

1 SCADA NT3S

1.1 Objetivos

El objetivo de esta práctica es conocer el funcionamiento a pequeña escala de un SCADA y su interacción con las comunicaciones, basadas en este caso en bus MODBUS.

Un SCADA es un paquete informático que permite el control y la supervisión remota de una planta. A través del SCADA el operador es informado del estado de la planta, mediante representaciones sinópticas, formadas por iconos que cambian de valor en función de la información recibida de la planta. También a través de dichas pantallas el operador puede mandar órdenes a la planta.

En función del tamaño del sistema a controlar, el SCADA se puede repartir entre varios ordenadores y equipos de comunicaciones (son los puestos centrales de operación; ejemplo: despacho de REE en Madrid) o estar todo contenido en un mismo equipo. En el caso del laboratorio se va utilizar una pequeña pantalla de la casa OMRON que lleva integrado un SCADA:



Aún siendo un equipo pequeño lleva todos los elementos fundamentales de un SCADA. Estos elementos son:

- Una herramienta para dibujar los sinópticos o pantallas del SCADA.
- Una herramienta para configurar las comunicaciones. De esta forma la pantalla se puede comunicar con equipos con diferentes protocolos. En nuestro caso el protocolo utilizado es MODBUS. Desde el punto de vista de las comunicaciones, el SCADA tiene un papel muy importante porque actúa generalmente como maestro de las comunicaciones.
- Una herramienta para asignar los datos capturados a través del bus de comunicaciones a los iconos dinámicos dibujados en las pantallas. Las tres herramientas anteriores no residen en la pantalla sino en el ordenador con el que se programa la pantalla.
- Un núcleo de SCADA, que está continuamente comunicando con los equipos de remotos, para obtener el estado de la planta y representarlo en pantalla a través de los iconos dinámicos. De igual forma, si el operador introduce datos en la pantalla, el SCADA los transmite a campo. En el caso de la pantalla de OMRON, el SCADA está actuando como maestro del bus MODBUS.
- Respecto de un SCADA real, sólo falta la capacidad de registrar todos los datos que llegan de la planta y que se envía a la planta. Esta funcionalidad recibe el nombre de histórico.

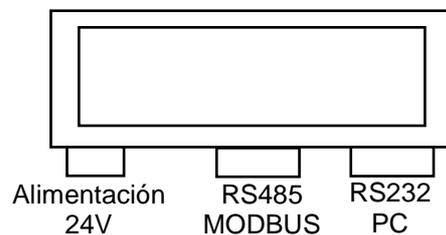
El siguiente ejemplo muestra la pantalla supervisando una máquina (foto cortesía de OMRON):



1.2 Descripción de la pantalla

Características de la pantalla:

- Display de 4.1" y resolución 192x64 pixels.
- Alimentación de 24 voltios.
- 2 puertos de comunicación serie que pueden funcionar tanto como RS232 como RS485. Según muestra la figura, el puerto situado más a la derecha se utilizará para programar la pantalla desde el PC. El otro se utilizará para conectar la pantalla a una red MODBUS.



1.3 Configuración de la pantalla como esclavo

En este apartado el alumno aprenderá a configurar un sistema miniscada basado en la pantalla NT3S-ST121 de OMRON. Las labores a realizar son las típicas en un scada: 1 configuración de hardware; 2 configuración de comunicaciones; 3 definición de etiquetas; 4 definición de pantallas o sinópticos. Para simplificar, inicialmente la pantalla va a funcionar como esclavo de un bus MODBUS.

La pantalla tiene dos posibilidades de trabajo, como maestro y como esclavo de una red MODBUS. Primero se comprobará el funcionamiento de la pantalla como esclavo. El PC, a través del conversor RS232-485, actuará como maestro del bus RS485 siguiendo el protocolo MODBUS.

1.3.1 Conexión de la pantalla

El objetivo de este apartado es familiarizar al alumno con la pantalla desde el punto de vista de conexión. El primer paso en cualquier sistema es la conexión de la alimentación y de las

comunicaciones. Una vez alimentado correctamente el sistema debe indicar mediante algún mecanismo que está “vivo” (leds que se encienden, pantalla con mensaje, etc.).

Realice las siguientes conexiones:

- Conecte la pantalla (puesto RS232PC) al ordenador (COM3) mediante el cable de PC-NT3S.
- Conecte la pantalla (puerto RS485MODBUS) al convertidor RS485/232 mediante el cable NT3S-RS485. Conecte la RS232 del convertidor al ordenador (COM4).
- Conecte la alimentación de la pantalla a 24V (Bastidor del autómatas programable).

Una vez alimentada la pantalla correctamente, la pantalla se arrancará y presentará uno de los dos siguientes mensajes:

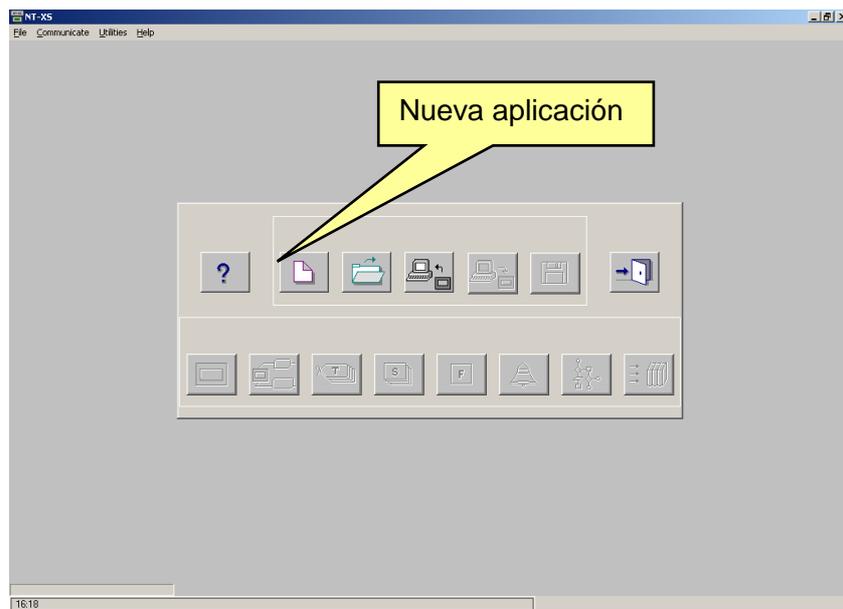
- No firmware para indicar que es la primera vez que se utiliza.
- La pantalla que haya diseñado el último alumno que la haya utilizado.

1.3.2 Arranque del programa de configuración

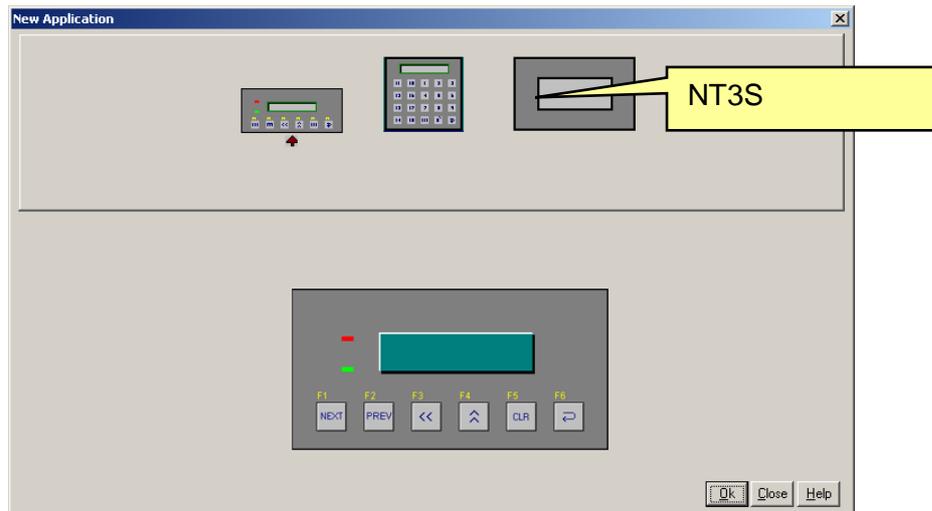
En cualquier SCADA nos encontramos dos partes muy diferentes: configuración y control/supervisión con la configuración establecida. En este apartado y en los siguientes se va a utilizar la parte de configuración. Ésta se realiza a través de un software residente en el PC, que comunica con la pantalla. En otros sistemas, configuración y control/supervisión pueden estar en la misma máquina. En este apartado se aprenderá a arrancar el software de configuración en el PC para la pantalla de OMRON. También se presentará las opciones más importantes del software.

Pasos a seguir:

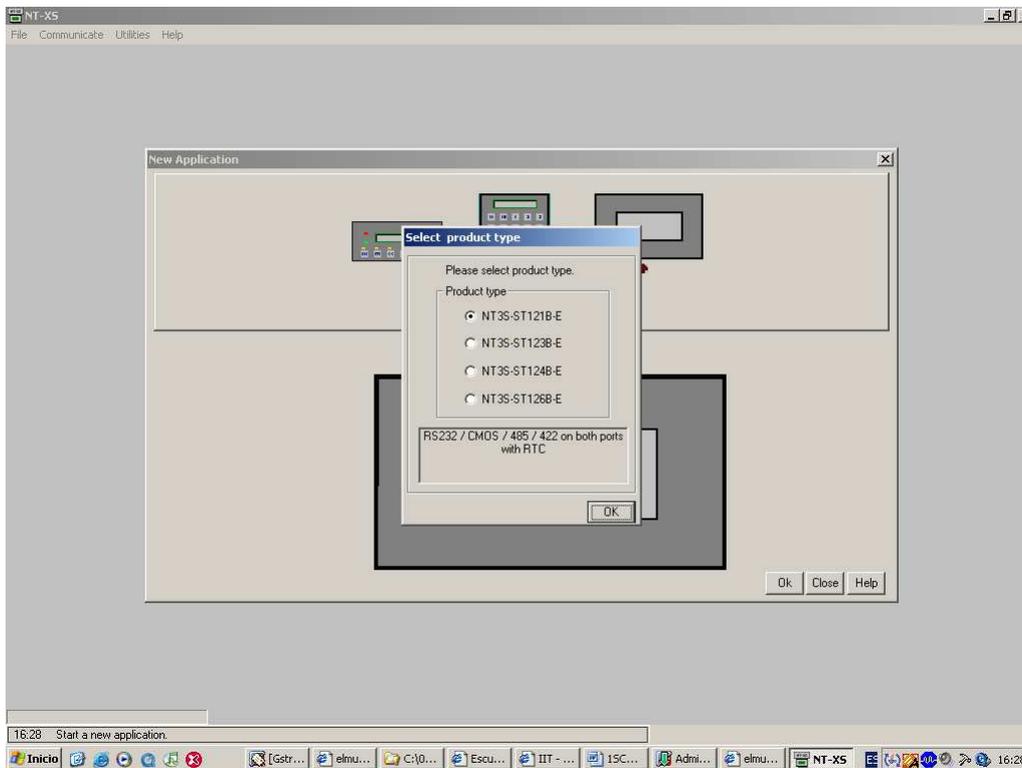
1. Seleccione Inicio->Programas->NT-XS V1.02->NT-XS V1.02. Arrancará la pantalla de administración del programa:
2. Seleccione Nueva aplicación.



