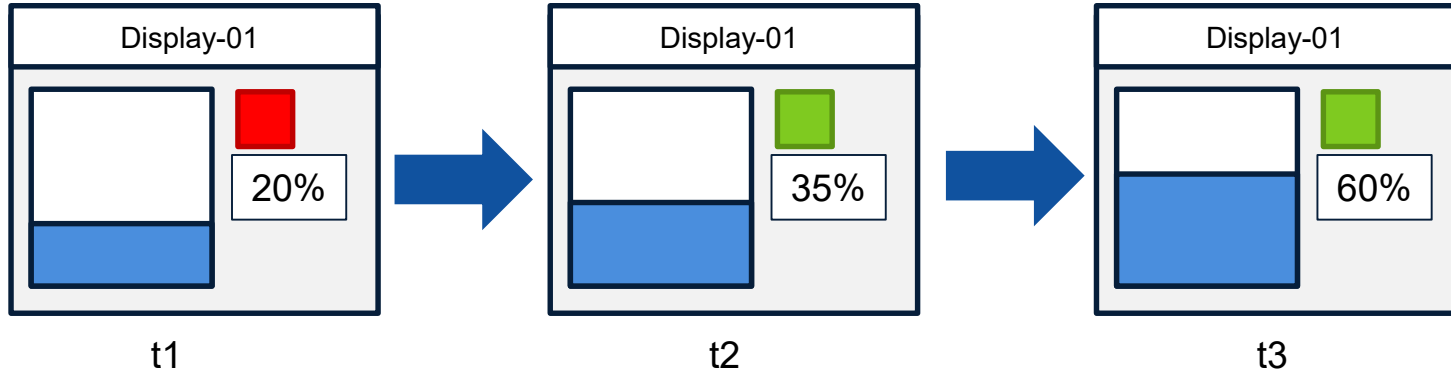


Sistema SCADA



Variables en tiempo real

En estos esquemáticos se muestran valores de **variables de proceso en tiempo real**.



Sistema SCADA



Variables Analógicas y Discretas

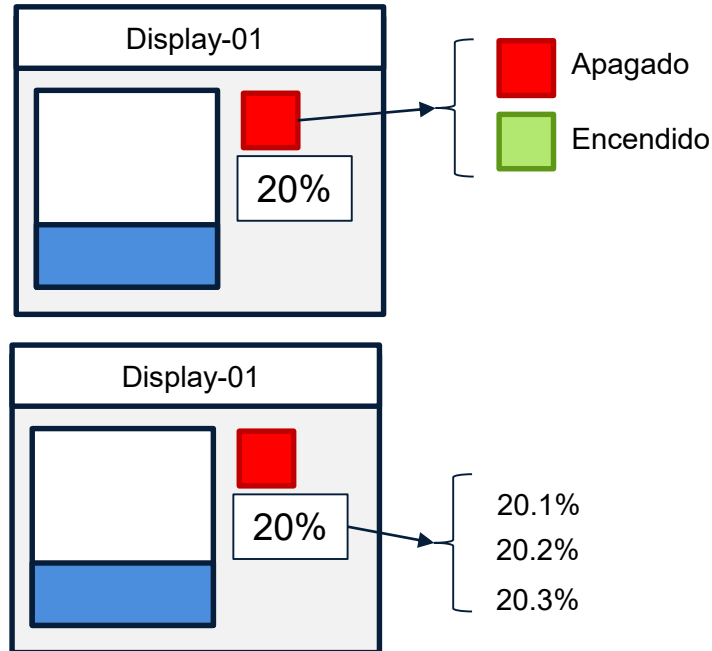
Podemos diferenciar dos tipos de variables

Discretas

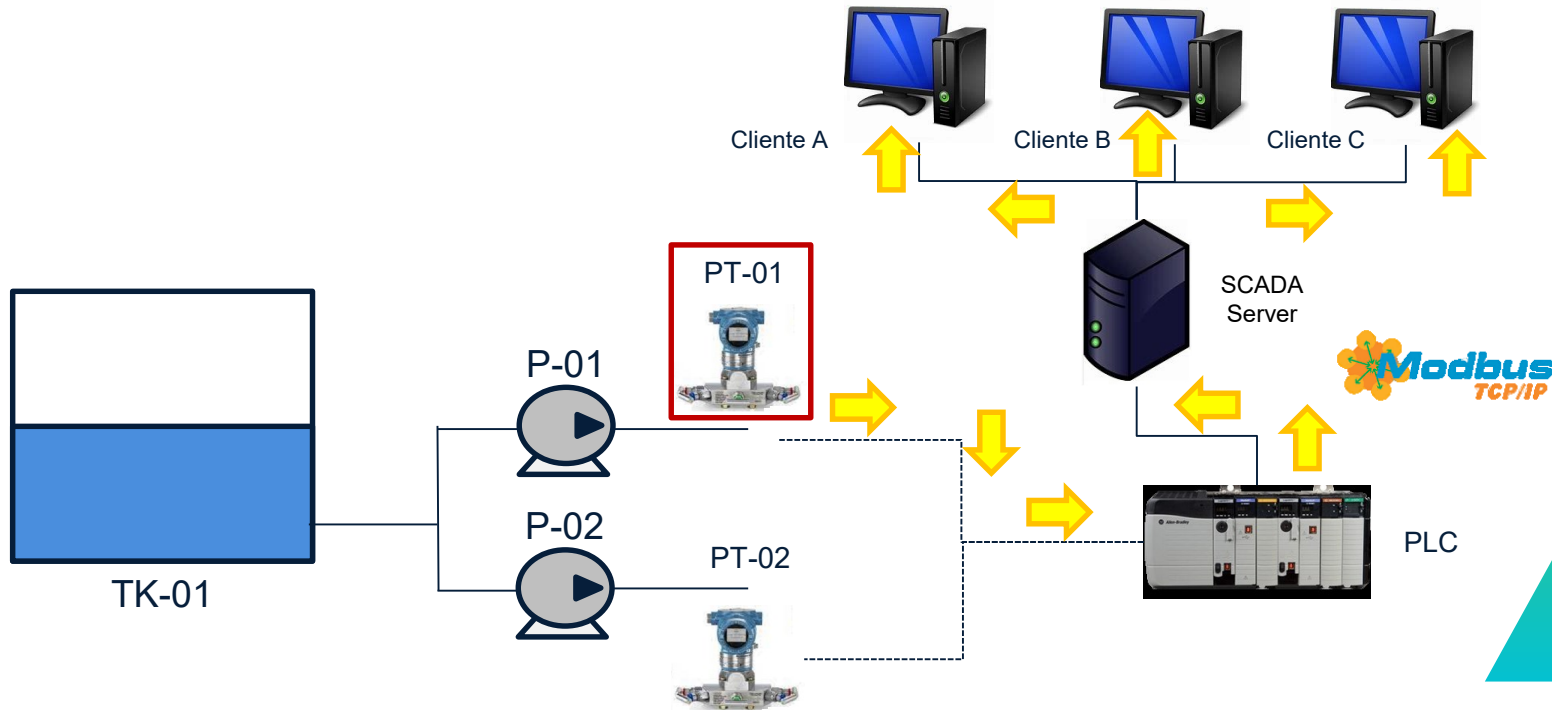
Es la variable que presenta separaciones o interrupciones en la escala de valores que puede tomar

Analógicas

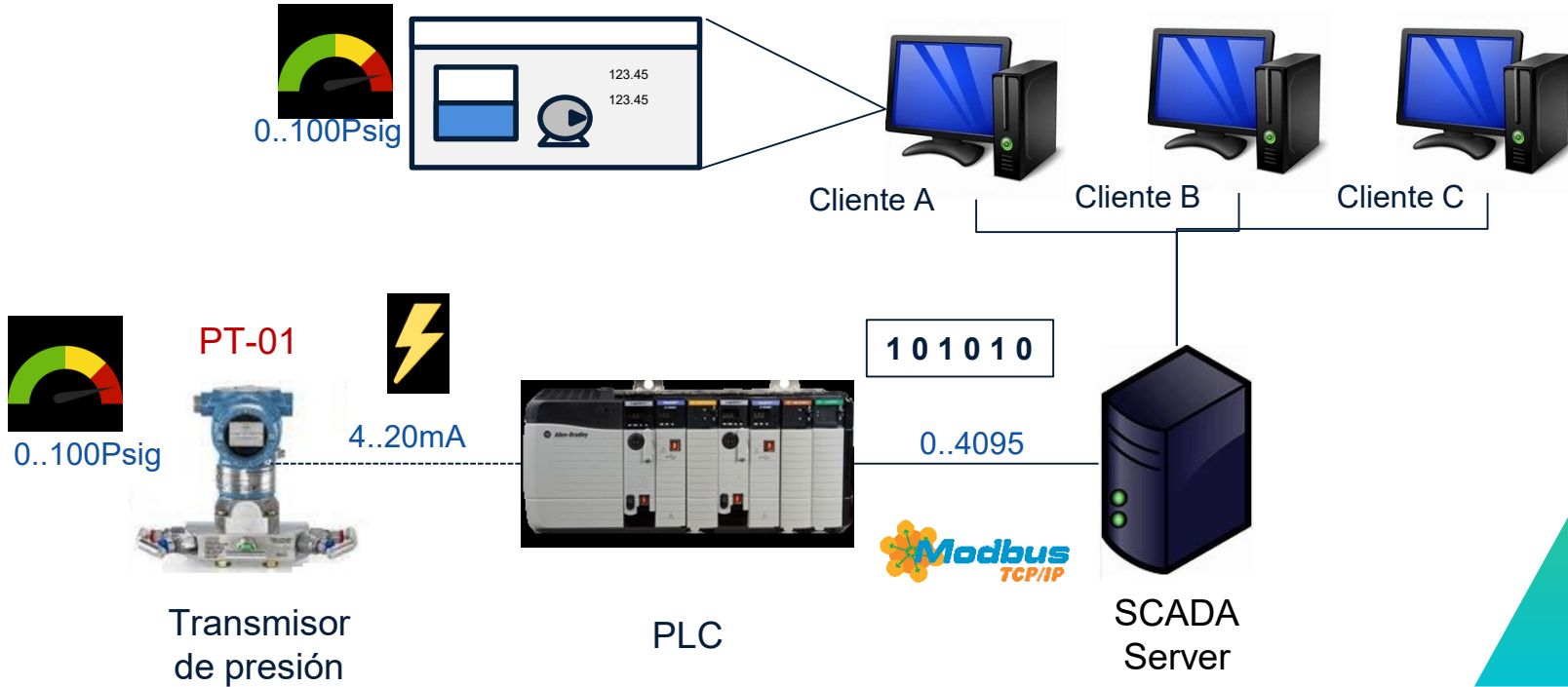
Es la variable que puede adquirir cualquier valor dentro de un intervalo especificado de valores



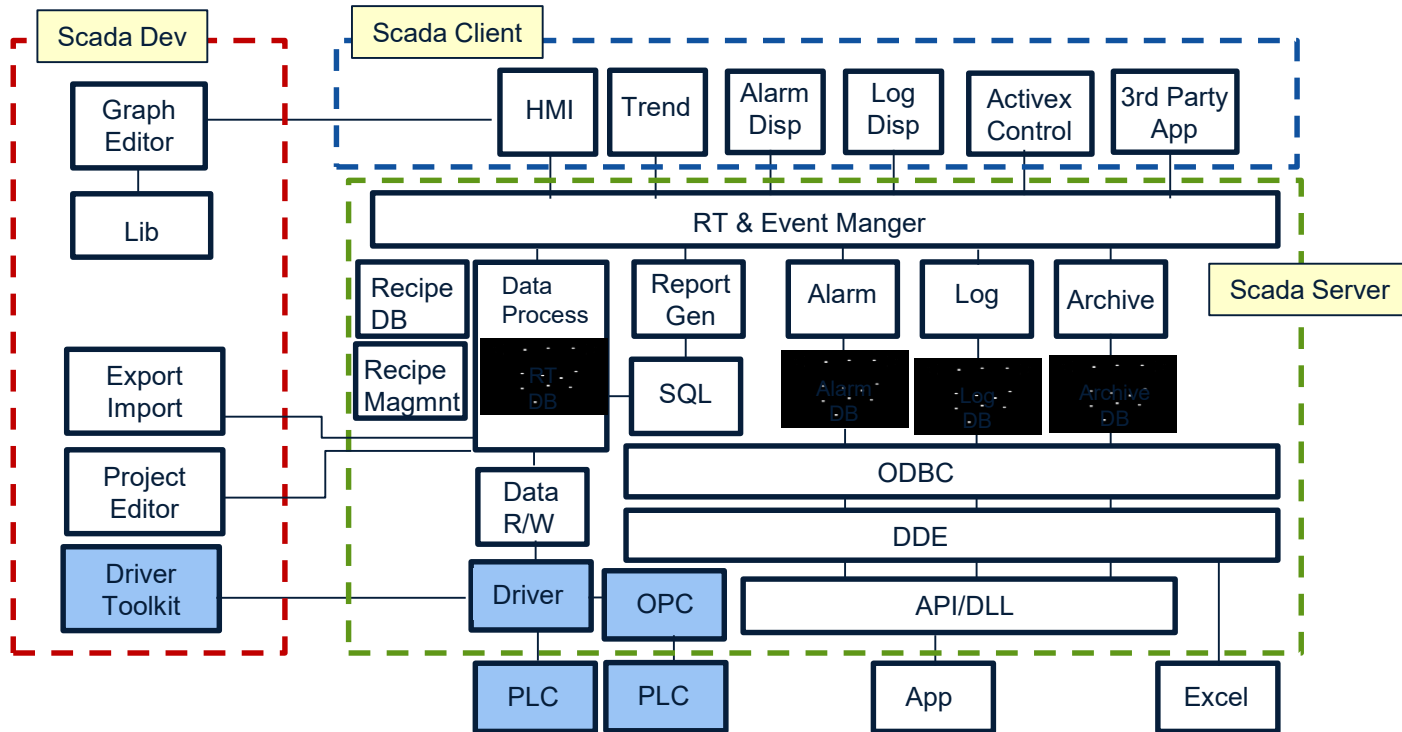
Sistema SCADA



Sistema SCADA



Adquisición de datos

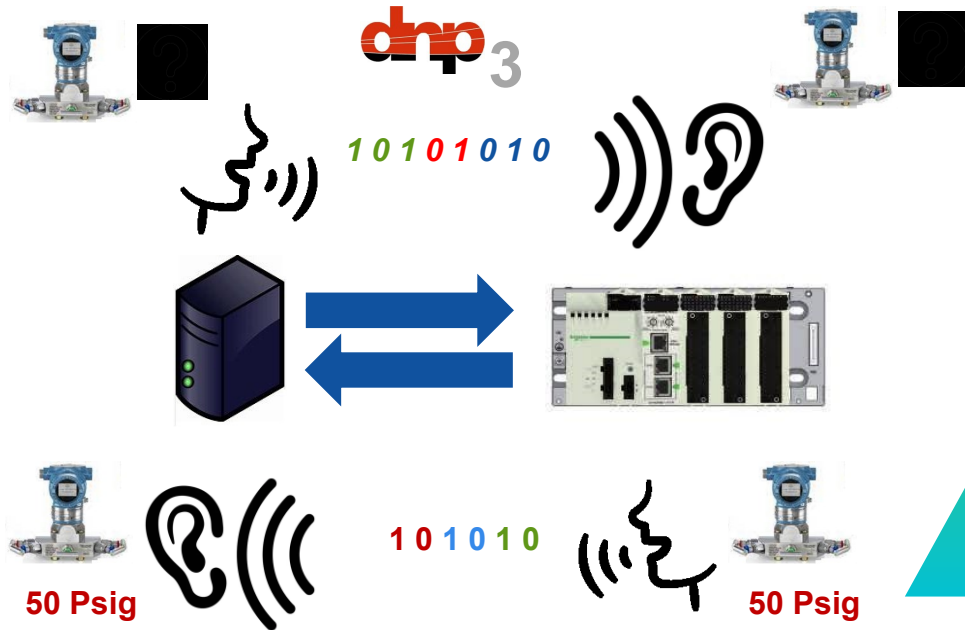


Adquisición de datos



Sistema de reglas que permite que dos o más equipos **transmitan información** a través de un medio.

El protocolo define **las reglas, la sintaxis, la semántica** y la sincronización de la comunicación y los posibles métodos de recuperación de errores.



Adquisición de datos



Protocolos de comunicación populares:

- Modbus RTU/ASCII
- Modbus TCP
- Ethernet/IP
- DNP3
- IEC-61850
- IEC-60870-101
- IEC-60870-104
- ICCC
- OPC



Ethernet/IP™



Adquisición de datos






Drivers de comunicación

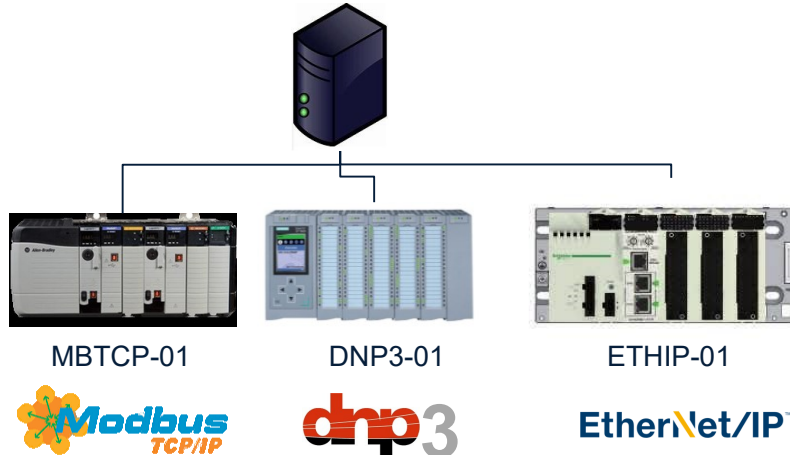
Software que implementa un protocolo de comunicación

Permiten al sistema SCADA adquirir los datos de los dispositivos de campo.

Un driver por cada protocolo

Requieren software con licencias adicionales al software SCADA

	Dispositivo	Dirección
	ETHIP-01	192.168.0.10
	DNP3-01	192.168.0.11
	MBTCP-01	192.168.0.12



Adquisición de datos

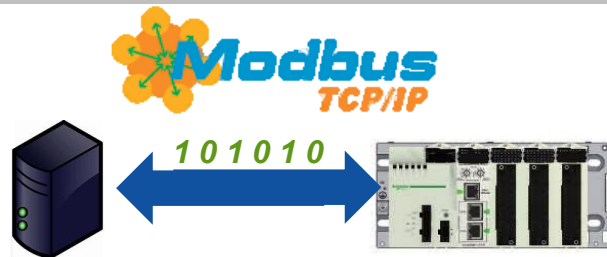


Drivers de comunicación

Configuración de los parámetros de comunicación

- Parámetros relacionados con el medio físico.
- Ajustes específicos del protocolo

Modbus TCP/IP	
Dispositivo	Dirección IP
<input type="text" value="MBTCP-01"/>	<input type="text" value="192.168.0.12"/>
Puerto	<input type="text" value="502"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Escribir múltiples registros y bobinas



Adquisición de datos



Driver Toolkit

Los desarrolladores SCADA ofrecen herramientas en sus **toolkits con los drivers** para resolver problemas de comunicación.

Sobre todo para protocolos nuevos y/o pocos populares.

Son herramientas de fácil configuración



PT-01	30001	?????
PT-02	30002	?????
PT-03	30003	?????

Adquisición de datos



Driver Toolkit

Estas herramientas no son componentes del SCADA

Ayudan a realizar el troubleshooting de problemas de adquisición de datos.



