

Caso práctico

Tamara y Adrián están preparando un proyecto de modificación del control de una planta de tratamiento de aguas. Una vez que el proyecto está próximo a la finalización, están comprobando todos los sistemas de control que se han instalado. Tienen que revisar una gran cantidad de conexiones y de cables para garantizar que todas las señales son dirigidas a los sitios correctos y que una vez que quieran realizar la puesta en marcha de la instalación, no vaya a surgir ningún problema que suponga un retraso en la obra, bien por tener que realizar nuevamente las conexiones o bien porque se haya deteriorado algún componente por fallos en el sistema.



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

autónomos, autómatas programables, etc. De esta manera, es posible controlar el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo el control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Cada uno de los elementos de los sistemas SCADA involucra muchos subsistemas. Como ejemplo podemos citar la adquisición de los datos que puede estar a cargo de un autómata, el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmita hacia un equipo de radio vía puerto serie.

Las tareas de supervisión y control generalmente están más relacionadas con el software SCADA. En él, el operador puede visualizar en la pantalla del ordenador de cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano. La comunicación entre los equipos se realiza mediante buses especiales o redes LAN, como acabamos de ver en los apartados anteriores de la unidad. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un autómata. La acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario.

1.1.- Características.

¿Qué características debe poseer un sistema SCADA? ¿Qué funciones debe realizar e integrar el SCADA? Los modernos sistemas de supervisión y control integran un gran abanico de funcionalidades para mejorar el control de los procesos industriales.

Dentro de las características más habituales en los sistemas SCADA, se pueden citar:

- **Supervisión remota de instalaciones y equipos:** permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallos.
- **Control remoto de instalaciones y equipos:** mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente. Por ejemplo, es posible abrir válvulas, activar interruptores, arrancar motores y todo ello de manera automática y también en manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.
- **Procesamiento de datos:** el conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema. Esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información fiable.
- **Visualización gráfica dinámica:** el sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- **Generación de informes:** el sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- **Representación de señales de alarma:** a través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a un fallo o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.
- **Almacenamiento de información histórica:** se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos. Esta información puede analizarse posteriormente. El tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
- **Programación de eventos:** está referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente informes, estadísticas, gráficas de curvas, activación de tareas automáticas, etc.



[Green Mamba](#). (CC BY-ND)

Autoevaluación

Algunas de las características de los SCADA son:

- Permiten el control remoto de las instalaciones.

- Utilizan lógica borrosa para el control de los equipos.

- Necesitan de redes inalámbricas para trabajar.

- Permiten la supervisión a distancia de las instalaciones.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Correcto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Correcto

1.2.- Componentes.

¿Qué elementos forman un sistema SCADA? ¿Qué misión tiene cada uno de ellos? Al integrar tantas funcionalidades, los sistemas SCADA cada vez constan de más componentes y más sofisticados para permitir realizar todas las tareas que están descritas con anterioridad.

Un sistema SCADA está formado por:

- **Interfaz Operador Máquinas:** es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados. Comprende los sinópticos de control y los sistemas de presentación gráfica. La función de un panel sinóptico es la de representar, de forma simplificada, el sistema bajo control.
- **Unidad Central, MTU (Unidad terminal Maestro):** conocido como unidad maestra. Ejecuta las acciones de mando programadas en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel como C o Basic. También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Unidad Remota, RTU (Unidad Terminal Remota):** lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta. Dentro de esta parte podemos diferenciar entre tres dispositivos:
 - RTU especializados en comunicación.
 - Autómatas programables para las tareas generales de control.
 - Dispositivos electrónicos inteligentes, IED, para las tareas específicas de control.
- **Sistema de Comunicaciones:** se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo forman los transmisores, receptores y medios de comunicación.
- **Transductores:** son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica y viceversa. Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.



[Green Mamba](#) (CC BY-ND)

La RTU es un sistema que cuenta con un microprocesador e interfaces de entrada y salida, tanto analógicas como digitales, que permiten tomar la información del proceso provista por los dispositivos de instrumentación y control en una localidad remota y, utilizando técnicas de transmisión de datos, enviarla al sistema central.

Un sistema puede contener varios RTU, siendo capaz de captar un mensaje direccionado hacia él, respondiendo si es necesario, y esperar por un nuevo mensaje. La MTU, bajo un software de control, permite la adquisición de los datos a través de todas las RTU ubicadas remotamente y brinda la capacidad de ejecutar comandos de control remoto cuando es requerido por el operador.

Normalmente la MTU cuenta con equipos auxiliares como impresoras y memorias de almacenamiento, las cuales son también parte del conjunto MTU. En muchos casos la MTU debe enviar información a otros sistemas o computadoras. Estas conexiones pueden ser directas y dedicadas o pueden estar integradas dentro de una red LAN.

La conexión entre la RTU y los dispositivos de campo es realizada en la mayoría de las ocasiones mediante un conductor eléctrico. Usualmente, la RTU provee la potencia para los actuadores y sensores, y algunas veces éstos vienen con un equipo de soporte ante fallos en la alimentación de energía.

Los datos adquiridos por la MTU se presentan a través de una interfaz gráfica de forma comprensible y utilizable, y además esta información puede ser impresa en un informe.

1.3.- Arquitecturas.

¿Qué estructura presentan los sistemas SCADA? Vamos a ver cómo podemos conectar los distintos dispositivos para conseguir las funcionalidades que necesitamos de cara al control y supervisión del proceso industrial.

El desarrollo del ordenador personal ha permitido su implantación en todos los campos del conocimiento y a todos los niveles imaginables. Las primeras incursiones en el campo de la automatización localizaban todo el control en el ordenador y tendían progresivamente a la distribución del control en planta. De esta manera, el sistema queda dividido en tres bloques principales:

- **Software de adquisición de datos y control.**
- **Sistemas de adquisición y mando: sensores y actuadores.**
- **Sistema de interconexión: comunicaciones.**

Un sistema SCADA, a escala conceptual, está dividido en dos grandes bloques:

- **Captadores de datos:** recopilan los datos de los elementos de control del sistema (por ejemplo, autómatas, reguladores, registradores) y los procesan para su utilización. Son los servidores del sistema.
- **Utilizadores de datos:** los que utilizan la información recogida por los anteriores, como pueden ser las herramientas de análisis de datos o los operadores del sistema. Son los clientes.

Mediante los clientes los datos residentes en los servidores pueden evaluarse, permitiendo realizar las acciones oportunas para mantener las condiciones nominales del sistema. Mediante los denominados buses de campo, los controladores de proceso, generalmente autómatas programables o sistemas de regulación, envían la información a los servidores de datos, los cuales, a su vez, intercambian la información con niveles superiores del sistema automatizado a través de redes de comunicaciones LAN.