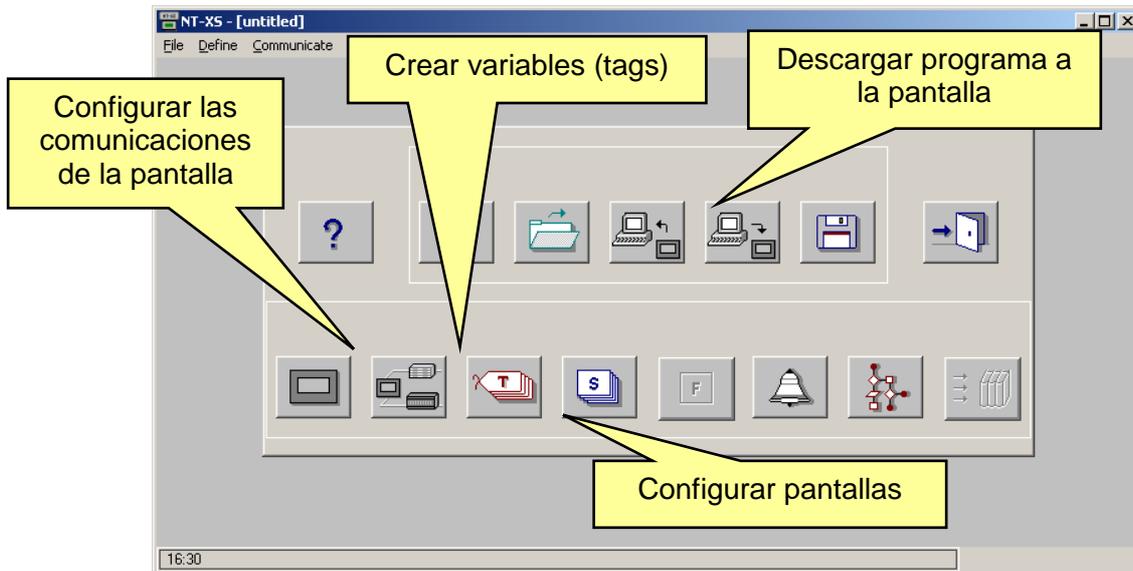
3. En la siguiente pantalla seleccione el NT3 pinchando directamente sobre él y pulsando OK.



4. En la siguiente pantalla que aparece seleccione el primer modelo si no está seleccionado y pulse OK.



5. Aparecerá la pantalla general con los menús activados tal como muestra la figura.



Las operaciones más importantes que se pueden realizar en esta pantalla son:

- Configurar las comunicaciones
- Crear variables (tags).
- Crear y configurar pantallas de aplicación.
- Descargar programa sobre la pantalla.

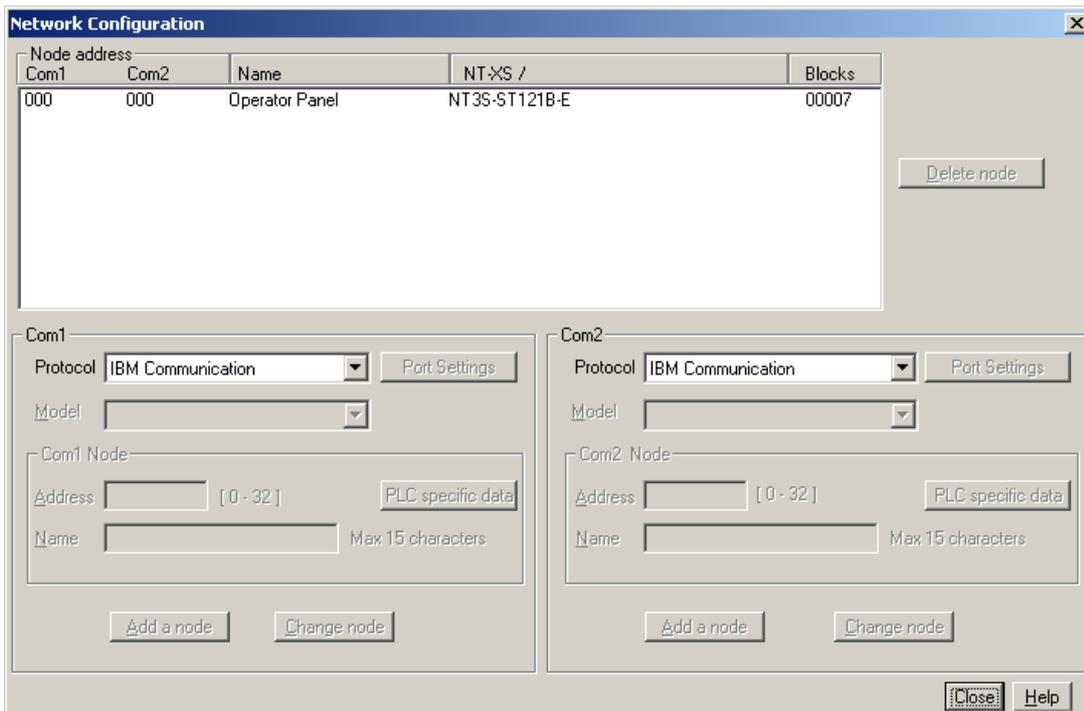
En los siguientes apartados se describen los pasos a realizar según estas opciones.

1.3.3 Configurar comunicaciones

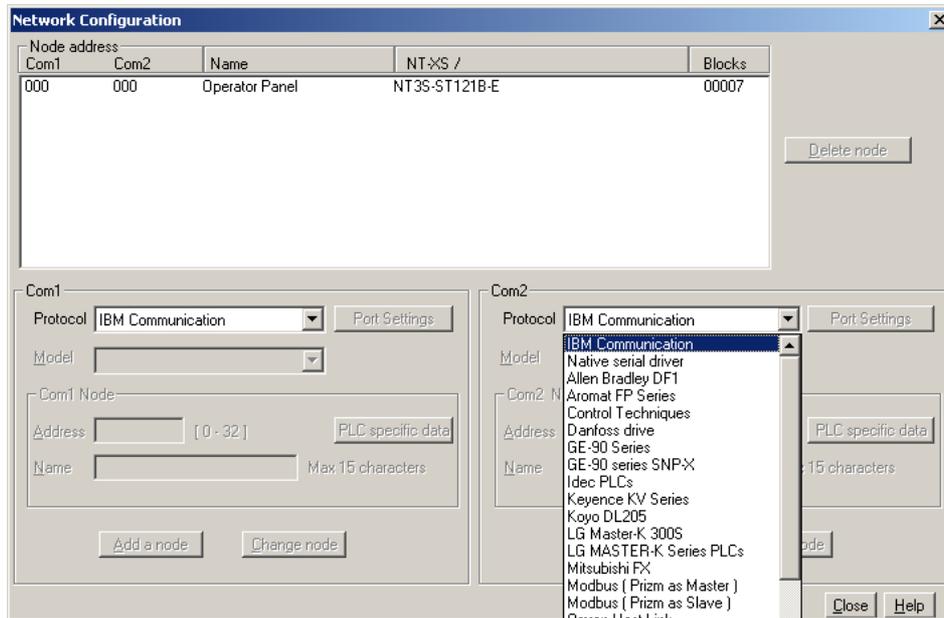
En este apartado se configura el rol que van a tener los dos puertos de comunicación de la pantalla. El puerto 1 (COM1) sólo se va a utilizar para programación y, por tanto, se dejará en sus valores por defecto. El puerto 2 se va a utilizar como puerto RS485 de una red MODBUS donde dicho puerto tiene la dirección 1. No se debe confundir puertos COM1 y COM2 de la pantalla táctil con los puertos COM1,... del ordenador.

Realice los siguientes pasos:

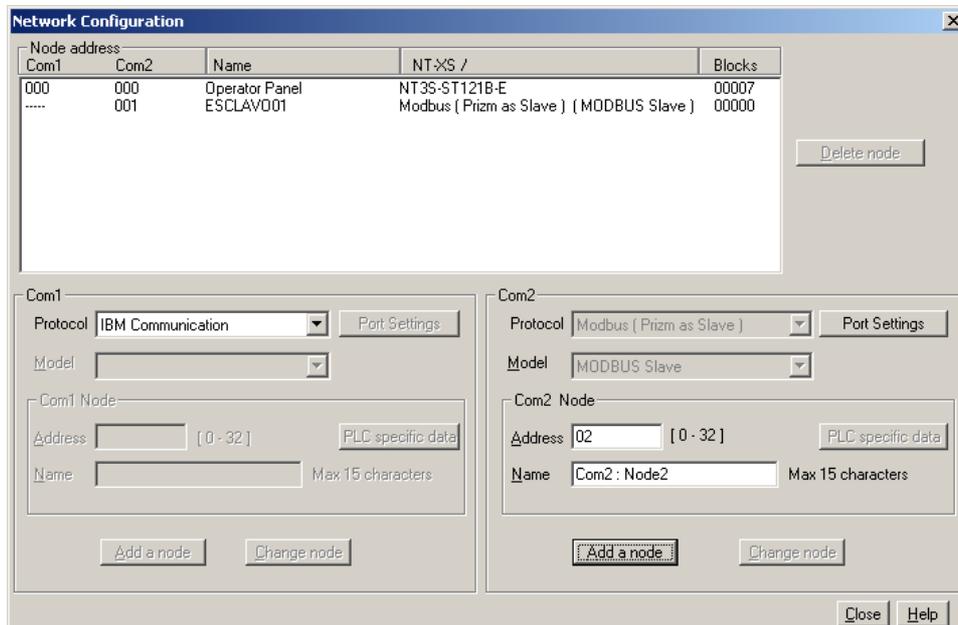
1. Pulse sobre la opción Network configuration. Aparecerá el siguiente menú:



2. Sobre dicho menú ya aparece configurada las comunicaciones del puerto 1 como operador. Seleccione en la lista desplegable del COM2, la opción Modbus (Priz as Slave).



3. Sobre dicho menú configure el nombre para las comunicaciones del COM2 como ESCLAVO01. Pulse en ADD NODE y compruebe que se ha actualizado la zona superior de la pantalla tal como muestra la siguiente figura.



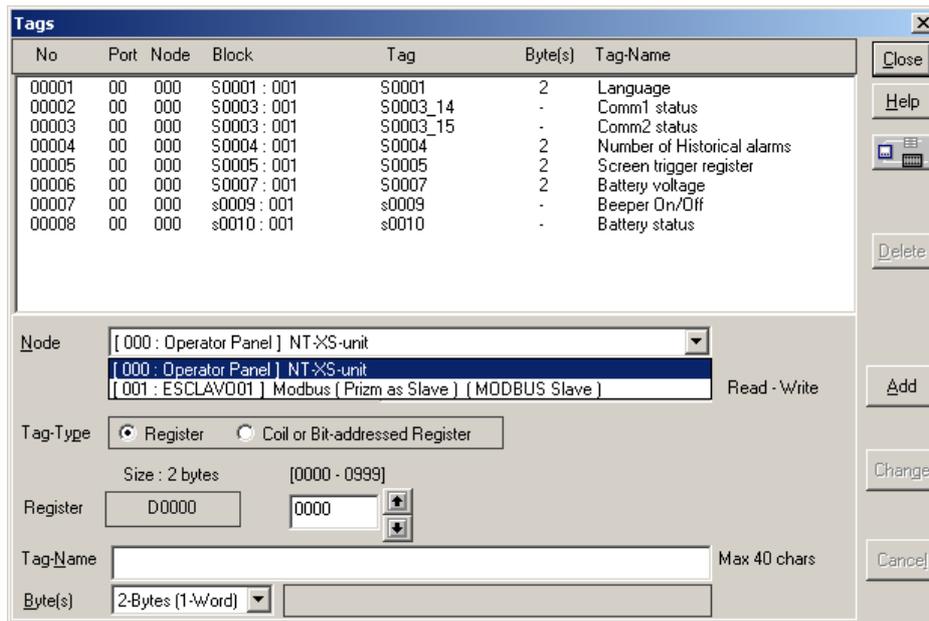
4. Pulse en PORT SETTINGS para comprobar que el bus está configurador como 9600, EVEN, 8, 1.
5. Pulse en CLOSE para cerrar el menú.

1.3.4 Crear variables

El siguiente paso es configurar las variables que va a manejar el SCADA. Estas variables suelen recibir el nombre de tags. La variable está ligada a las comunicaciones y a las pantallas con los sinópticos. Desde el punto de vista de comunicaciones, la variable almacena los valores recibidos por las comunicaciones, o es el lugar donde el gestor de comunicaciones busca los valores a enviar a través de las comunicaciones. Por otro lado, es el lugar donde el gestor encargado de pintar en pantalla busca los valores con los cuales animar los iconos (ejemplo: dibujar una bombilla como encendida o apagada en función del valor que tenga la variable, 0-OFF, 1-ON). También es el lugar donde el gestor de control de pantalla deja el valor asignado a los botones cuando se pulsan o dejan de pulsar.