MB SCADA Scanner	
30001	50,2
30002	120,1
30003	40,3



1010



Adquisición de datos

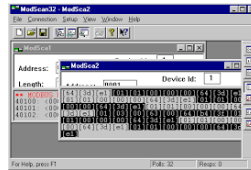


Herramientas de terceros

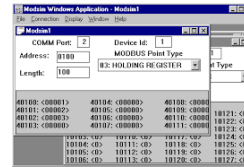
En el mercado existen herramientas desarrolladas por terceros.

Bondades:

- Analizadores de protocolos
- Simuladores de ambos comportamientos Maestro/Esclavo



Modscan



Modsim



Freyr DNP3 Client



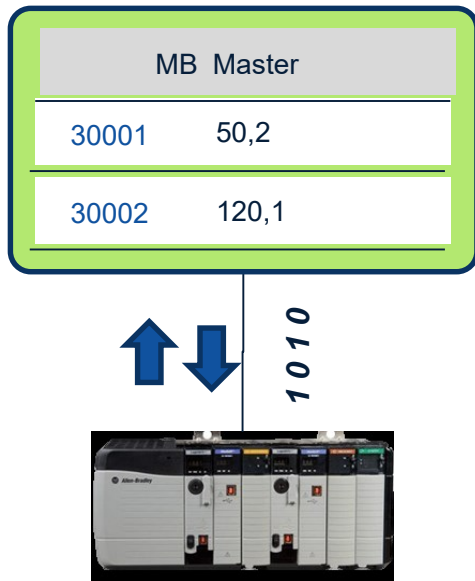
IEDScout

Adquisición de datos

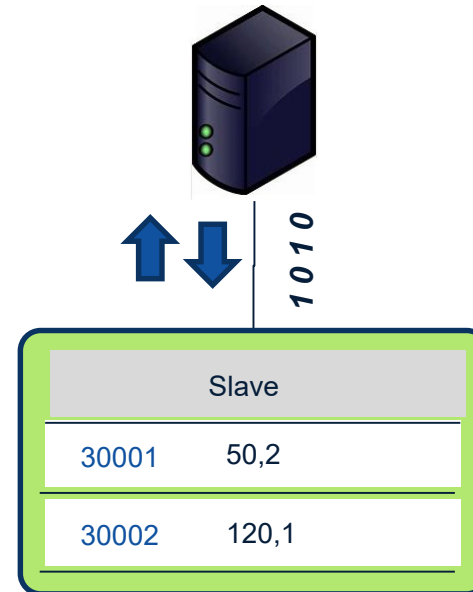


Herramientas de tercerps

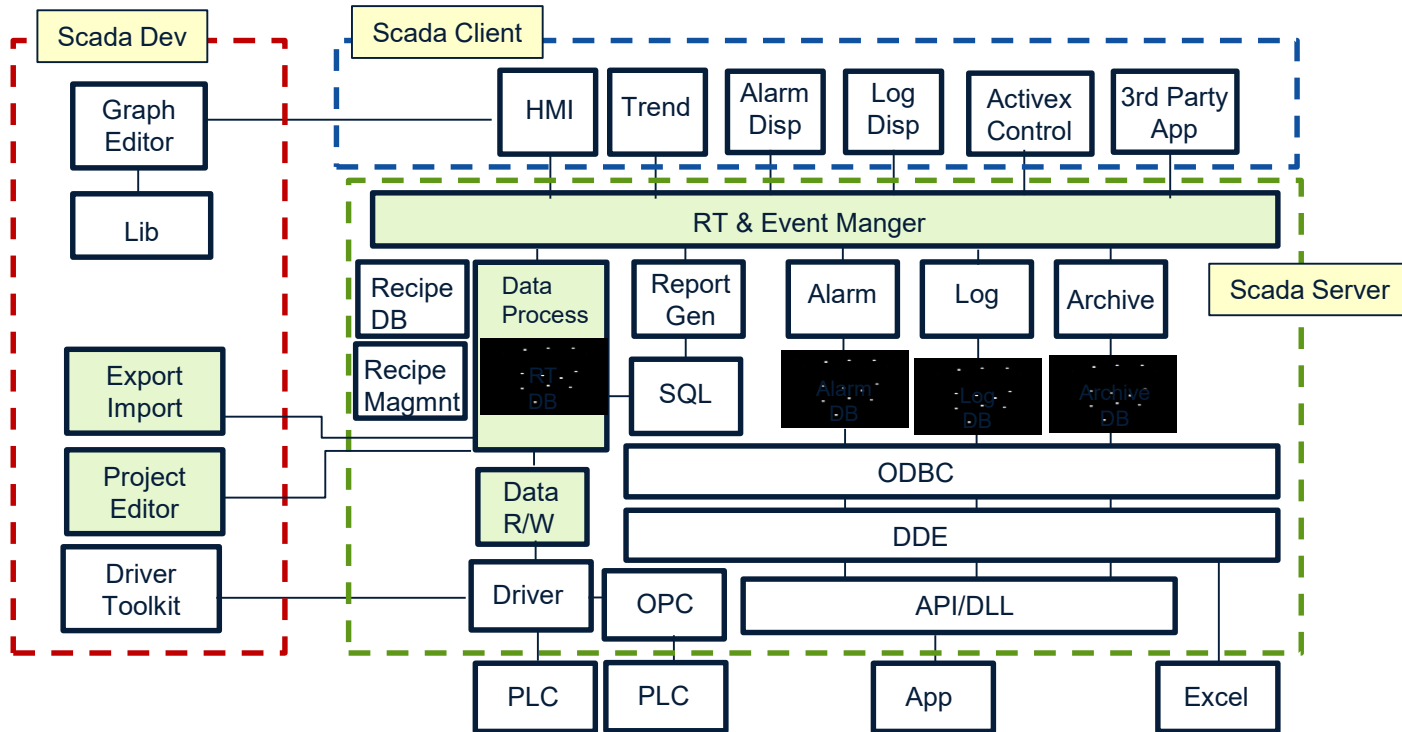
Simulación de maestro Modbus TCP



Simulación de esclavo Modbus TCP



Base de datos de tiempo real



Base de datos tiempo real



Base de datos de tiempo real

Aquí residen todos los elementos (variables/objetos) del sistema SCADA

Propiedades y atributos

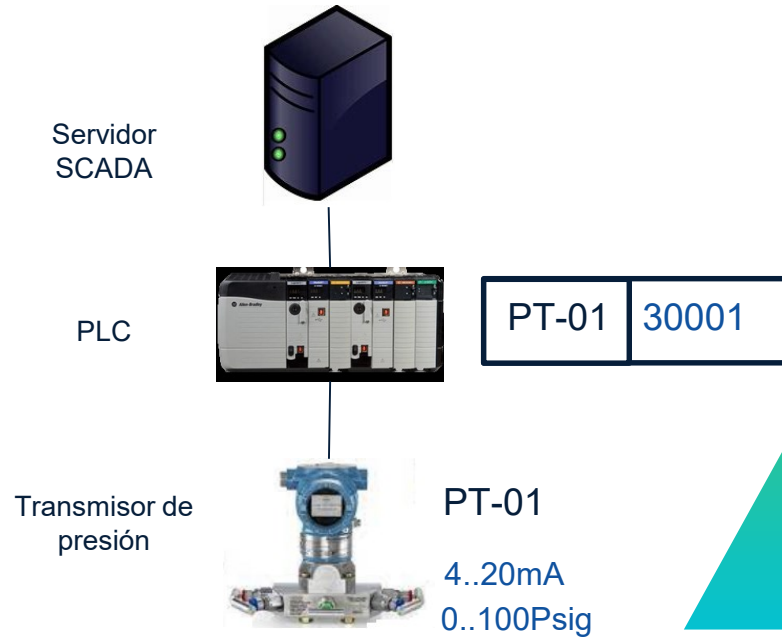
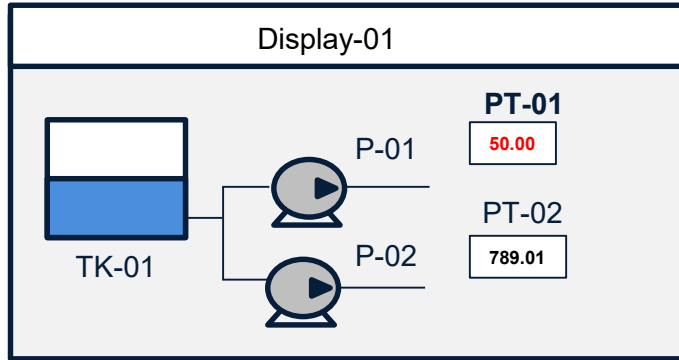
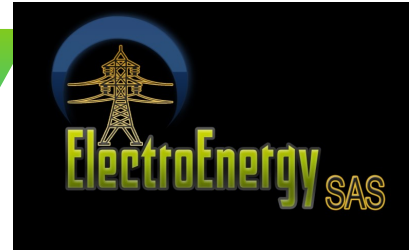
- Nombre
- Tipo de variable
- Dirección
- Escalamiento
- Ajuste de alarma

Nombre	Dir	Min	Max	Descripción
PT-01	30001	0	100	xxxxxxxxxxxxxxxx
PT-02	30002	0	150	yyyyyyyyyyyyyy
LT-01	30003	0	10	zzzzzzzzzzzzzz
FT-01	30003	0	10	wwwwwwwwww



Bd tiempo real

Base de datos tiempo real



Base de datos tiempo real



Nombre y tipo de datos

Cada elemento tiene un **identificador único** (nombre) dentro de la base de datos.

Tiene asociado un **tipo de dato**:

- Discreta
- Entero (16/32 bits)
- Flotante (16/32 bits)
- Cadena

Variable			
Nombre		Dirección	
<input type="text" value="PT-01"/>		<input type="text" value="30001"/>	
Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>
LowLow	<input type="text" value="20"/>	Low	<input type="text" value="25"/>
Hi	<input type="text" value="70"/>	HiHi	<input type="text" value="75"/>

Base de datos tiempo real



Direccionamiento

Cada elemento (variable) dentro de la base de datos se debe asignársele una **dirección**.

La dirección es utilizada por el **driver del SCADA** para adquirir la data de la señal en el controlador/RTU

Variable			
Nombre		Dirección	
<input type="text" value="PT-01"/>		<input type="text" value="30001"/>	
Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>
LowLow	<input type="text" value="20"/>	Low	<input type="text" value="25"/>
Hi	<input type="text" value="70"/>	HiHi	<input type="text" value="75"/>

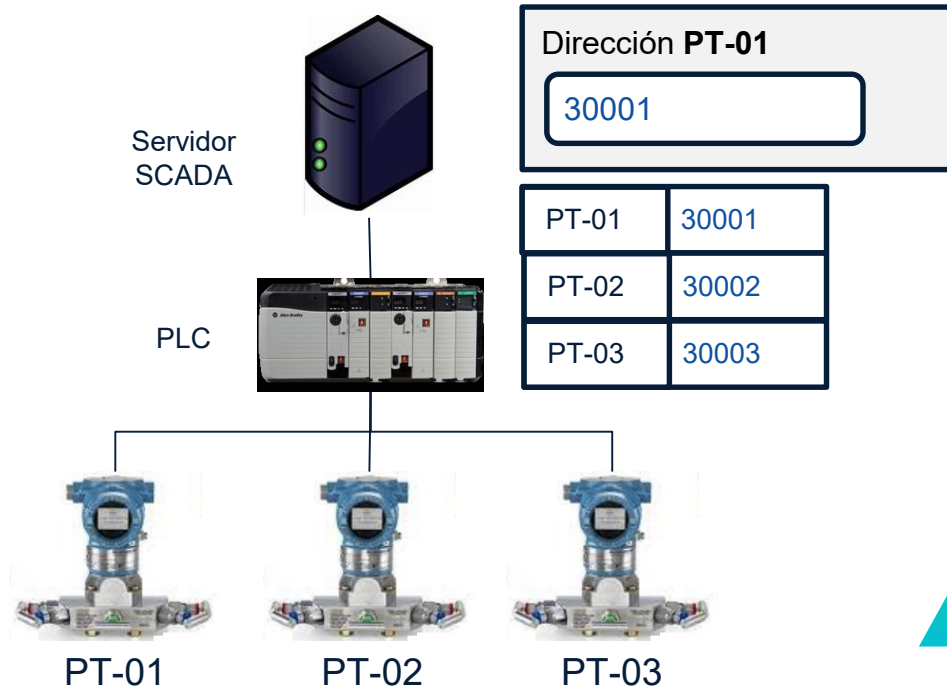
Base de datos tiempo real



Direccionamiento

Cada dispositivo posee una mapa de direccionamiento.

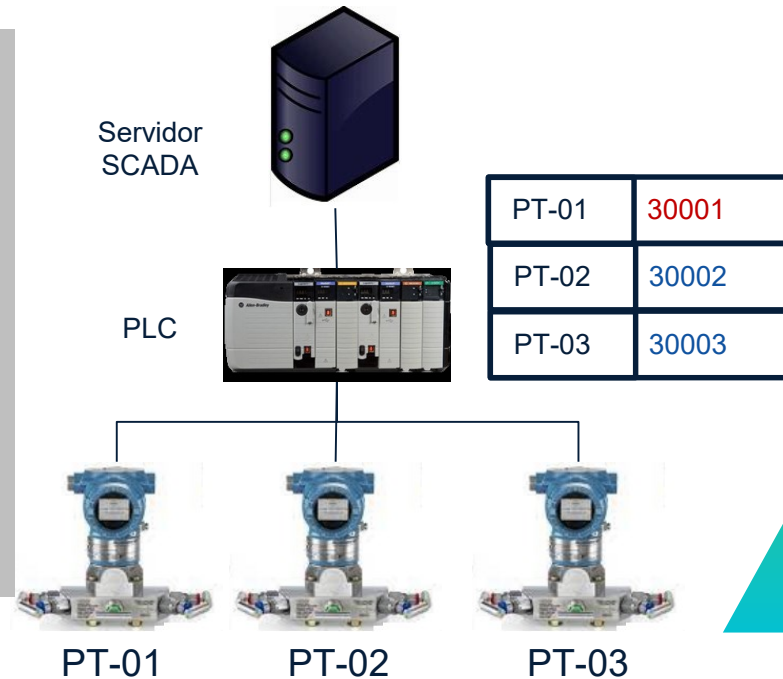
Para el caso de dispositivos programables, se debe consultar la base de datos del controlador, suministrada por el programador



Base de datos tiempo real



Variable			
Nombre		Dirección	
<input type="text" value="PT-01"/>		<input type="text" value="30001"/>	
Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>
LowLow	<input type="text" value="20"/>	Low	<input type="text" value="25"/>
Hi	<input type="text" value="70"/>	HiHi	<input type="text" value="75"/>



Base de datos tiempo real



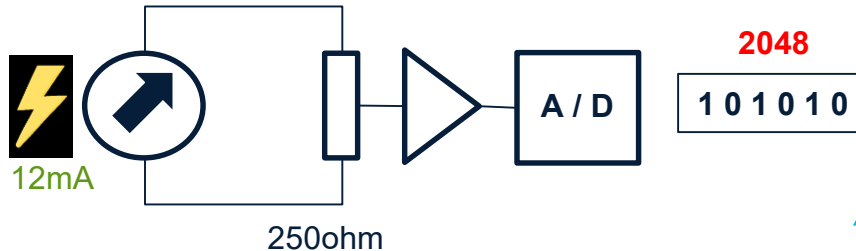
Escalamiento

Las variables se adquieren mediante **señales eléctricas**.

La RTU/PLC realiza conversión analógica/digital.

El resultado es la **señal digital** equivalente en cuentas crudas.

La señal es convertida (**escalamiento**) a unidades de ingeniera por el SCADA.



Base de datos tiempo real



Escalamiento

Los parámetros del escalamiento son especificados por cada variable.

- Rango en cuentas
- Rango en unidades de ingeniería



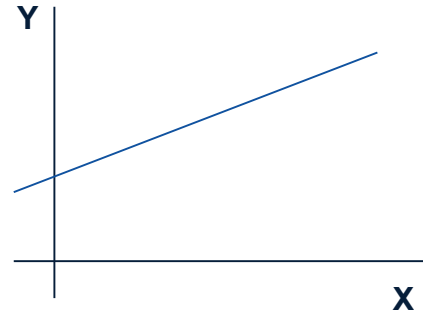
Variable			
Nombre		Dirección	
<input type="text" value="PT-01"/>		<input type="text" value="30001"/>	
Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>
LowLow	<input type="text" value="20"/>	Low	<input type="text" value="25"/>
Hi	<input type="text" value="70"/>	HiHi	<input type="text" value="75"/>

Base de datos tiempo real

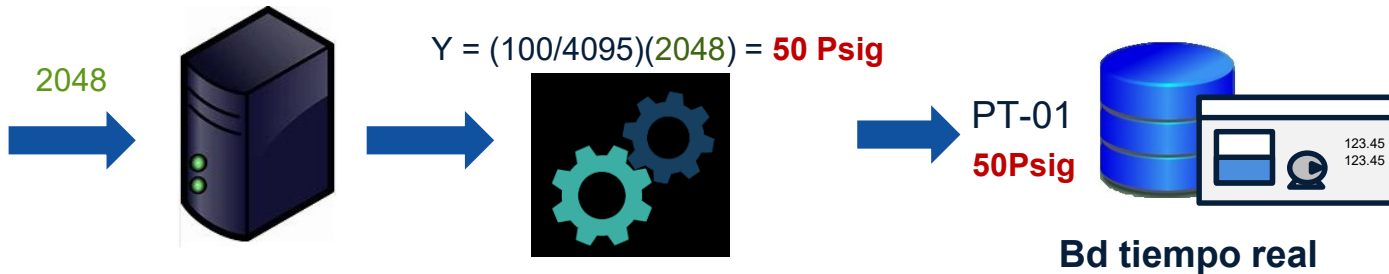


Escalamiento

Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>



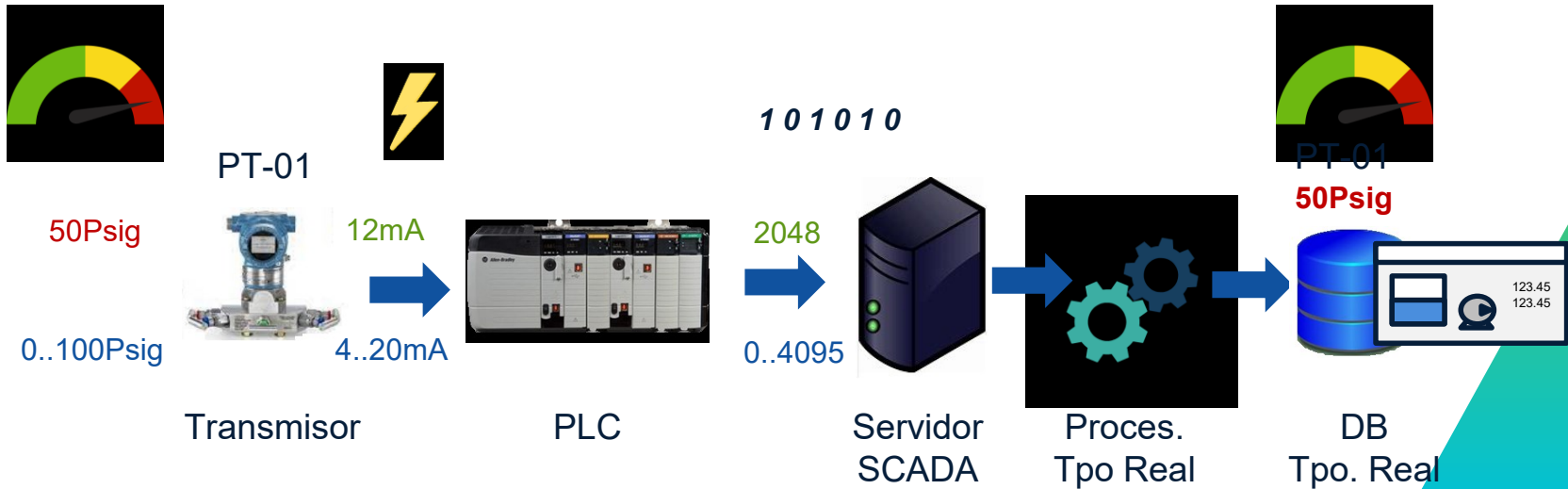
$$Y = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)(x - x_0) + y_0 \quad \rightarrow \quad Y = (100 - 0)/(4095 - 0)(x - 0) + 0 \quad \rightarrow \quad Y = (100/4095).x$$



Base de datos tiempo real



Escalamiento

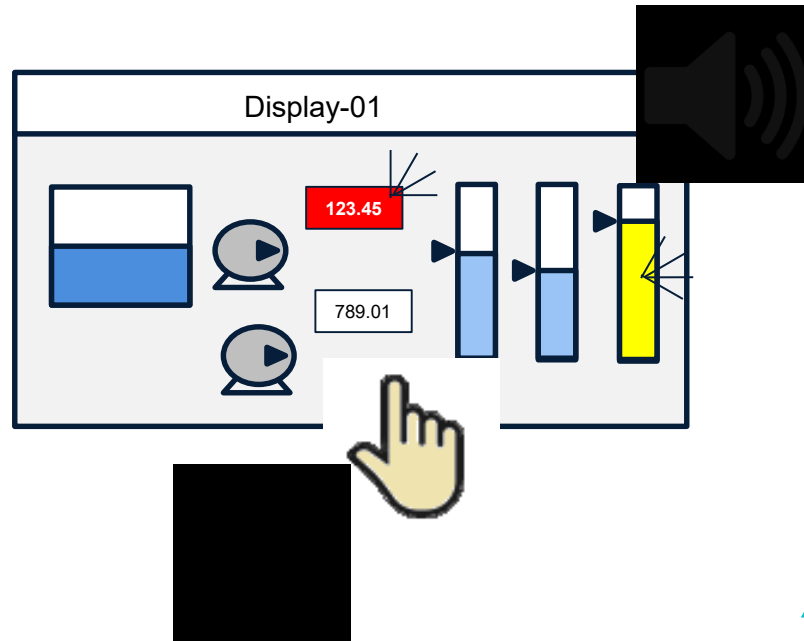


Base de datos tiempo real



Ajuste de Alarmas

Una alarma es un **evento** que indica una **condición anormal** indicando al operador que debe tomar una **acción**.