La comunicación entre los diferentes elementos del sistema SCADA se lleva a cabo a través de buses. Los buses especiales de comunicación proporcionan al operador la posibilidad de comunicarse con cualquier punto, local o remoto, de la planta en tiempo real. Gracias a los controladores suministrados por los diferentes fabricantes y a su compatibilidad con la mayoría de estándares de comunicación existentes, es posible establecer cualquier tipo de comunicación entre un servidor de datos y cualquier elemento de campo. El medio de transporte de la información puede ser por línea telefónica, cable coaxial, fibra óptica, radio, etc.

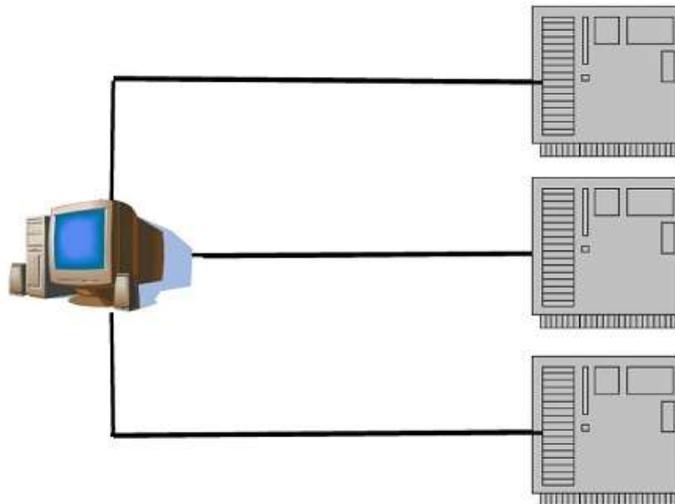


Punto a punto



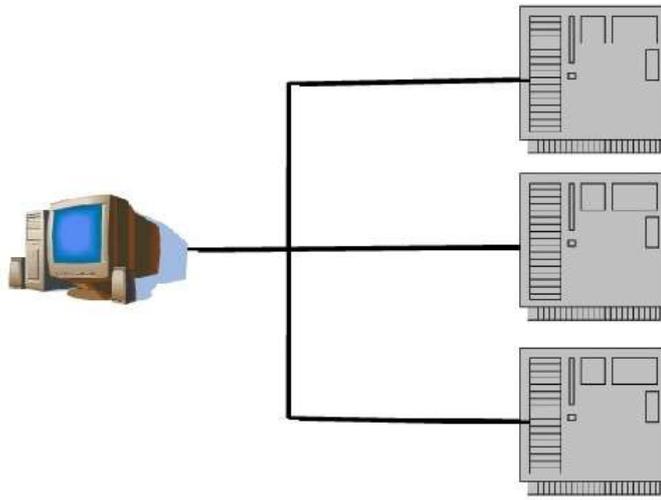
Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

Multipunto dedicado



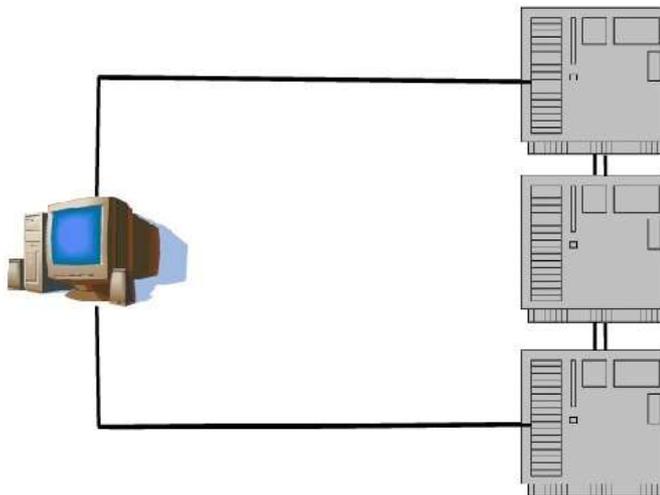
Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

Multipunto compartido en estrella



Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

Multipunto anillo



Licencia: [CC BY-NC-SA](#)

1 2 3 4

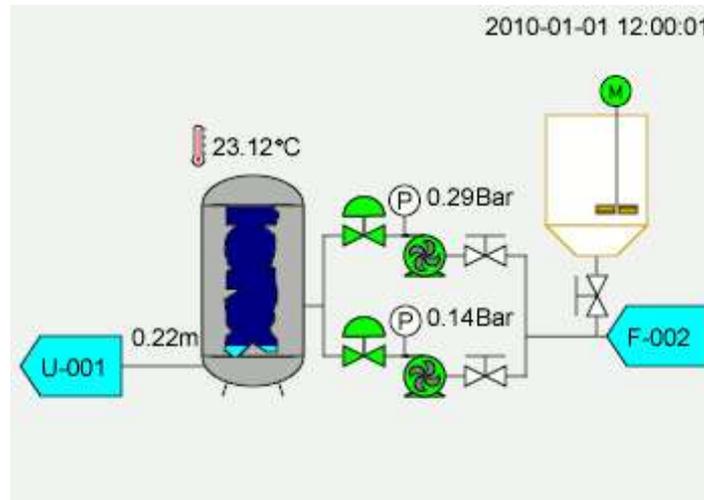
Las diversas combinaciones de los elementos que se comunican dan lugar a unas topologías determinadas:

- **Punto a punto:** la relación es del tipo maestro-esclavo. Un solo elemento remoto, RTU, está conectado al sistema de control MTU mediante una línea de comunicación.
- **Multipunto dedicado:** una variante del modelo anterior. Un solo sistema de control conectado a varias estaciones remotas mediante enlaces directos permanentes. Esta configuración es delicada, pues todo el tráfico de la red se centra en un solo punto, la Unidad Central, que debe poder gestionar todo el tráfico generado por el resto de elementos.
- **Multipunto compartido estrella:** tipo maestro-esclavo. Esta configuración en estrella utiliza un solo puerto de comunicaciones, realizándose el intercambio de datos por turnos. Esto es posible debido a que las estaciones remotas tienen identificadores únicos.
- **Multipunto compartido en bus:** similar al anterior, pero con estructura maestro-esclavo, multimaestro o cliente-servidor. Una o varias unidades centrales están conectadas a una o varias estaciones remotas mediante un medio común, un bus. El acceso es también por orden y está gestionado por el sistema maestro.
- **Multipunto compartido en anillo:** más robusta al proporcionar dos caminos para la información. En caso de fallo de un nodo el tráfico no se interrumpe.