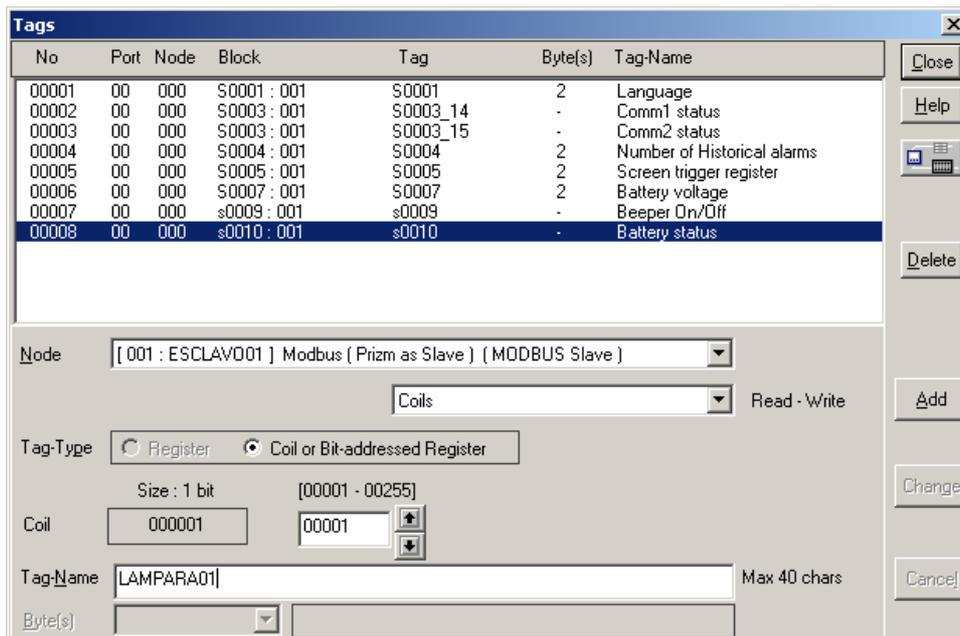
Pasos a seguir:

1. Pulse sobre la opción TAGS para activar el menú de creación de variables.

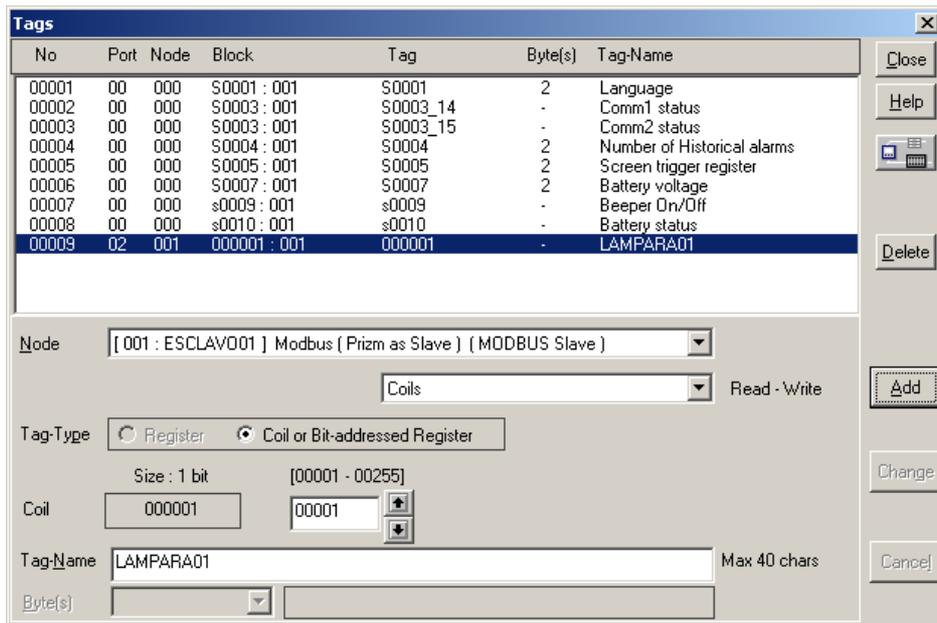


2. Sobre el menú que aparece cambie el nodo a ESCLAVO01.

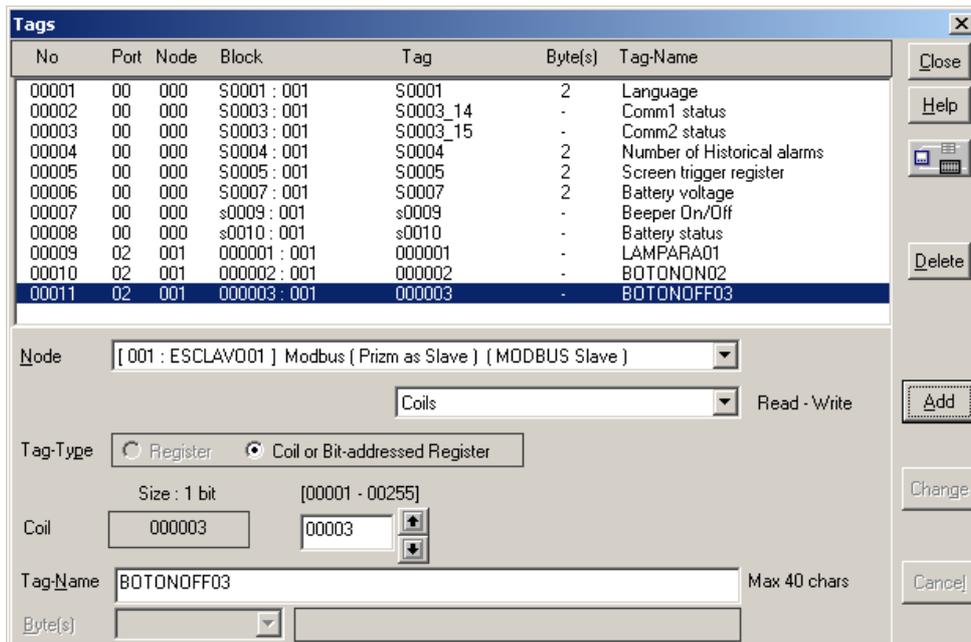
3. Con la opción COIL activa, escriba en TAG-NAME: LAMPARA01 (no cambie la dirección).



4. A continuación pulse sobre ADD. En el menú superior aparecerá la nueva variable o etiqueta.



5. Repita la misma operación para introducir BOTONON02 y BOTONOFF03. BOTONON02 y BOTONOFF03 tendrán las direcciones 2 y 3 respectivamente. El resultado será el siguiente:



6. Pulse CLOSE para cerrar la pantalla.

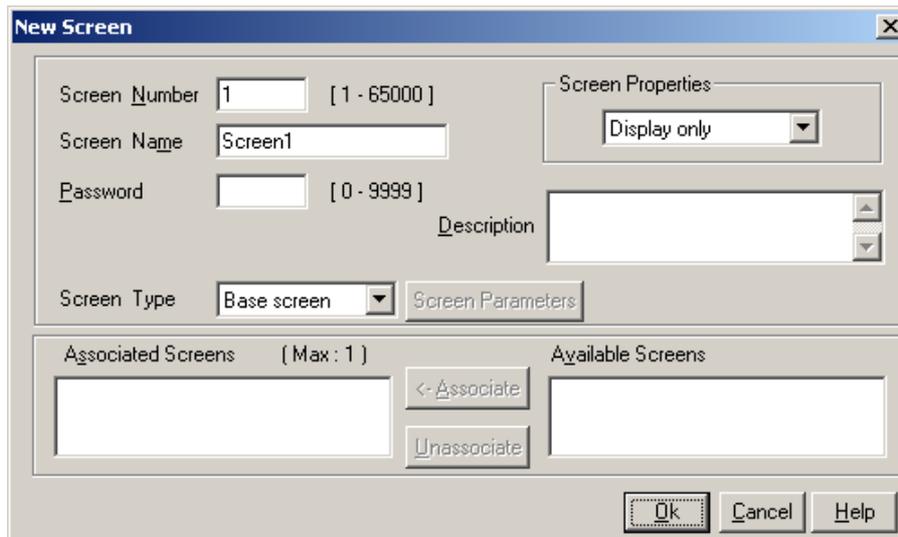
Desde el punto de vista de las comunicaciones, la pantalla es vista como tres variables tipo bobina (COIL) cuyas direcciones son: 0, 1 y 2. A la dirección que pone el software hay que restarle 1 para obtener la dirección real MODBUS (un "fallo" del sistema de configuración). Por el nombre que se ha dado a estas tres variables, la primera está en relación con una lámpara o piloto, y las otras dos están en relación con dos botones. Visto desde la pantalla, LAMPARA01 es considerada como una variable de entrada, y BOTONON02 y BOTONOFF03, como variable de salida.

1.3.5 Crear y configurar pantalla de aplicación

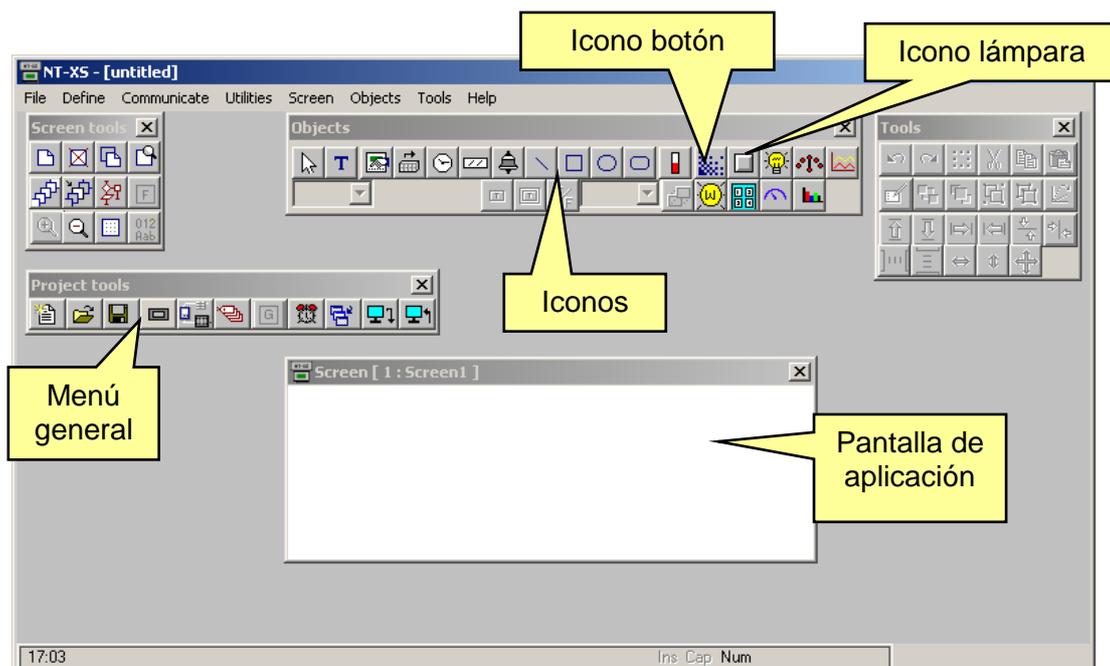
El siguiente paso es definir los iconos que van a aparecer en la pantalla y qué función va a realizar cada icono. Primero se pinta el icono, segundo se relaciona con una variable, y tercero se le asigna una acción si es necesario.

