



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Monitoreo y adquisición de datos de una estación meteorológica a
través de una red GPRS**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico

Autor:

Diego Guillermo Maldonado Benalcázar

Director:

Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

Cuenca – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco muy infinitamente a Dios creador, por la vida que me ha brindado, por darme la fuerza y sabiduría necesarias, la capacidad para poder estudiar y ser persona de bien y por permitirme cumplir mi sueño; a mi familia, por ser fuente inagotable de amor y darme siempre la energía para continuar con mis estudios.

Al ingeniero Freddy Pesantez, por su empeño, dedicación y su apoyo incondicional en la realización de esta investigación, a mis profesores que durante estos años de estudio me guiaron en la búsqueda de información importante para mi formación; a todas las personas que me asesoraron, por su valiosa conducción, por su excelente pedagogía para transmitirme sus conocimientos.

El autor

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico de manera muy especial a mi padre Guillermo, mi madre Gladys y mi hermana Dorys, por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mis estudios y de manera especial durante la realización de esta tesis de graduación, no cabe duda que sin su presencia no hubiera sido posible que hoy alcance esta importante meta en mi vida.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.....	3
1.2. La tecnología GPRS	3
1.2.1. Características de la tecnología GPRS.....	4
1.2.2. Acceso a una red GPRS	6
1.3. Elementos que intervienen en el proyecto	6
1.4. Módulo de comunicación CP 1242-7	8
1.4.1. Modos de conexión	8
1.4.2. Requisitos para el uso de los servicios GSM.....	9
1.4.3. Configuración del CP 1242-7.....	9
1.4.3.1. Software de configuración.....	9
1.4.3.2. Procedimiento para la configuración en el STEP 7	10
1.4.3.3. Información general requerida por el CP 1242-7	10
1.4.3.4. Información necesaria en el modo de operación “Telecontrol” ...	11
1.4.3.5. Parámetros requeridos por la CP y el servidor de Telecontrol	11
1.4.4. Instrucciones de Telecontrol	11
1.4.4.1. Establecimiento de conexión mediante la instrucción TC_CON .	12
1.4.4.2. Desconectar un enlace a través la instrucción TC_DISCON	15
1.4.4.3. Enviar datos a través de la red GSM.....	16
1.4.4.4. Recibir datos a través de la red GSM	19
1.4.4.5. SDT para el establecimiento de un enlace Telecontrol.....	21

1.5. Servidor de telecontrol.....	22
1.5.1. Principales componentes de TCSB	22
1.5.1.1. Requerimientos del software	23
1.5.1.2. Información requerida por el software.....	23
1.5.1.3. Habilitación de puertos	24
1.5.1.4. Servidor OPC de TCSB	24
1.5.1.5. Configuration and Monitoring Tool (CMT)	28

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS Y CONEXIÓN DE LOS SENSORES

2.1. Introducción.....	32
2.2. Sensor de CO y CO ₂	32
2.3. Sensor de presión atmosférica	34
2.4. Sensores de temperatura y humedad relativa.....	36
2.5. Conexión eléctrica de los sensores	38

CAPÍTULO 3: PROGRAMACIÓN DEL PLC

3.1 Introducción.....	42
3.2 Agregando los dispositivos al proyecto	42
3.3 Configuración del módulo de comunicación GPRS.....	48
3.4 Adquisición y tratamiento de las señales de los sensores.....	51
3.5 Programación de la comunicación GPRS	60
3.5.1 Establecimiento del enlace GPRS mediante TC_CON.....	61
3.5.2 Desconexión del enlace GPRS usando TC_DISCON	64
3.5.3 Envío de datos a través del enlace GPRS usando TC_SEND.....	64
3.5.4 Recepción de datos a través del enlace GPRS usando TC_RECV	65
3.6 Rutina de comunicación	67
3.6.1 Rutina de conexión, desconexión del enlace.....	67
3.6.2 Rutina de recepción de datos.....	69
3.6.3 Rutina de envío de datos	70

3.7	Programación del bloque “Main”	72
3.8	Carga del programa en el PLC.....	73
3.9	Vista “online” de la adquisición de señales.....	75

CAPÍTULO 4: PROGRAMACIÓN DEL SERVIDOR DE TELECONTROL

4.1.	Introducción.....	76
4.2.	Creación de un proyecto en el software Telecontrol Server Basic (TCSB)	76
4.3.	Variables accesibles desde el TCSB.....	82
4.4.	Establecimiento de la conexión entre el TCSB y la estación remota	83

CAPÍTULO 5: PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE SCADA WINCC

5.1.	Introducción.....	88
5.2.	Creación del proyecto	88
5.3.	Configuración de la conexión.....	89
5.4.	Creación de las variables	90
5.5.	Archivado de las variables.....	93
5.6.	Creación de las pantallas del SCADA.....	96
5.7.	Runtime del software SCADA	103
5.8.	Archivado de los valores adquiridos.....	105

CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Elementos que componen la estación remota.....	7
Figura 1.2: Elementos que componen la estación de telecontrol.....	7
Figura 1.3: Instrucción TC_CON en representación FUP.....	13
Figura 1.4: Instrucción TC_DISCON en representación FUP.....	15
Figura 1.5: Instrucción TC_SEND en representación FUP.....	17
Figura 1.6: Instrucción TC_RECV en representación FUP.....	19
Figura 1.7: Distribución de la ventana del software CMT.....	29
Figura 2.1: Sensor aSENSE MIII para la medición de CO y CO ₂	33
Figura 2.2: Método NDIR empleado para la detección del CO ₂	34
Figura 2.3: Transmisor de presión atmosférica KOBOLD modelo PAS.....	35
Figura 2.4: Sensor de humedad relativa y temperatura KOBOLD AFH-G.....	37
Figura 2.5: Diagrama de conexión de las salidas del sensor de humedad y temperatura KOBOLD AFH-G.....	38
Figura 2.6: Diagrama de conexión de la salida y alimentación del transmisor de presión KOBOLD modelo PAS.....	39
Figura 2.7: Diagrama de conexión de la salida y alimentación del sensor de CO y CO ₂ aSENSE MIII.....	39
Figura 2.8: Diagrama de conexión de la fuente de alimentación LOGO POWER....	40
Figura 2.9: Diagrama de conexión de los sensores de CO, CO ₂ , humedad y temperatura con el módulo de entradas analógicas # 1.....	40
Figura 2.10: Diagrama de conexión del sensor de presión atmosférica con el módulo de entradas analógicas # 2.	41
Figura 3.1: Creación de un nuevo programa en el software TIA PORTAL V11	43
Figura 3.2: Opciones que deben ser seleccionadas para agregar un nuevo dispositivo.....	43
Figura 3.3: Código del PLC utilizado.....	44
Figura 3.4: Agregando el PLC al proyecto.....	44
Figura 3.5: PLC agregado al proyecto.....	45
Figura 3.6: Selección del módulo de entradas analógicas.....	46
Figura 3.7: Agregando los módulos de entradas analógicas al programa.....	46
Figura 3.8: Selección del módulo CP 1242-7 para la comunicación GPR.....	47
Figura 3.9: Rack en el que se encuentra el PLC y los módulos requeridos.....	47

Figura 3.10: Insertando la tarjeta SIM en el módulo de comunicación GPRS.....	48
Figura 3.11: Configuración del parámetro Modo de operación del módulo GPRS...	50
Figura 3.12: Configuración de los parámetros Configuración de módem, Identificación CP y Acceso GPRS del módulo GPRS.....	50
Figura 3.13: Configuración del módulo de entradas analógicas	51
Figura 3.14: Configuración del canal 0 (sensor de CO) del módulo de entradas analógicas.....	53
Figura 3.15: Configuración del canal 2 (sensor de humedad relativa) del módulo de entradas analógicas.....	53
Figura 3.16: Creación de un FC o bloque de función	55
Figura 3.17: Despliegue de la ventana de variables del bloque	55
Figura 3.18: Variables usadas por el bloque de escalamiento.....	56
Figura 3.19: Instrucciones usadas para el escalamiento.....	56
Figura 3.20: Programación del bloque de escalamiento	57
Figura 3.21: Bloque de datos en el que se encuentran los valores de los sensores	58
Figura 3.22: Procesamiento de las señales de los sensores de CO y CO ₂	58
Figura 3.23: Procesamiento de las señales de los sensores de humedad relativa, temperatura y presión atmosférica.....	59
Figura 3.24: Creación del FC “Comunicación”	60
Figura 3.25: Instrucciones necesarias para la comunicación GPRS.....	61
Figura 3.26: Creación del bloque de datos del tipo SDT.....	62
Figura 3.27: Creación de la variable “Conexión” necesaria para establecer la comunicación	62
Figura 3.28: ID de hardware del CP 1242-7	63
Figura 3.29: Configuración de la instrucción TC_CON para el enlace.	63
Figura 3.30: Configuración de la instrucción TC_DISCON para el enlace.....	64
Figura 3.31: Configuración de la instrucción TC_SEND para el envío de los parámetros.....	65
Figura 3.32: Creación de la variable en la que se almacenara el dato recibido desde el servidor de telecontrol.....	66
Figura 3.33: Configuración de la instrucción TC_RECV para la recepción de los datos enviados desde el servidor de telecontrol	66
Figura 3.34: “Reset” aplicado a las instrucciones TC_SEND, TC_RECV y TC_RECV	67

Figura 3.35: Establecimiento de la conexión GPRS	68
Figura 3.36: Habilitación de la recepción de datos	68
Figura 3.37: Desconexión del enlace	69
Figura 3.38: Recepción del dato enviado desde el servidor de telecontrol.....	70
Figura 3.39: Transferencia del parámetro “Número_envíos” al bloque de datos “Data_send”.	71
Figura 3.40: Rutina para el envío de datos al servidor de telecontrol.....	72
Figura 3.41: Programación del bloque principal “Main”	73
Figura 3.42: Compilación del programa.	73
Figura 3.43: Cargando el programa en el PLC	74
Figura 3.44: Establecimiento de la vista “online” del FC “Instrumentación”.	75
Figura 3.45: Adquisición y procesamiento de la señal del sensor de temperatura	75
Figura 4.1: Inicio del software Telecontrol Manager.....	77
Figura 4.2: Autenticación necesaria para ingresar al software de telecontrol.....	77
Figura 4.3: Creación de un nuevo proyecto	78
Figura 4.4: Confirmación de la creación de un nuevo proyecto	78
Figura 4.5: Configuración de los parámetros generales del enlace.....	79
Figura 4.6: Salvando y activando la configuración del enlace.....	79
Figura 4.7: Configuración del Listener port for IP-T.....	80
Figura 4.8: Ubicación del icono Telecontrol Manager	81
Figura 4.9: Abriendo la lista de estaciones configuradas.....	81
Figura 4.10: Información de la estación configurada.....	81
Figura 4.11: Dirección IP pública que posee el servidor de telecontrol.....	83
Figura 4.12: Asignación de una IP fija al servidor de telecontrol.....	84
Figura 4.13: Habilitación del “Listener port” en el router de internet	85
Figura 4.14: Estado de la conexión y variables del sistema observados en Configure and Monitoring Tool	85
Figura 4.15: Estado de la conexión observado en Telecontrol Manager	86
Figura 4.16: Estado de los LEDs del módulo cuando se ha establecido la comunicación	87
Figura 5.1: Creación del proyecto en WinCC flexible 2008.....	89
Figura 5.2: Configuración de la conexión.....	90
Figura 5.3: Creación y configuración de las variables correspondientes al estado de la estación.....	92

Figura 5.4: Creación y configuración de las variables recibidas desde la estación remota.....	92
Figura 5.5: Creación y configuración de la variable enviada hacia la estación remota	93
Figura 5.6: Configuración de los ficheros de almacenamiento.....	95
Figura 5.7: Configurando el almacenamiento de las variables	95
Figura 5.8: Selección del objeto Campo ES	96
Figura 5.9: Asignación de la variable a ser representada por el Campo ES	97
Figura 5.10: Escribiendo texto en el Campo de texto	97
Figura 5.11: Datos a ser presentados en la primera pantalla.....	98
Figura 5.12: Representación de la variable “GPRS conectado”	99
Figura 5.13: Selección del objeto Visualización de curvas.....	99
Figura 5.14: Variables a ser representadas en la curva	100
Figura 5.15: Creación de un botón.....	101
Figura 5.16: Asignación de un texto al botón.....	101
Figura 5.17: Asignación de una función al botón	102
Figura 5.18: Selección de la pantalla a mostrar	102
Figura 5.19: Iniciando el runtime.....	103
Figura 5.20: Pantalla principal del programa SCADA	103
Figura 5.21: Modificación del tiempo de envío de los telegramas	104
Figura 5.22: Pantalla en la que se encuentran las curvas	105
Figura 5.23: Ruta en la cual se almacenan los datos.....	106
Figura 5.24: Archivo que almacena el valor de la temperatura	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Parámetros de la instrucción TC_CON.....	14
Tabla 1.2: Indicadores DONE, ERROR y STATUS.	14
Tabla 1.3: Parámetros de la instrucción TC_DISCON.	16
Tabla 1.4: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.....	16
Tabla 1.5: Parámetros de la instrucción TC_SEND.....	18
Tabla 1.6: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.....	18
Tabla 1.7: Parámetros de la instrucción TC_RECV.	20
Tabla 1.8: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.....	20
Tabla 1.9: Parámetros de TCON_WDC	21
Tabla 1.10: Elementos OPC de sistema.	26
Tabla 1.11: Tipos de datos soportados por el OPC del TCSB.....	28
Tabla 1.12: Funciones de las áreas y subáreas del software CMT.....	30
Tabla 2.1: Características del sensor de CO y CO ₂ aSENSE MIII.	34
Tabla 2.2: Características del sensor de presión atmosférica.....	36
Tabla 2.3: Características del Sensor de humedad relativa y temperatura KOBOLD AFH-G.	38
Tabla 3.1: Direcciones, canales y módulos correspondientes a cada sensor.	54
Tabla 4.1: LEDs de estado del módulo de comunicación CP 1242-7.....	86
Tabla 5.1: Columnas que posee el archivo almacenado.	106

06/05/13

MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA A TRAVÉS DE UNA RED GPRS

RESUMEN

Para establecer la comunicación remota entre el PLC S7-1200 y el software Telecontrol Server Basic a través de una red GPRS, se requerirá un módulo de comunicación GPRS, el cual deberá llevar un chip celular con un plan de datos. La información a transmitir será adquirida por sensores, en este caso de temperatura, humedad relativa, CO, CO2 y presión atmosférica. La información manejada en el enlace será almacenada y presentada en un computador mediante un software SCADA desarrollado en WinCC flexible 2008.

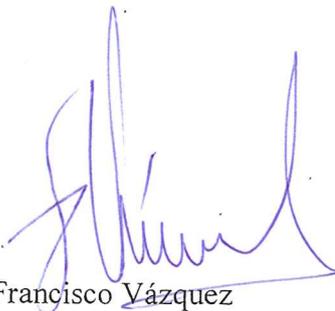
La tecnología GPRS usada en este proyecto constituye un gran avance en cuanto a las comunicaciones en el ámbito de la automatización y control siendo sin duda alguna una solución rápida, segura, flexible y aplicable en cualquier lugar del mundo que cuente con una red celular.

Palabras clave: red GPRS, módulo de comunicación GPRS, chip celular, Telecontrol Server Basic, WinCC flexible 2008, TIA Portal V11.



Ing. Freddy Pesantez

Director de Tesis



Ing. Francisco Vázquez

Director de Escuela



Sr. Diego Maldonado

Estudiante

0605/13

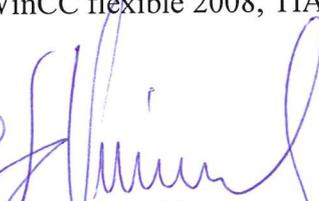
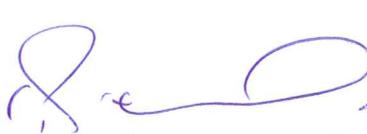
ABSTRACT

MONITORING AND ACQUISITION OF DATA FROM A METEOROLOGICAL STATION THROUGH A GPRS NETWORK

In order to establish remote communication between the PLC S7-1200 and the Tele control Server Basic software through a GPRS network, we will need a GPRS communication module, which must have a cellular chip with a data plan. The information will be acquired through temperature, relative humidity, CO, CO₂, and atmosphere pressure sensors. The information handled during the interface process will be stored and presented in a computer through SCADA software developed in WinCC flexible 2008.