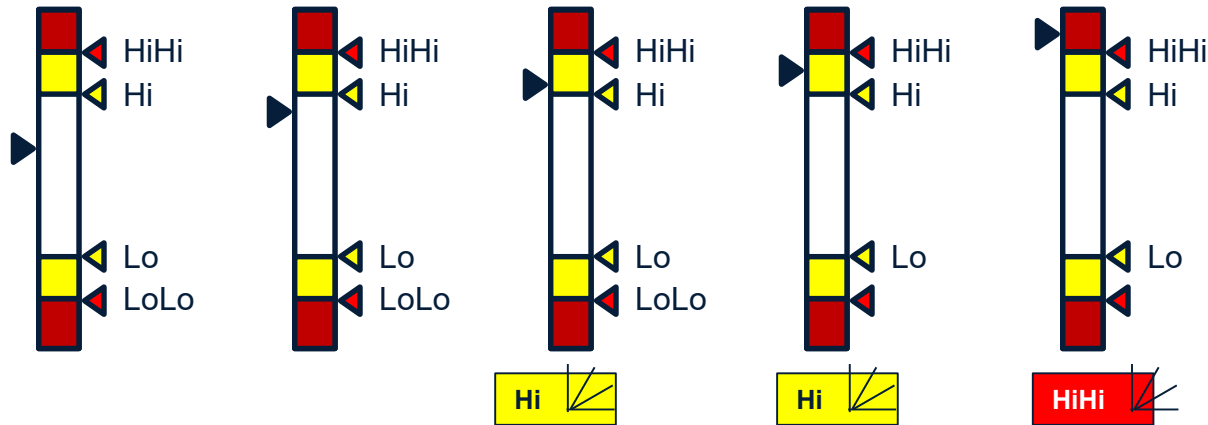


Base de datos tiempo real



Ajuste de Alarmas

Las alarmas se van generando a medida que el valor pasa los limites de alarma fijados



Base de datos tiempo real



Ajuste de Alarmas

Las alarmas pueden ser generadas en:

- PLC
- SCADA

Las limites de alarmas generadas en el SCADA son especificados en la base de datos.

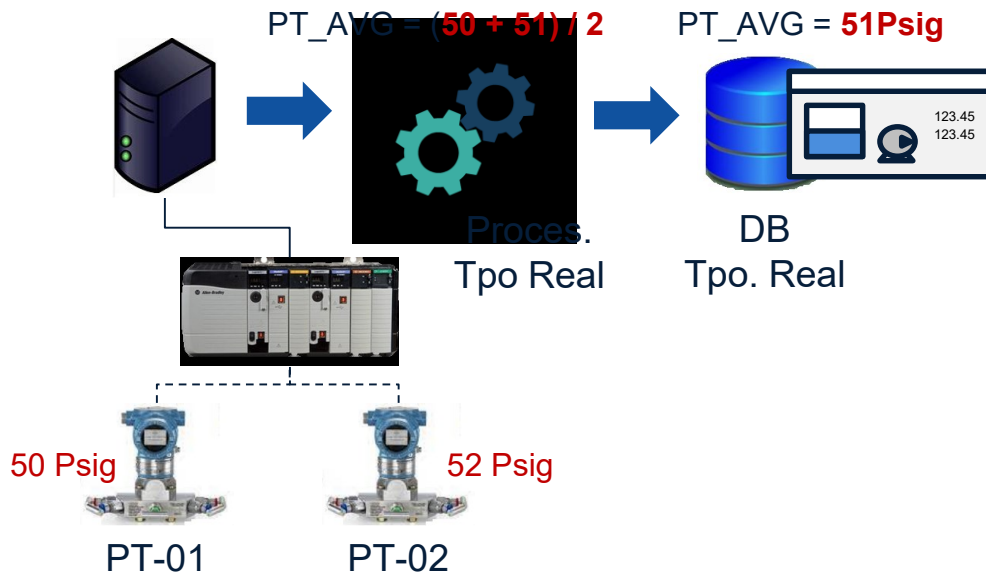
Variable			
Nombre		Dirección	
<input type="text" value="PT-01"/>		<input type="text" value="30001"/>	
Raw Min	<input type="text" value="0"/>	Raw Max	<input type="text" value="4095"/>
Eng Min	<input type="text" value="0"/>	Eng Max	<input type="text" value="100"/>
LowLow	<input type="text" value="20"/>	Low	<input type="text" value="25"/>
Hi	<input type="text" value="70"/>	HiHi	<input type="text" value="75"/>

Base de datos tiempo real



Puntos calculados

$$PT_AVG = (PT_01 + PT_02) / 2$$



Elementos cuyo valor es el resultado de un conmuto basado en otros elementos

Mediante varios niveles de:

- Analizadores y evaluadores de expresiones (**Mathematical expresión parsers**)
- Sistemas sofisticados de **scripting**.

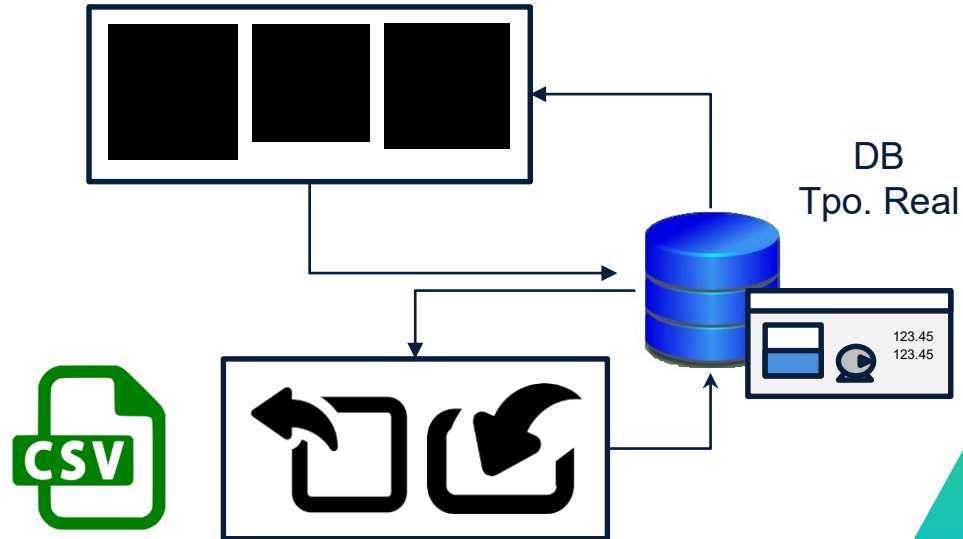
Base de datos tiempo real



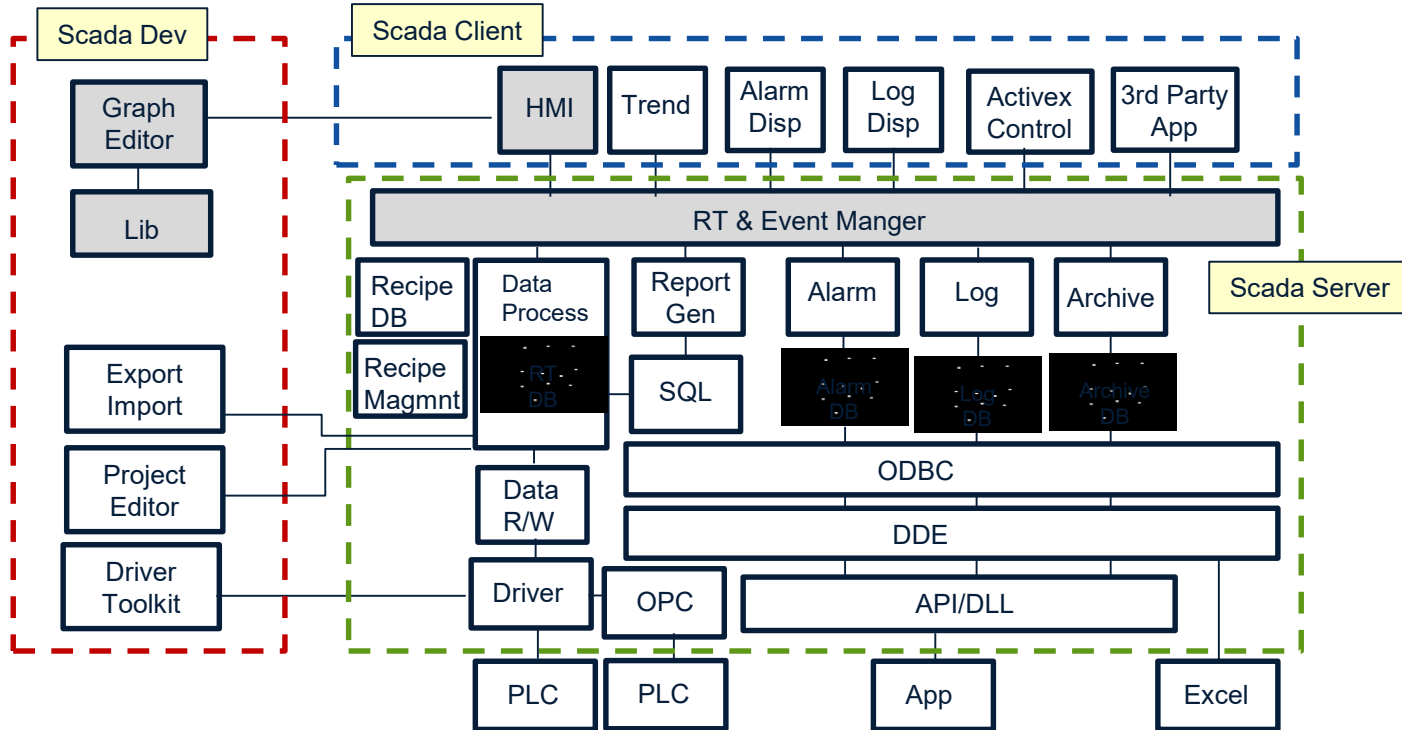
Importar/Exportar a CSV

Funciones de gestión de base de datos de tiempo real

- Crear Elemento Nuevo
- Modificar Elementos
- Borrar Elementos
- Importar/Exportar CSV



Interfaz hombre maquina

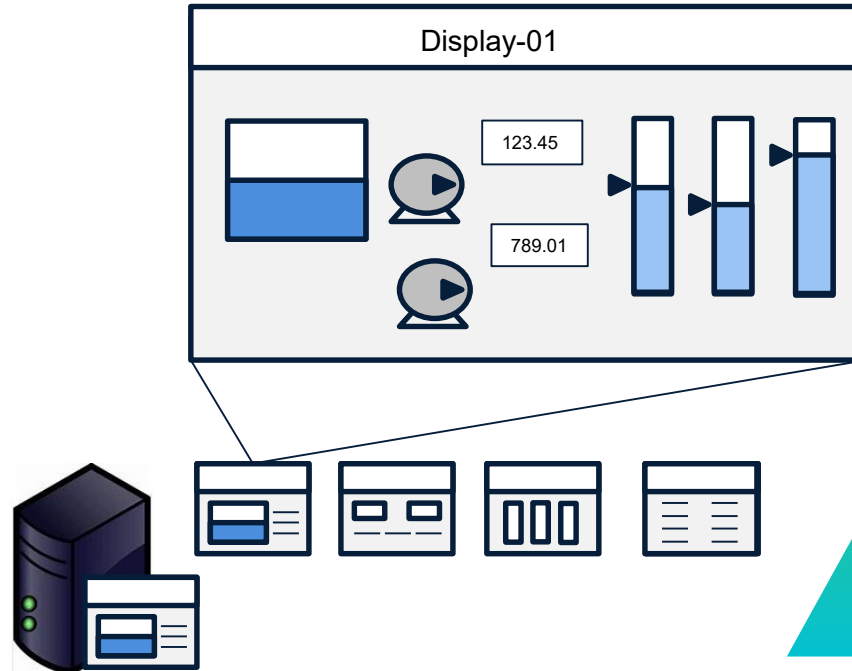


Interfaz hombre maquina



Las actividades de monitoreo y control en el sistema SCADA, son realizadas mediante **despliegues** (pantallas/mímicos)

Los **despliegues** representan de manera grafica el proceso a controlar mediante esquemáticos



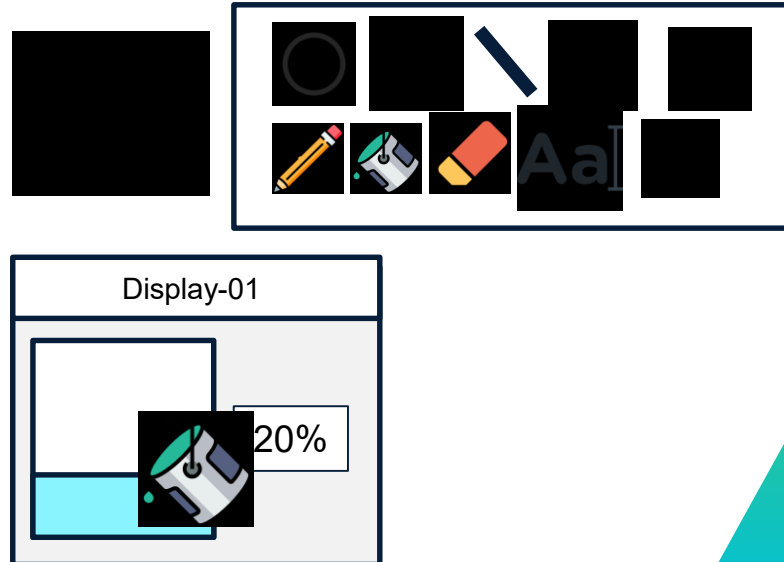
Interfaz hombre maquina



Editor de despliegues

El sistema provee de una herramienta de edición propia.

- Editor de gráficos vectoriales
- Editor web



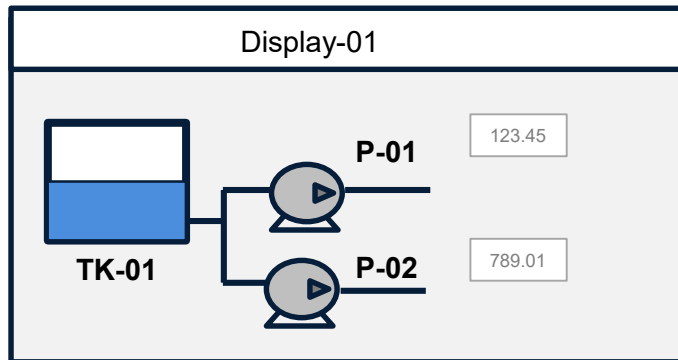
Interfaz hombre maquina



Elementos Estáticos/Dinámicos

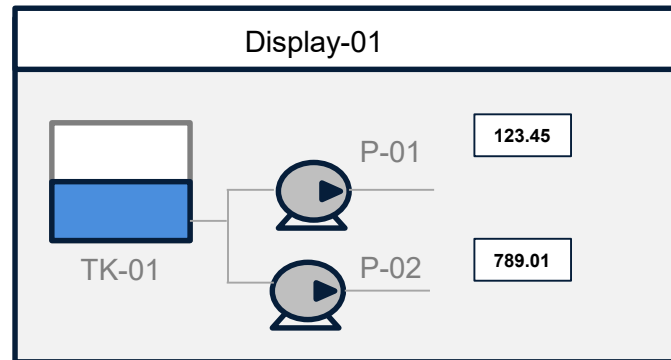
Elementos estáticos

Sus propiedades y/o atributos **no cambian**.



Elementos dinámicos

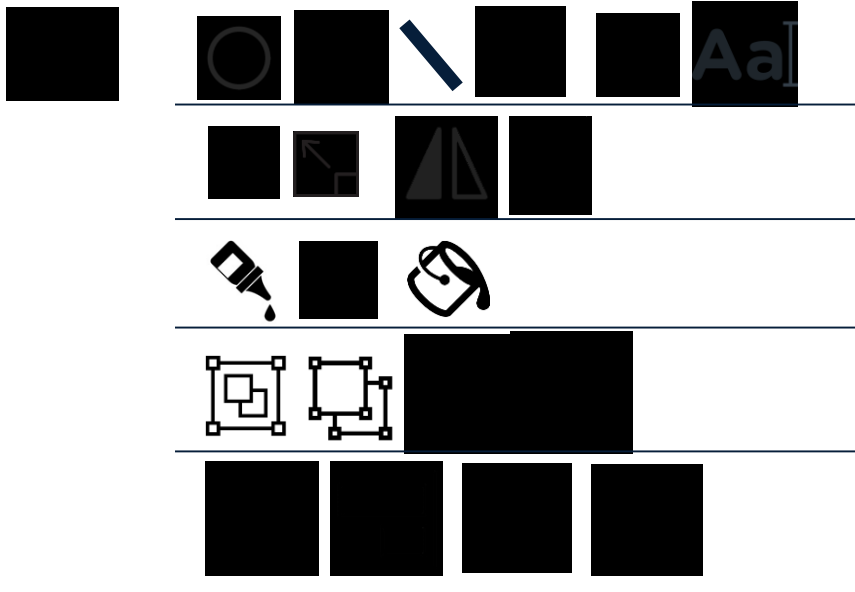
Sus propiedades cambian de acuerdo a las reglas de animación configuradas en el SCADA



Interfaz hombre maquina



Edición elementos estáticos



- Primitivas Geométricas
- Texto
- Rotar, Escalar, Voltrear
- Selector de colores, Pintar.
- Agrupar, Desagrupar
- Traer al frente, enviar al fondo
- Alinear, Centrar

Interfaz hombre maquina



Animaciones

Indican de manera dinámica algún **cambio o evento** en el **proceso**, mediante el **cambio** de alguna **propiedad** en un **objeto** grafico.