Pasos a seguir:

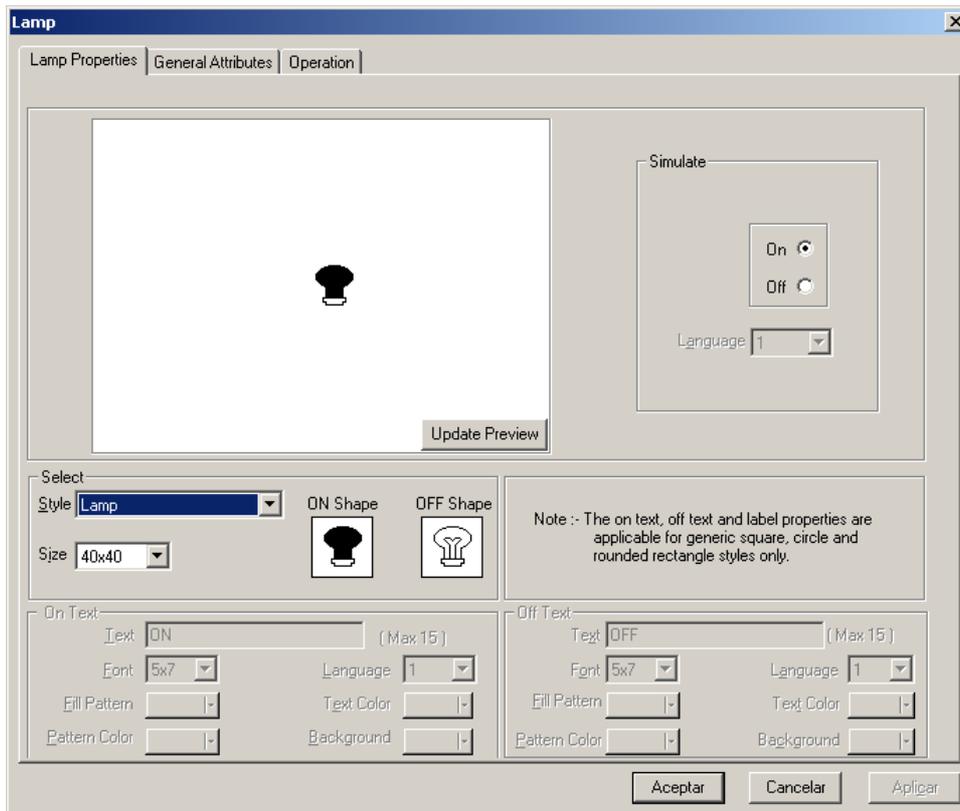
1. Pulse sobre la opción SCREENS del menú general. Aparecerá la siguiente pantalla. Pulse OK.



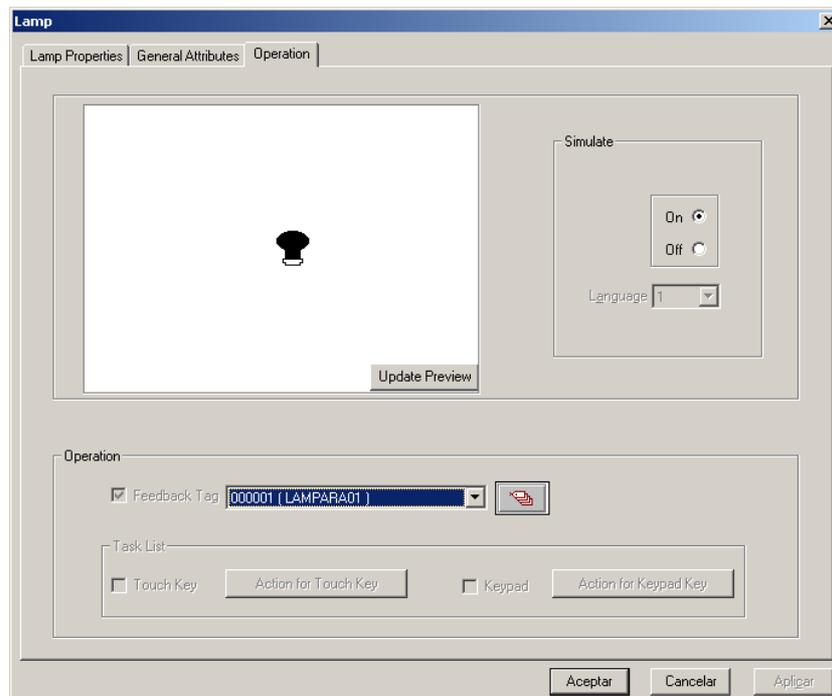
2. Aparecerá el siguiente menú para configurar una pantalla de aplicación. Sobre la figura se señalan las funciones más importantes.



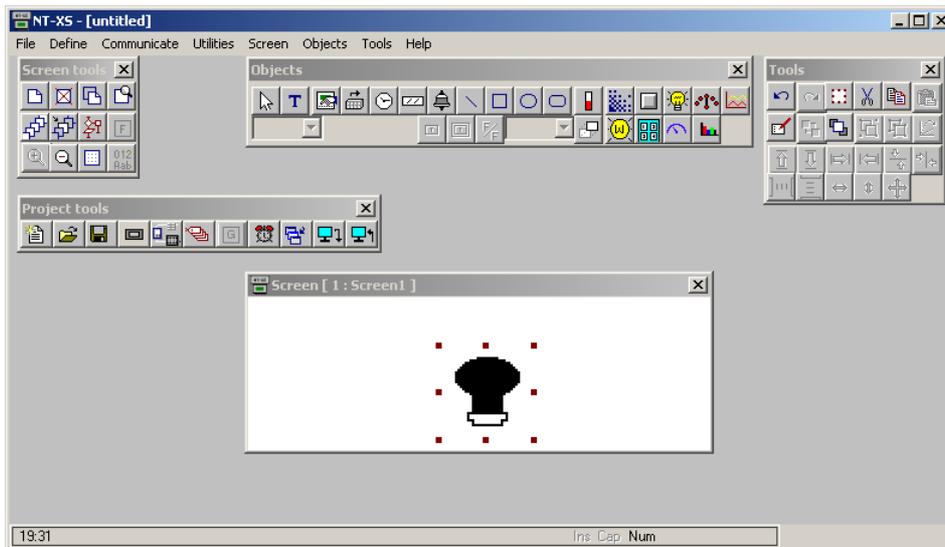
3. Seleccione el icono lámpara y sitúese sobre la pantalla de aplicación. Vuelva a pinchar con el botón derecho del ratón y aparece el siguiente menú para configuración del icono.



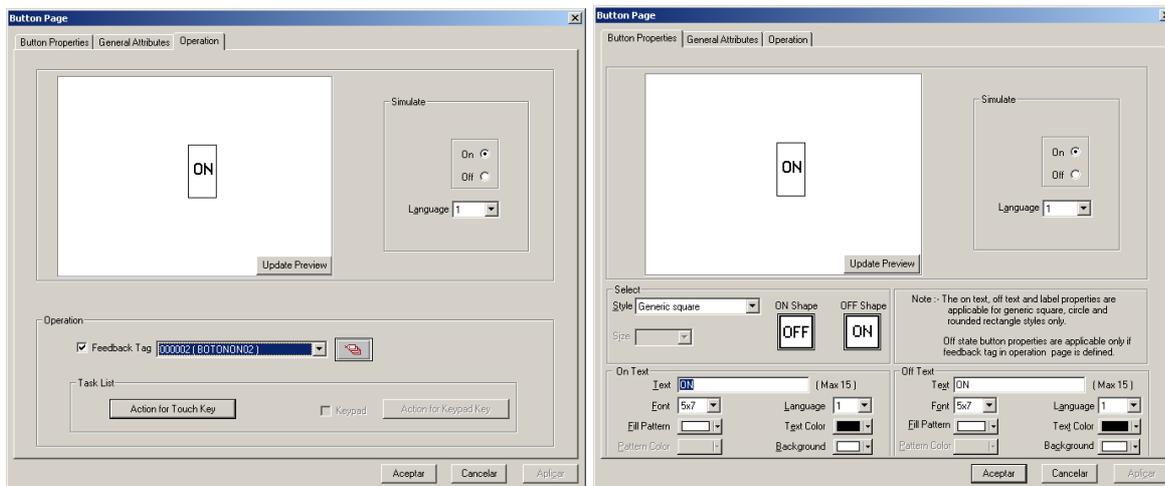
4. En la pestaña LAMP PROPERTIES, en el menú SELECT-STYLE seleccione la opción LAMP
5. En la pestaña OPERATION seleccione en el menú OPERATION la etiqueta LAMPARA01 tal como muestra la figura.



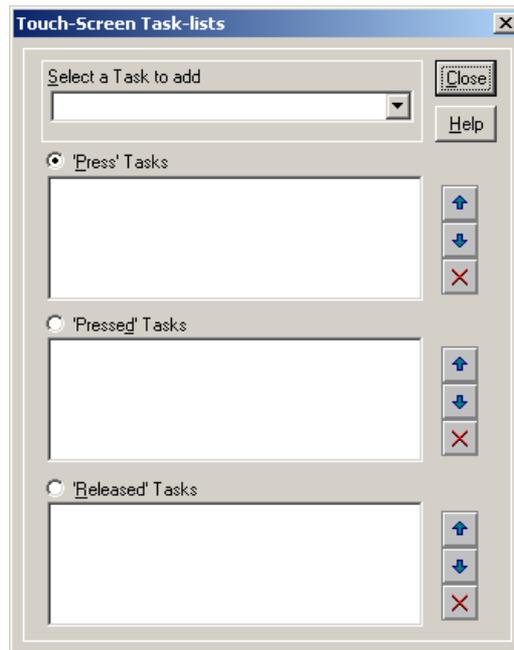
6. Pulse ACEPTAR y aparecerá la lámpara incorporada a la pantalla.



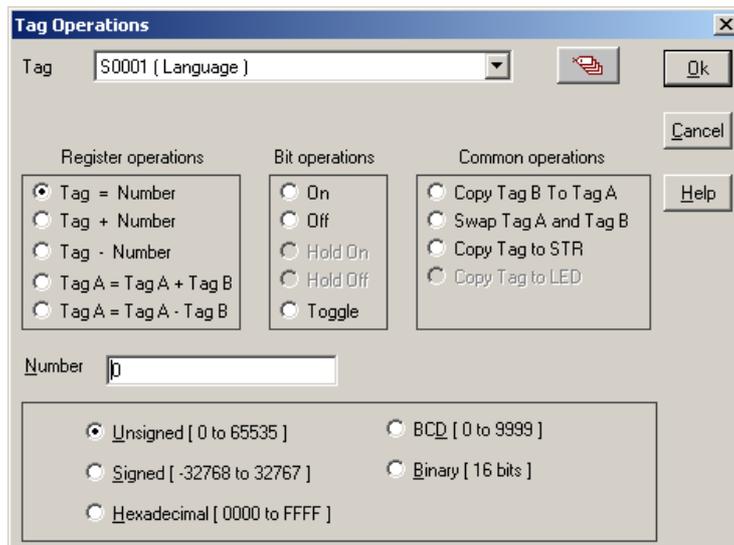
7. Pulse sobre el icono tipo botón para incorporar el botón a la pantalla. Nuevamente aparecerá un menú de configuración del botón. En la pestaña OPERATION, seleccione en FEEDBACK TAG seleccione la etiqueta BOTONON02. En la pestaña BUTTON PROPERTIES escriba ON en el campo TEXT tanto para ON como para OFF.