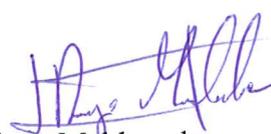
The GPRS technology employed in this project is a great advance in communication regarding the areas of automation and control. It is without doubt a fast, safe, flexible, and applicable solution in any part of the world that has access to a cellular network.

Key Words: GPRS network, GPRS communication module, cellular chip, Tele control Server Basic, WinCC flexible 2008, TIA Portal VII.



Ing. Freddy Pesantez
Thesis Director

Ing. Francisco Vázquez
School Director



Sr. Diego Maldonado
Student



Translated by,
Diana Lee Rodas

Maldonado Benalcázar Diego Guillermo

Trabajo de Grado

Ing. Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

Mayo, 2013

MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA A TRAVÉS DE UNA RED GPRS

INTRODUCCIÓN

Hoy en día tanto los sistemas de control como los de monitoreo a distancia se han convertido en factor común en diversas aplicaciones y áreas, por lo que es crucial contar con un sistema que permita cumplir con este propósito de una manera segura, económica, confiable y rápida. El uso de una red GPRS permite cumplir con dichos requisitos para un sistema de telecontrol, a más de tratarse de una tecnología que actualmente está en auge y también posee una amplia cobertura a nivel nacional y claramente promete crecer y mejorar con el pasar de los años, en vista de ello se debe aprovechar al máximo la tecnología con la que se cuenta para brindar soluciones inmediatas a las necesidades que presenta la sociedad.

La propuesta de telecontrol mediante la red GPRS no sólo tiene el propósito teórico de llevar a cabo la generalización del manejo de datos en forma remota, sino más bien buscar ante todo la utilidad de trabajar con los mismos en tiempo real y consecuentemente respaldar la información, tanto en la zona de su procedencia así como desde el lugar de monitoreo, se pretende también optimizar recursos y sobre todo tiempo base fundamental de los procesos tecnológicos modernos. Es por esto que el presente trabajo se detalla una solución para el monitoreo remoto de diversos parámetros, los cuales permitirán obtener una amplia información acerca de las condiciones ambientales en base a los parámetros medidos por los sensores de temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO).

El sistema de monitoreo consta principalmente de un PLC SIMATIC S7-1200 de SIEMENS, un módulo de entrada de señales analógicas, un módulo de comunicación GPRS, un chip celular con un plan de datos, una antena la cual permitirá mejorar la intensidad de la señal de la red, los sensores, el software Telecontrol Server Basic de SIEMENS y el software WinCC flexible 2008 para la programación de la interfaz de monitoreo y almacenamiento de datos. El presente trabajo se desarrolló en tres etapas claramente definidas, las cuales permitieron alcanzar el objetivo propuesto de monitorear cinco parámetros de manera remota a través de la red GPRS.

La etapa número uno tuvo como finalidad la adquisición de las señales analógicas entregadas por los sensores, el escalamiento de las mismas y el envío de éstas a través de la red GPRS, para lo cual se realizó primeramente la conexión adecuada de los sensores y la programación del PLC usando el software STEP 7 (TIA PORTAL V11).

La segunda etapa permitió establecer la comunicación del PLC S7-1200 con el software Telecontrol Server Basic instalado en el computador de la estación de telecontrol, el cual recepta los datos enviados desde por el autómatas, para su posterior tratamiento.

Finalmente y una vez obtenidos los datos en tiempo real, se presentan los mismos mediante el software WinCC flexible 2008, el cual permite realizar un SCADA para el monitoreo de los distintos parámetros, a la vez que permite guardar los datos, sea por horario o cuando el usuario lo desee.

Las tres etapas que son parte de este trabajo se desarrollaron en cinco capítulos, en los cuales se describe de manera detallada la conexión de sensores, programación tanto del PLC como del software de adquisición, establecimiento de conexión, presentación y almacenamiento de datos y pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

En la actualidad se ha vuelto primordial buscar soluciones de comunicación para sistemas de monitoreo y control para distintas aplicaciones, por lo que usar una tecnología existente y con infraestructura ya montada como es el caso de la red celular GPRS permitirá poseer una comunicación segura, económica, confiable y rápida a la hora de escoger entre distintas redes para el mismo propósito.

En este capítulo se dará a conocer el funcionamiento y principales aspectos de la tecnología GPRS, se indicará los elementos que intervienen en el proyecto tanto en la estación remota como en la estación de telecontrol. Finalmente, se explicará el funcionamiento, las principales características y los parámetros importantes a configurar tanto en el procesador de comunicaciones CP 1242-7 y en el software de telecontrol Telecontrol Server Basic (TCSB).

1.2. La tecnología GPRS

La tecnología GPRS o conocida también como GSM-IP, ya que usa la tecnología IP (Internet Protocol), se basa en la conmutación de paquetes sobre la red GSM de telefonía celular. El significado de las siglas GPRS corresponde a General Packet Radio Services o en español Servicio General de Paquetes por Radio.

Entre las principales características de la tecnología GPRS se puede mencionar que comparte las frecuencias de la red GSM, permite la transmisión de datos a alta velocidad, acceso a Internet, conexión permanente, tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo, pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión, entre otros.

Hasta hace algunos años atrás la transmisión de datos inalámbrica se realizaba usando una red GSM, la cual empleaba únicamente un canal dedicado, la velocidad máxima que se podía alcanzar era de 9,6 Kbps. Con la tecnología GPRS se consiguen velocidades de transmisión de datos desde un mínimo de 40 Kbps hasta un máximo de 115 Kbps por comunicación, a más de ello esta red permite compartir cada canal, es decir un canal puede ser usado por varios usuarios, consiguiendo así una mayor eficiencia en la utilización de los recursos de red.

La tecnología GPRS ha permitido hacer que los datos GSM sean compatibles con LANs, WANs e Internet. Como se conoce ya la red GSM fue creada con la finalidad de permitir transmisión de voz únicamente, mientras que el GPRS ofrece un acceso a las redes de datos estándar, como TCT/IP. Al momento de realizarse una transmisión de datos, el GPRS encapsula los mismos en paquetes cortos, los cuales poseen una cabecera en la cual se indican las direcciones de origen y destino, dichos paquetes pueden seguir rutas distintas a través de la red hasta llegar a su destino, de la misma manera, los paquetes originados por otros usuarios pueden ser intercalados, aprovechándose así al máximo la capacidad de transmisión de la red. Los paquetes no son enviados en intervalos de tiempo, sino bajo demanda, es decir cuando se necesite realizar la comunicación se asigna cierta capacidad de la red para este propósito, siendo esta liberada cuando no se necesite ninguna transmisión. GPRS utiliza los recursos de la red GSM únicamente cuando existan datos que enviar o recibir, convirtiéndose así en una tecnología ideal para las aplicaciones de datos.

1.2.1. Características de la tecnología GPRS

- **Sistema de conexión:** En este tipo de sistema no es necesario contar con un canal dedicado para cada usuario, sino que la conexión se realiza en el momento de utilización del canal, por lo tanto se pierde el concepto de facturación por tiempo, pasando a ser por utilización del canal de emisión. La vía de conexión es aprovechada de mejor manera, ya que permite a los usuarios compartir el mismo medio para sus respectivas comunicaciones.
- **GPRS está basado en conmutación de paquetes:** La entidad transmisora segmenta el mensaje a transmitir en PDUs (paquetes de datos) independientes, de tamaño apropiado. La entidad receptora se encarga de

reconstruirlos (reensamblarlos) hasta obtener el mensaje original completo. Cada paquete de datos se transfiere de un nodo a otro como una sola unidad. Contienen información de control (direcciones de origen y destino, identificador, etc.) que permite su manejo en la red.

- **Reserva flexible de canales:** Los canales de comunicación (time-slots) se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente en función de sus necesidades y son asignados, únicamente, cuando se está transmitiendo datos. Así una vez que el paquete de datos ha sido transmitido a través de la interfaz aérea, los recursos de radio pueden ser liberados para que sean aprovechados por otro usuario.
- **Envío eficiente de SMS en el interfaz aire:**
 - Conexiones a redes estándar de datos
 - Aplicaciones bajo protocolo TCP/IP (WWW, FTP, Telnet) y en general aplicaciones convencionales basadas en TCP/IP
 - Aplicaciones basadas en X.25
- **Direccionamiento:** Se realiza por medio de direcciones IP. La dirección IP, es un número de 32 bits. Estos campos son variables en extensión para poder ser flexibles al asignar direcciones de red.

Según la naturaleza de estas direcciones tendremos:

- Direcciones IP Privadas: accesibles sólo dentro de un entorno determinado dentro de la red.
- Direcciones IP Públicas: accesibles desde cualquier punto de Internet.

Según la asignación de estas direcciones tendremos:

- Direcciones IP Estáticas: estas direcciones irán asociadas de forma estática vía el HLR.
- Direcciones IP Dinámicas: direcciones gestionadas por el Operador de la red o por una Entidad Externa (como un servidor DHCP).

- **Seguridad:** Con el fin de proteger contra errores los paquetes transmitidos, tiene lugar la codificación del canal radio, mediante el método GEA (GPRS Encryption Algorithm, algoritmo de cifrado GPRS) con algoritmos secretos. El cifrado en GPRS abarca desde las funciones de cifrado del terminal móvil hasta las funciones de cifrado en el SGSN, en contraste con GSM donde se usa un canal lógico entre el móvil y la BTS (repetidor de ondas).

1.2.2. Acceso a una red GPRS

Para poder acceder a una red GPRS es necesario poseer el dispositivo que soporte dicha red, ya sea este un teléfono celular, una PDA, una tablet e inclusive un PLC.

Los terminales GPRS presentan las siguientes características comunes:

- **Capacidad Dual:**
 - Los dispositivos GPRS son capaces de aprovechar la cobertura GSM para voz y GPRS para la transmisión de datos.
- **Velocidad de transferencia:**
 - Los terminales GPRS utilizan varios canales simultáneos o slots.
 - El número de canales depende de cada dispositivo, existiendo desde 1 a 4 canales para la recepción de datos y de 1 a 2 para el envío.
 - Cada canal representa una velocidad teórica de 13,4 kbits.
- **Tarjeta SIM:**
 - La tarjeta SIM o “chip” es la misma que se usa para GSM.

1.3. Elementos que intervienen en el proyecto

Para que el presente proyecto pueda cumplir con el objetivo de establecer un enlace GPRS, que permita enviar datos desde una estación remota hacia un servidor o estación de telecontrol y viceversa, se usará la tecnología que ofrece la marca SIEMENS. El proyecto constará de dos elementos principales que son la estación remota y la estación de telecontrol. Cada elemento cuenta con lo siguiente:

- Estación remota:** La estación remota debe poseer un módem GSM/GPRS CP 1242-7 GPRS (2) el cual se acopla al controlador SIMATIC S7-1200(3). El módem GSM/GPRS debe tener una tarjeta SIM (5) con un plan de datos. Para el acoplamiento con la red telefónica se usa una antena ANT 794-4MR (4) quad-band que se conecta a la CP 1242-7. Para la adquisición de las señales de los sensores (7) se usan módulos de entradas analógicas (6). Finalmente para alimentar a todos los componentes de la estación se emplea una fuente de poder LOGO POWER (1).

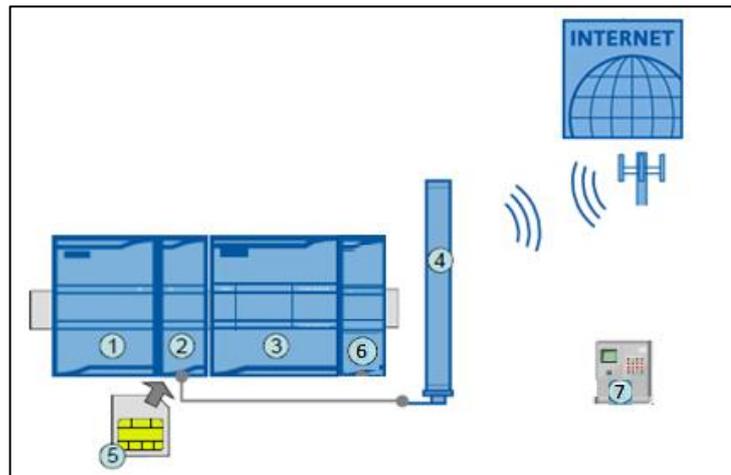


Figura 1.1: Elementos que componen la estación remota.

- Estación o servidor de telecontrol:** La estación de telecontrol consta principalmente de un computador (1). Los componentes de software Telecontrol Server Basic (3) y WinCC flexible 2008 (4) deben estar instalados y el computador debe poseer una conexión a internet mediante un router ADSL (2).

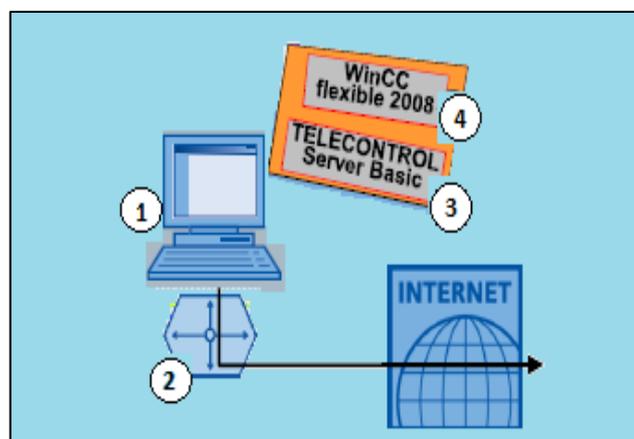


Figura 1.2: Elementos que componen la estación de telecontrol.

1.4. Módulo de comunicación CP 1242-7

Para poder establecer una conexión GSM con el PLC S7-1200 se requiere del procesador de comunicación CP 1242-7. El CP 1242-7 hace posible la comunicación vía WAN de estaciones remotas con una central o servidor de telecontrol. El CP 1242-7 ofrece los siguientes servicios:

- **GPRS (General Packet Radio Service):** Transmisión de datos orientado a paquetes "GPRS", se desarrolla a través de la red GSM.
- **SMS (Short Message Service):** El CP 1242-7 puede recibir y enviar mensajes en forma de SMS. El interlocutor de comunicación puede ser un teléfono móvil o un S7-1200.

El CP 1242-7 trabaja en las siguientes frecuencias:

- 850 MHz
- 900 MHz
- 1800 MHz
- 900 MHz

1.4.1. Modos de conexión

- **Modo de operación "GPRS directo":** Permite establecer una comunicación directa entre estaciones remotas a través de la red GSM. No se necesita ningún servidor de Telecontrol. Para poder acceder a las estaciones se requiere de las tarjetas SIM con dirección IP fija, con lo que se puede direccionar las estaciones directamente.
- **Modo de operación "Telecontrol":** Permite que la estación GPRS intercambie datos con un servidor de Telecontrol. El servidor de Telecontrol es un PC conectado a Internet con la aplicación Telecontrol Server Basic. El CP puede configurarse para los siguientes modos de conexión.
 - **Modo de conexión "permanente":** Este modo permite una conexión TCP permanente con el servidor de Telecontrol incluso aunque no se transfieran datos continuamente.

- **Modo de conexión "temporal":** Sólo se establece una conexión con el servidor de Telecontrol cuando se necesite. Una vez establecida la conexión TCP, el envío de datos de proceso se produce en cuanto las instrucciones de Telecontrol son invocados en el programa del PLC.

1.4.2. Requisitos para el uso de los servicios GSM

Para que poder establecer la conexión GPRS a través de la red GSM se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Un contrato con un proveedor de red GSM apropiado, el cual permita la transmisión de datos a través de GPRS y la asignación de direcciones IP públicas. En el modo de operación "GPRS directo", el proveedor de red GSM debe asignar direcciones IP fijas a los CP 1242-7 y transmitir los telegramas a los participantes destinatarios.
- Una tarjeta SIM perteneciente al contrato, la cual debe ser insertada en el CP 1242-7.
- Disponibilidad local de una red GSM con capacidad GPRS en el ámbito de la estación.