Se pueden asociar **elementos** de la base de datos de tiempo real a **propiedades de objetos**.

Algunas animaciones típicas son:

- Color de relleno (Fill Color)
- Color de línea
- Color de texto

Color de relleno



Color de Línea



Color de Texto



Interfaz hombre maquina



Animaciones

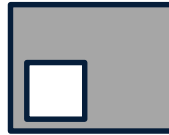
Animaciones típicas (Cont.):

- Tamaño de objeto
- Ubicación
- Porcentaje de relleno

Tamaño de objeto



Ubicación



Porcentaje de relleno



Interfaz hombre maquina



Animaciones

Animaciones típicas (Cont.):

- Visibilidad
- Parpadeo (Blink)
- Orientación

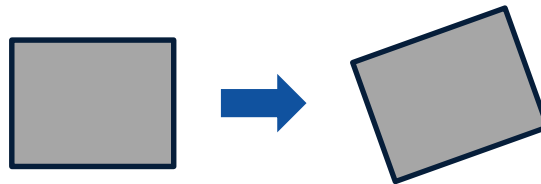
Visibilidad



Parpadeo



Orientación



Interfaz hombre maquina



Objetos multiestado

Algunos fabricantes desarrollan objetos con funciones especializadas.

Los objetos multiestado permiten configurar cambios en varias características del **objeto grafico** por cada estado de un **elemento del proceso**.

Estado 1

Encendido

Estado 0

Apagado

Estado 3

Abierto

Estado 2

En progreso

Estado 1

Falla

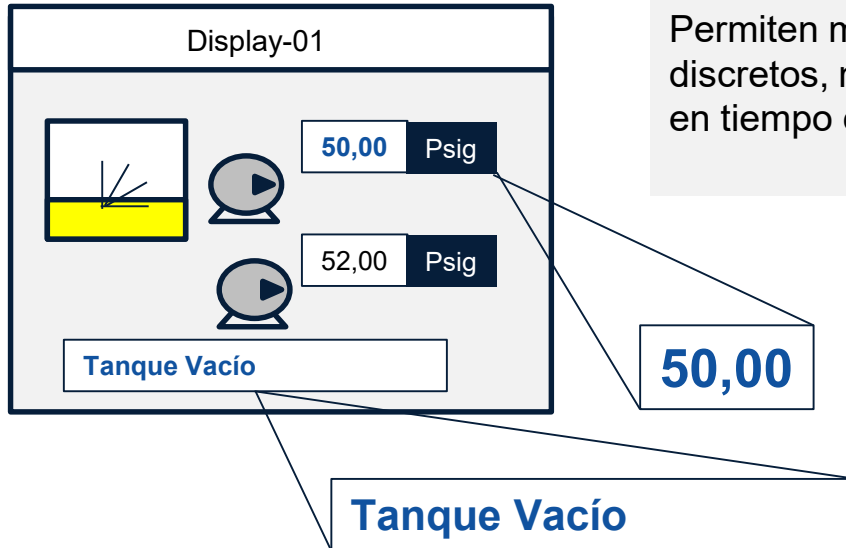
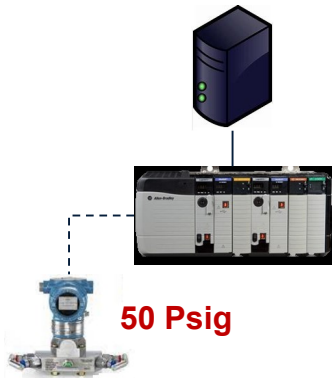
Estado 0

Cerrado

Interfaz hombre maquina



Indicadores numéricos/texto



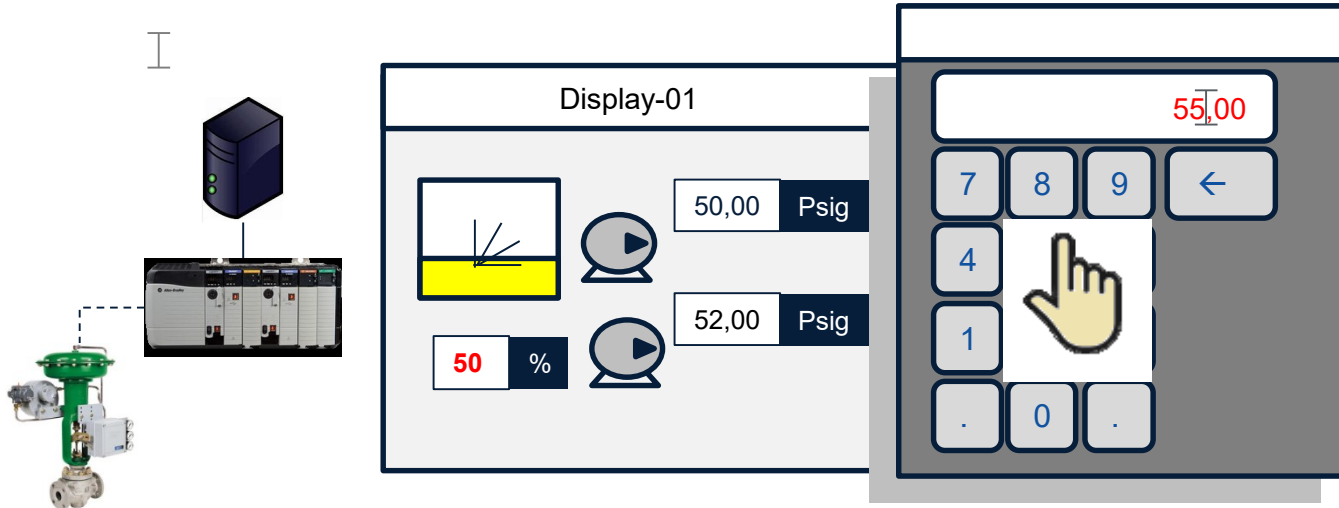
Permiten mostrar valores discretos, numéricos y de texto en tiempo en tiempo real.

Interfaz hombre maquina



Objetos de entrada del usuario

Son utilizados para permitir a los usuarios ejecutar acciones mediante el cambio de ajustes de parámetros en el proceso mediante el uso de una interfaz grafica.

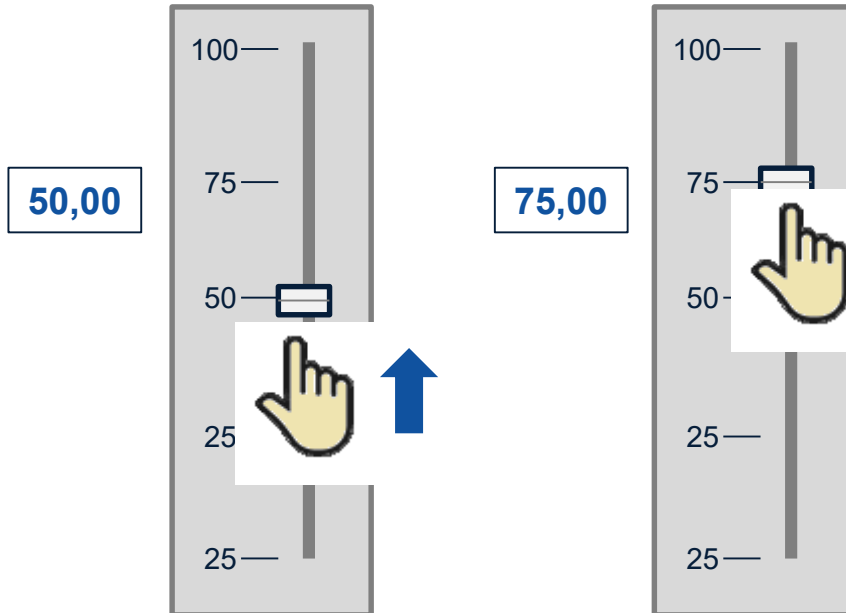


Interfaz hombre maquina



Sliders

Permite al usuario realizar cambios a elementos del proceso mediante el uso de un control deslizante.

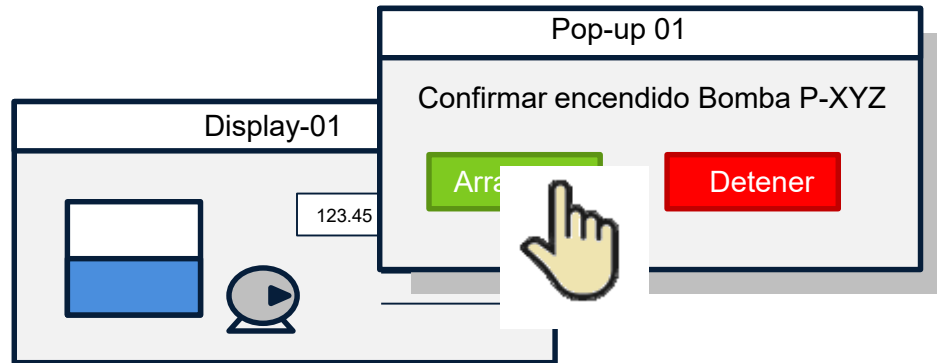


Interfaz hombre maquina

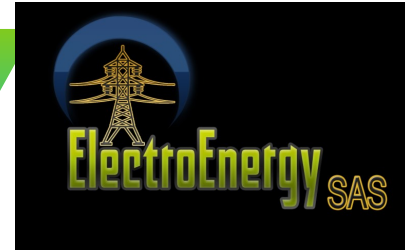


Botones de comando

Permite a los usuarios tomar acciones en forma de comandos discretos.
Ejemplo: Arranque/Paro de un equipo



Interfaz hombre maquina

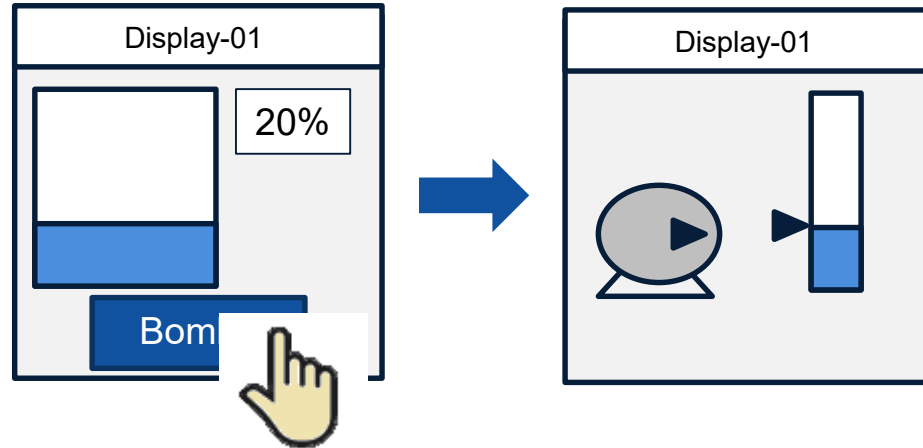


Botones de navegación

Son usados para programar la **navegación** dentro de la aplicación.

Posibles botones

- Ir a
- Regresar
- Inicio
- Cerrar ventana



Regresar



Inicio



Cerrar

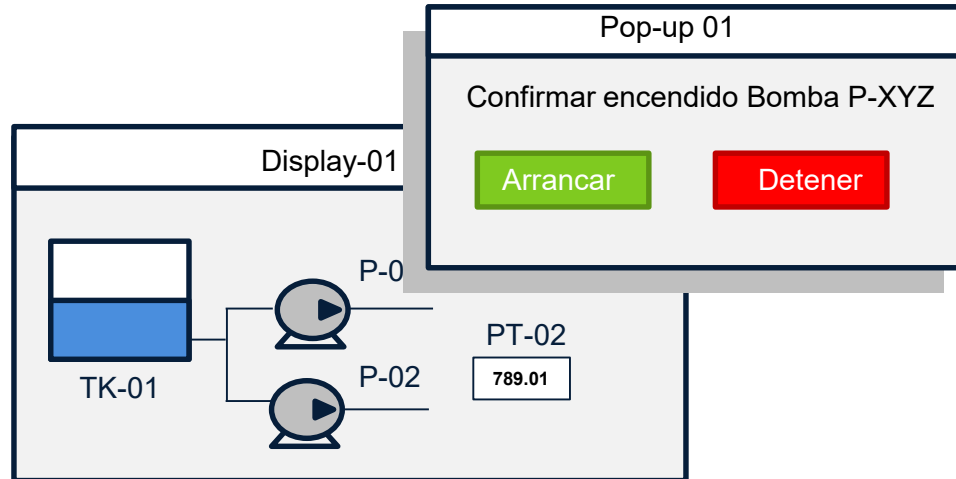
Interfaz hombre maquina



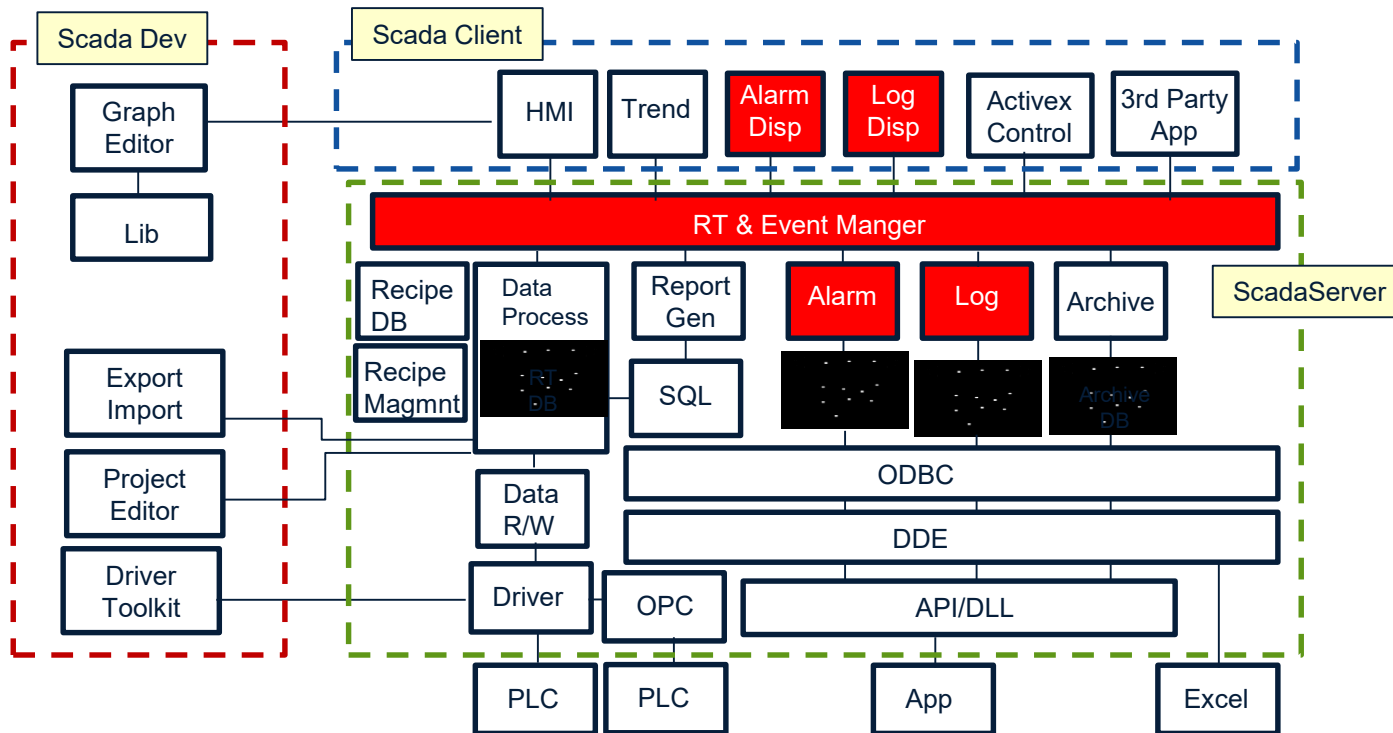
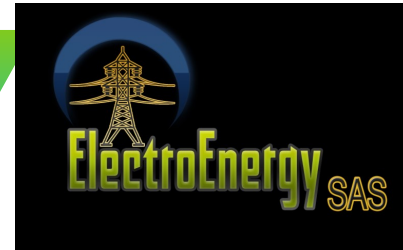
Ventanas emergentes

Este es un tipo de despliegue el cual se configura para desplegarse como ventanas emergentes.

Estas se posan encima de la ventana activa y se usan generalmente para realizar una acción.



Alarmas y eventos

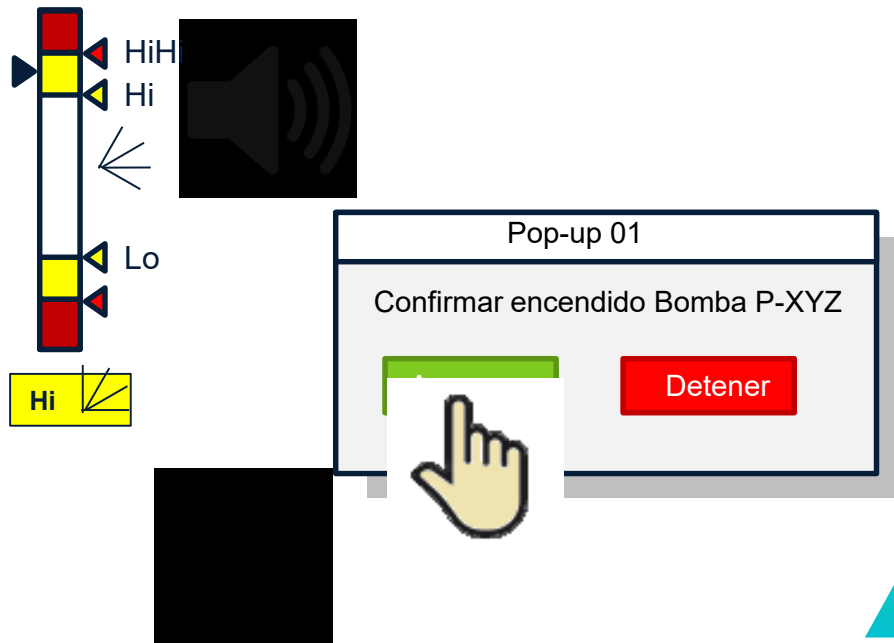


Alarmas y eventos



Alarmas

Una alarma es un **evento** que indica una **condición anormal** señalando al operador que debe tomar una **acción**.