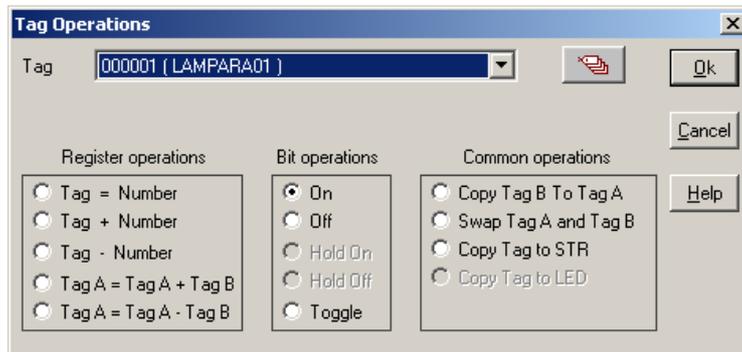
8. A continuación pulse en ACTION FOR TOUCH KEY en la pestaña OPERATION. Aparecerá el siguiente menú:



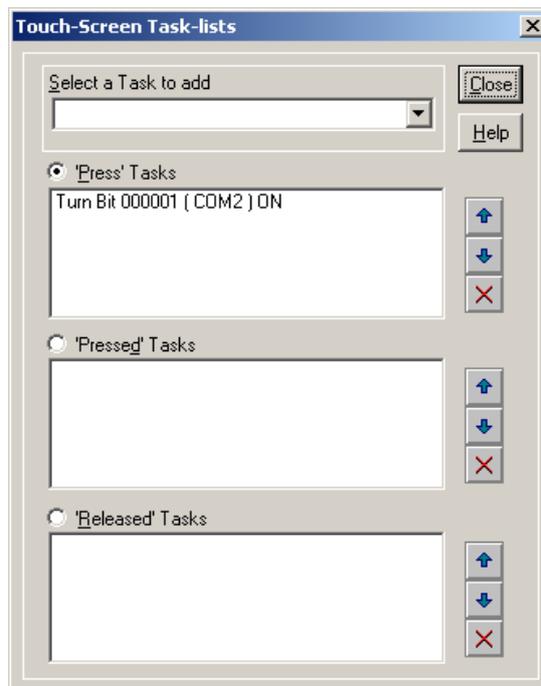
9. Con la opción “PRESS” TASKS activada seleccione de SELECT A TASK TO ADD seleccione WRITE VALUE TO TAG. Aparece un nuevo menú:



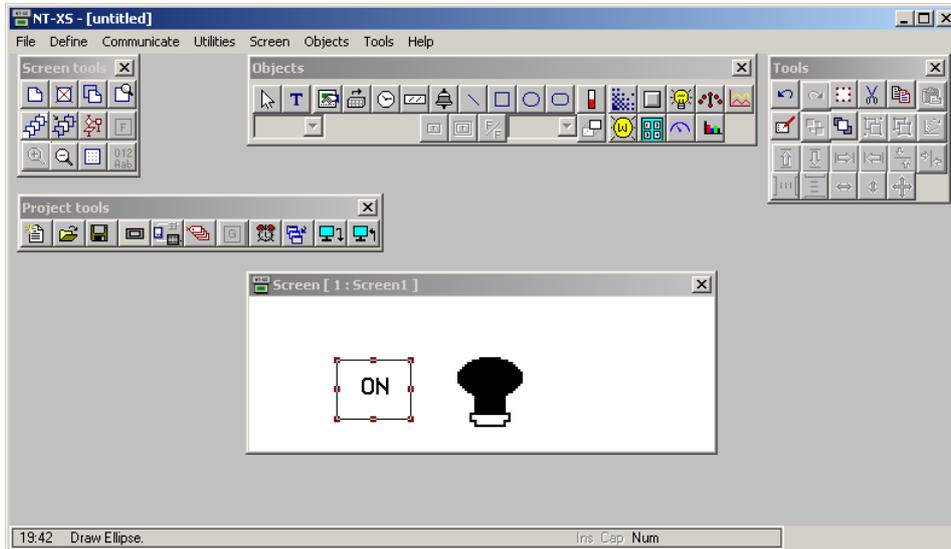
10. En dicho menú seleccione el TAG primero BIT OPERATIONS ON y a continuación en TAG LAMPARA01, tal como muestra la figura.



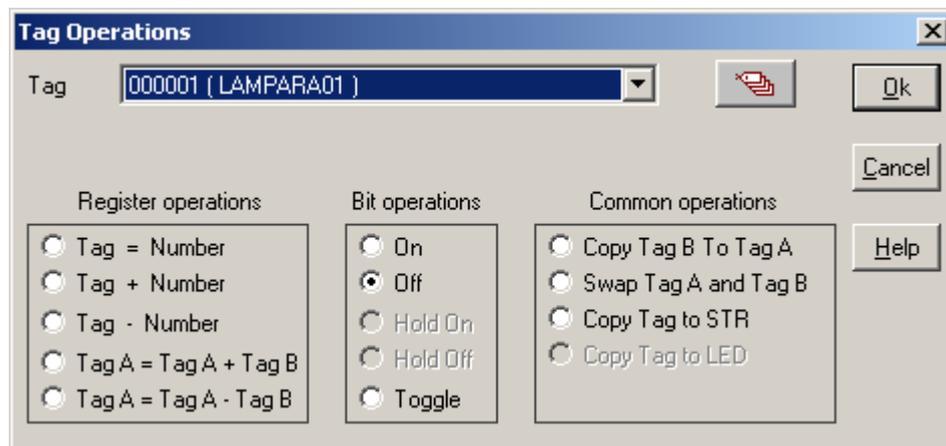
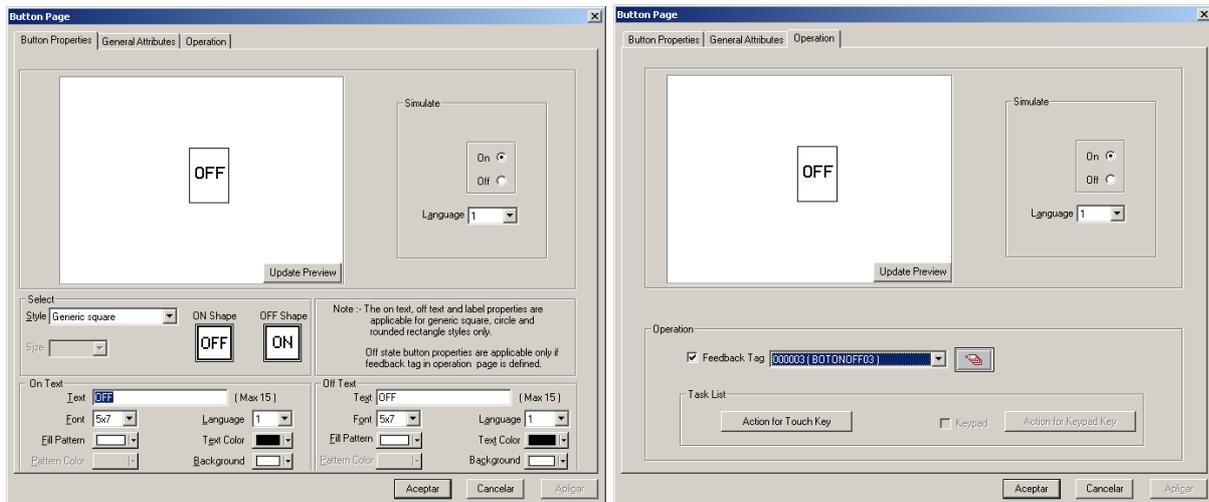
La pantalla de tareas quedará con el siguiente valor:

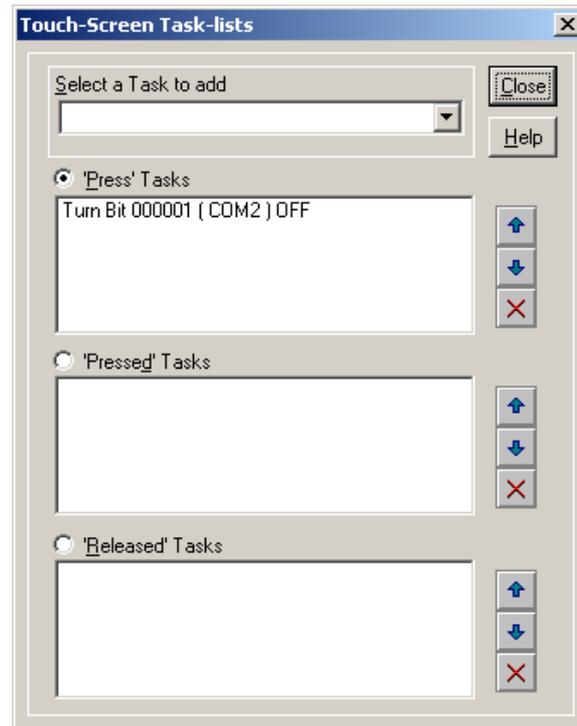


11. Pulse OK en la ventana anterior. Pulse CLOSE en la ventana de TOUCH SCREEN TASK y pulse ACEPTAR. La ventana aparecerá con el icono del botón ON. Con estas últimas configuraciones, cada vez que se pulse el botón ON, la lámpara deberá encenderse (se simula rellenándose en negro).

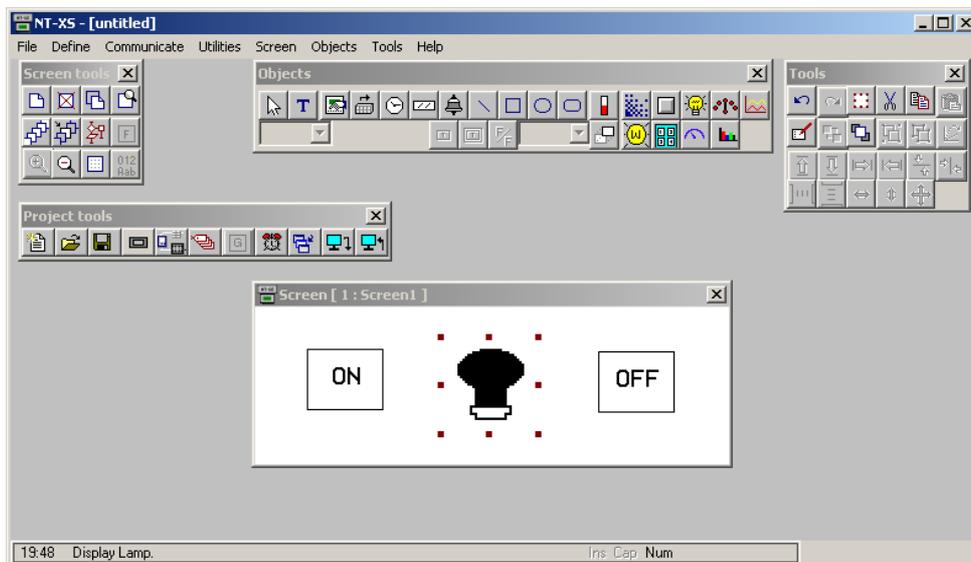


12. Repita la misma operación del botón ON para incorporar el botón de OFF. El botón OFF llevará por texto OFF, tendrá la etiqueta asociada BOTONOFF03 y la tarea "PRESS" será igual que la de ON pero seleccionando bit off.





13. Al final de este proceso aparecerá el siguiente resultado:



En resumen las operaciones realizadas en este apartado han sido:

1. Se ha definido una pantalla con una lámpara asociada a la variable LAMPARA01.
2. Se han definido dos botones para manejar la lámpara que están asociados a las variables BOTONON02 y BOTONOFF03.
3. Se ha definido que BOTONON02 encienda la lámpara, y que BOTONOFF03 apague la lámpara.

Nótese el carácter virtual que toma el lenguaje, hablamos de lámparas y botones como si existiesen en la realidad.

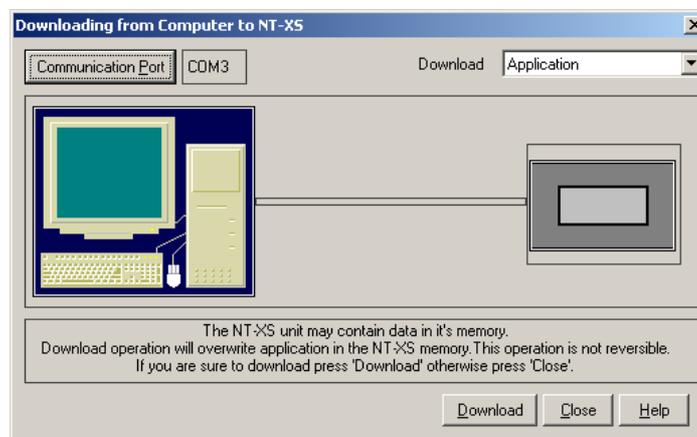
1.3.6 Descargar programa sobre pantalla y comprobar funcionamiento

Una vez configurado el funcionamiento del SCADA, el siguiente paso es descargarlo sobre la pantalla para que ésta funcione según lo diseñado.