1.4.3. Configuración del CP 1242-7

Para que se pueda establecer la conexión desde el lado de la estación remota es necesario contar con el módulo CP 1242-7 mediante el cual el PLC podrá enviar y recibir los datos requeridos. A continuación se presentan los principales aspectos a tener en cuenta para poder realizar la configuración del módulo de comunicación.

1.4.3.1. Software de configuración

Para la configuración del módulo de comunicación se requiere del software STEP 7 Versión V11.0 SP1 o superior, mediante el cual se podrá programar tanto el PLC, los módulos de señal y de comunicación respectivamente. Para STEP 7 se requiere el Support Package CP 1242-7 (HSP0003001), mediante el cual se agregara la librería

que permitirá programar y configurar el módulo de comunicación. El Support Package HSP0003001 puede ser descargado en una de las direcciones siguientes:

- <http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/45605894>
- <http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/28919804>

Para instalar el Support Package HSP0003001 en el software de programación STEP 7 hay que dirigirse a la ruta **Herramientas => Support Packages** y buscar la ubicación en la cual fue almacenado el archivo HSP0003001 descargado, luego de ello se deberá cerrar el STEP 7 para que la instalación se realice correctamente.

1.4.3.2. Procedimiento para la configuración en el STEP 7

Para poder configurar el módulo de comunicación CP 1242-7 en STEP 7 se debe seguir los siguientes pasos:

1. Crear un proyecto en el software STEP 7.
2. Insertar la estación SIMATIC (PLC S7-1200).
3. Insertar el CP 1242-7 en la estación.
4. Configurar el CP- 1242-7 insertado.
5. Guardar el proyecto.

1.4.3.3. Información general requerida por el CP 1242-7

Para la configuración y la puesta en marcha del módulo de comunicación y del sistema de telecontrol conectado se requiere la siguiente información:

- **APN:** Nombre del punto de acceso GPRS (APN) del operador de red GSM.
- **Nombre de usuario APN:** Nombre de usuario del punto de acceso GPRS del operador de red GSM.
- **Contraseña APN:** Contraseña del punto de acceso GPRS del operador de red GSM.
- **PIN:** código PIN de la tarjeta SIM.

1.4.3.4. Información necesaria en el modo de operación “Telecontrol”

- **Dirección del servidor Telecontrol:** Dirección IP o a su vez nombre del servidor Telecontrol, que puede resolverse mediante DNS y número de puerto (puerto listener). El número de puerto se configura en las instrucciones de Telecontrol.
- **Direcciones del servidor DNS:** Se necesita la dirección del servidor DNS si el direccionamiento del servidor de Telecontrol se realiza a través de un nombre resoluble por DNS. Si no se introduce ninguna dirección, se obtendrá la dirección del servidor DNS automáticamente del operador de red (procedimiento recomendado). Si se desea utilizar un servidor DNS diferente, se debe introducir la dirección correspondiente.

1.4.3.5. Parámetros requeridos por la CP y el servidor de Telecontrol

Los parámetros que se muestran a continuación son requeridos tanto por el CP 1242-7 y por el servidor de Telecontrol es decir por el software Telecontrol Server Basic:

- Dirección y puerto del servidor de Telecontrol.
- Número de proyecto.
- Número de estación.
- Slot del CP.
- Contraseña de Telecontrol.
- Modo de conexión (permanente/temporal).

1.4.4. Instrucciones de Telecontrol

Para que el CP pueda gestionar una comunicación en la que se envíen y reciban datos es necesario usar las instrucciones de telecontrol, las cuales permiten realizar las diversas acciones que son requeridas en el enlace GPRS. A continuación se incluye una descripción de las diferentes instrucciones de Telecontrol (programadas en TIA PORTAL) soportadas por el CP 1242-7, así como también de los tipos de datos soportados por dichas instrucciones.

1.4.4.1. Establecimiento de conexión mediante la instrucción TC_CON

Mediante la instrucción TC_CON se establecen conexiones a través de GPRS. Si se usa más de una conexión, cada una de ella debe poseer su propia instrucción TC_CON. Luego de configurar esta instrucción se podrá recibir datos a través de una conexión establecida con la instrucción TC_RECV y/o enviar datos con la instrucción TC_SEND. Para cada interlocutor se deberá establecer una conexión propia aunque se envíen bloques de datos idénticos. Cuando se hayan transmitido los datos, se podrá desconectar la conexión mediante la instrucción TC_DISCON.

La instrucción TC_CON permite al S7-1200 establecer los siguientes tipos de enlaces:

- **ISO-ON-TCP:** El interlocutor es un CP 1242-7. Las conexiones ISO-ON-TCP sólo se utilizan en el modo de operación "GPRS directo".
- **UDP:** El interlocutor es uno cualquiera.
- **SMS:** El interlocutor es un cliente SMS.
- **Enlace Telecontrol:** El interlocutor es un servidor Telecontrol o bien otra estación a la que se accede a través del servidor Telecontrol.

Para describir el enlace, el parámetro **CONNECT** utiliza un bloque de datos (DB) con una estructura definida por el tipo de dato del sistema (SDT). El tipo de conexión deseado se define mediante un SDT "TCON_..." específico de la conexión. Para cada tipo de enlace mencionado anteriormente existe un bloque de datos SDT específico.

Los SDTs disponibles son:

- **TCON_ip_rfc:** para enlaces ISO-on-TCP con estaciones IPv4.
- **TCON_IP_V4:** para enlaces UDP con estaciones IPv4 (sólo enviar).
- **TCON_phone:** para enlaces con clientes SMS.
- **TCON_WDC:** para enlaces con servidores Telecontrol o estaciones a las que se accede a través del servidor Telecontrol.

En el parámetro **ActiveEstablished** de los SDTs se define, entre otros, si se trata de un establecimiento de enlace activo o pasivo. El parámetro **ID** referencia la conexión GPRS. La ID que se asigna debe ser unívoca dentro del PLC. El parámetro **InterfaceID** referencia la interfaz GPRS del CP local deseado.

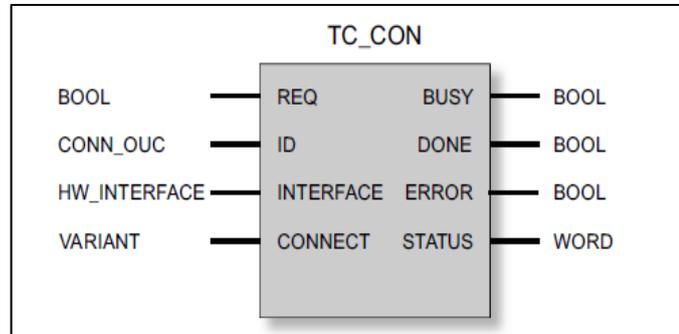


Figura 1.3: Instrucción TC_CON en representación FUP.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

Las siguientes tablas detallan los parámetros y los indicadores de la instrucción TC_CON:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
REQ	INPUT	BOOL	0, 1	Con un flanco ascendente se inicia el procesamiento de la instrucción y se inicializan los indicadores de estado. Actualización de los indicadores de estado DONE, ERROR y STATUS cuando no hay ningún flanco ascendente.
ID	INPUT	CONN_OUC	1...07FF _h	Referencia al enlace correspondiente. La ID se asigna. El valor de ID también es requerido por el tipo de datos de sistema (SDT) correspondiente al parámetro CONNECT.
InterfacelD	INPUT	HW_ANY		Referencia a la interfaz del CP 1242-7 local (véase STEP 7 > Configuración CP > Interfaz Telecontrol > "Identificador HW")
CONNECT	INOUT	VARIANT	Véase también "TCON_...: SDTs para establecer la conexión de Telecontrol"	Referencia a un bloque de datos para el establecimiento de la conexión. Los SDTs del tipo TCON_ip_rfc, TCON_IP_V4, TCON_phone o TCON_WDC predeterminan la estructura del bloque de datos apto para el enlace correspondiente. Tenga en cuenta el parámetro "ActiveEstablished" (establecimiento activo / pasivo del enlace) en los SDTs.
ENO	OUTPUT	BOOL	0: error 1: correcto	Salida de habilitación Si la instrucción presenta un error en el tiempo de ejecución, se pondrá ENO = 0.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
BUSY	OUTPUT	BOOL	0: procesamiento de la instrucción todavía no iniciado, finalizado o cancelado 1: procesamiento de la instrucción en curso	Indicador del estado de procesamiento de la instrucción
DONE	OUTPUT	BOOL	0: - 1: procesamiento de la instrucción finalizado correctamente	El parámetro de estado indica si la petición se ha desarrollado correctamente. Consulte el significado en relación con los parámetros ERROR y STATUS en Indicadores de la instrucción.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: error	Indicador de error Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y STATUS en Indicadores de la instrucción.
STATUS	OUTPUT	WORD		Indicador de estado Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y ERROR en Indicadores de la instrucción.

Tabla 1.1: Parámetros de la instrucción TC_CON.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

DONE	ERROR	STATUS	Significado
1	0	0000 _H	Petición ejecutada correctamente
0	0	7000 _H	No hay ningún procesamiento de petición activo (primera llamada de la instrucción)
0	0	7001 _H	Procesamiento de petición iniciado (primera llamada de la instrucción)
0	0	7002 _H	Procesamiento de petición en curso (siguiente llamada de la instrucción si BUSY = 1)
0	1	8086 _H	Valor no permitido para ID
0	1	8087 _H	Número máximo de enlaces alcanzado, no es posible ningún otro enlace
0	1	80E3 _H	La ID ya se está utilizando en otro enlace.
0	1	80E6 _H	Ninguna solicitud en proceso (la activación de la instrucción no se inicia)
0	1	80E8 _H	Interlocutor remoto no accesible: Compruebe los parámetros de conexión.
0	1	80EB _H	Solicitud rechazada por el momento (TC_CON ya se ha llamado con la misma dirección de destino.)
0	1	80EC _H	No se ha podido abrir el Listener Port: Compruebe los parámetros de conexión.
0	1	80F2 _H	El CP está en el modo de operación equivocado: <ul style="list-style-type: none"> Los enlaces Telecontrol sólo se permiten en el modo de operación "Telecontrol". Los enlaces ISO-ON-TCP sólo se utilizan en el modo de operación "GPRS directo".
0	1	80F3 _H	No hay ningún punto final libre en el enlace para enviar datos: <ul style="list-style-type: none"> Utilice menos enlaces o Utilice menos enlaces pasivos o Desactive la opción NTP. Tenga en cuenta el número máximo de enlaces paralelos del CP 1242-7.
0	1	80F4 _H	No se puede generar el punto final del enlace: Repita la llamada. En dado caso, compruebe los parámetros de conexión.
0	1	80F6 _H	Error de formato de un parámetro en el bloque de datos llamado (tamaño erróneo, formato incorrecto o valor no válido) Compruebe la configuración del SDT "TC_CON...".

Tabla 1.2: Indicadores DONE, ERROR y STATUS.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

1.4.4.2. Desconectar un enlace a través la instrucción TC_DISCON

La instrucción TC_DISCON es la encargada de provocar la desconexión de un enlace establecido con TC_CON. TC_DISCON desconecta sólo de forma lógica el enlace con el servidor Telecontrol. Si se desea desconectar físicamente el enlace, este debe configurarse como "Enlace temporal" en el grupo de parámetros "Servidor Telecontrol". Un aspecto importante que se debe resaltar es que en el nivel TCP/IP, el enlace permanece. Las estaciones temporales desconectan el enlace automáticamente después de enviar los datos. El parámetro **ID** referencia la conexión GPRS. La ID debe ser idéntica a la ID utilizada en TC_CON. El parámetro **InterfaceID** referencia la interfaz GPRS del CP local deseado. El valor debe ser idéntico al utilizado para **InterfaceID** en TC_CON.

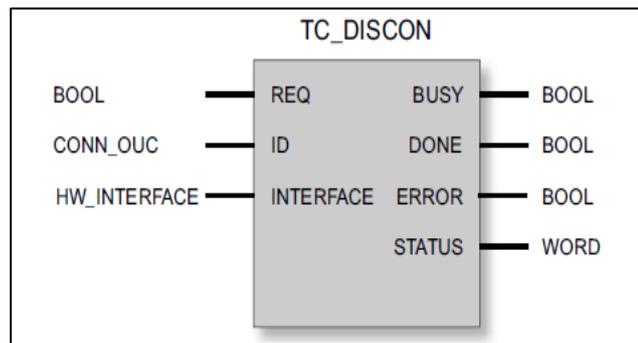


Figura 1.4: Instrucción TC_DISCON en representación FUP.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

Los parámetros e indicadores de la instrucción TC_DISCON se describen a continuación:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
REQ	INPUT	BOOL	0, 1	Con un flanco ascendente se inicia el procesamiento de la instrucción y se inicializan los indicadores de estado. Actualización de los indicadores de estado DONE, ERROR y STATUS cuando no hay ningún flanco ascendente.
ID	INPUT	CONN_OUC	1...07FF _h	Referencia al enlace correspondiente
InterfaceID	INPUT	HW_ANY		Referencia a la interfaz del CP 1242-7 local (véase STEP 7 > Configuración CP > Interfaz Telecontrol > "Identificador HW")
ENO	OUTPUT	BOOL	0: error 1: correcto	Salida de habilitación Si la instrucción presenta un error en el tiempo de ejecución, se pondrá ENO = 0.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
BUSY	OUTPUT	BOOL	0: procesamiento de la instrucción todavía no iniciado, finalizado o cancelado 1: procesamiento de la instrucción en curso	Indicador del estado de procesamiento de la instrucción
DONE	OUTPUT	BOOL	0: - 1: procesamiento de la instrucción finalizado correctamente	El parámetro de estado indica si la petición se ha desarrollado correctamente. Consulte el significado en relación con los parámetros ERROR y STATUS en Indicadores de la instrucción.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: error	Indicador de error Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y STATUS en Indicadores de la instrucción.
STATUS	OUTPUT	WORD		Indicador de estado Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y ERROR en Indicadores de la instrucción.

Tabla 1.3: Parámetros de la instrucción TC_DISCON.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania
09/2011, C79000-G8978-C247-02

BUSY	DONE	ERROR	Significado
0	0	0	La instrucción todavía no se ha llamado.
DONE	ERROR	STATUS	Significado
1	0	0000 _H	Petición ejecutada correctamente
0	0	7000 _H	No hay ningún procesamiento de petición activo (primera llamada de la instrucción)
0	0	7001 _H	Procesamiento de petición iniciado (primera llamada de la instrucción)
0	0	7002 _H	Procesamiento de petición en curso (nueva llamada de la instrucción si BUSY = 1)
0	1	8086 _H	Valor no permitido para ID
0	1	80E4 _H	ID desconocida: No existe ningún enlace a través de TC_CON con esta ID.
0	1	80E6 _H	Ninguna solicitud en proceso (la activación de la instrucción no se inicia)
0	1	80F5 _H	Punto final del enlace no válido: <ul style="list-style-type: none"> Fallo en el establecimiento de la conexión a través de TC_CON o Desconexión por parte del interlocutor remoto.
0	1	80F6 _H	Error de formato de un parámetro en el bloque de datos llamado (tamaño erróneo, formato incorrecto o valor no válido) Compruebe la configuración del SDT "TC_CON...".

Tabla 1.4: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania
09/2011, C79000-G8978-C247-02.

1.4.4.3. Enviar datos a través de la red GSM

La instrucción TC_SEND permite enviar datos a través del enlace programado. El parámetro **ID** referencia la conexión GPRS. El valor de **ID** debe ser igual al valor de **ID** utilizado en TC_CON. El parámetro **InterfaceID** referencia la interfaz GPRS del CP local deseado, del mismo modo debe ser idéntico al utilizado para **InterfaceID** en TC_CON.