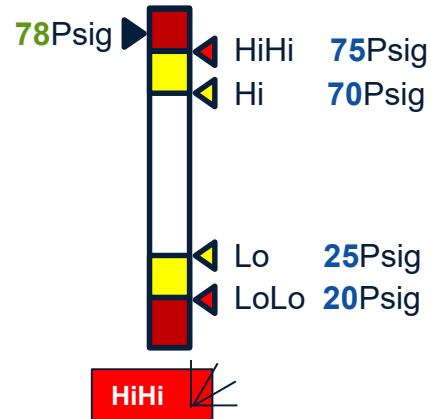
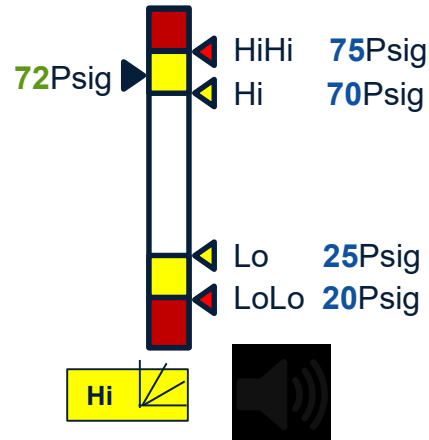
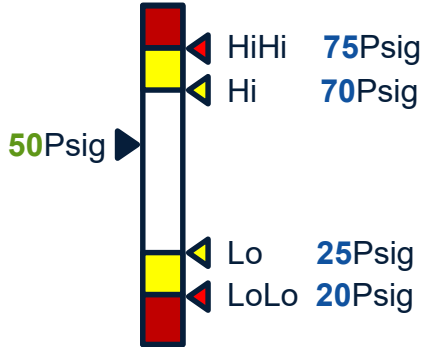
Alarmas y eventos



Limites de Alarmas

$$A > B$$

- HiHi 75Psig
- Hi 70Psig
- Lo 25Psig
- LoLo 20Psig



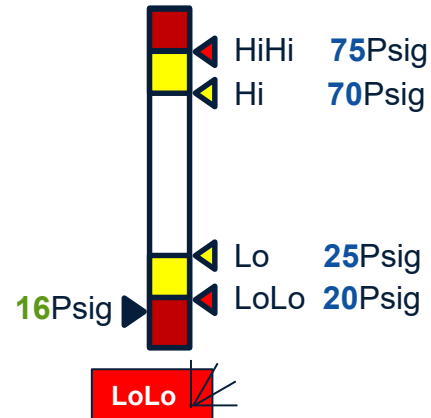
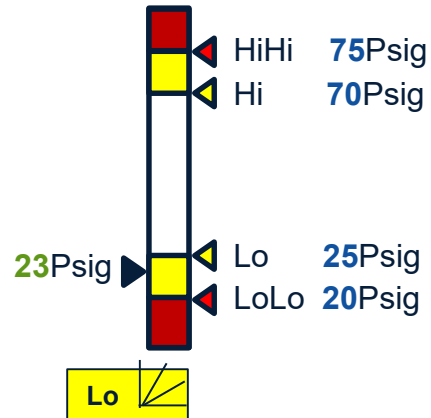
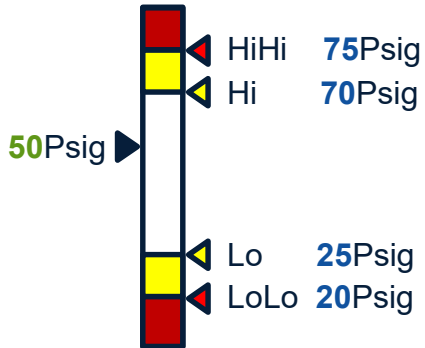
Alarmas y eventos



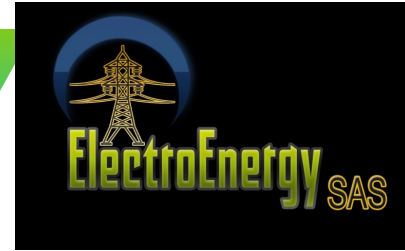
Limites de Alarmas

$$A < B$$








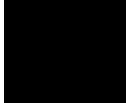








HiHi 75Psig
Hi 70Psig
Lo 25Psig
LoLo 20Psig



Alarmas y eventos



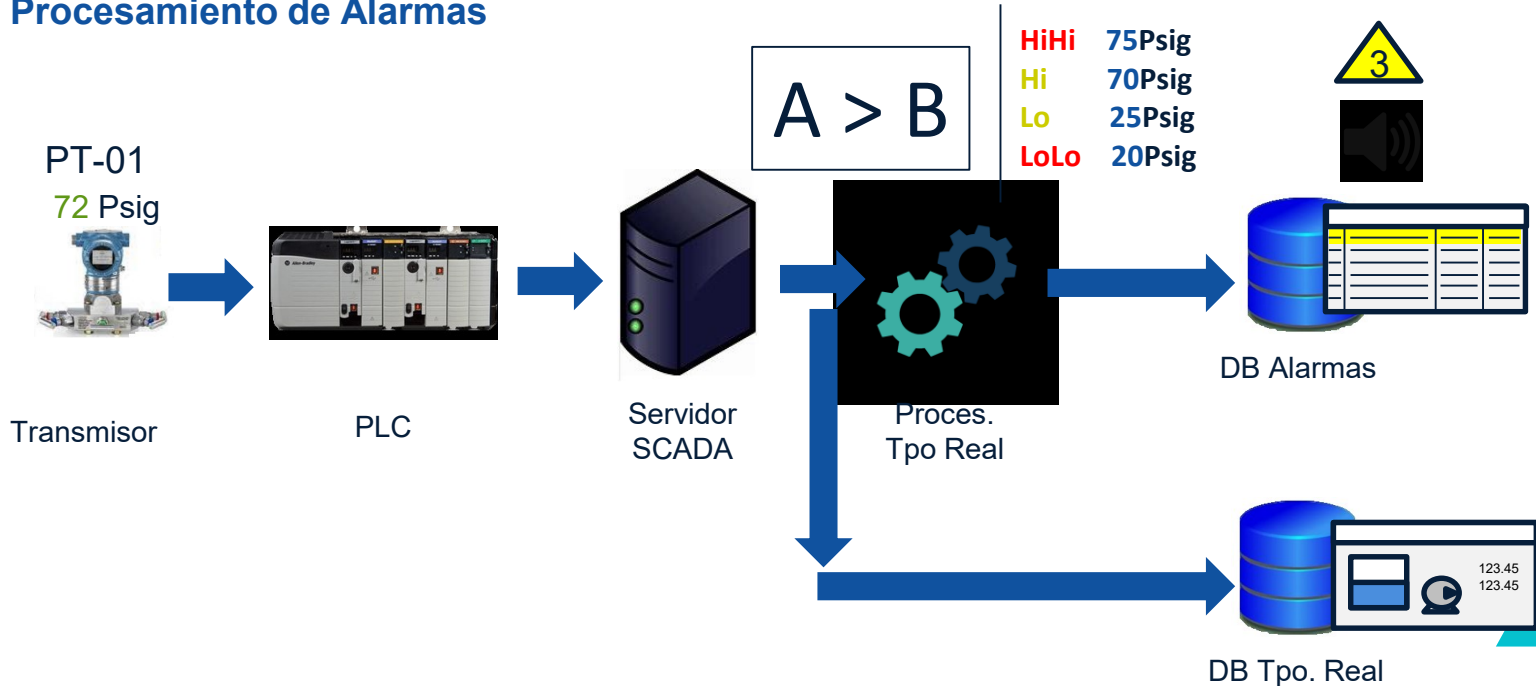
Prioridad de alarmas

Prioridad	Consecuencias	Tpo de respuesta	Visual	Sonido
Critica				
Alta				
Media				
Baja				

Alarmas y eventos



Procesamiento de Alarmas



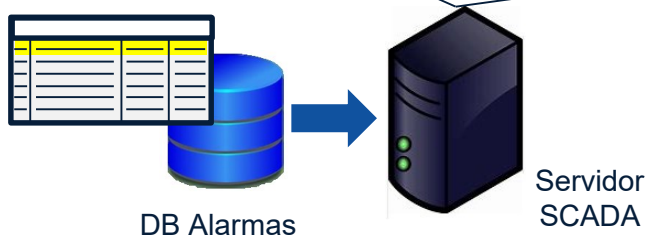
Alarmas y eventos



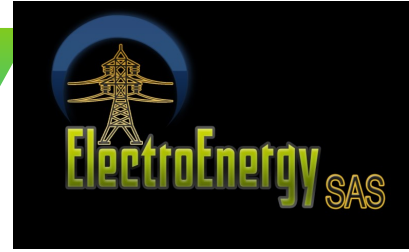
Objeto visualizador de alarmas

El objeto visualizador de alarmas muestra las alarmas registradas en la base de datos de alarmas del sistema

Fecha	Nombre	Estado	Valor	Lim	Desp
12/01/2023	PT-01	UnAck	72	70	➡
12/01/2023	PT-01	UnAck	72	70	➡
12/01/2023	PT-01	UnAck	72	70	➡



Alarmas y eventos



Capacidades del objeto visualizador de alarmas



Ordenar por
prioridad



Ordenar
cronología



Ordenar por
Área



Congelar el
objeto de
alarmas



Mostrar valor medido vs
limite violado



Guiar hacia el despliegue
asociado a la condición



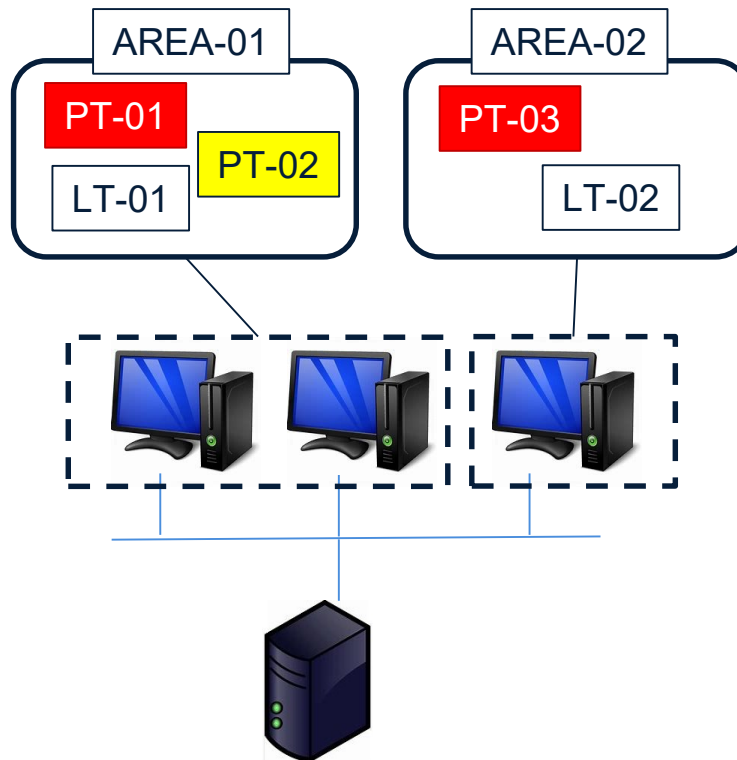
Silenciar en
base a prioridad

Alarmas y eventos



Áreas de proceso

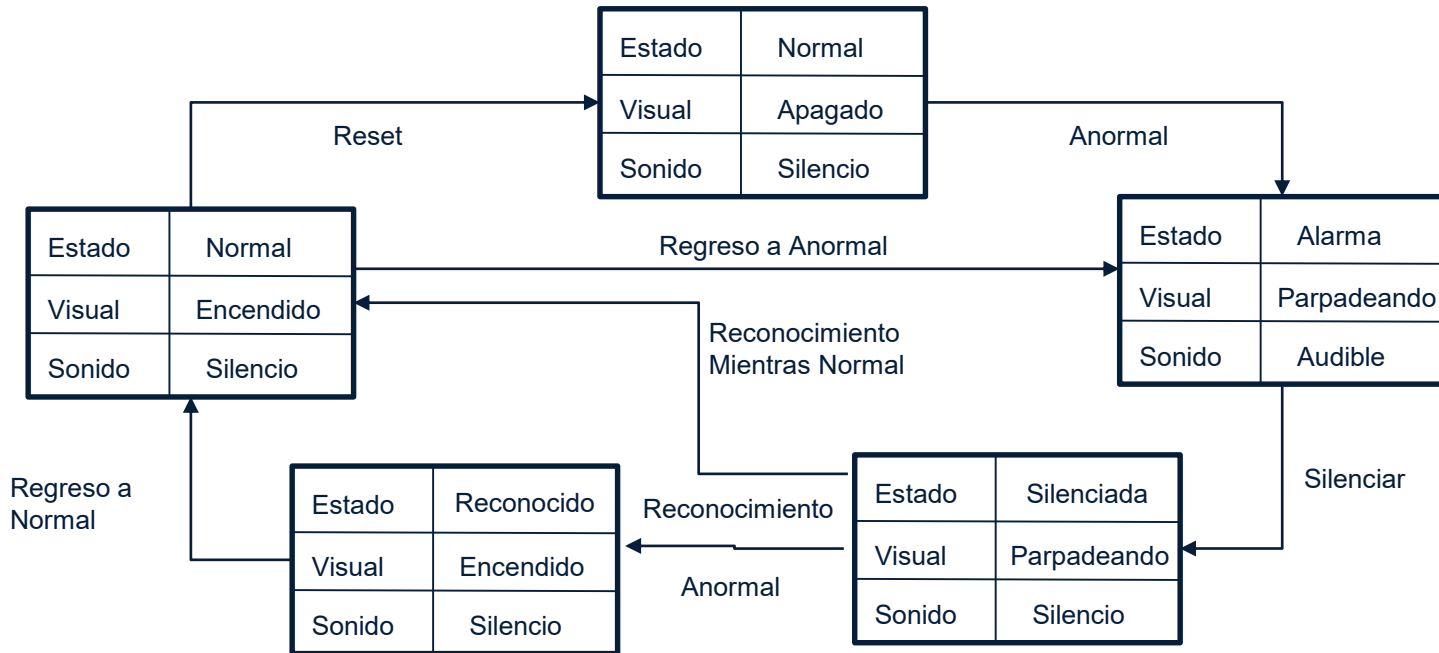
Las áreas permiten agrupar alarmas de elementos del proceso de acuerdo la distribución física de planta u otro criterio de organización.