Generalmente cualquier aplicación de cierta envergadura utiliza varios de estos métodos de forma simultánea, tanto en medios de transmisión como en topologías. Esto permite su implantación de forma más eficiente, adaptando los recursos técnicos al terreno y optimizando los costes. Por ejemplo, para grandes distancias se utiliza la comunicación por satélite, microondas o radio, cosa que no tendría sentido, económico al menos, para transmitir señales a pocos metros de distancia, caso en que es más indicado el cable.

1.4.- Sinópticos de proceso.

¿Qué son los sinópticos de proceso? ¿Qué utilidad tienen? Vamos a ver cómo podemos resumir toda la información del proceso industrial en una pantalla con gráficos que nos ayuden a comprender el estado del proceso.



[Ecava \(CC BY\)](#)

Un sinóptico de proceso es básicamente un gráfico que describe las etapas y principales elementos que comprende la fabricación de un producto u otro proceso. En este tipo de gráficos no hay una simbología única para representar los elementos. Hay diferentes normas según sectores, pero lo importante es hacer comprensible el contenido.

Las interfaces gráficas permiten la elaboración de pantallas de usuario con múltiples combinaciones de imágenes y textos, definiendo de esta manera las funciones de control y supervisión de planta. Gracias a las facilidades de programación con librerías de objetos es posible relacionar variables del sistema a objetos informáticos ya creados de forma muy sencilla. Por ejemplo, podemos visualizar el estado de una variable analógica mediante un visualizador en forma de barra, arrastrándolo desde la librería hasta la ventana que estamos diseñando. Una vez en la pantalla, será posible editarlo y asignarle la variable a observar.

Es posible realizar cambios de configuración en funcionamiento si tenemos los permisos adecuados. Por ejemplo, modificar la duración de una gráfica para ver unos datos que no se muestran en la pantalla en ese momento. Son las utilidades que permiten representar de forma cómoda la evolución de variables del sistema.

Las utilidades más generales son:

- Una carta puede tener los parámetros de representación ya definidos o pueden modificarse durante la ejecución de la aplicación en tiempo real.
- Es posible representar varios valores de forma simultánea en una misma carta. La limitación del número de valores suele ser debida a su correcta visualización en pantalla y a evitar saturar la pantalla del proceso con excesiva información.
- Representación en tiempo casi real de variables o recuperación de variables almacenadas.

- Visualización de valores.
- Desplazamiento a lo largo de todo el registro histórico.
- Ampliación y reducción de zonas concretas de una gráfica.

Con todo esto, lo que se pretende es tener resumida la información del estado del proceso en un gráfico, de fácil comprensión por parte de los operarios, que resalte el estado en el que se encuentra el proceso. Es fácil identificar el estado del proceso debido a que se suelen asignar diferentes colores a la representación de las variables de control en función de unos límites preestablecidos. Por lo tanto, si una variable se encuentra fuera de estos límites, su valor se representará en color rojo, para que sirva como alarma de que el proceso está saliendo fuera de los límites prefijados.

Autoevaluación

Los sinópticos de proceso representan el esquema de funcionamiento de la planta, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.
- Falso.

Efectivamente, es la misión de estos gráficos.

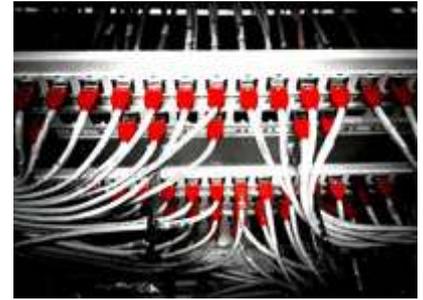
No estás en lo cierto. Revisa bien este apartado antes de continuar.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

1.5.- Adquisición de datos.

¿Cómo adquiere los datos el sistema SCADA? ¿Quién suministra al sistema la información necesaria para conocer el estado de la planta? Estamos viendo la arquitectura del sistema SCADA y los elementos que lo componen. Anteriormente hemos visto los sistemas de comunicación empleados actualmente para conectar diferentes equipos. Ahora es el momento de juntar ambos conceptos para asimilar el proceso de adquisición de datos por parte de los sistemas SCADA.



[twicepix](#). (CC BY-SA)

Como puedes suponer, la función de adquisición de datos es una de las funciones más importantes que realizan los sistemas SCADA. La información sobre el estado del proceso es suministrada por los sensores colocados en campo, que nos indican las medidas que se están realizando sobre las variables que afectan a nuestro proceso. Es necesario enviar toda esta información de los sensores de campo a las unidades encargadas de realizar el control del sistema.

Por todo lo expuesto, la adquisición de datos consiste en enviar los datos contenidos en las estaciones remotas, RTU a la unidad central, MTU.

Los primeros SCADA trabajaban de tal forma que la MTU tenía que estar preguntando cada cierto tiempo a las RTU para conocer los datos. Ninguna RTU enviaba información a la unidad central hasta que ésta preguntaba. Por este motivo, la MTU estaba encargada de controlar todas las comunicaciones. La RTU realizaba los pasos necesarios para recuperar la información de los instrumentos, procesarla y enviarla de forma adecuada a la unidad central.

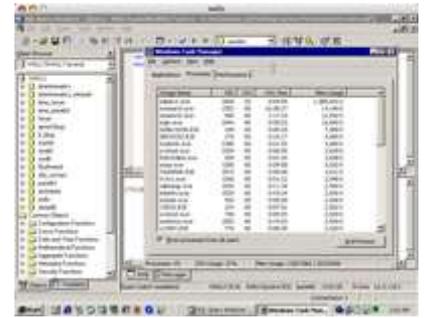
A medida que se ha ido añadiendo inteligencia a las RTU, se ha podido explorar de manera independiente las entradas de información, e incluso agrupar datos. Bajo estas condiciones, la MTU pregunta a las RTU acerca de los datos, y en caso de que estos no hayan cambiado, la RTU no envía ninguna información nueva, para que la MTU pase a preguntar a la RTU siguiente. De esta manera, es posible conseguir una reducción del tráfico de datos.

El último desarrollo consiste en que las RTU envíen la información directamente a la MTU, una vez que los datos han cambiado, y sin que la información sea pedida por la MTU. Para utilizar esta técnica, el protocolo de comunicaciones debe tener la capacidad de proporcionar las direcciones de destino del mensaje y de la fuente del mismo. Este sistema de envío de información implica que es posible que dos RTU envíen información de manera simultánea hacia la unidad central. El sistema SCADA está programado para que la información sea reenviada en caso de no recibir acuse de recibo.

1.6.- Bases de datos.

¿De qué manera podemos almacenar eficientemente los datos? A medida que aumenta el número de señales que es preciso controlar, el volumen de información que es necesario registrar es mucho mayor. Una de las piezas clave para que el sistema trabaje de manera correcta es el almacenamiento de los datos para poder tratarlos de manera adecuada.