El número de datos que deben enviarse se indica en el parámetro **LEN**. El tamaño del rango de datos indicado en **DATA** debe ser como mínimo tan grande como el número de bytes configurado en **LEN**. Los tipos de datos permitidos en el rango de datos indicado en **DATA** son todos excepto “**BOOL**” y “**ARRAY of BOOL**”. La dirección de destino (interlocutor) para los datos que deben enviarse se configura en la instrucción **TC_CON**.

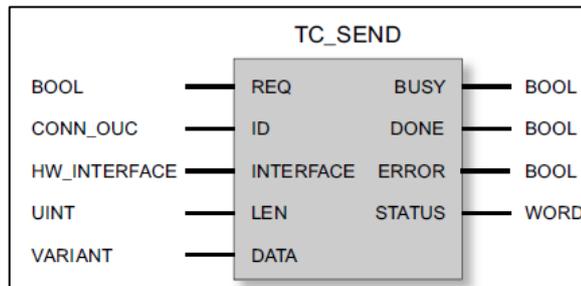


Figura 1.5: Instrucción TC_SEND en representación FUP.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

Los parámetros de TC_SEND, así como los indicadores del mismo se muestran en las tablas siguientes:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
REQ	INPUT	BOOL	0, 1	Con un flanco ascendente se inicia el procesamiento de la instrucción y se inicializan los indicadores de estado. Actualización de los indicadores de estado DONE, ERROR y STATUS cuando no hay ningún flanco ascendente.
ID	INPUT	CONN_OUC	1...07FFh	Referencia a la respectiva conexión
InterfaceID	INPUT	HW_ANY		Referencia a la interfaz del CP 1242-7 local (véase STEP 7 > Configuración CP > Interfaz Telecontrol > "Identificador HW")
LEN	INPUT	UINT	1...2048	Número de bytes de los datos que deben enviarse, máximo 2048
DATA	INOUT	VARIANT		Referencia de dirección al rango de datos de la CPU que debe transferirse
ENO	OUTPUT	BOOL	0: Error 1: correcto	Salida de habilitación Si la instrucción presenta un error en el tiempo de ejecución, se pondrá ENO = 0.
BUSY	OUTPUT	BOOL	0: procesamiento de la instrucción todavía no iniciado, finalizado o cancelado 1: procesamiento de la instrucción en curso	Indicador del estado de procesamiento de la instrucción
DONE	OUTPUT	BOOL	0: - 1: procesamiento de la instrucción finalizado correctamente	El parámetro de estado indica si la petición se ha desarrollado correctamente. Consulte el significado en relación con los parámetros ERROR y STATUS en Indicadores de la instrucción.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: Error	Indicador de error Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y STATUS en Indicadores de la instrucción.
STATUS	OUTPUT	WORD		Indicador de estado Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y ERROR en Indicadores de la instrucción.

Tabla 1.5: Parámetros de la instrucción TC_SEND.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02

BUSY	DONE	ERROR	Significado
0	0	0	Ninguna petición en proceso
DONE	ERROR	STATUS	Significado
1	0	0000 _H	Petición ejecutada correctamente
0	0	7000 _H	No hay ningún procesamiento de petición activo (primera llamada de la instrucción)
0	0	7001 _H	Procesamiento de petición iniciado (primera llamada de la instrucción)
0	0	7002 _H	Procesamiento de petición en curso (nueva llamada de la instrucción si BUSY = 1)
0	1	8086 _H	Valor no permitido para ID
0	1	80E1 _H	Rebase de tiempo: <ul style="list-style-type: none"> Aumente el valor del "tiempo de vigilancia de transmisión" en la configuración del CP 1242-7 o Compruebe el interlocutor.
0	1	80E4 _H	ID desconocida: Llame en primer lugar la instrucción TC_CON.
0	1	80E6 _H	Ninguna solicitud en proceso (la activación de la instrucción no se inicia)
0	1	80E7 _H	Los datos que debían enviarse no se han transferido íntegramente: Repita la petición.
0	1	80E8 _H	Interlocutor remoto no accesible.
0	1	80E9 _H	Desconexión por parte del interlocutor remoto: Compruebe el interlocutor. En dado caso, deshaga la conexión con TC_DISCON y establézcala nuevamente con TC_CON.
0	1	80EA _H	Mensaje de error del interlocutor remoto: <ul style="list-style-type: none"> Compruebe el interlocutor. Active la instrucción "TC_RECV" en el interlocutor. En dado caso, deshaga la conexión con TC_DISCON y establézcala nuevamente con TC_CON.
0	1	80EF _H	No se ha podido enviar el SMS: <ul style="list-style-type: none"> Compruebe si existe la dirección de destino (número de llamada del participante destinatario). Compruebe si la tarjeta SIM insertada soporta el envío de SMS. Asegúrese de que la opción "Estándar" se haya seleccionado para el acceso al bloque en el momento de crear el bloque de datos TCON_phone.
0	1	80F1 _H	En envío de SMS no está activado en la configuración STEP 7 del CP: Active la opción "Permitir SMS" en la configuración del CP.
0	1	80F4 _H	No se puede generar el punto final de la conexión: Compruebe el interlocutor.
0	1	80F5 _H	Punto final del enlace no válido: <ul style="list-style-type: none"> Fallo en el establecimiento de la conexión a través de TC_CON. o bien Desconexión por parte del interlocutor remoto: Llame la instrucción TC_DISCON.
0	1	80F6 _H	Error de formato de un parámetro en el bloque de datos llamado (tamaño erróneo, formato incorrecto o valor no válido) Compruebe la configuración del SDT "TC_CON...".

Tabla 1.6: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

1.4.4.4. Recibir datos a través de la red GSM

La instrucción TC_RECV permite recibir datos a través de los enlaces programados, al igual que en las instrucciones ya descritas los parámetro **ID** e **InterfaceID** deben ser iguales al de las demás instrucciones que se refieren a la misma conexión. Los parámetros **LEN** y **DATA** tienen las mismas características que los ya descritos en TC_SEND.

Los datos recibidos se interpretan como si el interlocutor remitente hubiera utilizado los mismos tipos de datos. El DB (tipo de datos de sistema) utilizado para la descripción del enlace de TC_RECV se debe distinguir de un DB utilizado para TC_SEND.

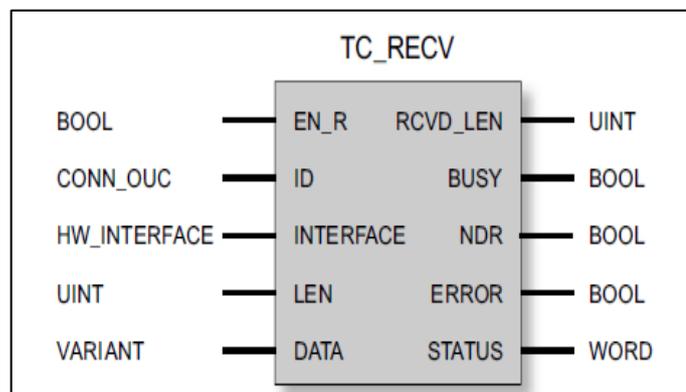


Figura 1.6: Instrucción TC_RECV en representación FUP.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

Los parámetros e indicadores de TC_RECV se muestran a continuación:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
EN_R	INPUT	BOOL	0: recepción de datos bloqueada 1: recepción de datos permitida	Permitir / bloquear la recepción de datos
ID	INPUT	CONN_OUC	1...07FF _h	Referencia al enlace correspondiente
InterfaceID	INPUT	HW_ANY		Referencia a la interfaz del CP 1242-7 local (véase STEP 7 > Configuración CP > Interfaz Telecontrol > "Identificador HW")
LEN	INPUT	UINT	1...2048	Número (mínimo) de bytes de los datos que deben recibirse, máximo 2048
DATA	INOUT	VARIANT		Referencia de dirección al rango de datos de recepción de la CPU

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
ENO	OUTPUT	BOOL	0: error 1: correcto	Salida de habilitación Si la instrucción presenta un error en el tiempo de ejecución, se pondrá ENO = 0.
RCVD_LEN	OUTPUT	UINT		Número de bytes de los datos recibidos
BUSY	OUTPUT	BOOL	0: procesamiento de la instrucción todavía no iniciado, finalizado o cancelado 1: procesamiento de la instrucción en curso	Indicador del estado de procesamiento de la instrucción
DONE	OUTPUT	BOOL	0: - 1: procesamiento de la instrucción finalizado correctamente	El parámetro de estado indica si la petición se ha desarrollado correctamente. Consulte el significado en relación con los parámetros ERROR y STATUS en Indicadores de la instrucción.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: error	Indicador de error Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y STATUS en Indicadores de la instrucción.
STATUS	OUTPUT	WORD		Indicador de estado Consulte el significado en relación con los parámetros DONE y ERROR en Indicadores de la instrucción.

Tabla 1.7: Parámetros de la instrucción TC_RECV.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02

BUSY	DONE	ERROR	Significado
0	0	0	Ninguna petición en proceso
DONE	ERROR	STATUS	Significado
1	0	0000 _H	Petición ejecutada correctamente
0	0	7000 _H	No hay ningún procesamiento de petición activo (primera llamada de la instrucción)
0	0	7001 _H	Procesamiento de petición iniciado (primera llamada de la instrucción)
0	0	7002 _H	Procesamiento de petición en curso (nueva llamada de la instrucción si BUSY = 1)
0	1	8086 _H	Valor no permitido para ID
0	1	80E4 _H	ID desconocida: Llame en primer lugar la instrucción TC_CON.
0	1	80E6 _H	Ninguna solicitud en proceso (la activación de la instrucción no se inicia)
0	1	80F5 _H	Punto final del enlace no válido: <ul style="list-style-type: none"> Fallo en el establecimiento de la conexión a través de TC_CON. o bien Desconexión por parte del interlocutor remoto: Llame la instrucción TC_DISCON.
0	1	80F6 _H	Error de formato de un parámetro en el bloque de datos llamado (tamaño erróneo, formato incorrecto o valor no válido) Compruebe la configuración del SDT "TC_CON...".

Tabla 1.8: Indicadores BUSY, DONE, ERROR y STATUS.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

1.4.4.5. SDT para el establecimiento de un enlace Telecontrol

Para configurar el establecimiento de un enlace de Telecontrol mediante la instrucción TC_CON se utiliza el parámetro **CONNECT**, el cual describe el enlace. La descripción del enlace está especificada por la estructura de un tipo de datos del sistema (SDT). La estructura del SDT correspondiente contiene los parámetros necesarios para establecer el enlace con un interlocutor remoto. Este proyecto trabajó con el enlace de Telecontrol, dicho enlace se puede configurar con TCON_WDC.

Los datos de dirección del servidor Telecontrol asignado al CP se encuentran en el software STEP 7, en la ficha **Interfaz de Telecontrol => Modo de operación** del CP. El servidor Telecontrol o la estación remota se direcciona mediante el nombre de host o mediante la dirección IP. En el parámetro **RemoteWdcAddress** de TCON_WDC se indica la ID de acceso del interlocutor. En la siguiente tabla se muestran los parámetros que contiene el bloque de datos SDT del tipo "TCON_WDC":

Byte	Parámetro	Tipo de datos	Valor inicial	Descripción
0 ... 1	InterfaceID	HW_ANY		Referencia a la interfaz del CP 1242-7 local (véase STEP 7 > Configuración CP > Interfaz Telecontrol > "Identificador HW")
2 ... 3	ID	CONN_OUC	1...07FFh	Referencia al enlace GPRS local. La ID se asigna y debe ser unívoca dentro de la CPU. Aquí debe utilizarse el mismo valor que el del parámetro ID de la instrucción TC_CON.
4	ConnectionType	BYTE	W#16#0F	Variante de protocolo 15 (Fh): enlace Telecontrol mediante dirección IP
5	ActiveEstablished	BOOL		Identificación del tipo de establecimiento del enlace: <ul style="list-style-type: none"> • 0: establecimiento pasivo del enlace • 1: establecimiento activo del enlace
6 ... 7	-	-	-	- reservado -
8 ... 11	RemoteWdcAddress	DWORD		Indicación de la ID de acceso (hex). La ID de acceso depende del interlocutor. <ul style="list-style-type: none"> • Enlace con un CP remoto: <p>La ID de acceso está compuesta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - número de proyecto de STEP 7 - número de estación - slot <p>Si la estación remota tiene varios CPs GPRS y no va a definirse la ruta, deberá ponerse 0 en el último byte para el slot.</p> <p>La ID de acceso se encuentra en el proyecto de STEP 7, en el grupo de parámetros "Autenticación CP" del CP.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No hay conexión con el servidor de Telecontrol: ID de acceso = 0 • Sólo para escribir en la imagen de proceso: ID de acceso = W#16#FEEDDADA

Tabla 1.9: Parámetros de TCON_WDC.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

1.5. Servidor de telecontrol

El software Telecontrol Server Basic (TCSB) permite establecer la conexión entre un PLC S7-1200 con una interfaz OPC a través del estándar de telefonía móvil GSM/GPRS. Esta técnica permite desarrollar diversas soluciones de telecontrol en distintos sectores y aplicaciones. El software TCSB se instala en un PC conectado a la red de telecontrol. El PC en el que está instalado el software TCSB se denomina "Servidor de telecontrol".

1.5.1. Principales componentes de TCSB

TCSB está formado por los siguientes componentes principales:

- **Telecontrol Manager:** El Telecontrol Manager gestiona las conexiones con los interlocutores. Es la central de comunicación de todos los componentes de software conectados tanto de la parte del PC, como de la parte del proceso. Controla los telegramas entre las direcciones de origen y destino y dispone de la información lógica de conexión, de variables de sistema y datos de configuración. El Telecontrol Manager no es visible para el usuario. La configuración de los datos de acceso se realiza a través de la CMT.
- **Base de datos:** Almacena los datos del sistema. La base de datos no es visible para el usuario. La interfaz entre el usuario y la base de datos es la CMT. La base de datos tiene áreas separadas para los datos de configuración offline y online del sistema runtime.
- **Servidor OPC:** El servidor OPC integrado en TCSB proporciona los datos de las estaciones conectadas vía GPRS a un cliente OPC conectado.
- **Configuration and Monitoring Tool (CMT):** CMT es la interfaz de programación y cuenta con las siguientes funciones principales:
 - Configuración del sistema y de las conexiones con las estaciones
 - Vigilancia de las conexiones

1.5.1.1. Requerimientos del software

Para el correcto funcionamiento del TCSB se necesita un computador que posea los siguientes elementos:

- Unidad DVD.
- Tarjeta de red para la conexión a Internet o a la red GSM.
- Memoria de trabajo necesaria para ≤ 255 conexiones: 2 GB de memoria de trabajo.
- Memoria de trabajo necesaria para ≥ 256 conexiones: 4 GB de memoria de trabajo.
- Acceso a Internet: Para que el servidor de Telecontrol pueda acceder a Internet es necesaria una dirección IP o un nombre que pueda resolverse vía DNS. La dirección IP puede ser dinámica, pero es mejor una dirección IP fija.
- Un Sistema operativo compatible: El TCSB es ejecutable en un PC con uno de los siguientes sistemas operativos:
 - Microsoft Windows 7 Professional 32 bits + Service Pack 1
 - Microsoft Windows 7 Enterprise 32 bits + Service Pack 1
 - Microsoft Windows 7 Ultimate 32 bits + Service Pack 1
 - Microsoft Windows Server 2008 32 bits + Service Pack 2

1.5.1.2. Información requerida por el software

Para la puesta en servicio del servidor de Telecontrol y de la estación remota se necesita la siguiente información:

- Información para el acceso a Internet del servidor de Telecontrol.
 - Configuración de puerto del router para el acceso a Internet.
 - Dirección IP de Internet del servidor de Telecontrol o bien un nombre del servidor de Telecontrol resoluble por DNS (si se utiliza DNS).
 - Número de puerto del servidor de Telecontrol para el direccionamiento de puertos a través del router.
- Información para la Configuration and Monitoring Tool de TCSB.
 - Nombre de usuario preasignado para el administrador (administrator).
 - Contraseña preasignada para el administrador (0000).

- Información sobre el establecimiento de conexión con la estación remota.
 - APN (Access Point Name).
 - Nombre de usuario para el APN.
 - Contraseña para el APN.