Alarmas y eventos



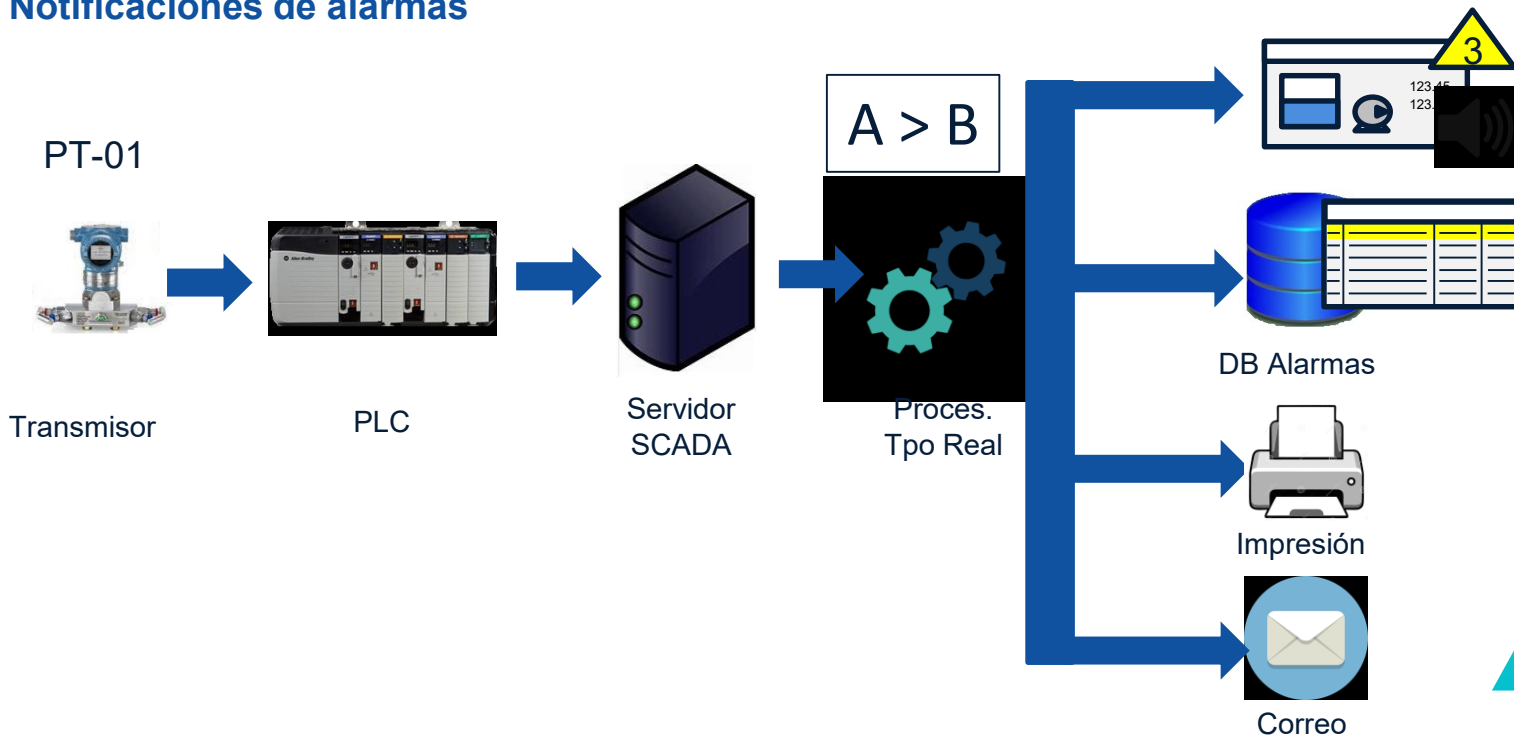
Ciclo de vida de una alarma



Alarmas y eventos



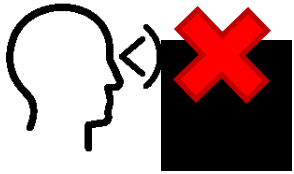
Notificaciones de alarmas



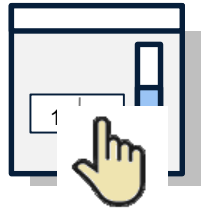
Alarmas y eventos



Acciones operativas validas



Eventos de carácter informativo



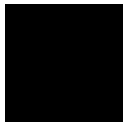
Cambio en un parámetro



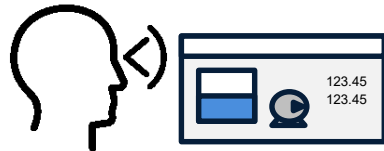
Indicar algún cambio en el proceso



Iniciar troubleshooting



Contactar a alguien



Monitoreo intensivo de un área

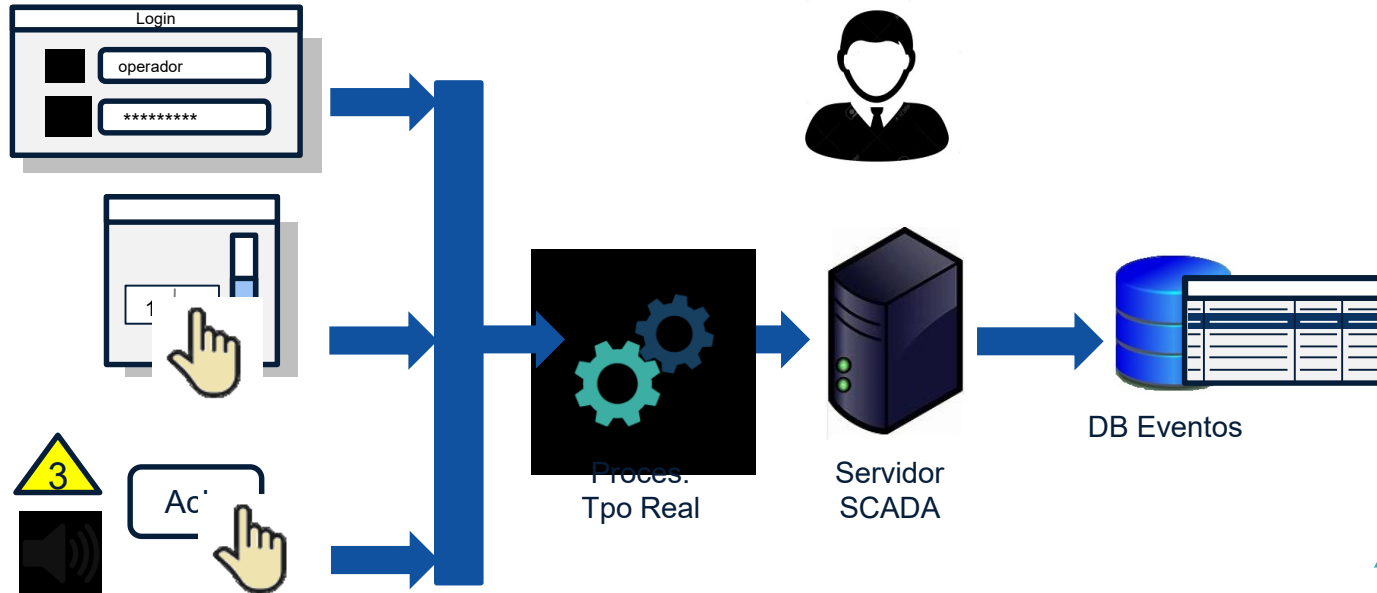


Cambio de modo de operación

Alarmas y eventos



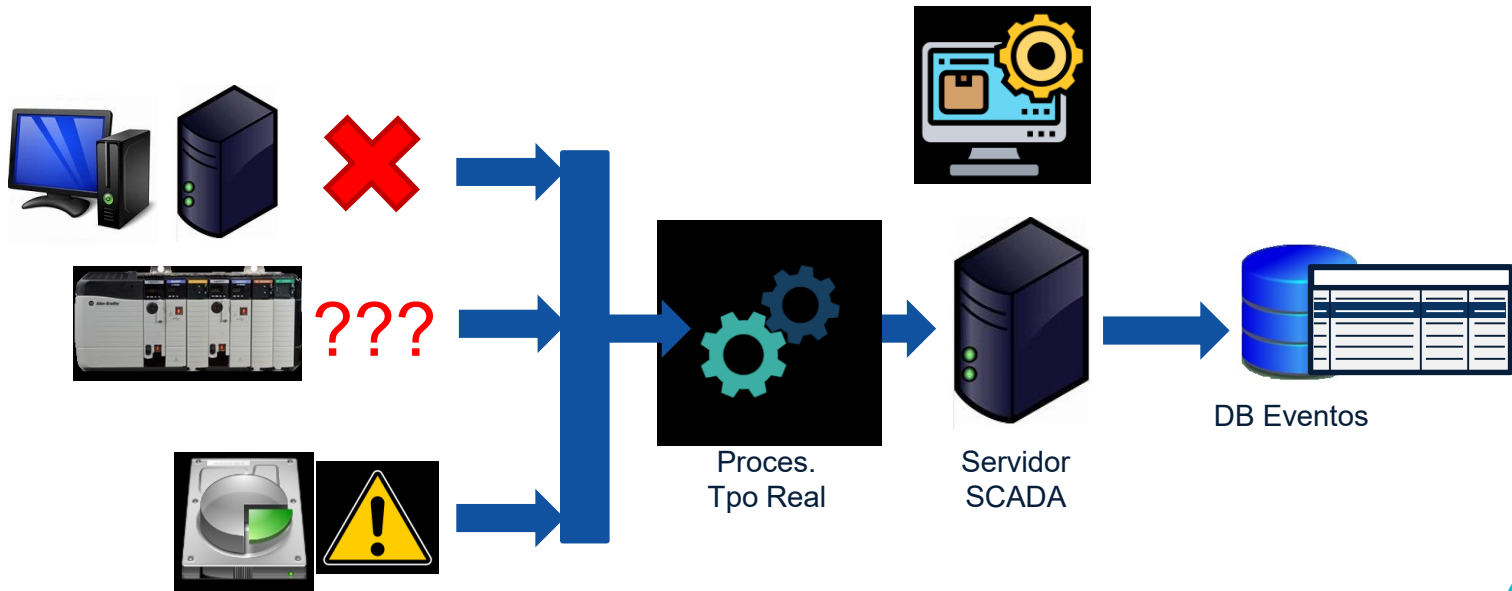
Eventos de usuario



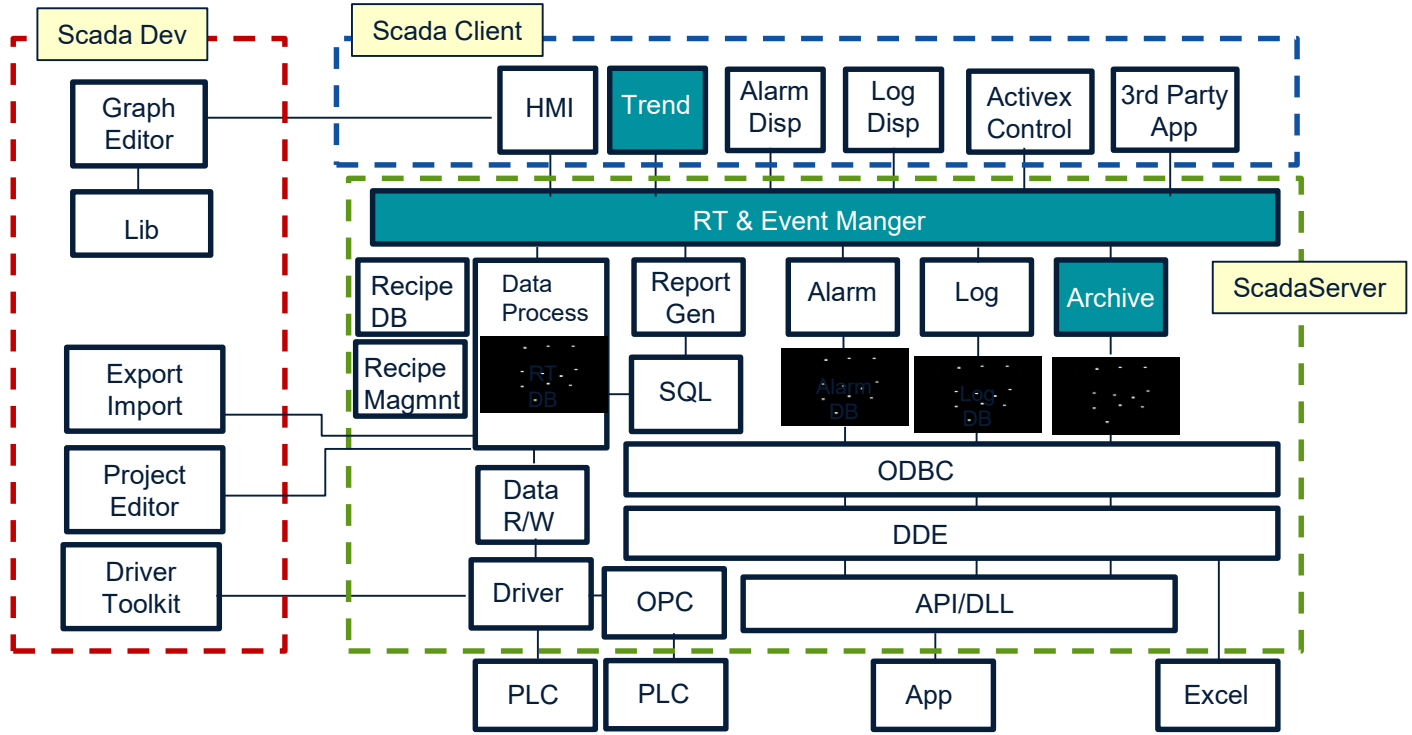
Alarmas y eventos



Eventos de sistema



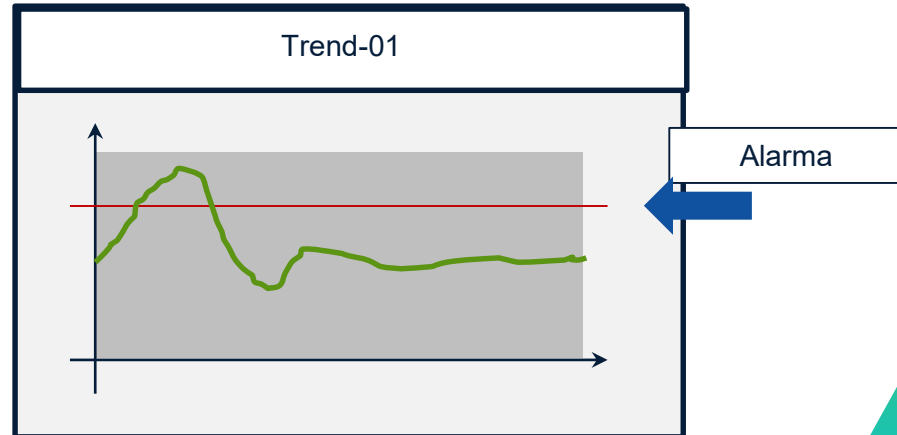
Tendencias



Tendencias



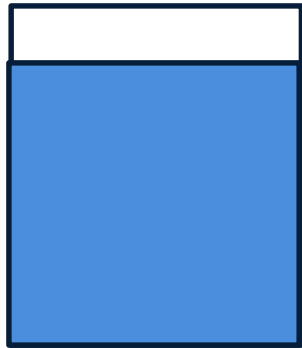
Permiten examinar el **comportamiento** de una **variable** de proceso a **través del tiempo**.



Tendencias



Las alarmas permiten prevenir eventos no deseados en el proceso.



Nivel muy alto

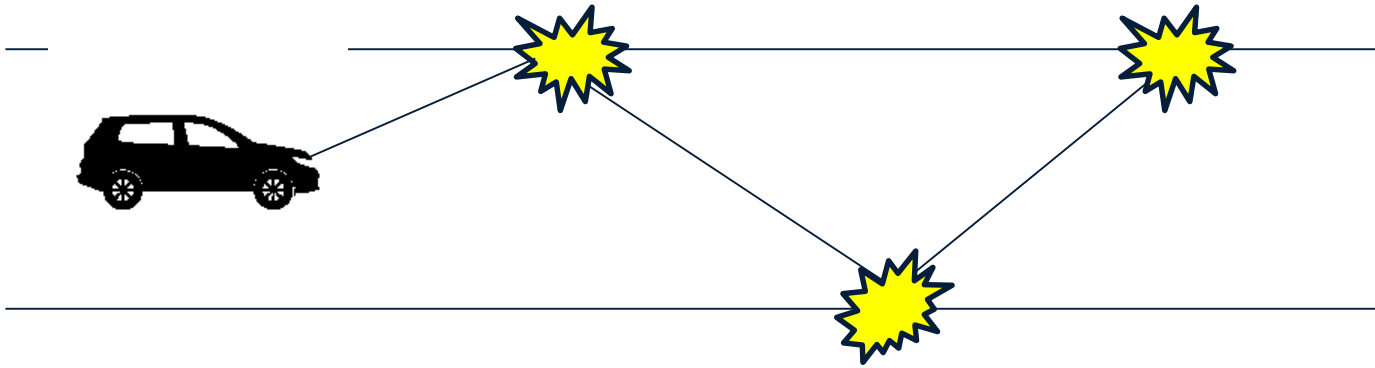


Presión excesiva

Tendencias



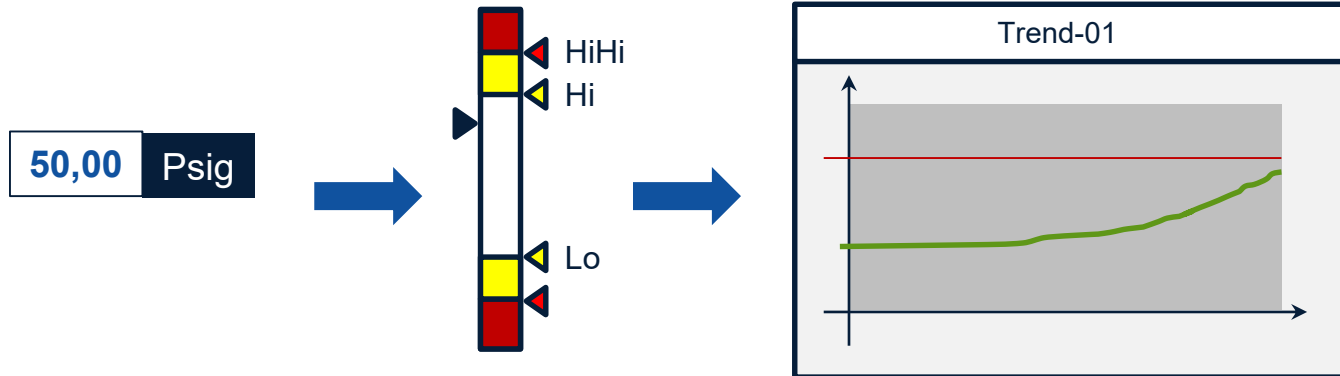
Controlar un proceso en base tan solo a alarmas **no es muy eficiente**



Tendencias



Las tendencias transmiten mas información que los objetos de despliegue numérico y la barras indicadoras.

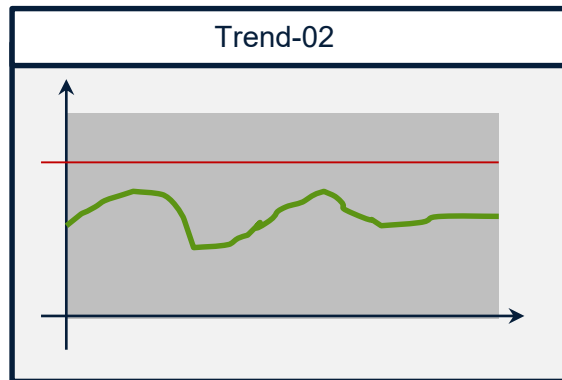
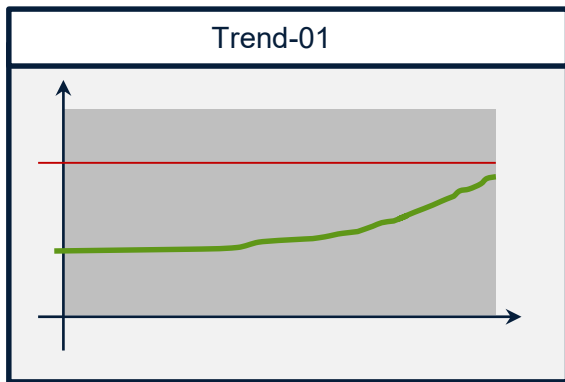


Tendencias



Las tendencias ayudan a ver el valor de la variable mas allá del momento presente.

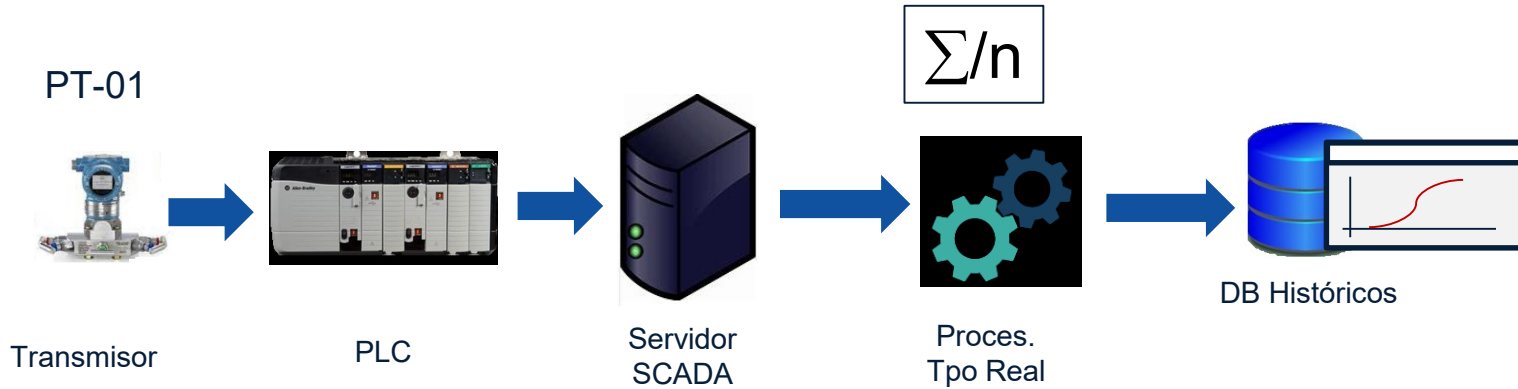
Estas transmiten mucha mas información acerca de la naturaleza de un evento.



Tendencias



Procesamiento de Tendencias



Tendencias



Triggers

Periódicos

Indica la frecuencia de almacenamiento.

Cada 10 segundos



Cambio de valor

Los valores son almacenados una vez el valor a cambiado cierto porcentaje.