Inicialmente los ordenadores estaban muy limitados en sus capacidades de almacenamiento de variables, tanto en cantidad como en tiempo. Desde el principio de la automatización se vio la necesidad y utilidad de poder disponer de datos almacenados sobre un sistema, de manera que se pudiera realizar cualquier tipo de análisis a posteriori como, por ejemplo, diagnósticos.



[pvera](#) (CC BY)

La aparición de las **bases de datos jerárquicas** permite ordenar los elementos por jerarquías, en las cuales un tipo de datos consiste en un subconjunto de otro tipo de datos más genérico. Por ejemplo, en una línea de producción hay un conjunto general de variables compuesto por los conjuntos de variables particulares de cada máquina. Este modelo está limitado en prestaciones si queremos acceder, por ejemplo, a variables pertenecientes a distintos grupos de datos situados en diferentes niveles del esquema de variables. Surgen entonces las bases de datos de red, capaces de interpretar las relaciones más complejas entre los diversos tipos de variables que aparecen.

El paso definitivo, que separa los programas de las estructuras de datos, se da con la aparición de las **bases de datos relacionales**. Este tipo de bases de datos permite reflejar estructuras de datos, independientemente del tipo de programas que accede a los datos o de la estructura de éstos. Una base de datos relacional no es más que un conjunto de tablas de datos que contienen campos que sirven de nexo de unión y que permiten establecer múltiples combinaciones mediante la utilización de estos nexos. Las combinaciones posibles son prácticamente ilimitadas, sólo hay que configurar el método de búsqueda o el tipo de datos que se quiere consultar y aplicarlo a los datos. La normalización y estandarización de las bases de datos disminuye las necesidades de espacio de almacenamiento y reduce los problemas asociados a las bases de datos redundantes.

Las limitaciones principales de las bases de datos industriales son:

- La cantidad de datos a almacenar en un período dado de tiempo. La velocidad de adquisición de datos resulta muy elevada para una base de datos relacional.
- El espacio necesario es considerable debido a la cantidad de información a almacenar.

Autoevaluación

Las bases de datos pueden ser relacionales o jerárquicas, ¿verdadero o falso?

- Verdadero.

Falso.

Efectivamente, son los dos tipos de bases de datos que existen.

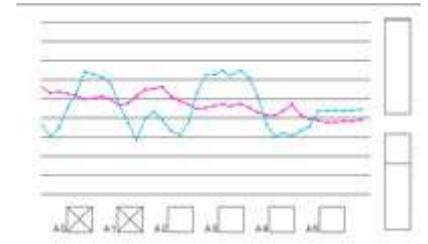
No estás en lo cierto. El enunciado es verdad.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

1.7.- Gráficos de proceso.

¿Qué son los gráficos de proceso? ¿Qué diferencias tienen con los sinópticos de proceso? Ya has visto los sinópticos de proceso que tratan de representar esquemáticamente la planta o el proceso industrial que se desea controlar. Sobre este gráfico de proceso se colocan los valores o indicaciones del estado de las variables.



[sjunnesson](#). (CC BY-SA)

Los gráficos de proceso representan la evolución de las variables en el tiempo. De esta manera, es posible observar cómo han evolucionado las señales que estamos controlando. Permite ver el impacto de las acciones de control tomadas sobre las variables medidas para conocer si estamos acercándonos al punto de funcionamiento deseado o alejándonos de él.

Los gráficos de proceso también se denominan histogramas.

En la figura siguiente se muestra una gráfica de tendencia histórica que representa una variable analógica. Además de la consabida representación de ejes X e Y, con valores de tiempo y magnitud respectivamente, podemos ver toda una serie de herramientas, más o menos generales, que nos permiten:

- Aumentar o disminuir una parte concreta del gráfico, tanto en el eje X como en el Y.
- Avanzar o retroceder a lo largo de toda la evolución de la variable.
- Cursores para ver el valor exacto de la variable en un momento determinado.
- Visualizar el valor actual de la variable si el registro se realiza en tiempo real.
- Exportar los datos de pantalla a una hoja de cálculo, por ejemplo.

La exportación de datos es una de las características más importantes, ya que de esta manera podremos realizar análisis adicionales si así lo deseamos. Mediante los cursores de la gráfica se delimita el fragmento de éste a exportar, así como la cantidad de puntos que se van a muestrear. A continuación se exporta a un archivo que puede ser adquirido mediante una hoja de cálculo y representado mediante una gráfica en la hoja de cálculo.

Los gráficos de proceso son una herramienta muy buena para conocer la evolución del proceso y si el control del mismo está siendo realizado correctamente.

Autoevaluación

Los gráficos de proceso representan:

- El funcionamiento del proceso.
- Lo mismo que los sinópticos.
- Las conexiones entre diferentes dispositivos.
- Complementan los sinópticos mostrando la evolución de las variables en el tiempo.

No es correcta porque los gráficos de proceso muestran la evolución de las variables en el tiempo.

Incorrecta, porque se utilizan para cosas distintas.

No es cierto. Este aspecto no se representa por los gráficos de proceso.

Estás en lo cierto.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

1.8.- Alarmas y averías.

¿Qué hacemos cuando las variables se encuentran fuera de los límites establecidos? ¿Qué sucede en el sistema SCADA si detectamos el funcionamiento anómalo de algún dispositivo? Mediante la gestión de las alarmas y de las averías vamos a poder colocar nuevamente al sistema en un punto óptimo de funcionamiento.

Las alarmas se basan en la vigilancia de los parámetros de las variables del sistema. Son los sucesos no deseables, porque su aparición puede dar lugar a problemas de funcionamiento.

Este tipo de sucesos requiere la atención de un operario para su solución antes de que se llegue a una situación crítica que detenga el proceso o que imposibilite seguir trabajando. El resto de situaciones normales, tales como puesta en marcha, paro, cambios de consignas de funcionamiento, consultas de datos, etc., serán los denominados eventos del sistema o sucesos. Los eventos no requieren de la atención del operador del sistema. Se registran de forma automática cuando ocurren en el sistema. También será posible guardar estos datos para su consulta a posteriori.

Las alarmas se suelen dividir según su influencia en el funcionamiento del sistema o máquina a controlar:

- **Prealarmas:** grupo dentro del cual se engloban todos aquellos sucesos susceptibles de generar problemas graves en el sistema a corto o medio plazo y que requieren atención por parte de los responsables de mantenimiento.
- **Alarmas de fin de ciclo:** no requieren un paro inmediato de la máquina. Se puede realizar toda la secuencia de trabajo hasta su finalización, momento en el cual la máquina se detiene y requiere atención de mantenimiento. Solucionado el problema, la orden de marcha reinicia el proceso.
- **Alarmas de paro:** son todas aquellas que requieren la detención inmediata de la máquina sin importar el punto en el que se halle el proceso. Tras un paro de este tipo el sistema debe retornar a sus condiciones iniciales de trabajo antes de poder dar marcha de nuevo.