1. Pinche sobre el icono de descarga del menú Project tools (es un menú general equivalente al visto).



2. Aparecerá el siguiente menú:



3. Con el botón Communication Port cambiar al puerto COM3 si no está correctamente definido.
4. En el menú DOWNLOAD seleccione FIRMWARE y pulse DOWNLOAD. Tardará aproximadamente un minuto en hacer la descarga.
5. Seleccione ahora APPLICATION en el menú DOWNLOAD y vuelva a realizar la descarga. Ésta es bastante más rápida.
6. Compruebe que la pantalla toma el aspecto diseñado.
7. Pulse sobre los botones ON y OFF para ver si se enciende y apaga la lámpara.

1.3.7 Comprobar funcionamiento desde el PC vía MODBUS

El último paso de esta sección es comprobar que se puede manejar la pantalla desde una red MODBUS. En este caso es el PC el que va a hacer de maestro de la red MODBUS, a través del convertidor RS232-485.

Realice los siguientes pasos:

1. Arranque WINDMILL con la configuración COM4, 9600, EVEN, 8, 1.
2. Envíe la trama 0x01, 0x05, 0x00, 0x00, 0xFF, 0x00, CRC para encender la lámpara, compruebe que se enciende. Explique la trama enviada y la respuesta. Si la respuesta tiene menos bytes de los esperados, explique el problema y proponga una solución.

Pregunta 1: Explique la trama enviada.

Pregunta 2: Explique la trama de respuesta de la pantalla. Si no es del todo correcta explique el problema e indique una posible solución.

3. Envíe una trama para apagar la bombilla.

Pregunta 3: Explique la trama enviada.

1.4 Configuración de la pantalla como maestro

En este apartado se aprenderá a configurar la pantalla como maestro. En este caso la pantalla va a realizar las funciones principales de un SCADA: captura de información, presentación de forma adecuada y posibilidad de enviar órdenes a campo. Como ya se ha dicho anteriormente faltarían las labores de registro o histórico. En la versión más sencilla se va a utilizar una pantalla y dos equipos multiconvertidor de SACI.

Los pasos a seguir se dividen en dos tipos:

1. Configurar adecuadamente la pantalla como maestro.
2. Configurar los dos equipos multiconvertidor de SACI para que puedan actuar como esclavos con dirección MODBUS 3 y 4.

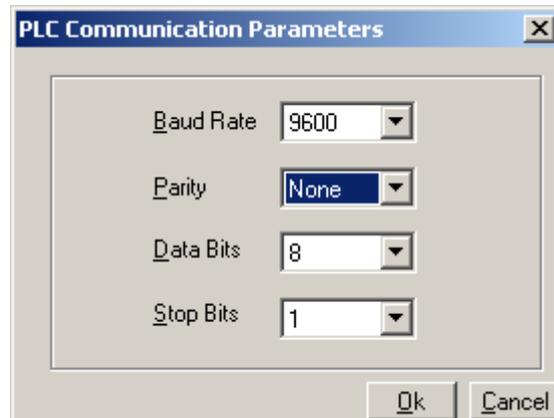
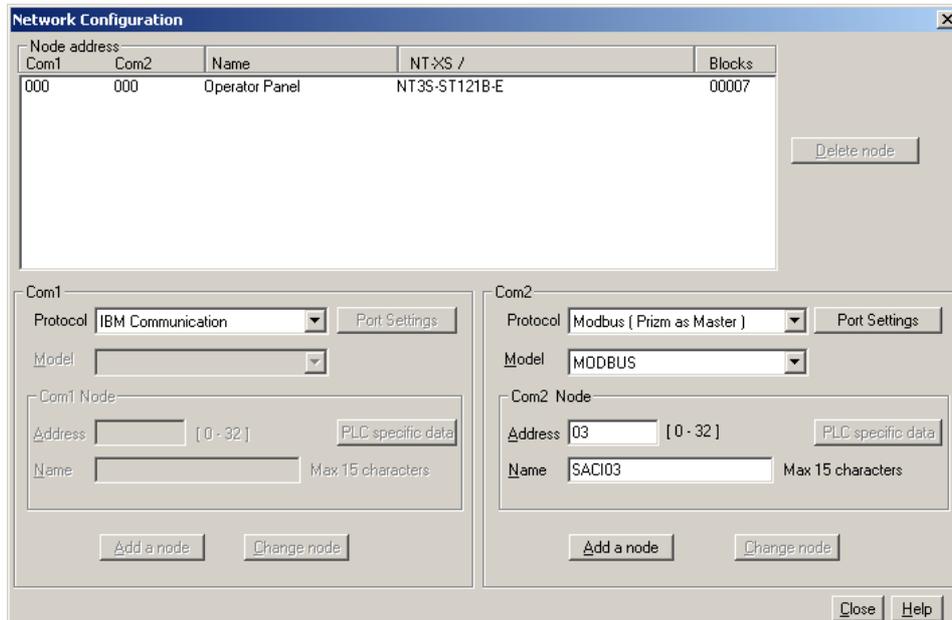
En los siguientes apartados se detallan los pasos anteriores.

1.4.1 Configuración de la pantalla como maestro

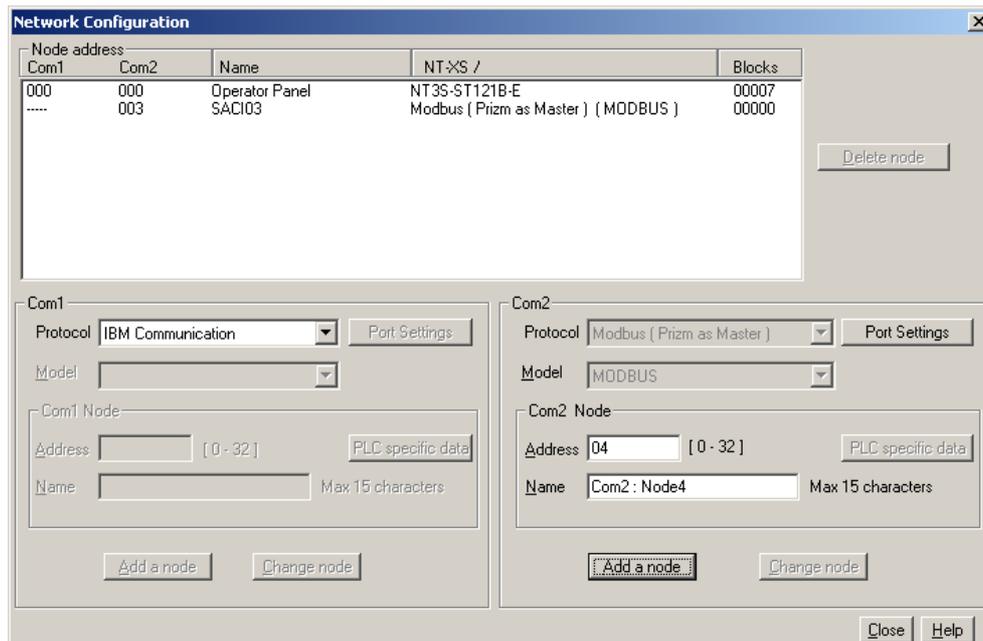
En este apartado se aprenderá a configurar la pantalla como maestro de comunicaciones. Este paso es típico en las herramientas SCADAs: informar a la herramienta sobre qué equipos remotos va a actuar, con qué protocolo va a gobernar dichos equipos, y ya dentro de cada protocolo, indicar la configuración para cada equipo.

Pasos a seguir:

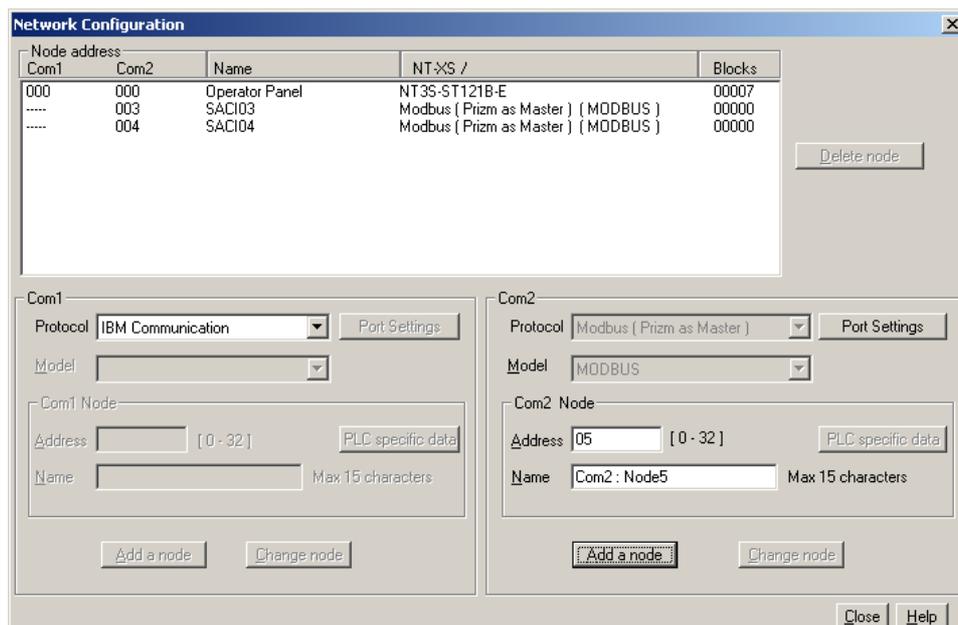
1. Siguiendo los pasos dados en 1.3.2 cree una nueva aplicación para la pantalla NT3S. Si está dentro de la herramienta puede utilizar FILE->NEW. Se pedirá salvar la aplicación actual si no ha sido salvada previamente. Hágalo en el temporal o en el pendrive.
2. Configurar las comunicaciones para que la pantalla sea maestro del multiconvertidor situado en la dirección 3. Para ello, siguiendo el apartado 1.3.3, configure en COM2 los valores tal como se indica en la siguiente pantalla: Protocolo MODBUS como maestro; dirección 3 para el equipo a manejar como esclavo; SACI03 como nombre del equipo y comunicaciones configuradas como 9600, N, 8, 1 (Pulsar en Port Settings para configurar las comunicaciones).



Una vez realizada la configuración pulse en ADD A NODE. La pantalla tomará el siguiente valor:



3. Configurar las comunicaciones para el segundo convertidor para que ocupe la dirección 04 y tenga nombre SACI04. No olvidar de configurar las comunicaciones (PORT SETTINGS) igual que en el caso anterior. El resultado debe ser el siguiente:



1.4.2 Crear variables

El siguiente paso es informar a la herramienta del SCADA sobre las variables (direcciones dentro de cada equipo) que va a supervisar y controlar de cada equipo.

Siguiendo los pasos de 1.3.4 cree dos variables tipo HOLDING REGISTERS para SACI03 que están situadas en la posición 1210 y 1211, y cuyo nombre son SACI03CONF y SACI03DIG. Repita la misma operación para SACI04. Recuerde que la pantalla de OMRON a la hora de manejar las direcciones internas dentro de un aparato siempre hay que sumarle 1.

Pregunta 4: Explique por qué se utilizan las direcciones 1210 y 1211

- Para ello seleccione crear variables (TAGS) en el menú general. En la ventana de crear etiquetas seleccione NODE= SACI03, READ-WRITE=HOLDING REGISTERS, TAG-TYPE=REGISTERS, REGISTER=1210, TAG-NAME= SACI03CONF. A continuación pulse ADD. El resultado será el siguiente:

The screenshot shows the 'Tags' window with a table of existing tags and configuration fields for a new tag. The new tag 'SACI03CONF' is highlighted in the table.