Cambio de 2% del valor

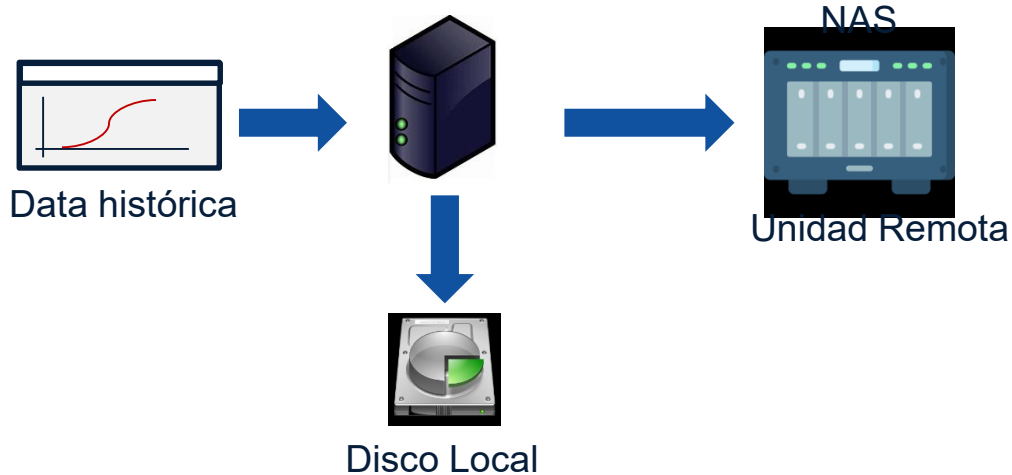


Tendencias



Rutas de almacenamiento

Frecuentemente permiten definir rutas de almacenamiento de la data histórica

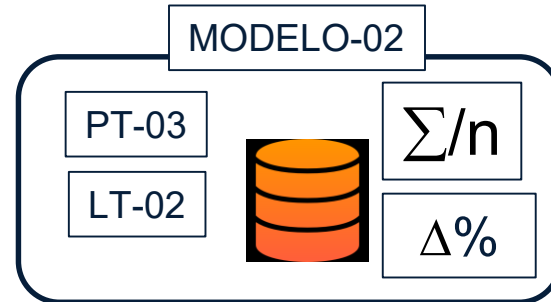
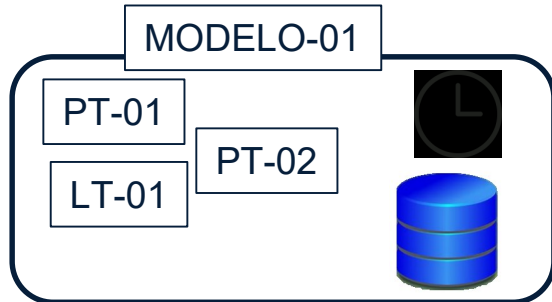


Tendencias



Grupos de tendencias

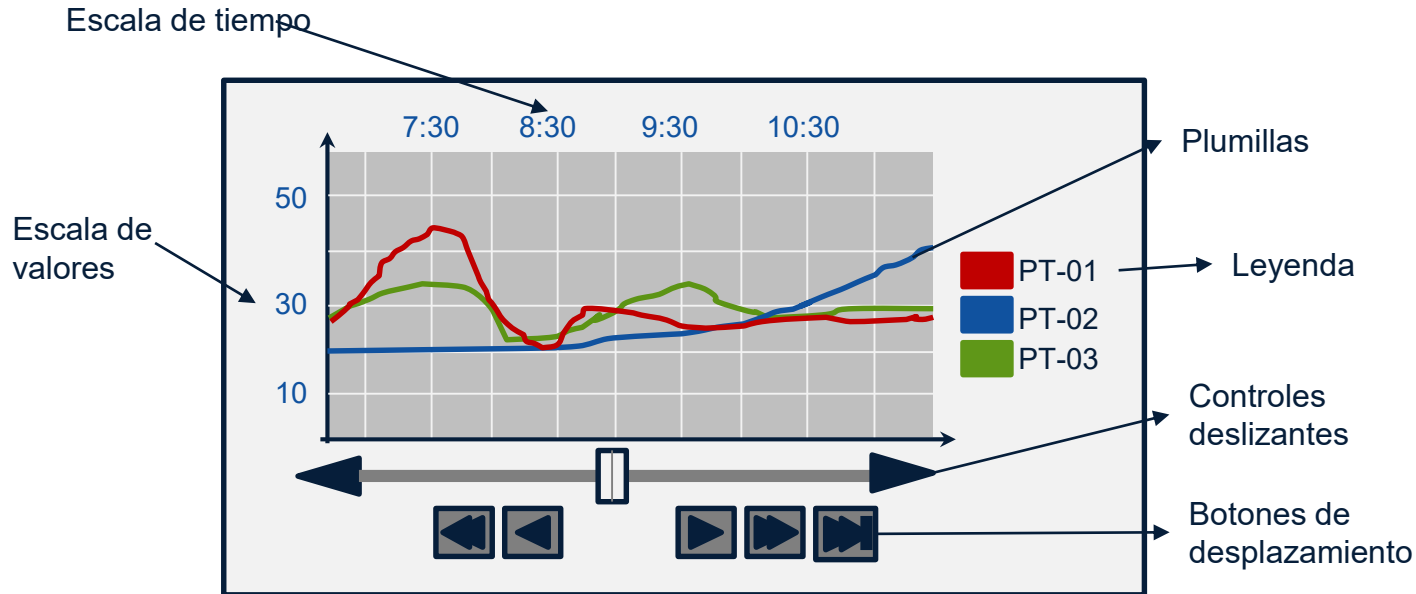
En algunas implementaciones se pueden crear grupos con propiedades comunes de almacenamiento.



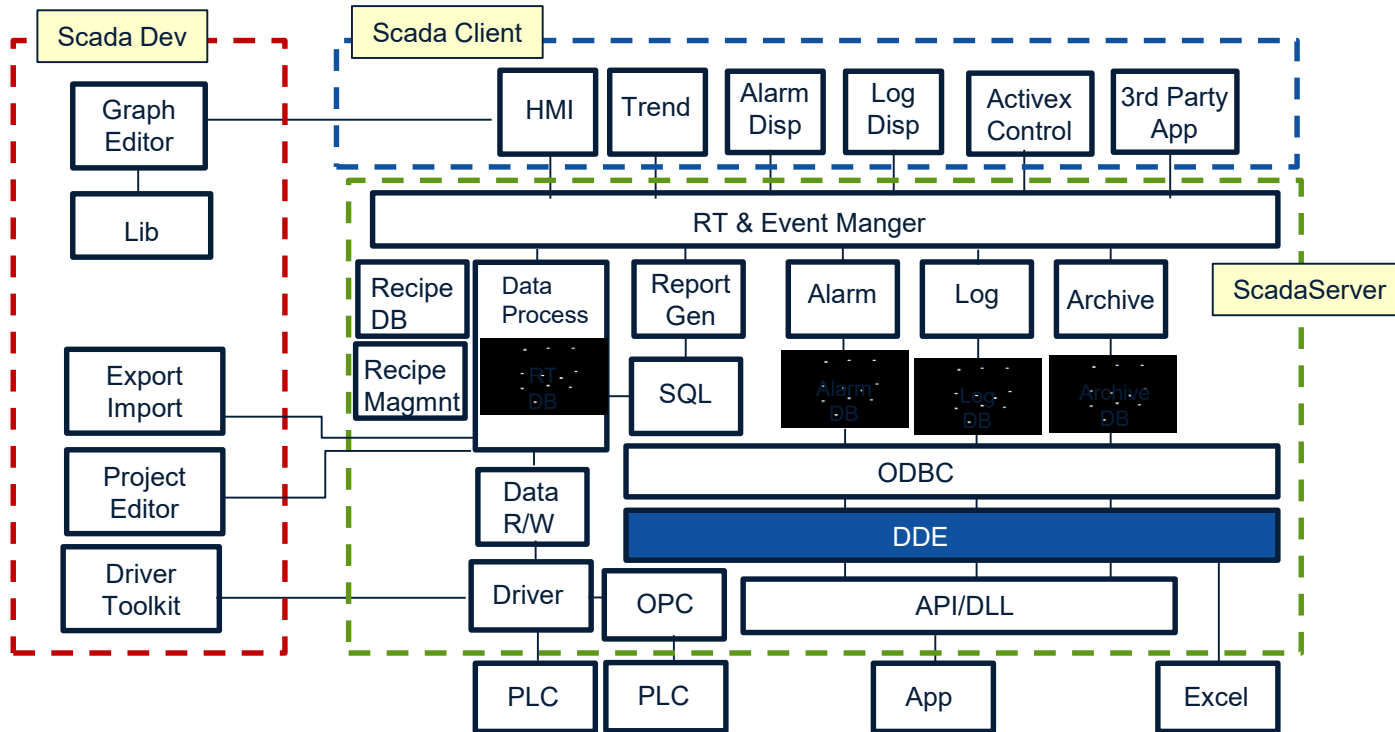
Tendencias



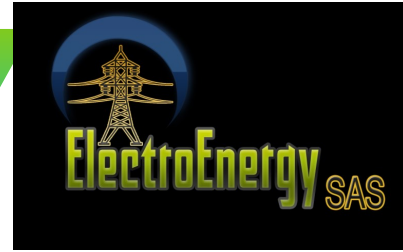
Grafico de tendencias históricas



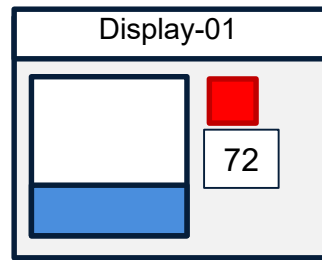
Arquitectura de Software



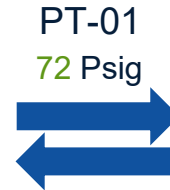
Dynamic Data Exchange (DDE)



DDE es un protocolo de comunicación desarrollado por Microsoft para permitir a las aplicaciones en ambiente Windows enviar/recibir datos e instrucciones entre ellas.



SCADA



PT-01
72 Psig



EXCEL

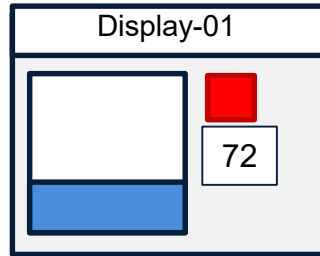
Dynamic Data Exchange (DDE)



La forma de hacerlo es mediante los siguiente parámetros:

- Aplicación
- Topico
- Item

Aplicacion|topico!Item



SCADA

Aplicación = **SCADA**
Topic = **Tagname**
Item = **PT_01**

PT-01
72 Psig

	A	B
1	72	
2		
3		
4		

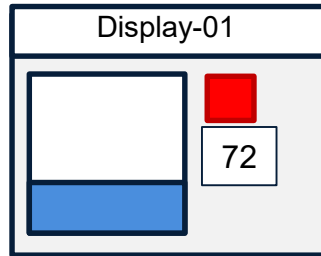
EXCEL

A1 = SCADA|Tagname!PT_01

Dynamic Data Exchange (DDE)

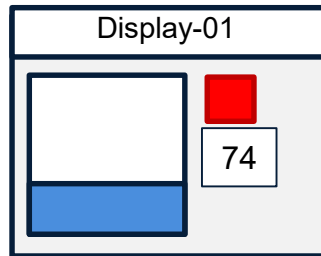


Los cambios en los valores en el SCADA (**aplicación servidor**) se realizan de manera automática y dinámica sin necesidad de refrescar la hoja de calculo (**aplicación cliente**)



PT-01
72 Psig

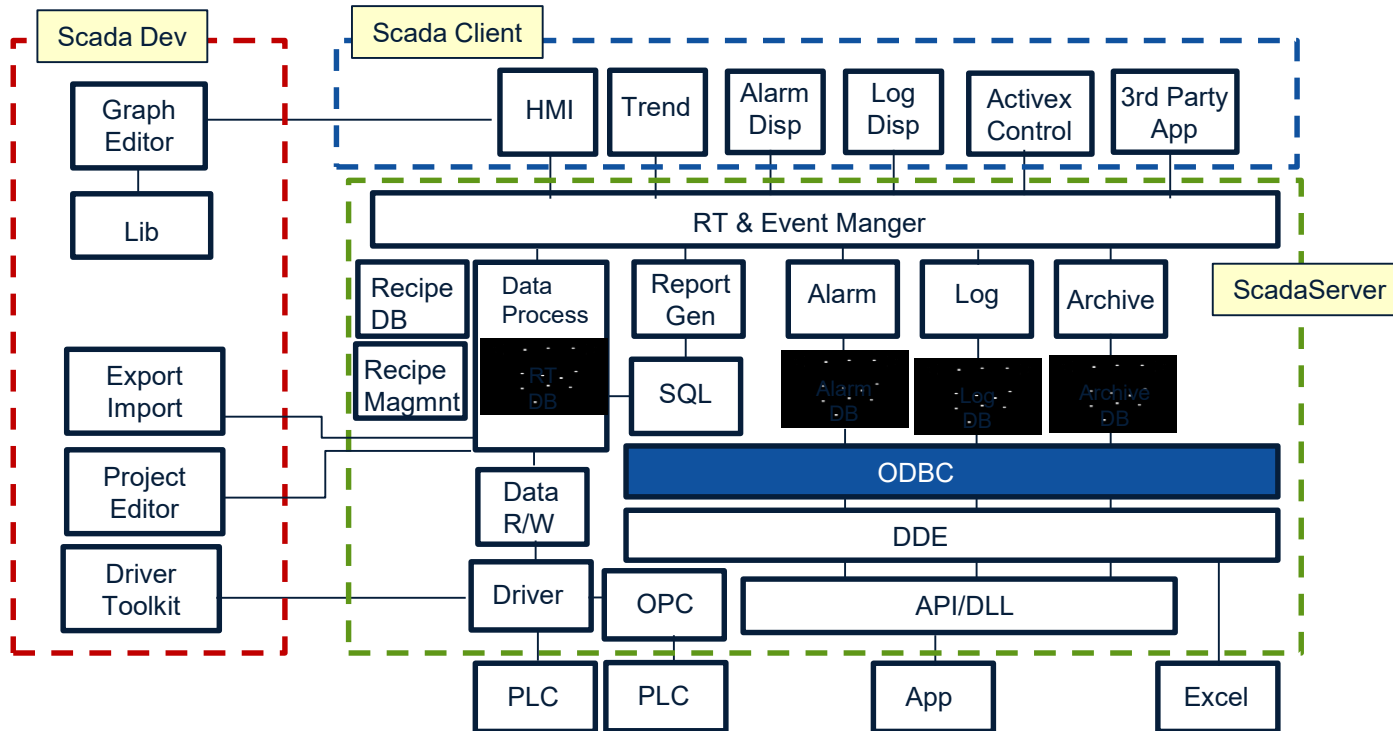
	A	B
1	72	
2		
3		
4		



PT-01
74 Psig

	A	B
1	74	
2		
3		
4		

Arquitectura de Software

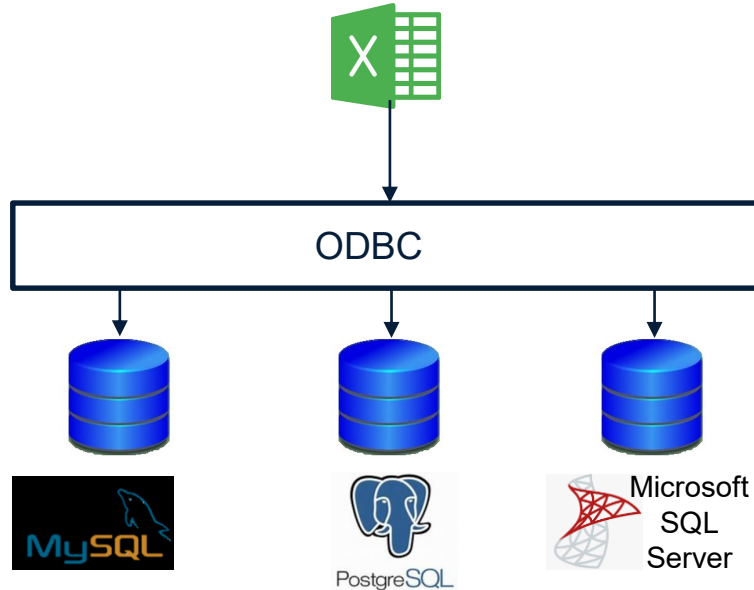


ODBC



Gestión de perfiles y usuarios

ODBC es una interfaz de programación de aplicaciones de estándar abierta mediante la cual se puede acceder a base de datos de diferentes fabricantes.



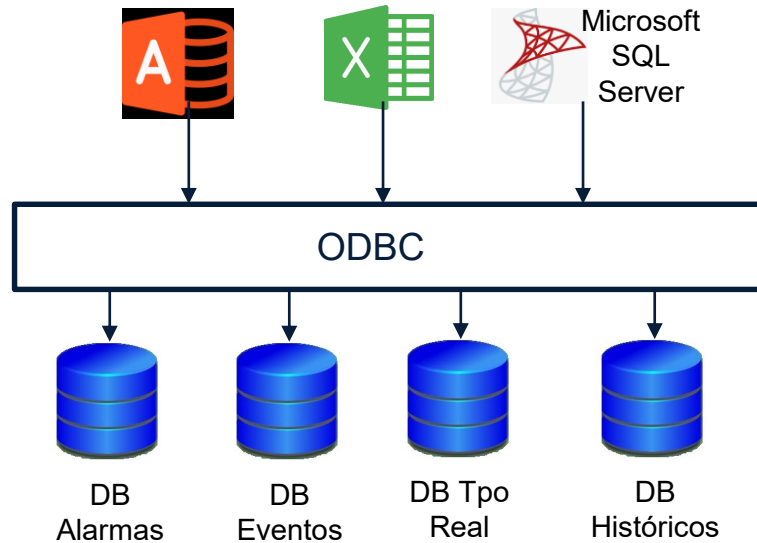
ODBC



Gestión de perfiles y usuarios

De esta forma el sistema SCADA dispone de una interfaz abierta como ODBC para permitir el acceso a datos dentro de sus distintas base de datos.

Esto se realiza mediante consultas SQL

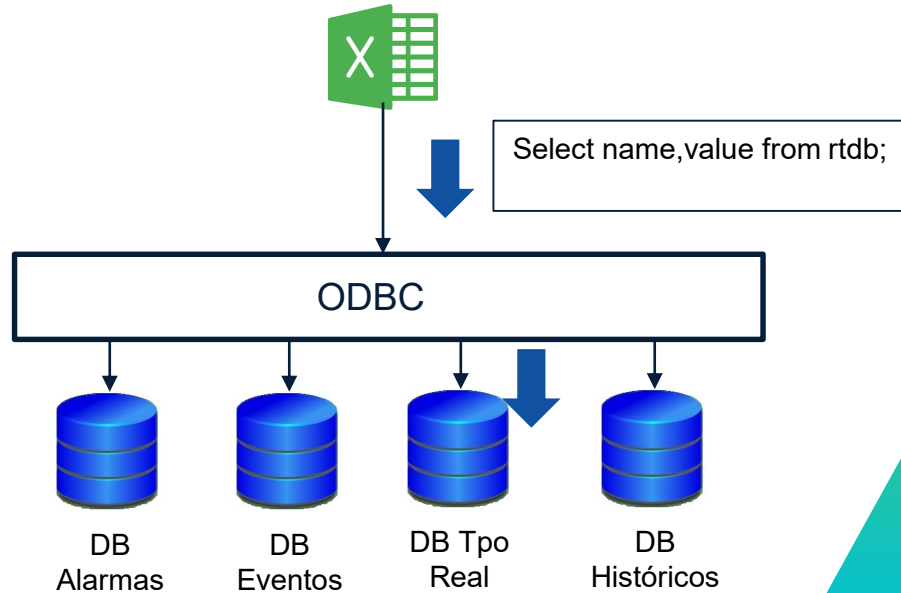


ODBC



Gestión de perfiles y usuarios

Por ejemplo, se desea conocer el valor actual de ciertos instrumentos en la base de datos de tiempo real

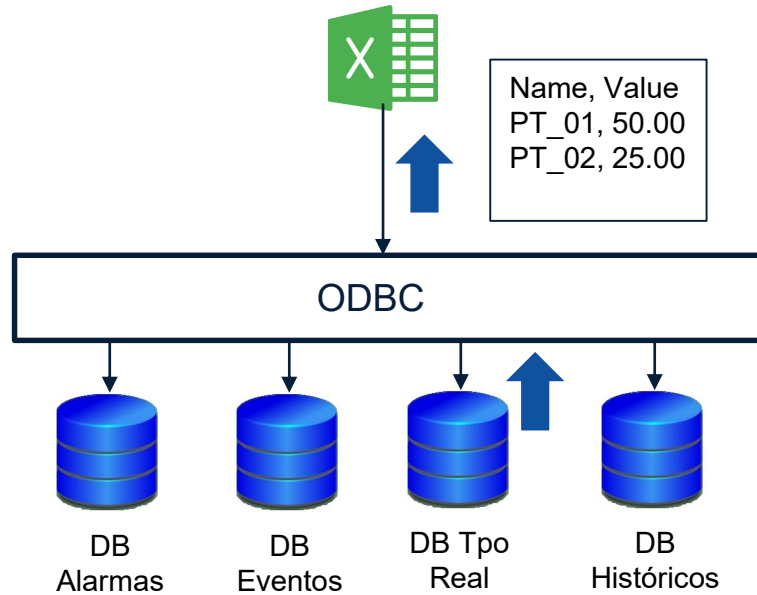


ODBC



Gestión de perfiles y usuarios

El motor de la base de datos de tiempo real del SCADA nos devuelve los datos solicitados.