Generalmente las variables de un sistema SCADA tienen asignados una serie de valores que definen su comportamiento dentro del sistema. Así, una variable que represente un valor de nivel de un líquido, arrastrará, por definición, datos tales como:

- Nivel muy alto: valor máximo.
- Nivel alto: valor alto, aviso.
- Nivel bajo: valor bajo, aviso.
- Nivel muy bajo: valor mínimo.
- Velocidad del cambio de nivel.

Las alarmas suelen estar centralizadas y clasificadas en grupos de alarmas para mejorar su gestión. De la misma manera, se les puede asignar una prioridad, de modo que si aparecen varias de forma simultánea, las más importantes aparecerán primero. También será posible presentar alarmas de diferente origen en una misma pantalla.



[amydh](#) (CC BY-NC)

La persona encargada del diseño del sistema de visualización, junto con los usuarios y los diseñadores de las máquinas a controlar, deberán decidir la categoría de cada alarma que se cree.

2.- Aplicaciones en plantas de tratamiento de aguas.

Caso práctico

Adrián y Tamara han asimilado una gran cantidad de nuevos conceptos con la realización de esta instalación. Son conscientes de que todos los sistemas eléctricos de potencia son telecontrolados desde salas de control centralizadas para llevar a cabo la operación y coordinación de todas las instalaciones. Ha llegado la hora de elegir un software que satisfaga sus necesidades.

¿Qué soluciones pueden dar los SCADA a las plantas de tratamiento de aguas? ¿Qué mejoras presentarán las instalaciones eléctricas si utilizamos SCADA?

Un sistema SCADA se puede configurar para controlar diversos equipos y monitorizar el agua a lo largo de todo el proceso de tratamiento. Las entradas y salidas analógicas y digitales de los PLCs se conectan a:

- Transductores de nivel que rastrean los niveles de agua en reservorios, embalses y tanques grandes.
- Transductores de presión en tuberías que miden la presión dentro de cada zona y aseguran que el agua se bombea y fluye de manera eficiente a medida que se entrega.
- Sensores de la calidad del agua en sus niveles de PH, oxígeno, turbidez, etc
- Medidores de flujo que miden cuántos litros de agua por minuto se están entregando.
- Convertidores de frecuencia que controlan la velocidad de los agitadores.
- Válvulas de soporte de presión, reductores de presión y otras que se abren y cierran progresivamente para ajustar la velocidad a la que fluye el agua.

El sistema SCADA permite:

- Monitorizar los diferentes parámetros, mejorando los costes operativos, el rendimiento y la fiabilidad del sistema.
- Las advertencias de alarma a menudo se pueden evitar, ya que un sistema SCADA indicará la naturaleza y el grado del problema.
- Dado que los datos se recopilan continuamente, los trabajadores no tienen que leer manualmente y registrar las lecturas de los medidores diariamente.
- Los trabajadores no tienen que hacer un seguimiento de cientos de hojas de registro, ya que cualquier información registrada en el sistema SCADA se puede descargar a conveniencia.
- Se puede acceder a los sistemas SCADA a distancia a través de una conexión a Internet en el ordenador de la oficina o el ordenador portátil, e incluso en un smartphone o tablet.

3.- Scada con TeslaScada

Caso práctico

Para implementar un Scada, se necesita un software que sea capaz de comunicar de forma sencilla, a través de los protocolos de comunicación mas usuales, como los de Siemens o Modbus, sin recurrir a otros programas que hagan de pasarela.

Adrián pregunta a **Tamara** si conoce alguno de estos programas. **Tamara** responde que ha oido hablar del TeslaSCADA, un programa que puede responder a sus necesidades.

Existen en el mercado varios programas para implementar Scadas, uno de ellos es el TeslaSCADA. Este programa es una solución SCADA y HMI para Mac OS, Windows, Linux, Android, utilizando la comunicación industrial más familiar: protocolos Modbus TCP, Siemens ISO / TCP, Ethernet / IP y OPC UA.

El programa TeslaSCADA para Windows se compone de dos subprogramas, uno de edición y otro de visualización. El programa de edición es el TeslaSCADA.IDE y el de visualización el TeslaSCADA_RUNTIME. En internet se pueden encontrar video-tutoriales y documentos PDF donde se explica la creación de proyectos con este programa.

Mediante este tutorial, se verá cómo se configura un Scada, para controlar la temperatura de una lámpara, con un sensor LM35, mediante un control PID. Préviamente se ha tenido que realizar el programa en el autómatas correspondiente. En este caso, un Siemens S7-300.

3.1.- Primeros pasos

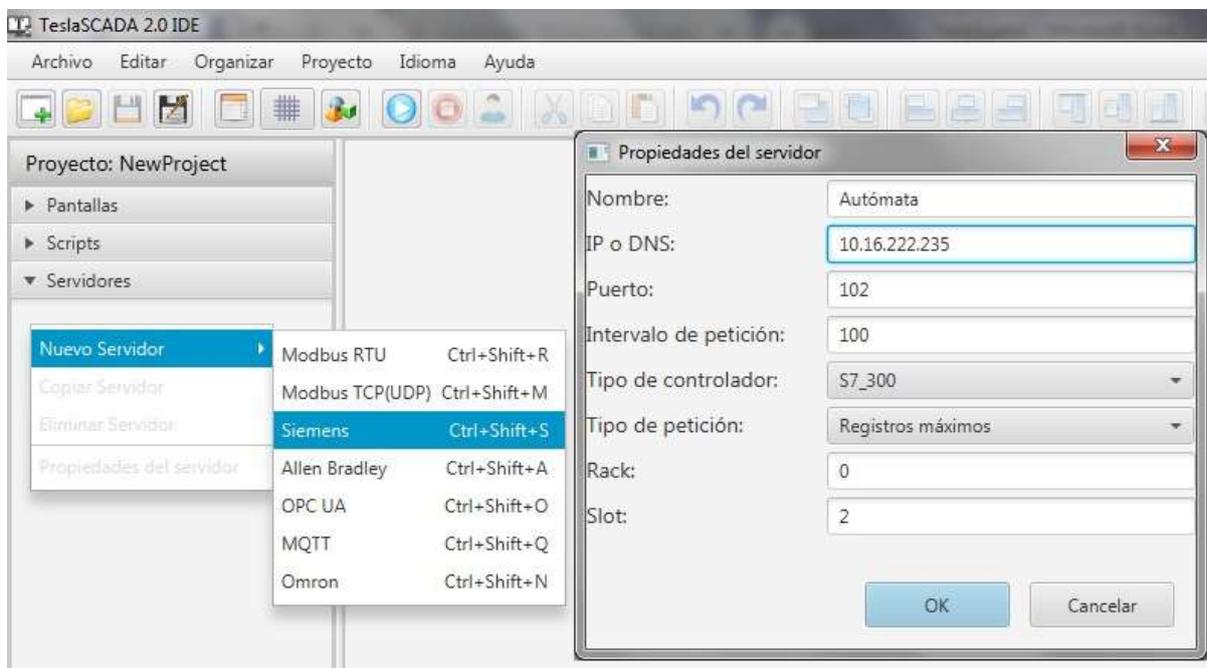
Los pasos a seguir serán:

1) Abrir el programa TeslaSCADA.IDE y crear un proyecto. Se pone el nombre del proyecto, al autor, el intervalo de refresco de los datos y las dimensiones de las pantallas. Este tamaño se podrá ajustar posteriormente en cada pantalla.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

2) Definir el servidor, que será el autómatas al que nos vamos a conectar, de la siguiente forma:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

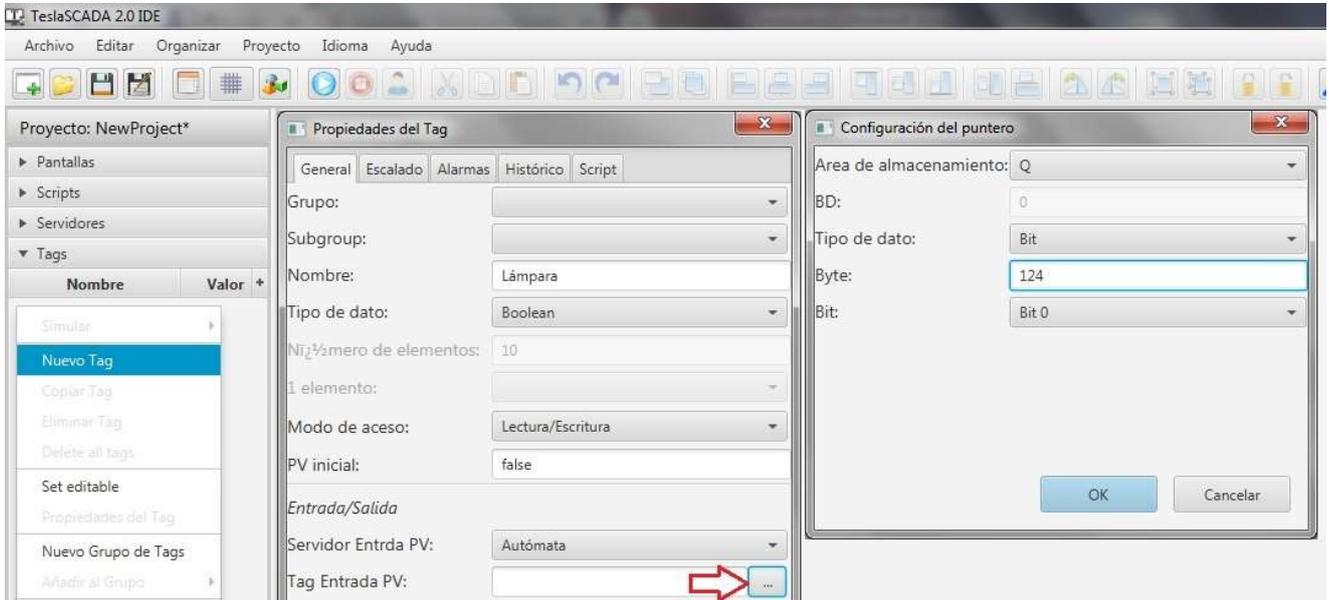
Se debe poner la dirección IP del autómatas con el que nos vamos a conectar, el tipo de controlador, el Rack 0 y el Slot 2. El Rack es el bastidor donde está el autómatas y el Slot el lugar que ocupa la CPU dentro del bastidor. El 1 está ocupado por la fuente de alimentación.

3) Creación de las variables con las que nos vamos a comunicar con el autómatas.

Dando al botón derecho en una celda vacía creamos la variable.

- Una variable Boolean es tipo bit (M0.7, I124.2, Q125.1)
- Una Short es tipo Word (MW10, QW125, IW124)
- Una variable Int (32) es tipo DWord , para números enteros (MD10, ...)
- Una variable Float es para números reales (MD20, ...)

Si es tipo Boolean, le tenemos que decir si es entrada (I), salida (Q) o marca (M), la dirección del Byte y el número de Bit dentro del Byte.



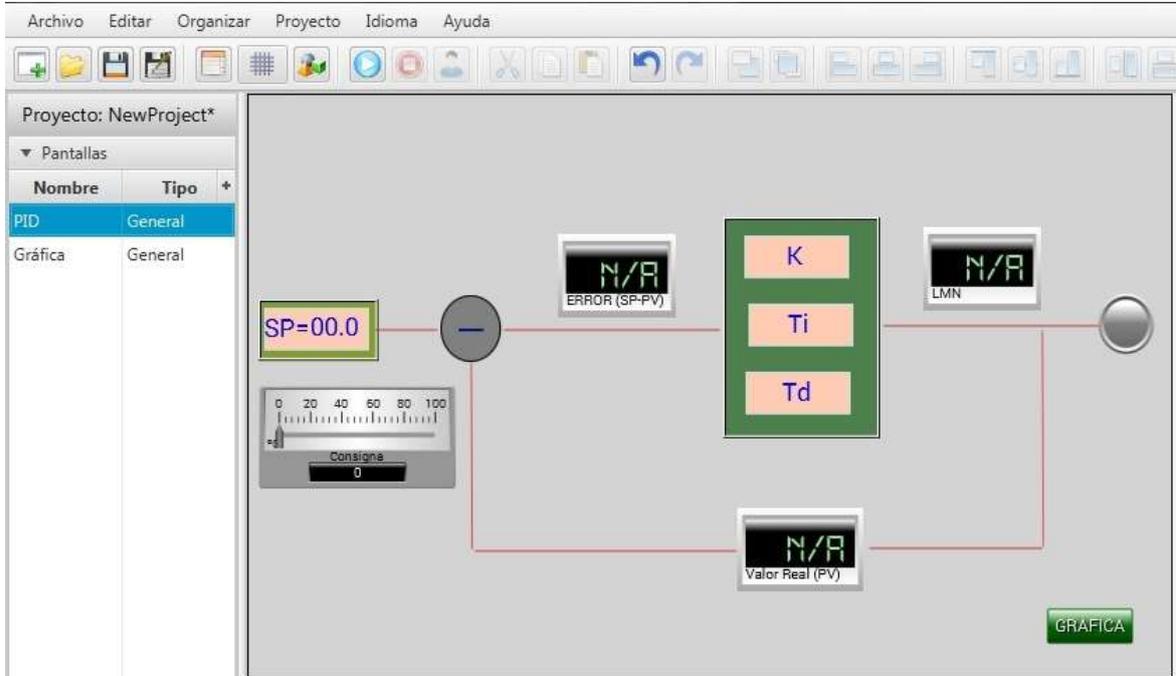
Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Las variables que se han de crear serán:

Nombre	Tipo de dato	Modo de acceso	Dirección
Lámpara	Boolean	Sólo lectura	Q124.0
Consigna (SP)	Float(32Bit)	Lectura/escritura	DB1.DBD34
Valor real (PV)	Float(32Bit)	Sólo lectura	DB1.DBD0
Salida (LMN)	Float(32Bit)	Sólo lectura	DB1.DBD18
Error (E)	Float(32Bit)	Sólo lectura	DB1.DBD92
K	Float(32Bit)	Lectura/escritura	DB1.DBD166
Ti	Float(32Bit)	Lectura/escritura	DB1.DBD170
Td	Float(32Bit)	Lectura/escritura	DB1.DBD174

3.2.- Pantalla control PID

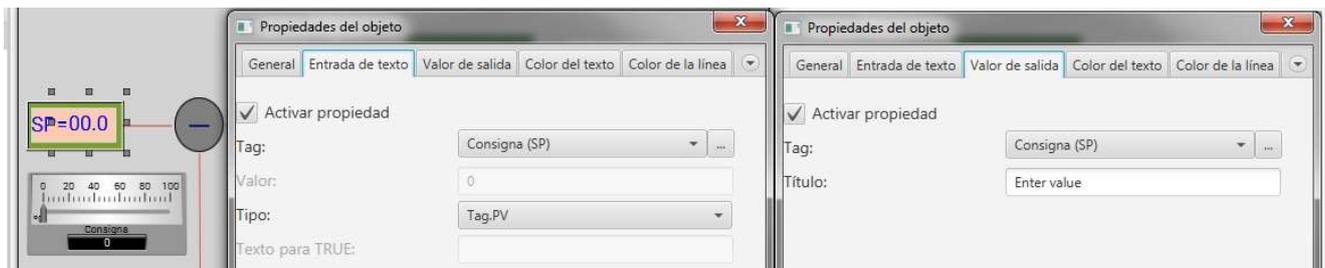
4) Dando al botón derecho del ratón en la ventana de pantallas, se crearán dos pantallas, una llamada PID y otra llamada gráfica. La pantalla PID contendrá los elementos de la figura:



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Los diferentes elementos se sacan de la biblioteca de símbolos, dando al botón derecho del ratón.. El control $SP=00.0$ se crea a partir de un objeto simple, tipo texto y se compone de dos partes, una $SP=$ que no tiene que variar en ningún momento, con lo que no se enlaza con ninguna variable y otra 00.0 que tiene que poder variar al meter un valor de consigna, pinchando en el elemento en sí o mediante el Slider de abajo. Para que se pueda modificar el valor, hay que enlazar el objeto 00.0 con la variable correspondiente, en este caso la consigna (SP). Mediante la pestaña **Entrada de texto**, se podrán leer valores y mediante la pestaña **Valor de salida**, se podrán meter.

El control se decora con un recuadro y con un marco, que se hacen a partir de la biblioteca de objetos simples.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El Slider está en la parte de controles de la librería. Este control debe enlazarse con la variable Consigna.

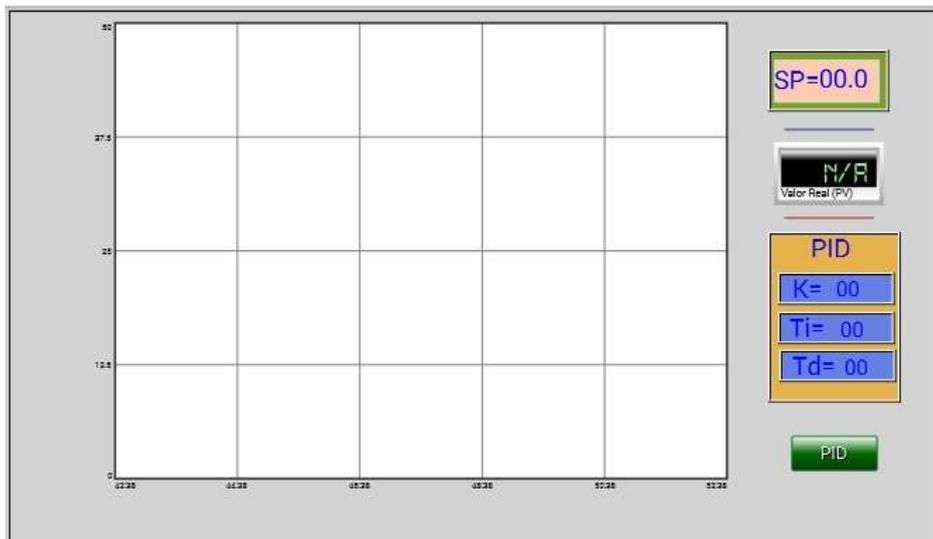
El piloto que indica la lámpara se saca de las luces/indicadores, y debe cambiar de color cuando se active el bit correspondiente a la variable lámpara.

Los indicadores como el error, valor real y LMN, se sacan de los medidores digitales. Se deben enlazar con las variables correspondientes, a través de la pestaña **Entrada de texto**. Si se quieren ver decimales, se pondrá el número de ellos que se deseen ver.

En la parte derecha y abajo, se coloca un botón llamado gráfica, que servirá para cambiar de pantalla cuando se pulse. Para ello, en las **propiedades del objeto**, en **control**, se deberá **activar la propiedad** y en **función** elegir **mostrar pantalla** y en pantalla, elegir **Gráfica**.