No	Port	Node	Block	Tag	Byte(s)	Tag-Name
00001	00	000	S0001 : 001	S0001	2	Language
00002	00	000	S0003 : 001	S0003_14	-	Comm1 status
00003	00	000	S0003 : 001	S0003_15	-	Comm2 status
00004	00	000	S0004 : 001	S0004	2	Number of Historical alarms
00005	00	000	S0005 : 001	S0005	2	Screen trigger register
00006	00	000	S0007 : 001	S0007	2	Battery voltage
00007	00	000	s0009 : 001	s0009	-	Beeper On/Off
00008	00	000	s0010 : 001	s0010	-	Battery status
00009	02	003	401210 : 016	401210	2	SACI03CONF

Configuration fields for the selected tag:

- Node: [003 : SACI03] Modbus (Prizm as Master) (MODBUS)
- Tag-Type: Register Coil or Bit-addressed Register
- Size: 2 bytes [00001 - 65536]
- Register: 401210 (with sub-field 1210)
- Tag-Name: SACI03CONF (Max 40 chars)
- Byte(s): 2-Bytes (1-Word)

- Repita la misma operación para SACI03DIG: NODE= SACI03, READ-WRITE=HOLDING REGISTERS, TAG-TYPE=REGISTERS, REGISTER=1211, TAG-NAME= SACI03DIG.

The screenshot shows the 'Tags' window with the table updated to include the new tag 'SACI03DIG'.

No	Port	Node	Block	Tag	Byte(s)	Tag-Name
00001	00	000	S0001 : 001	S0001	2	Language
00002	00	000	S0003 : 001	S0003_14	-	Comm1 status
00003	00	000	S0003 : 001	S0003_15	-	Comm2 status
00004	00	000	S0004 : 001	S0004	2	Number of Historical alarms
00005	00	000	S0005 : 001	S0005	2	Screen trigger register
00006	00	000	S0007 : 001	S0007	2	Battery voltage
00007	00	000	s0009 : 001	s0009	-	Beeper On/Off
00008	00	000	s0010 : 001	s0010	-	Battery status
00009	02	003	401210 : 016	401210	2	SACI03CONF
00010	02	003	401210 : 016	401211	2	SACI03DIG

Configuration fields for the selected tag:

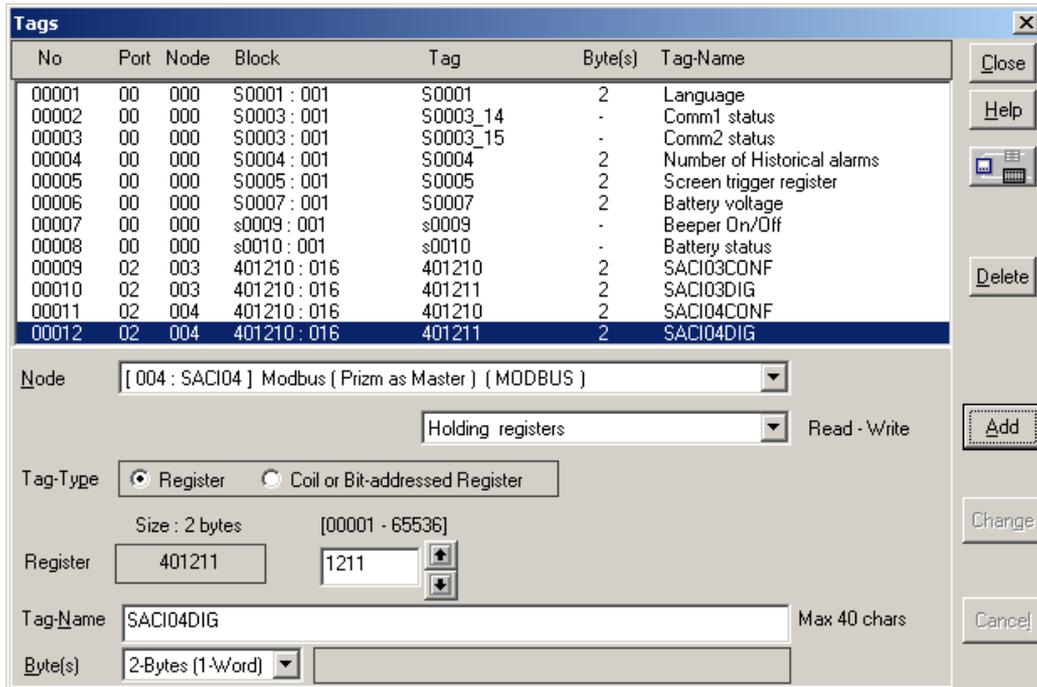
- Node: [003 : SACI03] Modbus (Prizm as Master) (MODBUS)
- Tag-Type: Register Coil or Bit-addressed Register
- Size: 2 bytes [00001 - 65536]
- Register: 401211 (with sub-field 01211)
- Tag-Name: SACI03DIG (Max 40 chars)
- Byte(s): 2-Bytes (1-Word)

- Repita la misma operación para SACI04:

- NODE= SACI04, READ-WRITE=HOLDING REGISTERS, TAG-TYPE=REGISTERS, REGISTER=1210, TAG-NAME= SACI04CONF.

- b. NODE= SACI04, READ-WRITE=HOLDING REGISTERS, TAG-TYPE=REGISTERS, REGISTER=1211, TAG-NAME= SACI04DIG

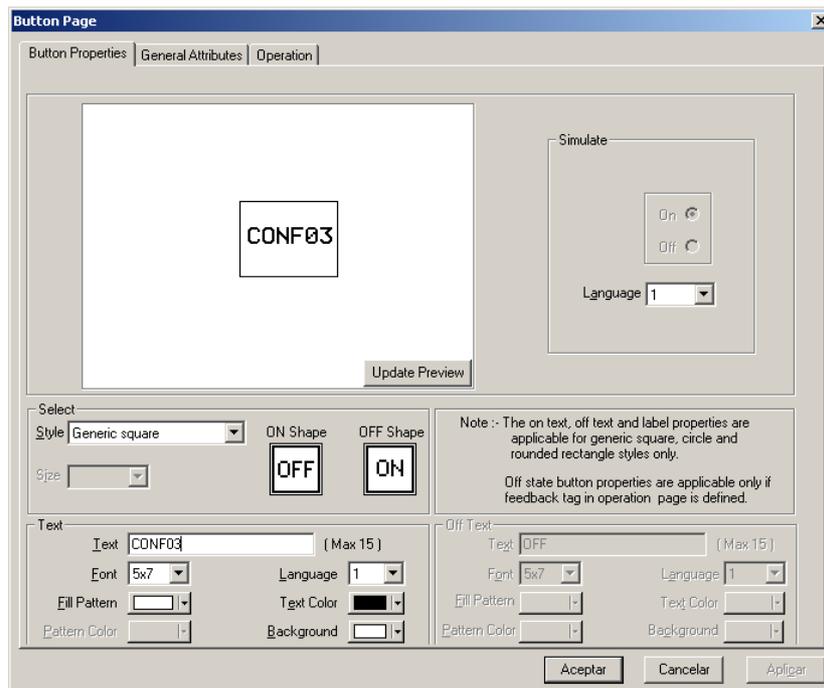
El resultado final será el siguiente:



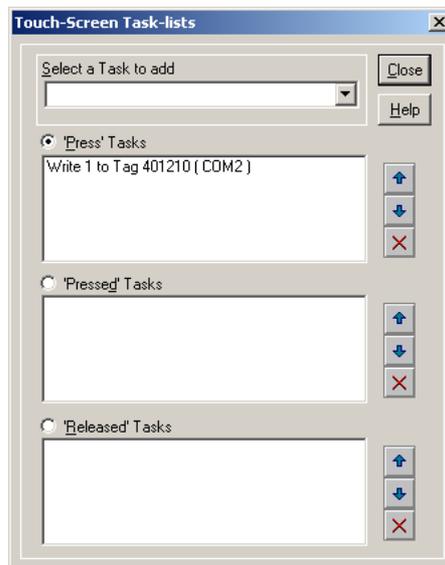
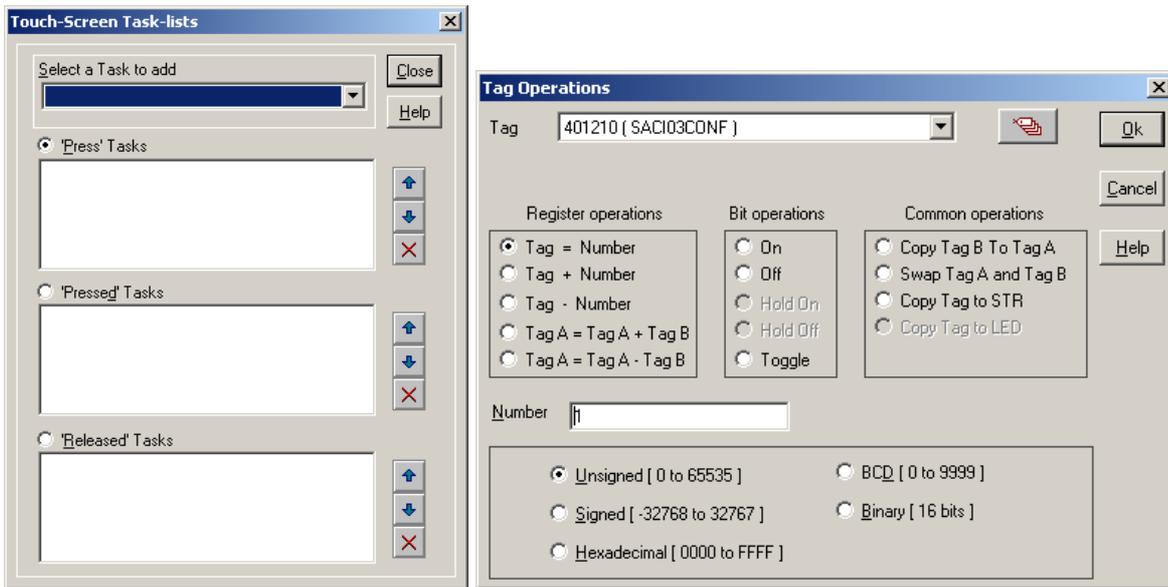
1.4.3 Crear Pantalla de Aplicación

En este apartado se prepara una pantalla sencilla que permita configurar y operar sobre las variables definidas en el paso anterior de los equipos SACI.

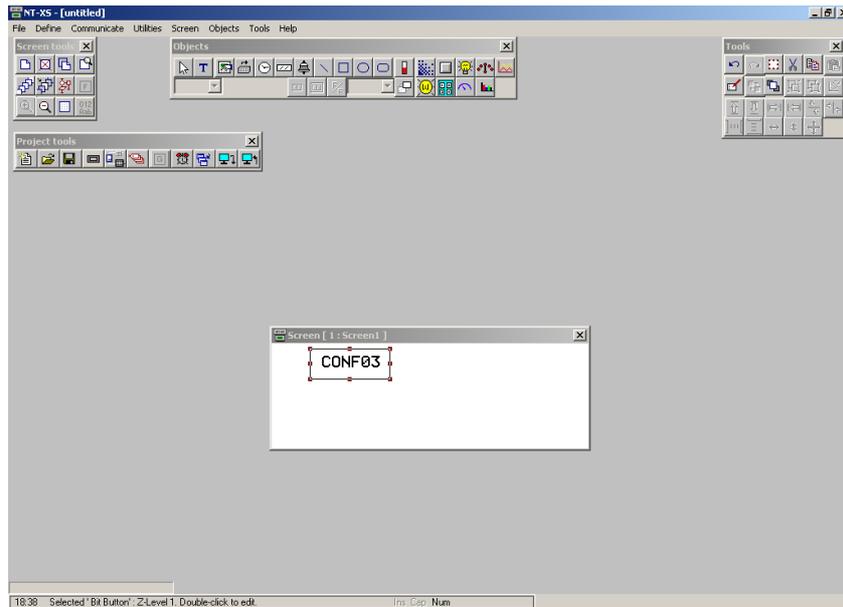
1. Del menús de objetos inserte un objeto tipo botón y configúrelo como Text=CONF03.