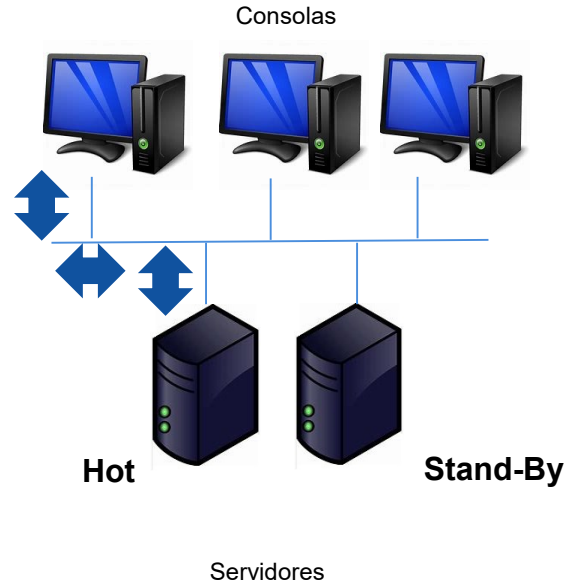


Tolerancia a Fallos



Redundancia Hot / Stand-By

Uno de los servidores siempre esta activo (**Hot**) proveyendo los servicios, mientras el otro esta encendido en espera (**Stand-By**).

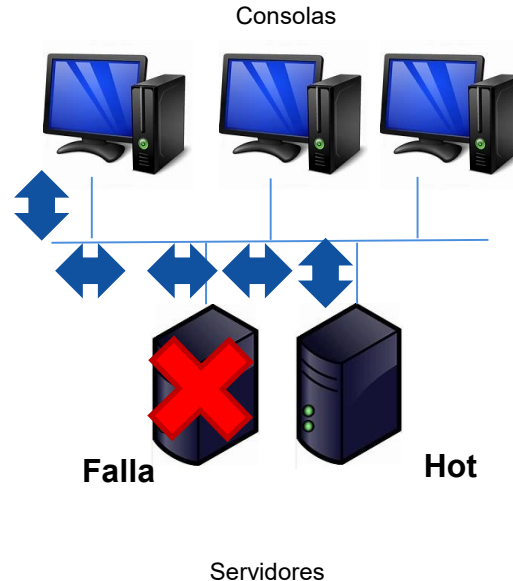


Tolerancia a Fallos



Redundancia Hot / Stand-By

Cuando el servidor activo (**Hot**) presenta una falla, el servidor en espera (**Stand-By**) pasa a estar activo (**Hot**) y proveer los servicios.

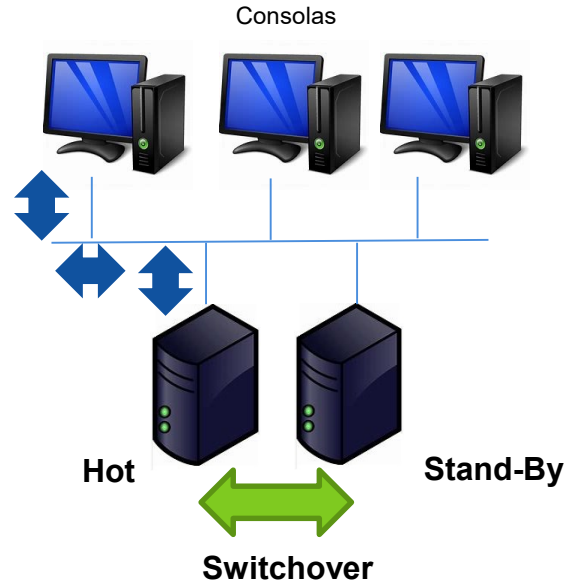
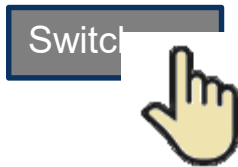


Tolerancia a Fallos



Failover/switchover

Podemos hacer el cambio de estado de manera manual de los servidores mediante la función de **failover/switchover**.

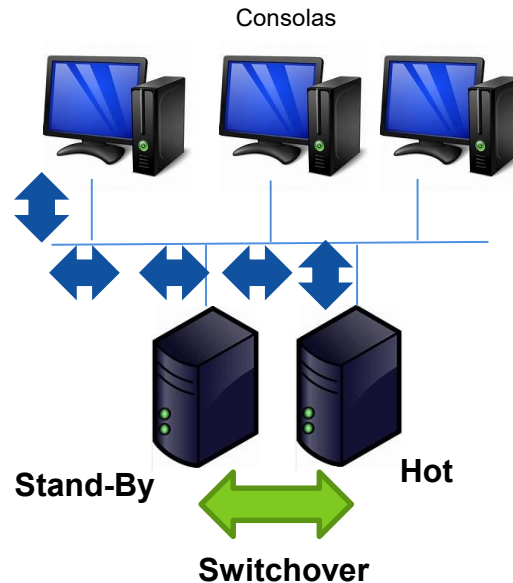
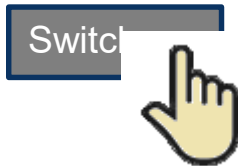


Tolerancia a Fallos



Failover/switchover

Esta función se hace generalmente cuando se quiere realizar actividades de mantenimiento, mejoras o actualizaciones en uno o ambos servidores.

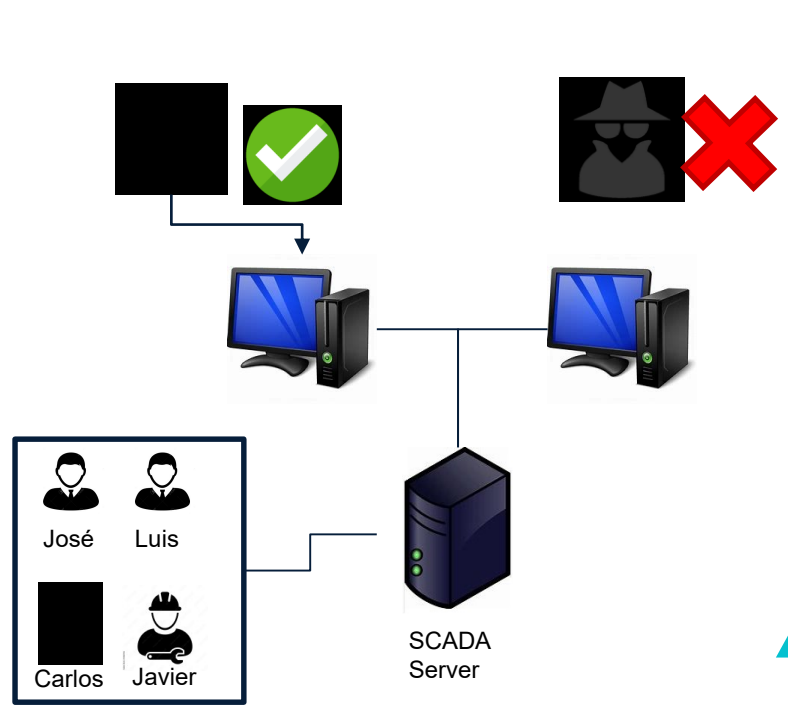


Seguridad



Gestión de perfiles y usuarios

El sistema SCADA posee una lista de los usuarios que están autorizados en el sistema a fin de evitar **acceso no autorizado** por parte de **intrusos**.



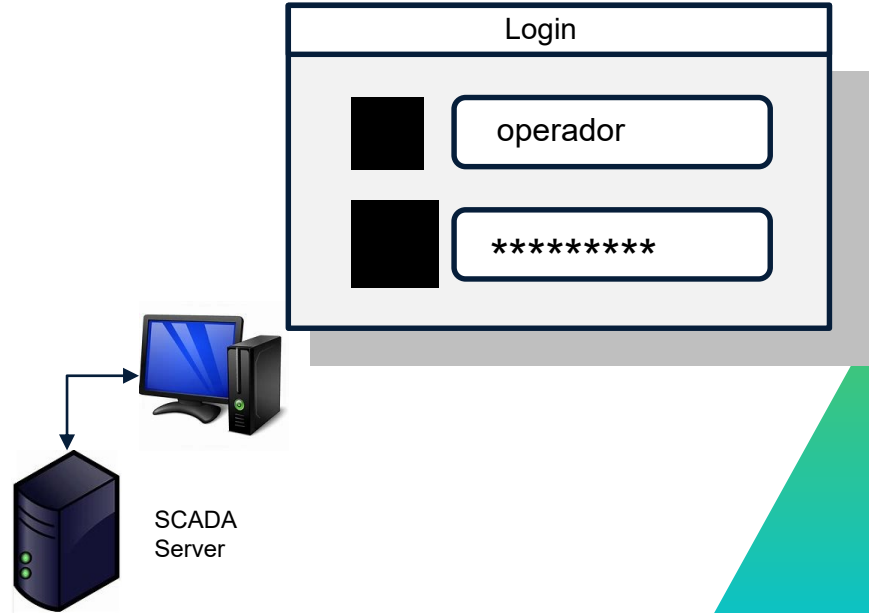
Seguridad



Gestión de perfiles y usuarios

El ingreso al sistema SCDA se realiza mediante el uso de dos factores de identificación:

- Nombre de usuario
- Contraseña

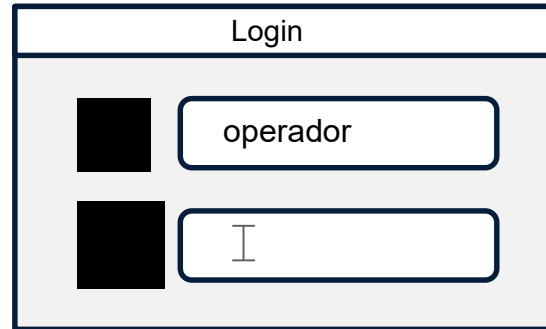
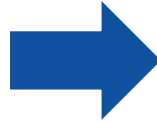
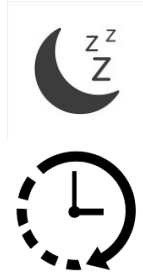
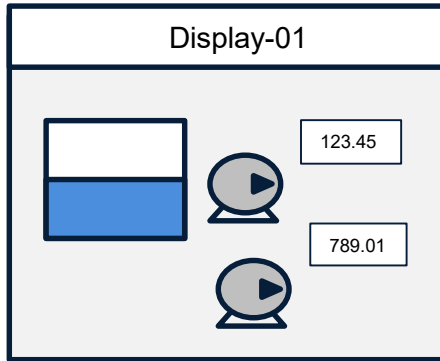


Seguridad

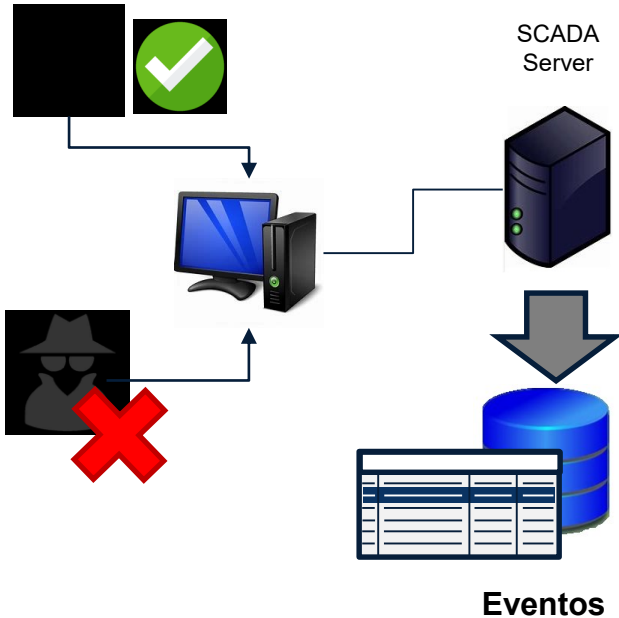


Lougout por inactividad

Después de un periodo de tiempo de inactividad, el SCADA hace logout automático.



Gestión de perfiles y usuarios



Los intentos de ingreso al sistema SCADA son registrados en la **base de datos de eventos**

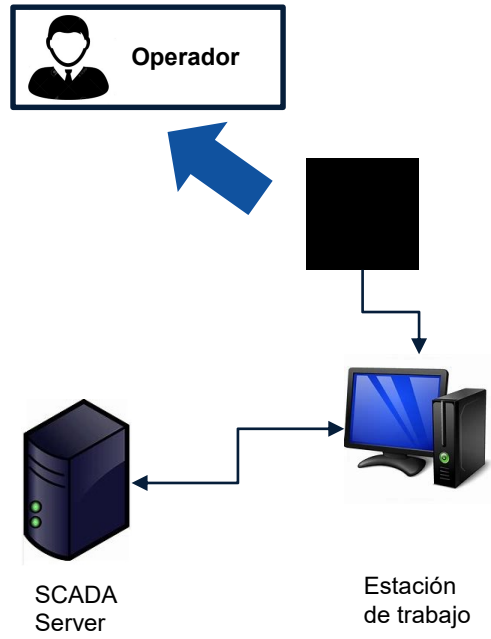
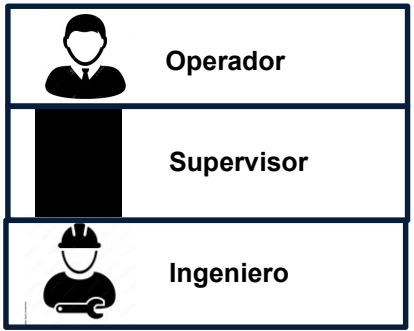
Seguridad



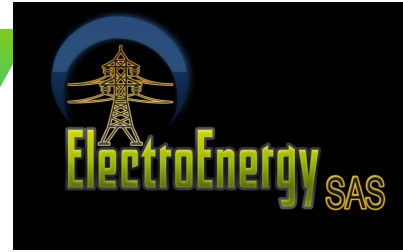
Gestión de perfiles y usuarios

El Nivel de acceso de cada uno de los usuarios están basados en **perfiles**.

Cada usuario posee un perfil configurado en el sistema SCADA.



Seguridad






Gestión de perfiles y usuarios



SCADA
Server

Perfiles

	A	B	C	D
	Y	Y		
	Y	Y	Y	
	Y	Y	Y	Y

Cada **perfil** posee un conjunto de **acciones** que puede realizar y **elementos** a los cuales cada usuario puede tener **acceso**, una vez ingresado al SCADA

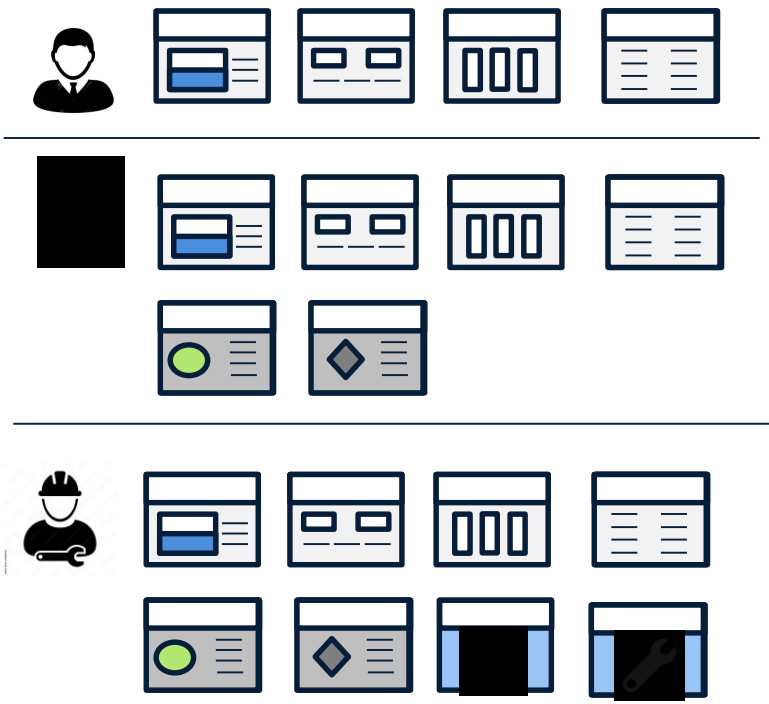
Esto permite crear las **políticas de seguridad** del SCADA

Seguridad



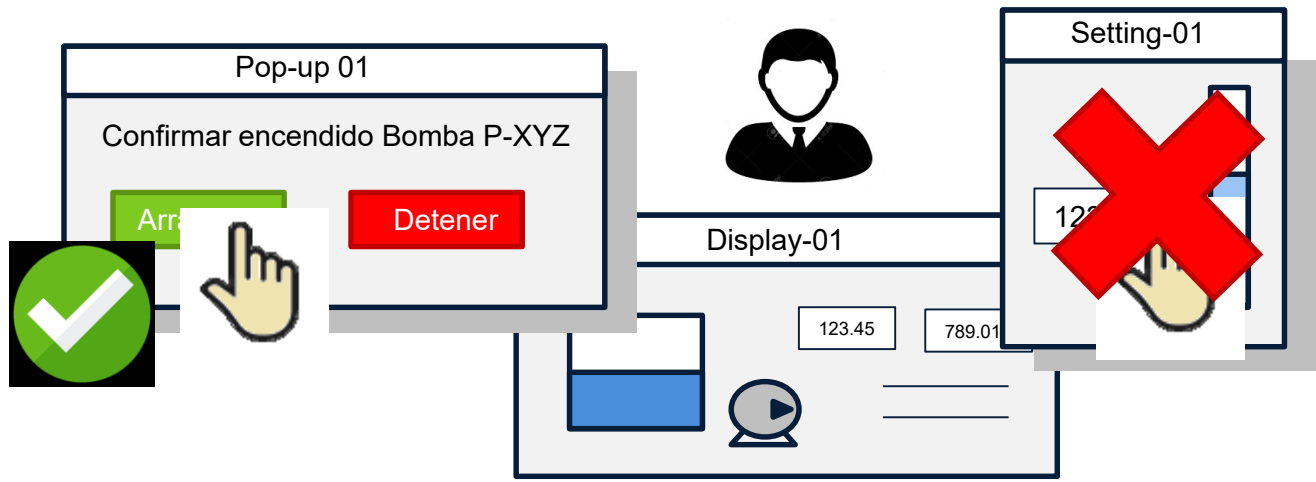
Gestión de perfiles y usuarios

Dentro de las políticas típicas está el control de **acceso a ciertos despliegues/módulos**; pantalla de cambios de ajustes; y pantallas de configuración



Gestión de perfiles y usuarios

Otras de las políticas de seguridad están relacionadas con el **envío de comandos** y los **cambios de ajustes** de parámetros o limites de alarmas.

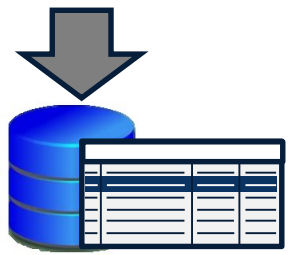
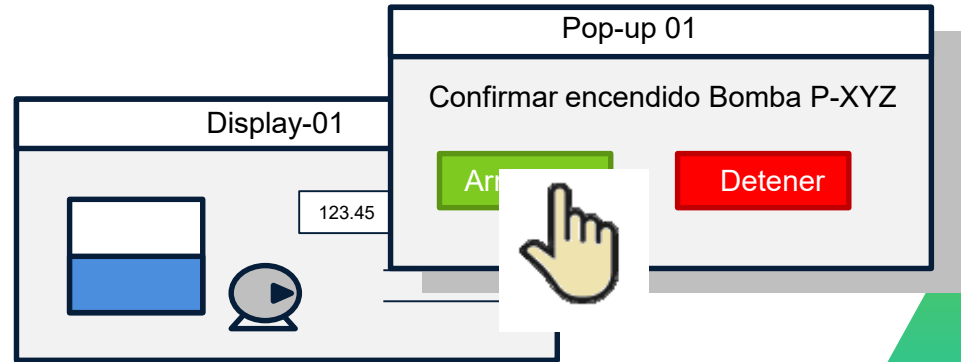


Seguridad



Gestión de perfiles y usuarios

Otra de las características de seguridad muy común hoy en día es el registro de los comandos en la **base de datos de eventos**.



Eventos



GRACIAS