3.3.- Pantalla gráfica

5) La pantalla gráfica, contendrá un visualizador gráfico que nos permita ver la evolución del proceso, puede ser como la de la figura:



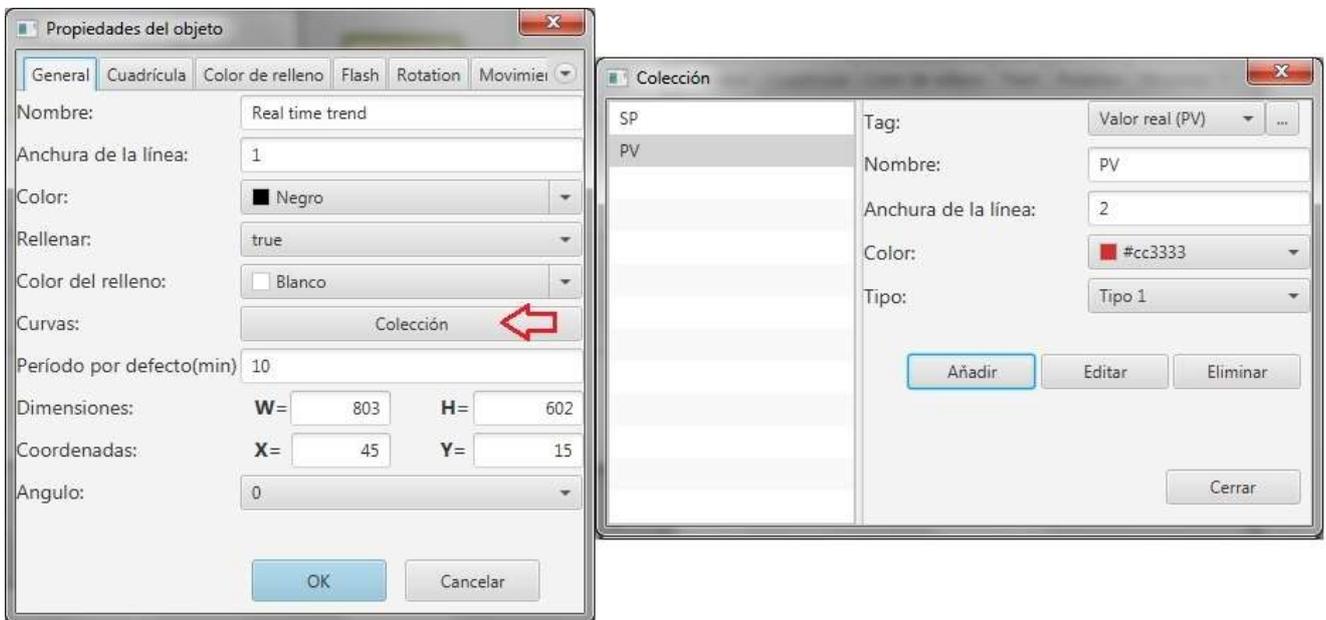
Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Si se desea ver la evolución de las variables Consigna y Valor real, se deberá activar el histórico en la tag correspondiente.



Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Se elegirá una gráfica de tiempo real en la biblioteca y en sus propiedades se deberán seleccionar las variables que se quieran ver, con los colores y grosor de línea que se quiera, tal como se muestra en la figura.

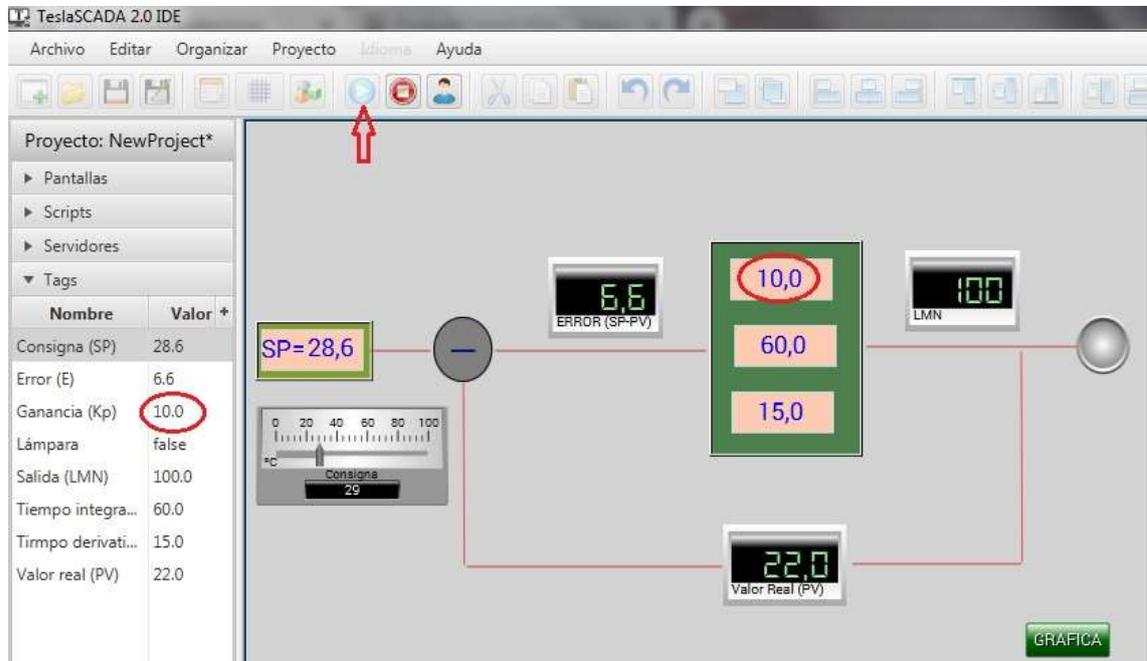


Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El resto de controles e indicadores sirven para poderlos ver y controlar desde esta página.

3.4.-Comprobaciones

6) Se puede comprobar, a través del programa de edición, si se enlazan las variables, para ello se activa el icono de **Ejecutar simulación** y se comprueba su funcionamiento cambiando valores en las variables correspondientes.



The screenshot shows the TeslaSCADA 2.0 IDE interface. On the left, there is a project tree and a table of variables. The table has two columns: 'Nombre' and 'Valor'. The values are: Consigna (SP) 28.6, Error (E) 6.6, Ganancia (Kp) 10.0, Lámpara false, Salida (LMN) 100.0, Tiempo integra... 60.0, Tiempo derivati... 15.0, and Valor real (PV) 22.0. The value 10.0 for Ganancia (Kp) is circled in red. In the main workspace, there is a control panel with a setpoint (SP) of 28.6, an error (E) of 6.6, a gain (Kp) of 10.0, and a real value (PV) of 22.0. A red arrow points to the 'Ejecutar simulación' icon in the toolbar.

Nombre	Valor
Consigna (SP)	28.6
Error (E)	6.6
Ganancia (Kp)	10.0
Lámpara	false
Salida (LMN)	100.0
Tiempo integra...	60.0
Tiempo derivati...	15.0
Valor real (PV)	22.0

Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Para que funcione con el autómata, se debe guardar el programa y ejecutarlo con el TeslaSCADA Runtime. Lógicamente, el autómata deberá estar conectado y en modo Run, para que funcione el Scada.