1.5.1.3. Habilitación de puertos

Al trabajar con el software TCSB, se debe tener presente que el intercambio de información se hará a través de distintos puertos que son requeridos por el sistema para poder establecer la comunicación, para ello hay que habilitar los puertos correspondientes en cada caso, esto se lo hará en el router o bien a través de las funciones del sistema operativo.

- **IP-T Listener port:** Puerto listener para estaciones del tipo S7-1200 + CP 1242-7. Este puerto debe estar habilitado para la comunicación con la estación de ingeniería y con estaciones remotas del tipo S7-1200 con CP 1242-7. Número de puerto predeterminado: 55 097
- **Puerto de servidor OPC:** El puerto debe estar habilitado para la comunicación con PCs cliente CMT. Los PCs cliente CMT pueden ser PCs o clientes OPC, así como otros PCs con la CMT instalada (opción de instalación "Client PC"). Número de puerto predeterminado: 26 864

1.5.1.4. Servidor OPC de TCSB

El servidor OPC del software Telecontrol Server Basic (TCSB) ofrece acceso a determinados valores de los controladores conectados y a la información de estado de las diferentes conexiones GPRS. El servidor OPC del software TCSB es el OPC.SimaticNET.TCSB. Desde la estación remota conectada se transmiten las siguientes clases de elementos OPC:

- **Elementos OPC de sistema:** Se trata de elementos OPC que se transfieren desde todas y cada una de las estaciones conectadas. Son fundamentalmente valores de estado e información estática de la estación o conexión en cuestión.

- **Elementos OPC de proceso:** El PLC en cuestión puede tener variables almacenadas en bloques de datos y estas variables pueden transferirse mediante elementos OPC definidos por el usuario. Las variables se configuran en el programa que es cargado en el PLC.
- **Elementos OPC de estado:** Son elementos proporcionados por el propio servidor.

A continuación se describen todas las variables existentes en el sistema, las cuales son generadas automáticamente por el software de telecontrol y a su vez se detallara lo que cada una de ellas representa, así como también el tipo de dato que usa cada una.

Nombre de elemento	Descripción	Tipo de datos	Lectura/escri- tura	Proporcionado por tipo de estación	
				S7-1200 + CP 1242-7	S7-200 + MD720-3
GPRSConnected	La conexión GPRS está establecida.	BYTE	Lectura	sí	sí
SignalQuality	Potencia de señal GSM (0..31) <ul style="list-style-type: none"> • 0...11: Señal mala (-109 ... -91 dBm) • 12...19: Calidad de señal media (-89 ... -75 dBm) • 20...31: Señal buena (-73 ... -53 dBm) 	BYTE	Lectura	sí	sí
CellID	ID de la célula de radiofrecuencia correspondiente a la zona de la estación	DWORD	Lectura	sí	sí
BytesReceived	Contador de bytes recibidos (valor de contaje de la estación)	DWORD	Lectura	sí	sí
BytesTransmitted	Contador de bytes enviados (valor de contaje de la estación)	DWORD	Lectura	sí	sí
BytesTotal	Contador de bytes totales transmitidos (valor de contaje de la estación; el contador no puede inicializarse.)	DWORD	Lectura	sí	sí
ResetStatus	Este comando inicializa todos los valores de contaje ("BytesReceived", "BytesTransmitted", etc.).	BOOL	Escritura	sí	sí
FirmwareVers	Versión de firmware del módem GPRS	STRING	Lectura	sí	sí
DeviceID	Nombre de dispositivo del módem GPRS o referencia del CP	STRING	Lectura	sí	sí
PLCConnected	Comunicación con la estación (CPU): <ul style="list-style-type: none"> • 1 = comunicación correcta 	BOOL	Lectura	sí	sí
TmpPLCNextLoginTime	Momento del siguiente registro de una estación temporal en el sistema. ¹⁾	DT (12 bytes)	Lectura	sí	no
PLCCpuState	Estado de la CPU (RUN, STOP)	DWORD	Lectura	sí	sí

Nombre de elemento	Descripción	Tipo de datos	Lectura/escri- tura	Proporcionado por tipo de estación	
				S7-1200 + CP 1242-7	S7-200 + MD720-3
TestsTotal	El contador indica cuántas veces se ha consultado el estado de esta estación.	DWORD	Lectura	sí	sí
TestsSuccessful	El contador indica cuántas veces se ha consultado con éxito el estado de esta estación.	DWORD	Lectura	sí	sí
WakeUpTimeout	Tiempo de vigilancia configurado dentro del cual la estación debe haberse conectado después de un SMS de activación (vea "Vigilancia de estación"). Para una estación permanente, este valor es 0.	DWORD	Lectura y escritura	sí	no
ServerConnectState	Estado de la conexión entre la estación y el servidor de Telecontrol <ul style="list-style-type: none"> • 1 = la estación está conectada con TCM • 0 = la estación no está conectada con TCM 	BOOL	Lectura	sí	sí
ServerNr	Número de servidor del servidor de Telecontrol con el que está conectada la estación. Reservado (actualmente siempre 0)	DWORD	-	no	no
Protocol	Protocolo de transmisión (tipo de estación) <ul style="list-style-type: none"> • 1 = S7-1200 + CP 1242-7 • 0 = S7-200 + MD720-3 	DWORD	Lectura y escritura	sí	sí
RefreshValues	Comando (tecla) para leer de forma activa desde el cliente OPC los valores actuales de todas las variables de la CPU.	BOOL	Escritura (lectura indica 0)	sí	sí
RefreshStatus	Comando (tecla) para leer de forma activa desde el cliente OPC el estado actual de la CPU. Este comando permite comprobar la conexión con la estación (CPU) activamente desde el cliente OPC. Tras ejecutar el comando, "PLCConnected" muestra el estado actual. Atención: La transmisión automática de cambios de estado puede conllevar costes.	BOOL	Escritura (lectura indica 0)	sí	no
WakeUp	Con el comando se solicita a una estación temporal que establezca una conexión con el servidor de Telecontrol. <ul style="list-style-type: none"> • 1 = establecer conexión GPRS (SMS de activación) • 0 = separar conexión GPRS 	BOOL	Escritura (lectura indica 0)	sí	no

Tabla 1.10: Elementos OPC de sistema.

Fuente: SIMATIC NET Telecontrol TELECONTROL SERVER BASIC, Instrucciones de servicio, Alemania 06/2011, C79000-G8978-C249-01.

Todos los elementos OPC generados por el software de telecontrol de proceso transmiten datos de la memoria imagen de proceso del PLC. Para acceder a los elementos del OPC se tiene que usar la siguiente una sintaxis específica la cual se describe a continuación:

<Protocolo>:[<Nombre de proyecto>.<Nombre de estación>.<Slot>]<N.º de DB>, <Tipo><Dirección>{.<Longitud>}{,<Número>}

El significado de cada elemento que compone la sintaxis descrita se presenta a continuación:

- **<Protocolo>**: Identificador de sistema con la siguiente denominación:
 - TCS: Identificador de sistema de TCSB (en todos los nombres de elemento).
- **<Nombre de proyecto>**: El nombre de proyecto de la conexión configurado en Configure and Monitoring Tool.
- **<Nombre de estación>**: El nombre de estación de la conexión configurado en Configure and Monitoring Tool.
- **<Slot>**: Slot del módulo en cuestión:
 - La conexión se especifica a través del slot 101, 102 o 103 del CP.
- **<N.º de DB>**: Número del bloque de datos en el programa de usuario de la CPU en el que se encuentran los datos de proceso correspondientes. Solo se soporta el acceso a DB1.
- **<Tipo>**: Tipos de variables soportados por el servidor de Telecontrol (ver tabla 1.11).
- **<Dirección>**: Índice de inicio (offset de bytes) de la variable.
- **<Longitud>**: Longitud de un string en bytes. Solo es necesario si se utiliza un string como tipo de variable.
- **<Cantidad>**: Indicación opcional, solo necesaria si se utilizan matrices.

Tipo de datos	Descripción	Tipo de datos OLE (en TCSB)	Tipo de datos S7
B	Byte (sin signo)	VT_UI1	BYTE
W	Palabra (sin signo)	VT_UI2	WORD
D	Palabra doble (sin signo)	VT_UI4	DWORD
CHAR	Byte (con signo)	VT_I1	BYTE
INT	Palabra (con signo)	VT_I2	INT
DINT	Palabra doble (con signo)	VT_I4	DINT
REAL	Número en coma flotante	VT_R4	REAL
STRING	Secuencia de caracteres con longitud de string	VT_BSTR	STRING
DT	Fecha y hora, 12 bytes	VT_DATE	DTL

Tabla 1.11: Tipos de datos soportados por el OPC del TCSB.

Fuente: SIMATIC NET Telecontrol TELECONTROL SERVER BASIC, Instrucciones de servicio, Alemania 06/2011, C79000-G8978-C249-01.

1.5.1.5. Configuration and Monitoring Tool (CMT)

La Configuration and Monitoring Tool (CMT) es la interfaz de programación de la aplicación Telecontrol Server Basic. Tiene dos áreas funcionales:

- **Configurar:** Esta área funcional permite configurar el servidor de Telecontrol:
 - Configuración de los ajustes básicos del sistema, los usuarios y sus derechos
 - Configuración de las conexiones con las estaciones de la instalación de telecontrol
- **Funciones en runtime:** En dicha función el servidor de Telecontrol está conectado con la estación de telecontrol.
- **Ajustes básicos del sistema:**
 - Ajustes de los parámetros de sistema y direccionamiento del hardware
 - Idioma de la interfaz del programa
 - Funciones de informes
- **Definición de los usuarios y sus derechos:**
 - Derechos de acceso
 - Contraseñas
- **Configuración de proyectos:** En la CMT, los proyectos de gran tamaño se estructuran claramente en proyectos (grupos lógicos).

- **Conexión con las estaciones:** Se trata, por ejemplo, de datos de direcciones, el comportamiento online de la estación, el tipo de vigilancia, tiempos de ciclo, etc.
- **Configuración de los operadores de red**
- **Activación de proyectos:** Con la "activación", los datos configurados se transmiten al sistema runtime.

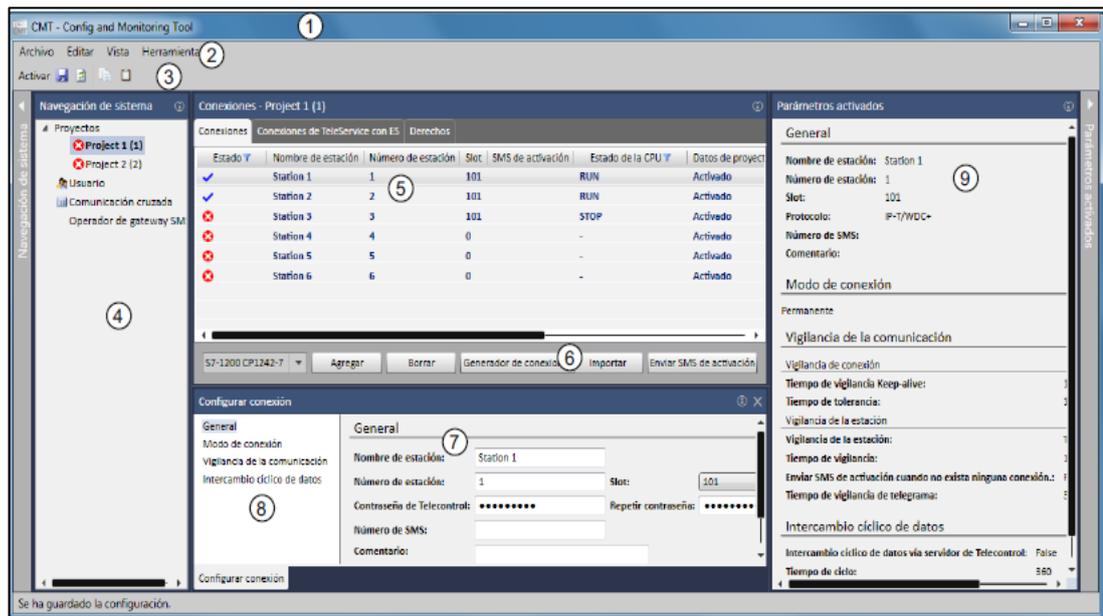


Figura 1.7: Distribución de la ventana del software CMT.

Fuente: SIMATIC NET Telecontrol TELECONTROL SERVER BASIC Instrucciones de servicio, Alemania 06/2011, C79000-G8978-C249-01.

Cada subárea mostrada en la figura 1.7 tiene las siguientes funciones:

N.º	Área/subárea	Función
①	Barra de título	Se indica el nombre del programa
②	Barra de menús	Contiene los menús
③	Barra de herramientas	Contiene iconos de diferentes funciones
④	Navegación del sistema	Muestra la estructura del sistema de telecontrol configurado y entradas para el ajuste del sistema *)
⑤	Área de objetos	<p>Pueden mostrarse los siguientes contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros del objeto seleccionado en el área de navegación. Los parámetros visualizados en el área de parámetros varían en función del objeto seleccionado (proyecto, estación, usuario, etc.). • Se muestran los usuarios y administradores • Se visualiza la configuración del sistema. <p>Esta vista se abre tras elegir el menú "Herramientas " > "Configuración".</p>

N.º	Área/subárea	Función
⑥	Barra de comandos	Contiene botones de funciones para el objeto visualizado en el área de objetos:
⑦	Área de parámetros	Pueden mostrarse los siguientes contenidos: *) <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros del objeto seleccionado en el área de objetos • Variables de sistema de la conexión seleccionada en el área de objetos
⑧	Navegación de parámetros	Se muestran los grupos de parámetros del objeto seleccionado en el área de objetos. La navegación de parámetros solo está disponible para objetos con un gran número de parámetros.
⑨	Parámetros activados	Esta área muestra los parámetros (activados) transferidos al sistema runtime para la conexión seleccionada en el área de objetos. Si se realizan cambios en la configuración, el área puede abrirse con fines de comprobación haciendo clic en el símbolo de flecha situado en el margen derecho de la ventana. Si se vuelve a hacer clic en el símbolo de flecha, el área vuelve a ocultarse.

Tabla 1.12: Funciones de las áreas y subáreas del software CMT.

Fuente: SIMATIC NET Telecontrol TELECONTROL SERVER BASIC Instrucciones de servicio, Alemania 06/2011, C79000-G8978-C249-01.

Para la configuración del enlace usado en este proyecto (ver sección 4.2) dentro del software CMT se usaran los siguientes grupos de parámetro:

- **Grupo de parámetros "General"**
 - **Nombre de estación:** Este parámetro es usado para la identificación de la conexión. El nombre de estación dentro de un proyecto tiene que ser unívoco en combinación con el número de slot. El nombre del proyecto y el número de slot se incluyen en el direccionamiento. Si se cambia algún nombre de conexión, también hay que cambiar los nombres de los elementos OPC correspondientes.
 - **Número de estación:** Número de la conexión. Rango de valores: 1.....8 000 (en todo el sistema TCSB). El número de estación y de slot dentro de un proyecto deben ser unívocos.
 - **Slot:** Selección del slot. El número de slot del CP debe tomarse de la configuración de STEP 7.
 - **Contraseña de Telecontrol:** Contraseña para la autenticación del CP 1242-7 en el servidor de Telecontrol. La contraseña se configura en STEP 7 para el CP.

- **Número de SMS:** Número de teléfono de la tarjeta SIM insertada en el CP 1242-7 de la estación remota, se utiliza para enviar un SMS de activación, en el presente proyecto este parámetro no será usado.
- **Comentario:** El comentario no tiene efecto alguno en el sistema runtime.
- **Grupo de parámetros "Modo de conexión"**
 - **Permanente:** Conexión permanente entre la estación remota y el servidor de Telecontrol (ver sección 1.4.1).
 - **Temporal:** La conexión sólo se establece temporalmente para el envío de datos (ver sección 1.4.1).