2. En Operation configure en ACTION FOR TOUCH KEY, para que en PRESS TASKS se escriba el valor 1 en la posición SACI03CONF. Para ello configure las siguientes ventanas:

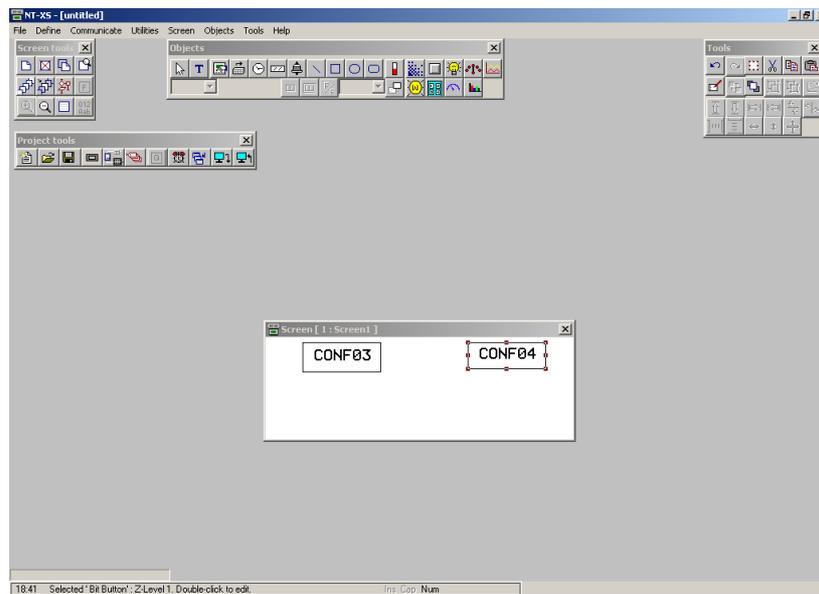


El resultado final es



Pregunta 5: Explique por qué se debe escribir el valor 1 en SACI03CONF

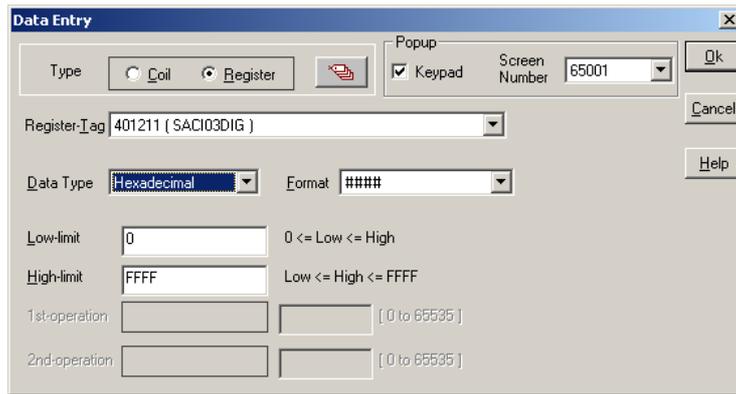
3. Repita la misma operación para escribir 1 a través del botón CONF04 en SACI04CONF. Se obtendrá el siguiente resultado:



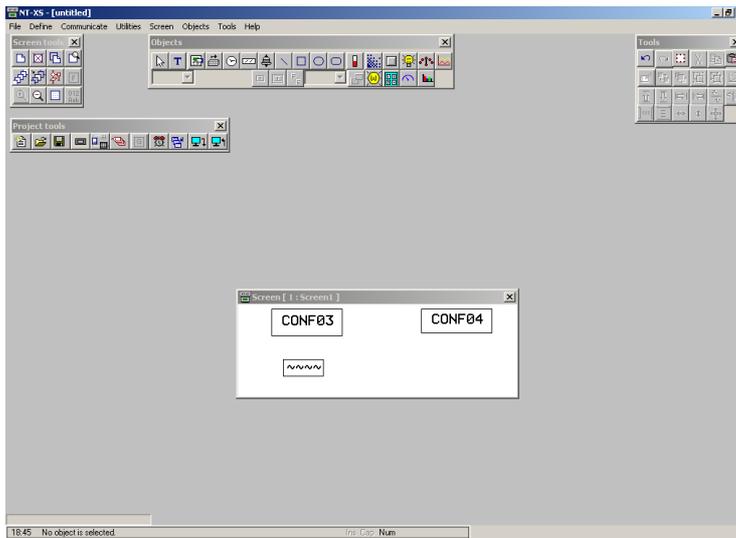
4. Ahora inserte del menú de objetos un objeto tipo DATA ENTRY. Aparecerá el siguiente menú:



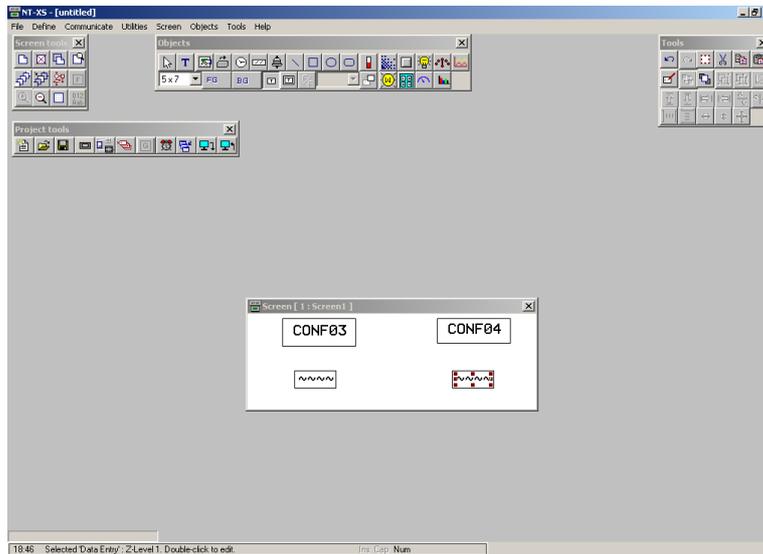
Configure TYPE=REGISTERS, TAGS=SACI03DIG.



El resultado será:



5. Repita la misma operación para SACI04DIG



1.4.4 Descargar y probar

El último paso es descargar la aplicación sobre la pantalla, configurar los equipos SACI, conectarlos y probar el funcionamiento.

1. Descargue de igual forma que en 1.3.6 el programa sobre la pantalla: primero el firmware y a continuación la aplicación.
2. Antes de montar la red MODBUS con los dos convertidores de SACI y la pantalla táctil asegúrese que los convertidores tiene direcciones 03 y 04. Si no es así cambie sus direcciones.
3. Conecte los equipos y pruebe el funcionamiento. Póngase de acuerdo con los compañeros para que en cada momento sólo haya una pantalla en la red y dos convertidores. Puede utilizar los cables largos de comunicación para RS485. Para probar pulse sobre los botones altos para configurar y sobre los bajos para enviar 0,1, 2 o 3 a los relés.
4. Utilice el Windmill como espía para capturar lo que está ocurriendo en el bus.

Pregunta 6: Explique lo capturado del bus.

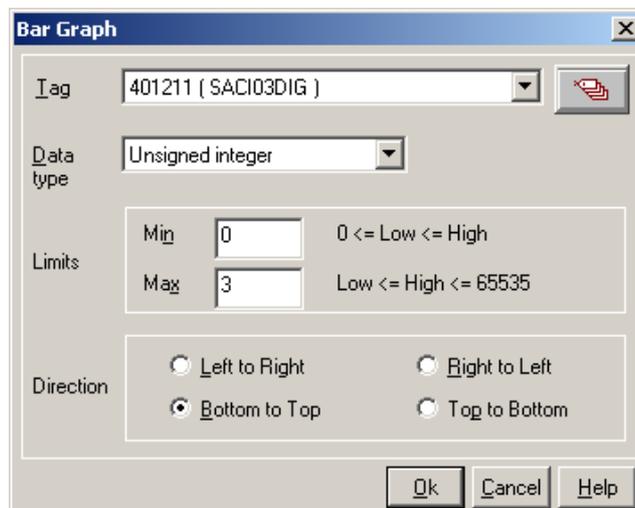
Pregunta 7: Explique todo los pasos dados en esta segunda parte hasta conseguir que funcione la pantalla como SCADA de los dos convertidores (media página máximo).

1.4.5 Mejoras

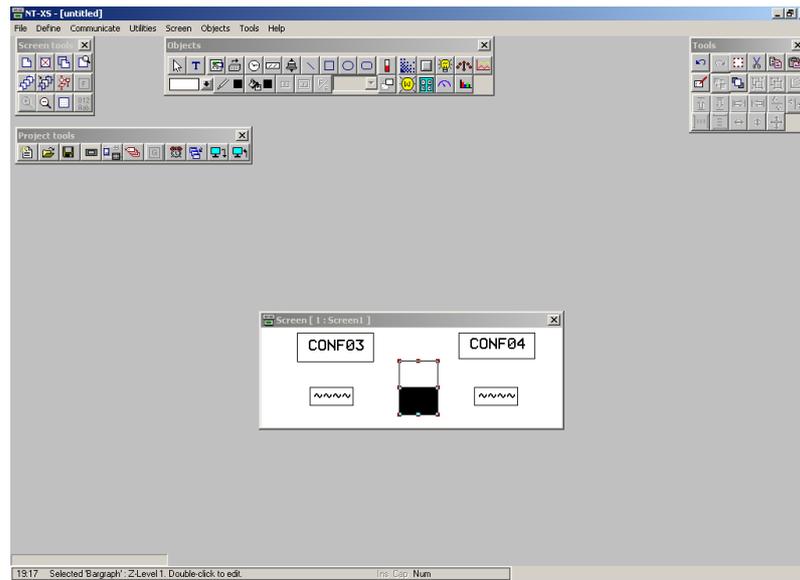
En este apartado se explora alguna de las posibles capacidades gráficas de la pantalla.

Para ver las posibilidades de la pantalla se va añadir una presentación visual del estado de los relés. Para ello siga los siguientes pasos:

1. Pulse sobre SINGLE BARGRAPH en la ventana de objetos de la edición de pantallas. En el siguiente menú configure:



TAG=SACI03DIG, MIN=0, MAX=3. El resultado será el siguiente:



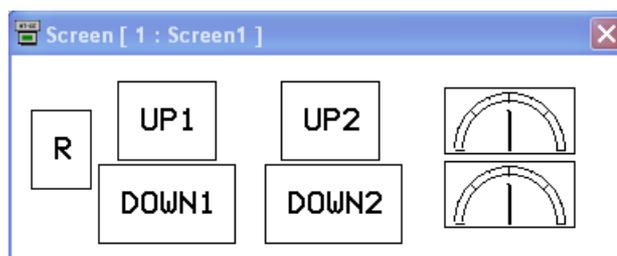
2. Descargue la nueva aplicación sobre la pantalla (sólo aplicación) y vea como se modifica el valor de la barra según cambian los valores programados a los relés.

1.5 Diseño fuente de Intensidad.

En este apartado diseñaremos una fuente de intensidad variable usando las salidas analógicas del CP2003 controlándolo mediante MODBUS.

El diseño en el NT3S constará de un botón de “reset” que configurará las salidas con una intensidad de 3mA, cuatro botones para incrementar y decrementar ambas salidas respectivamente y dos elementos que muestren de alguna manera la variación de la corriente.

Un ejemplo de la interfaz gráfica arriba definida puede ser el siguiente:



Pregunta 8: Mostrar al profesor el funcionamiento del sistema. Enviar por correo electrónico (jmatanza@dea.ica.upcomillas.es) el fichero .pzm