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS Y CONEXIÓN DE LOS SENSORES

2.1. Introducción

La tarea fundamental de la estación remota usada en el presente proyecto es monitorear diversos parámetros, con los cuales se podrá obtener un total conocimiento del nivel de contaminación del aire a más de otras características del ambiente en el cual se ubica la estación como la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa. Para poder monitorear cada uno de los parámetros ya mencionados es necesario contar con los sensores adecuados para hacerlos, dichos sensores deberán contar con la capacidad de entregar una señal eléctrica analógica para que el PLC pueda interpretarla y de esta manera se pueda trabajar con estos datos monitoreados.

En el presente capítulo se dará a conocer los sensores a ser usados y las principales características que poseen, tales como tipo de señal que entregan, rangos de medición y unidades. Se explicará la conexión eléctrica de cada sensor, para poder conectarlos al módulo de entradas analógicas, el cual se usa para monitorear las señales desde el PLC.

2.2. Sensor de CO y CO₂

El monóxido de carbono (CO) es un gas venenoso, incoloro, sin sabor ni olor, es producto de la combustión incompleta del carbón, madera, aceite y otros combustibles productos del petróleo. La unidad que se usa para determinar la cantidad de concentración de un gas es las partes por millón o ppm, que describe la cantidad de unidades de la sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto. Para tener una idea de la concentración de monóxido de carbono, se habla de que en áreas de tránsito pesado existen niveles de 115 ppm, 75 ppm en carreteras, 100 ppm en garajes subterráneos y unas 23 ppm en áreas residenciales.

Por otro lado, el dióxido de carbono (CO_2), también conocido como bióxido de carbono, óxido de carbono y anhídrido carbónico, es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. Este gas se produce por la combustión del carbón o los hidrocarburos, la fermentación de los líquidos y la respiración de los seres humanos y de los animales.

El CO_2 es asimilado por las plantas, que por su parte devuelven oxígeno. En cantidades adecuadas, es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable, ya que impide la salida de calor de la atmósfera, sin embargo, un exceso de CO_2 provoca una subida de la temperatura excesiva, dando lugar al calentamiento global. Actualmente el promedio global es de 395 ppm.

El sensor aSENSE modelo MIII es un controlador con una función de sensores para monitorear el CO_2 y CO al mismo tiempo. La tecnología que usa este sensor es la absorción infrarroja no dispersiva o NDIR por sus siglas en inglés Non Dispersive Infrared Detector.



Figura 2.1: Sensor aSENSE MIII para la medición de CO y CO_2 .

Este método aprovecha la absorción de la radiación infrarroja que presentan los gases, tales como el CO, CO_2 , SO_2 o NO. La radiación infrarroja se atenúa a media que aumenta la presencia de un volumen de gas determinado, en base a dicha atenuación se determina el nivel de concentración de dicho gas.

En la siguiente figura se describe el método NDIR usado para la medición de gases (en este caso el CO_2):

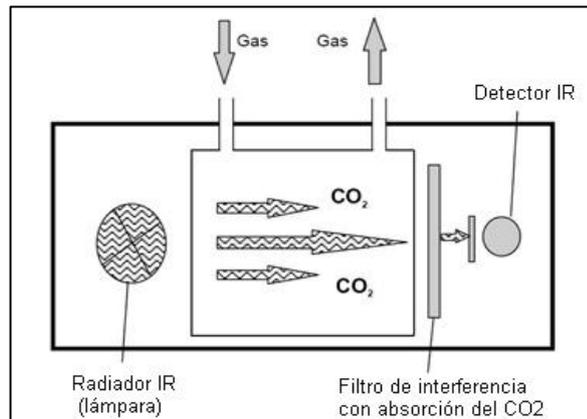


Figura 2.2: Método NDIR empleado para la detección del CO_2 .

Los componentes principales de un sensor NDIR son una fuente de radiación infrarroja, una cámara para la muestra o tubo de luz, un filtro de longitud de onda y, el detector de infrarrojos. El gas a ser analizado se acumula en la cámara para la muestra, y la concentración de gas se mide electroópticamente por la absorción de una determinada longitud de onda en el infrarrojo. La luz infrarroja se dirige cruzando la cámara de la muestra hacia el detector. El detector tiene un filtro óptico que elimina toda la luz, salvo la longitud de onda que es absorbida por el gas seleccionado. El sensor aSENSE MIII presenta las siguientes características:

	Dióxido de Carbono (CO_2)	Monóxido de Carbono (CO)
Rango:	0 hasta 2 000 ppm	0 hasta 100 ppm
Precisión:	± 30 ppm $\pm 3\%$ de la lectura	± 10 ppm
Salida:	0 a 10 V DC	0 a 10 V DC
Temperatura:	0 hasta 50 °C	
Protección:	IP 54	
Alimentación:	24 VAC/VDC $\pm 20\%$, 50-60 Hz	

Tabla 2.1: Características del sensor de CO y CO_2 aSENSE MIII.

2.3. Sensor de presión atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza por unidad de área que ejerce la atmosfera sobre cualquier superficie. La presión atmosférica equivale al peso de una columna de aire de sección transversal unitaria que se extiende desde un nivel dado hasta el limite

superior de la atmosfera. La presión atmosférica puede expresarse en distinta unidades como milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (Hg), pascales, entre otros.

La unidad estándar en meteorología es el Hectopascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ y $1 \text{ hecto} = 100$), ya que las diferencias en presión son del orden de 100 Pa , por lo que es más conveniente utilizar esta unidad, que además equivale a un milibar. Al nivel del mar la presión atmosférica es de $1,013 \text{ mbar}$, mientras que a una altura de $5\ 500 \text{ m}$ este valor se reduce aproximadamente a la mitad.

Para medir este parámetro se usa un sensor de presión atmosférica KOBOLD modelo PAS, el cual consta de un elemento piezoresistivo mediante el cual se puede determinar la presión atmosférica relativa como también la presión atmosférica absoluta. El sensor posee un conversor A/D, el cual transforma el valor de resistencia captado por el transductor piezoresistivo en un valor digital para que el microprocesador del sensor procese la información. El sensor consta además con una pantalla LCD mediante la cual se pueden observar los parámetros de configuración a más de mostrar los valores que el sensor mide.



Figura 2.3: Transmisor de presión atmosférica KOBOLD modelo PAS.

Las principales características de este sensor se muestran a continuación:

	Presión atmosférica
Rango:	-1.....1.5 bar hasta 0.....600 bar (rango seteable)
Precisión:	0,075 %
Salida:	4...20mA (dos hilos)
Temperatura:	-30°C hasta 80°C
Protección:	IP 67
Alimentación:	12...45 VDC

Tabla 2.2: Características del sensor de presión atmosférica.

Debido a que el sensor de presión atmosférica posee un rango de media y una escala seteables por el usuario, para este proyecto el sensor fue configurado (desde fábrica) en un rango de 0 a 900 mbar (milibares), razón por la cual en el momento de escalar la señal analógica de este sensor en el PLC se tendrá en cuenta dicho rango y escala.

2.4. Sensores de temperatura y humedad relativa

La humedad describe la cantidad de vapor de agua en el aire. En condiciones normales el aire está “subsaturado”. La saturación puede alcanzarse aumentando el vapor en el aire (humidificación) o disminuyendo la temperatura. Si existe demasiado vapor en el aire se dice que existe una sobresaturación de humedad, el exceso de vapor se condensa para convertirse en niebla o nubes.

La humedad relativa, RH (%), es la proporción de vapor de agua real en el aire comparada con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura correspondiente. Este parámetro permite determinar qué tan cerca está el aire de la saturación y se mide en porcentaje entre 0 y 100, donde el 0% significa aire seco y 100% aire saturado. Por su parte la temperatura es una medida de la energía cinética de las partículas que componen un sistema. Es una propiedad física de un sistema, que gobierna la transferencia de energía térmica, o calor, entre ese sistema y otros. Según el Sistema Internacional de Unidades la unidad de la temperatura es el Kelvin, pero sin duda existen otras escalas más comúnmente utilizadas como, la escala Fahrenheit o la escala centígrada.

Para la medición de la temperatura y humedad relativa se usa un sensor en el cual se integra la tecnología necesaria para medir los dos parámetros. Para la medición de la humedad relativa el sensor consta de varias tiras de tela plástica cada una con 90 fibras de un diámetro aproximado a 3 μm . Estas fibras plásticas experimentan un proceso especial para adquirir características higroscópicas, esto significa que absorben y liberan humedad. La estructura molecular de las fibras cambia cuando absorben el agua, dando lugar a un cambio en longitud que se puede medir. La longitud de las fibras plásticas es así una medida de la humedad relativa. El tratamiento especial del elemento de medición asegura que sus características higroscópicas sigan siendo estables, es decir, su sensibilidad se mantiene a menos que sea destruida por influencia externa.

Para la medición de la temperatura el sensor incorpora una Pt100 que se basa en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. A su vez el sensor posee un convertidor de señal que permite obtener a la salida a más de la señal de la Pt100 una señal analógica de 4-20 mA. Una característica muy importante es que este sensor es de tipo activo, denominándose sensor activo a aquel que no necesita alimentación para su operación.



Figura 2.4: Sensor de humedad relativa y temperatura KOBOLD AFH-G.

A continuación se presenta una tabla en la que se exponen las principales características técnicas y eléctricas del sensor:

	Humedad relativa	Temperatura
Unidad:	% RH	°C
Rango:	0.....100 % RH	-30.....+60 °C
Precisión:	> 40% RH: $\pm 2.5\%$ RH < 40% RH: $\pm 3.5\%$ RH	$\pm 0,5$ °C
Salida:	100-138,5 Ohm o 4-20 mA (2 hilos)	Pt100 o 4-20 mA (2 hilos)
Temperatura:	-20...60 °C (Carcasa), -40..+80 °C (Sensor)	
Protección:	IP 64	

Tabla 2.3: Características del Sensor de humedad relativa y temperatura KOBOLD AFH-G.

2.5. Conexión eléctrica de los sensores

La conexión eléctrica de los sensores se la realizó en base a los manuales de los mismos, en el caso del sensor de humedad y temperatura no se necesitó ninguna alimentación para el mismo, ya que se trata de un sensor activo. Como muestra la figura 2.5, este sensor posee 5 terminales de los cuales los primeros 4 son las salidas (4-20mA) y el quinto terminal es usado para la conexión a tierra.

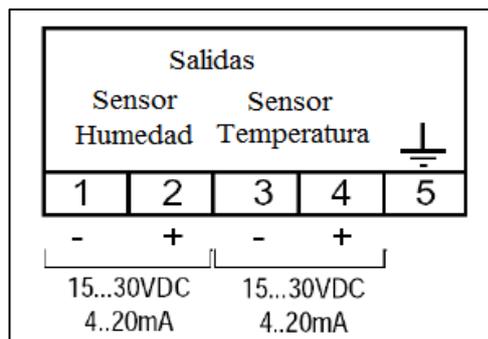


Figura 2.5: Diagrama de conexión de las salidas del sensor de humedad y temperatura KOBOLD AFH-G.

El sensor de presión atmosférica requiere de una alimentación de 24VDC, por lo que en sus terminales “PWR” se conecta la fuente de poder teniendo muy en cuenta la polaridad de la misma con respecto a la polaridad de los terminales del sensor. La salida analógica de este sensor se la obtiene en los bornes “TEST”.

Los bornes “TEST” se conectan al módulo de entradas analógicas del PLC. El manual de este sensor sugiere que la longitud de los cables que se emplee para la conexión sea la mínima posible, de esta manera se logrará que exista poco ruido e interferencia en la señal.

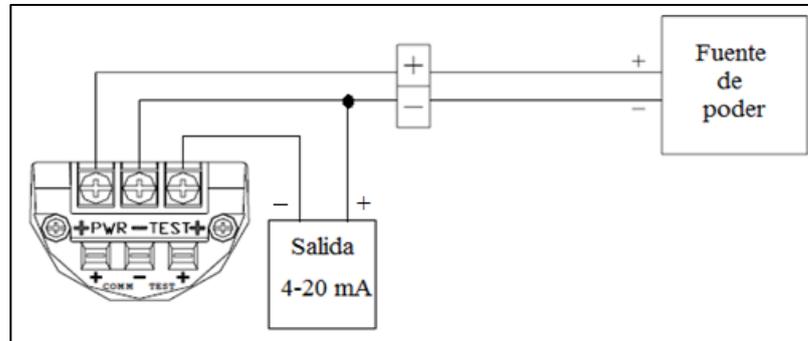


Figura 2.6: Diagrama de conexión de la salida y alimentación del transmisor de presión KOBOLD modelo PAS.

La conexión del sensor de CO y CO₂ requiere de una alimentación de 24VDC al igual que el sensor de presión atmosférica, debido a que estos sensores no requieren de mucha corriente para su funcionamiento, se usa la misma fuente de 24 VDC que fue empleada para la alimentación del PLC, del módulo de comunicación CP 1242-7 y de los módulos en entradas analógicas SM1231. En el caso de este sensor las señales analógicas que corresponden a la medición de CO y CO₂ serán de voltaje y estarán comprendidas entre 0 y 10 V. Este sensor posee además dos salidas adicionales de alarma, dichas salidas se activan cuando los niveles sensados de CO y CO₂ son elevados, en este caso no serán utilizadas. Los bornes de conexión del aSENSE MII se muestran en la siguiente ilustración:

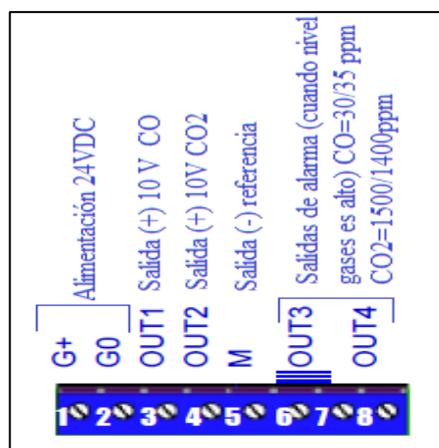


Figura 2.7: Diagrama de conexión de la salida y alimentación del sensor de CO y CO₂ aSENSE MIII.

Finalmente, en las siguientes figuras se indica la conexión eléctrica de cada sensor con el módulo de entradas analógicas SIEMENS SM1231 respectivo, también se indica la conexión de la fuente de voltaje LOGO POWER de 24 VDC usada para la alimentación de los sensores.

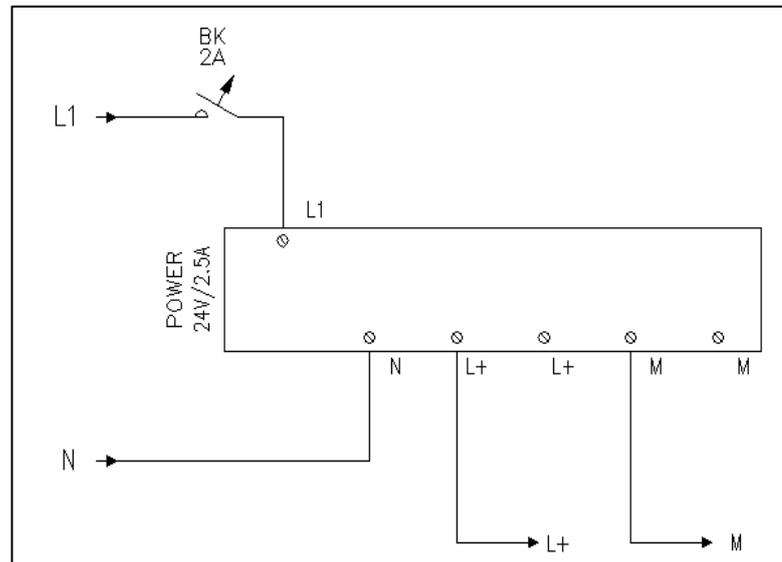


Figura 2.8: Diagrama de conexión de la fuente de alimentación LOGO POWER.

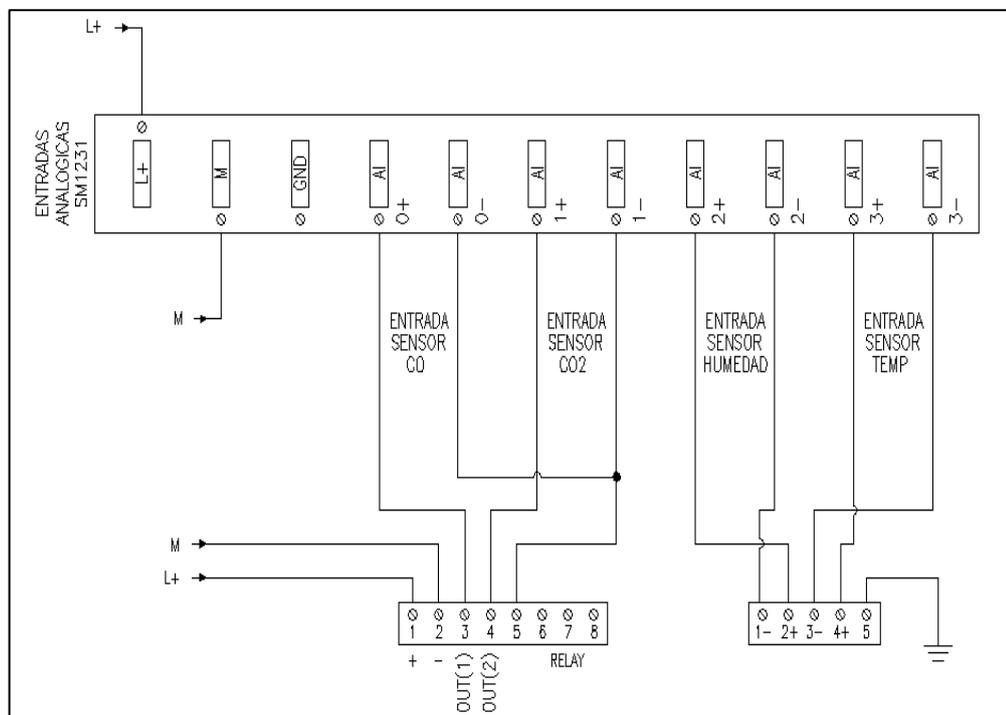


Figura 2.9: Diagrama de conexión de los sensores de CO, CO₂, humedad y temperatura con el módulo de entradas analógicas # 1.

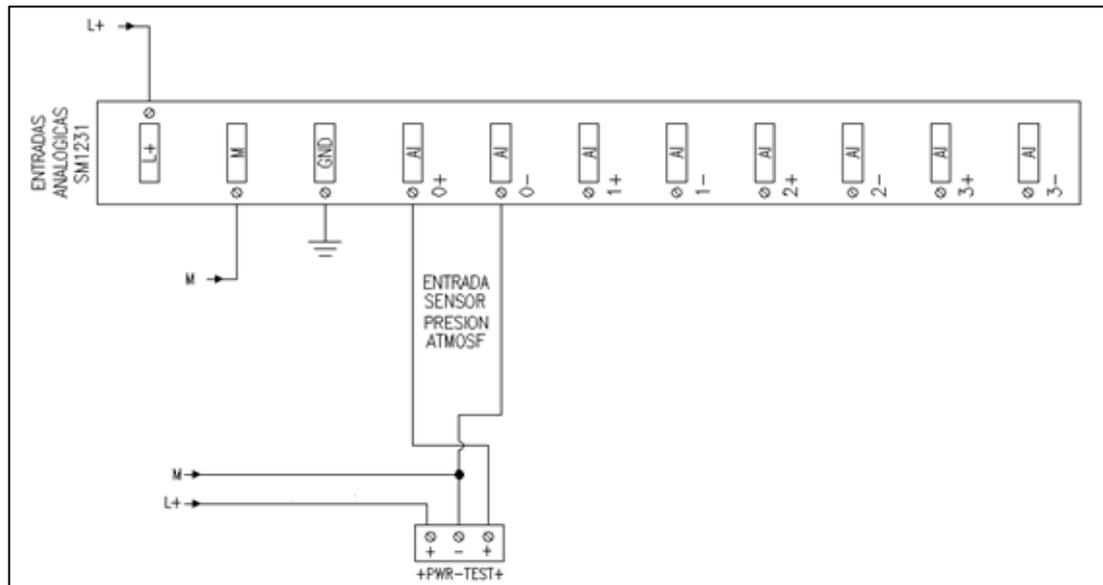


Figura 2.10: Diagrama de conexión del sensor de presión atmosférica con el módulo de entradas analógicas # 2.

CAPÍTULO 3

PROGRAMACIÓN DEL PLC

3.1 Introducción

Dentro de un sistema de telecontrol, un elemento fundamental es el dispositivo, por llamarlo así, encargado de realizar el control y la adquisición de datos “in situ”, en este caso el equipo que permite realizar estas acciones es un PLC SIMATIC S7-1200 de SIEMENS, el cual fue escogido para esta labor debido a sus altas prestaciones a más de poseer las funciones necesarias para poder montar una estación de telecontrol.

Los avances tecnológicos hoy en día, en el área de la automatización especialmente, han permitido que los diversos equipos existentes sean flexibles y adaptables de acuerdo a las necesidades que la industria demanda, siendo una de ellas el telecontrol. Y es de esta manera que en este proyecto se trabaja con un PLC, el cual permite realizar las tareas de adquisición y procesamiento de las señales captadas por los distintos sensores utilizados y él envió de las misma a través de la red GPRS.

En el presente capítulo se documenta la programación realizada en el PLC S7-1200 usando el software TIA PORTAL V11, el cual permite configurar los módulos tanto analógico como el de comunicación GPRS a más realizar la lectura y procesamientos de los datos para envío.

3.2 Agregando los dispositivos al proyecto

Para realizar la programación del PLC primero hay que agregar en el software TIA PORTAL V11 todos los elementos que intervendrán en el proyecto, en éste el PLC y los módulos de señal y de comunicación respectivamente. Se comienza agregando al proyecto el PLC, para lo cual en primer lugar se crea un nuevo proyecto.

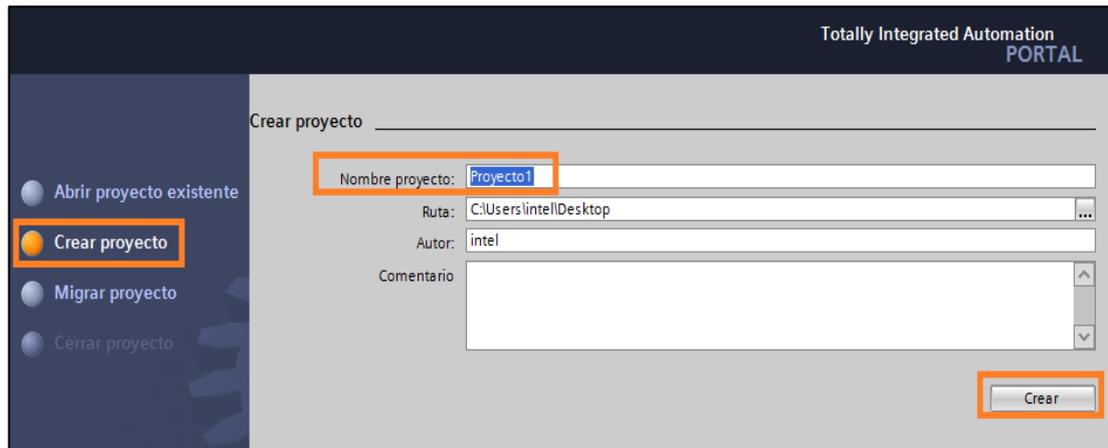


Figura 3.1: Creación de un nuevo programa en el software TIA PORTAL V11.

Como se aprecia en la figura anterior, se debe nombrar al proyecto a más de escoger una ruta de destino para el mismo, una vez hecho esto se crea finalmente el nuevo proyecto. A continuación se debe agregar los dispositivos que intervienen en el programa, para lo cual escogemos la opción **Configuración de dispositivos** y posteriormente **Agregar dispositivo**.

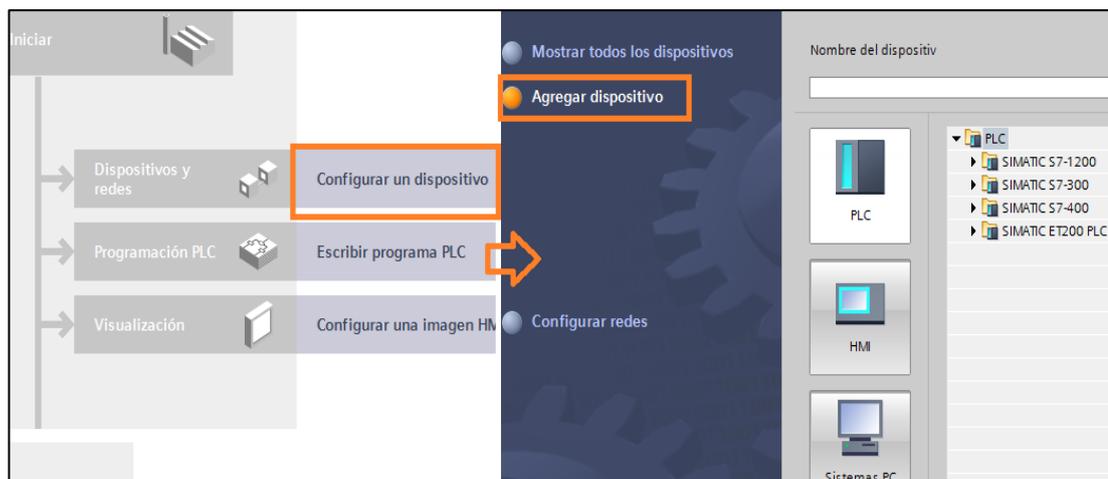


Figura 3.2: Opciones que deben ser seleccionadas para agregar un nuevo dispositivo.

Finalmente, aparecerá la pantalla en la cual escogemos el dispositivo que queremos agregar, en este caso será un PLC SIMATIC S7-1200 cuyo código es **1214C DC/DC/DC**, dicho código se puede apreciar en la parte frontal del PLC, como se observa a continuación:



Figura 3.3: Código del PLC utilizado.

Con los datos ya mencionados se escoge en el árbol de opciones que aparece en la ventana del software, como se muestra en la siguiente ilustración:

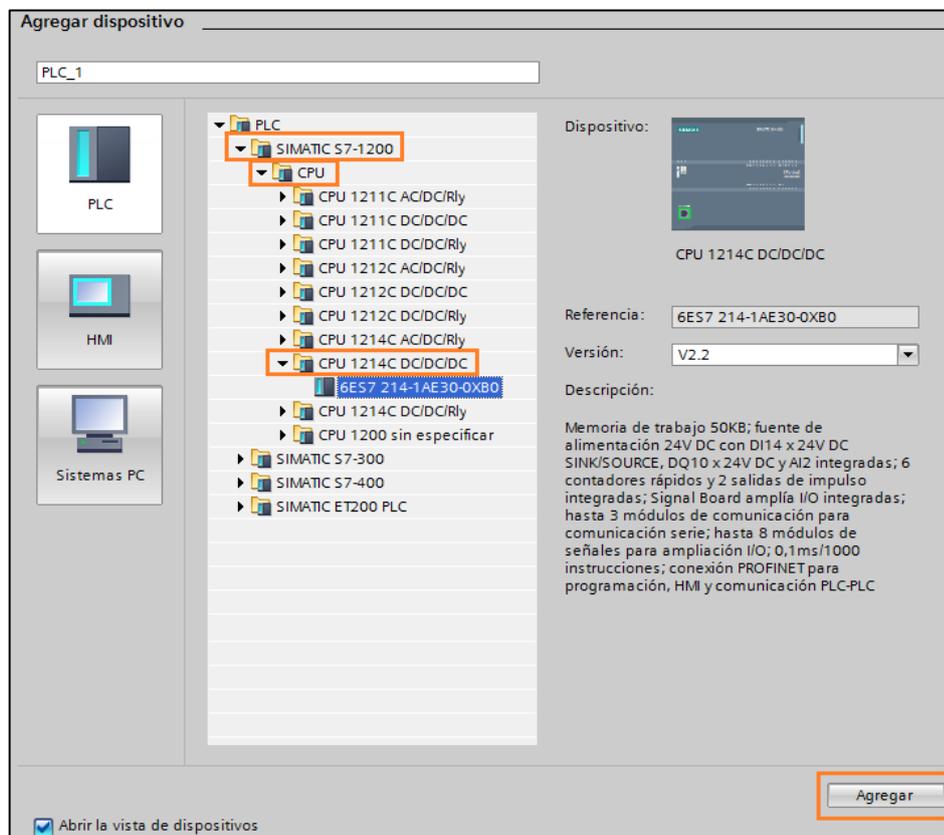


Figura 3.4: Agregando el PLC al proyecto.

Una vez que se ha agregado el dispositivo, éste aparece en el “Rack virtual” que posee el software, a más de ello se podrá obtener información sobre el hardware seleccionando el dispositivo agregado y dando click en la pestaña **Propiedades**, de esta manera se conocerá las características completas del PLC como por ejemplo; la versión de finware, número de entradas digitales, número de salidas digitales, características de la interfaz PROFINET, entre otros. Lo expuesto se ilustra en la siguiente figura:

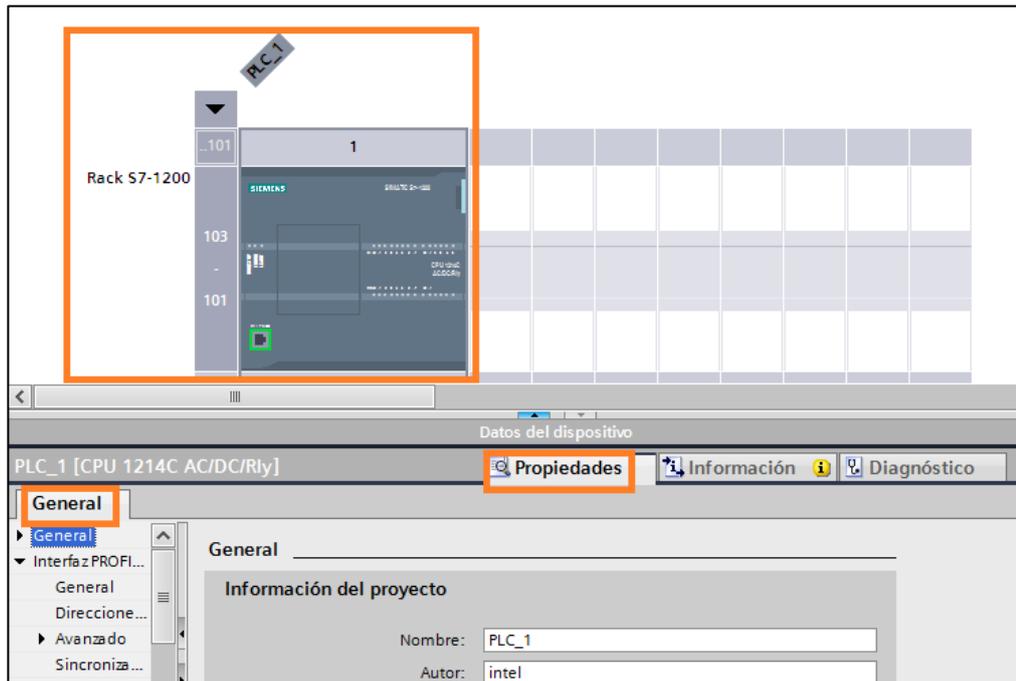


Figura 3.5: PLC agregado al proyecto.

A continuación se procederá a agregar los módulos de señales analógicas, en este caso necesitamos dos módulos de cuatro entradas cada uno, ya que se requieren monitorear 5 señales, para ello buscamos en la pestaña **Catálogo de Hardware**, la opción **Analog Input** o como el software lo presenta únicamente con las siglas **AI**, dentro de esta opción se presentan los diferentes módulos disponibles para poder agregar a este PLC, en este caso se escogió el módulo **AI4x13bits**, el cual indica en su nomenclatura que es un módulo de 4 señales analógicas con una resolución de 13 bits.

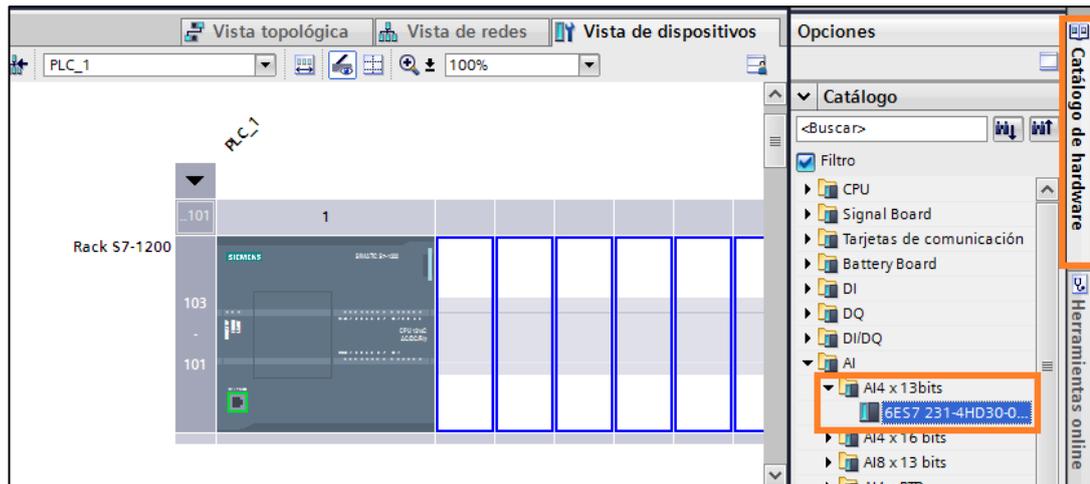


Figura 3.6: Selección del módulo de entradas analógicas.

Al seleccionar la opción **AI4x13bits** se despliega el código del módulo y, para agregarlo se tendrá que arrastrar el mismo y ubicarlo en el “Rack del PLC”. Al igual que en el caso del PLC se podrá observar las principales características de cada módulo agregado seleccionando la pestaña **Propiedades** y seleccionando el módulo del cual se quiere obtener los detalles; es importante fijarse en las direcciones que poseen los módulos para luego saber qué dirección corresponde al sensor conectado en las entradas de estos módulos. Lo expuesto anteriormente se muestra a continuación:

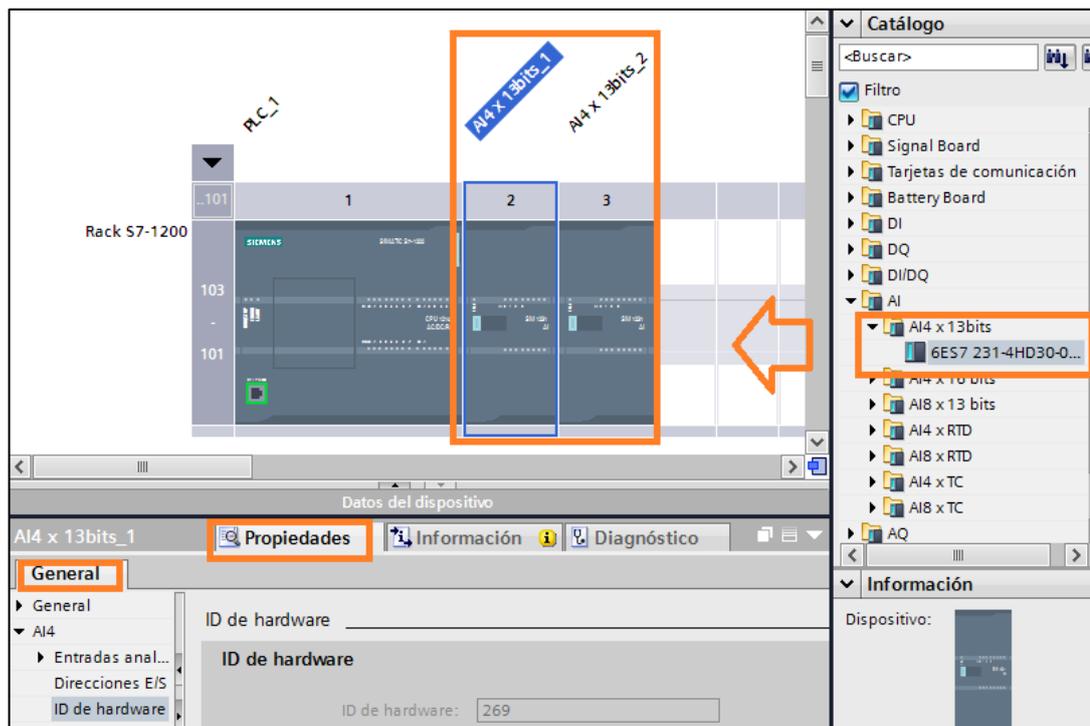


Figura 3.7: Agregando los módulos de entradas analógicas al programa.

Finalmente se agrega el módulo de comunicación GPRS, para lo cual buscamos la opción **Módulos de Comunicación** en la pestaña **Catálogo de Hardware** dentro de la cual existen varias opciones, pero en este caso se escogió la pestaña **Telecontrol**, en la que se encuentra el módulo **CP 1242-7** requerido. Como ya se mencionó, para añadir un componente al proyecto basta con seleccionarlo en el catálogo y arrastrarlo al “Rack del PLC”.

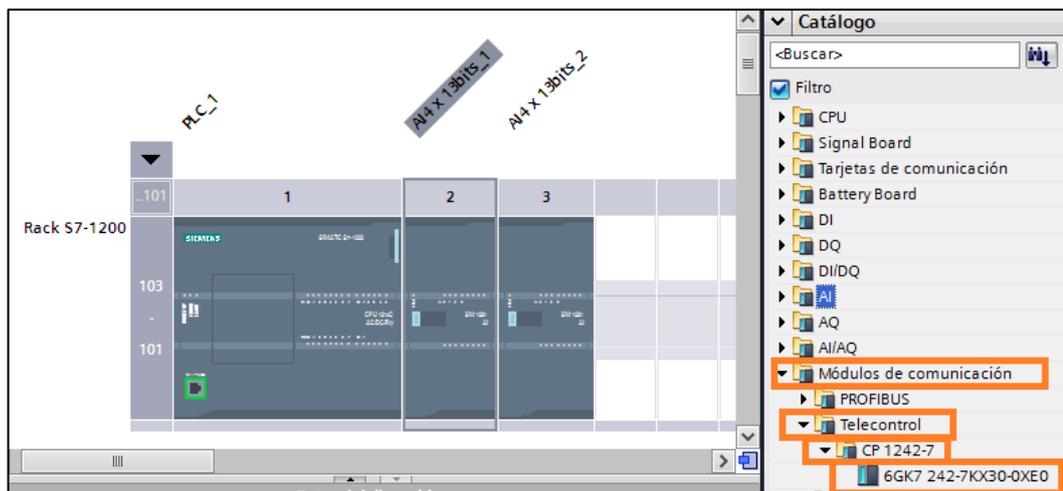


Figura 3.8: Selección del módulo CP 1242-7 para la comunicación GPRS.

Una vez agregados todos los componentes necesarios para el proyecto, se procede a realizar el programa que nos permite monitorear las señales, procesarlas y enviar las mismas mediante el módulo de comunicación GPRS a la estación de supervisión o telecontrol.

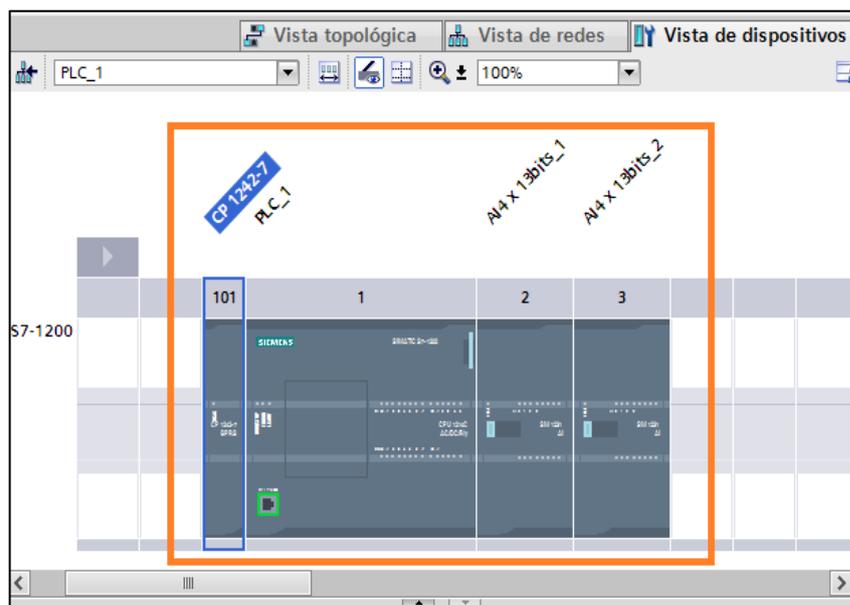


Figura 3.9: Rack en el que se encuentra el PLC y los módulos requeridos.

3.3 Configuración del módulo de comunicación GPRS

Una vez que se ha agregado el módulo de comunicación GPRS, éste debe ser configurado con ciertos parámetros para poder establecer la comunicación del PLC S7-1200 con la estación de telecontrol. Los parámetros a ser configurados dependerán del tipo de enlace que se vaya a realizar, en este caso será un enlace de “Telecontrol”.

Antes de la configuración del módulo es importante insertar la tarjeta SIM o “chip” celular, el cual permitirá que el módulo acceda a la red celular y a su vez permita contar con el servicio o plan de datos. A continuación se muestran los pasos a seguir para poder introducir la tarjeta SIM en el módulo de comunicación.

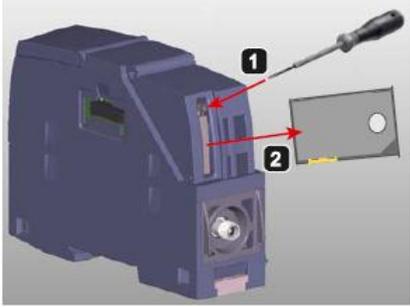
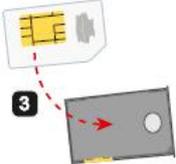
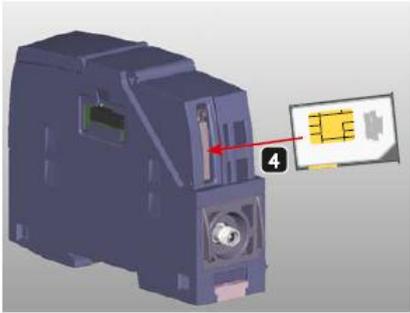
Paso	Ejecución	Notas y aclaraciones
1	Desenclave la unidad de la tarjeta SIM que se encuentra en la parte inferior del CP ejerciendo una ligera presión en el pasador de desenclavamiento.	
2	Extraiga la unidad de la carcasa.	
3	Coloque la tarjeta SIM en la unidad tal como se muestra en la ilustración.	
4	Vuelva a desplazar la unidad hacia la carcasa hasta que encaje ligeramente.	

Figura 3.10: Insertando la tarjeta SIM en el módulo de comunicación GPRS.

Fuente: Siemens Simatic NET S7-1200-Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.

Ahora para poder configurar los parámetros del módulo dentro del TIA PORTAL en el árbol del proyecto se elige la opción **Configuración de dispositivos** y se selecciona el módulo de comunicaciones, dando click derecho sobre el mismo, se escoge la opción **Propiedades**, luego de ello se abrirá una ventana en la que se encuentran todos los parámetros configurables que posee el módulo.

Los parámetros a ser configurados en la CP 1242-7 son los siguientes:

- Dirección del servidor de Telecontrol: dirección IP (IP pública) o bien nombre del servidor Telecontrol que puede resolverse mediante DNS.
- Número de puerto: El número correspondiente dependiente del tipo de estación del puerto listener, se configura también en las instrucciones de Telecontrol.
- Número de proyecto.
- Número de estación.
- Slot del CP.
- Contraseña de Telecontrol: Para la autenticación del CP en el servidor de Telecontrol.
- Números de llamada autorizados.
- Modo de conexión (permanente/temporal).
- APN: Nombre del punto de acceso GPRS (APN) del operador de red GSM.
- PIN: El numero PIN de la tarjeta.

Dentro de los parámetros a configurar primeramente se escogerá la opción **Modo de operación**, dentro de la cual se seleccionará el modo de operación del módulo “Telecontrol”, a más de ello se asignará la dirección IP por la cual se va a acceder al servidor de telecontrol, esta IP puede solicitarse al proveedor de internet o puede averiguarse en internet la IP pública que posee el computador, este parámetro también es requerido en el software Telecontrol Server Basic.

Finalmente, se agrega el número del puerto con el que se trabajará (ver figura 4.7), cabe mencionar que en el router o módem mediante el cual se establece la conexión a internet, se debe habilitar dicho puerto para que pueda existir la conexión. Los demás parámetros no se necesitan configurar.

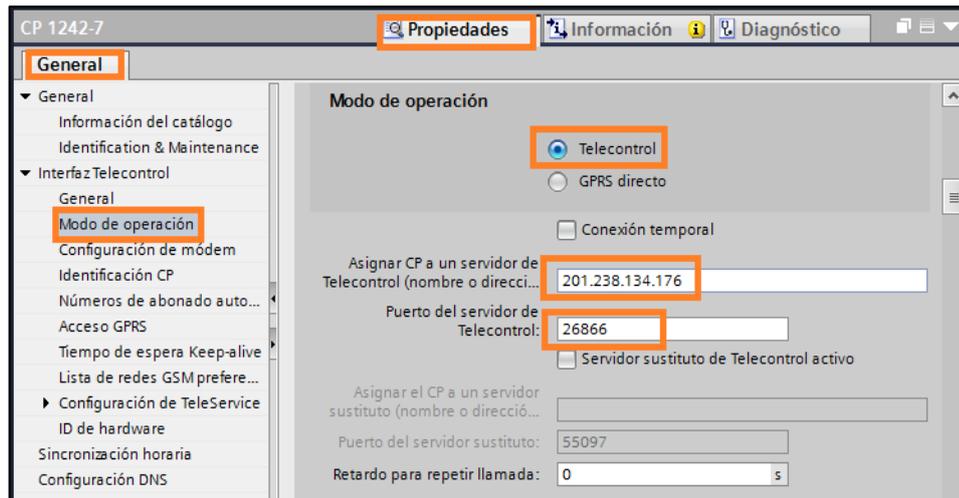


Figura 3.11: Configuración del parámetro Modo de operación del módulo GPRS.

En la opción **Configuración de módem**, se ingresa el código PIN de la tarjeta SIM, luego en **Identificación CP** se digita una contraseña (a elección del usuario) en la opción **Contraseña de telecontrol** y se confirma la misma en la siguiente casilla; de esta manera se agrega una seguridad a la comunicación GPRS. Finalmente el último parámetro a configurar es **Acceso GPRS**, en el cual se ingresa el APN o “Access Point Name” que nos entrega la empresa de telecomunicaciones para poder acceder al servicio de internet móvil, los demás parámetros se los deja en su valor por defecto ya que no influirán en la comunicación. Una vez realizado esto, el módulo queda completamente configurado y listo para trabajar.

The screenshot shows the 'Configuración de módem' window. In the 'Identificación CP' section, the 'Contraseña de Telecontrol' and 'Repetir contraseña' fields are filled with dots. In the 'Acceso GPRS' section, the APN 'internet.claro.com.ec' is entered. The 'Activar PIN' checkbox is checked.

Figura 3.12: Configuración de los parámetros Configuración de módem, Identificación CP y Acceso GPRS del módulo GPRS.

3.4 Adquisición y tratamiento de las señales de los sensores

Mediante el uso de los módulos de entradas analógicas se van a monitorear 5 señales, provenientes de los sensores de CO, CO₂, humedad relativa, presión atmosférica y temperatura. La señal entregada por los sensores de CO y CO₂ es de 0 a 10V, mientras que las de los sensores de humedad relativa, presión atmosférica y temperatura serán señales de corriente de 4 a 20 mA.

Una vez que se tenga un total conocimiento sobre qué tipo de señales se desean monitorear se configura cada canal del módulo de señales analógicas. Para poder configurar cada canal de adquisición del módulo hay que seleccionar la opción **Configuración de dispositivos** dentro del **Árbol del proyecto** y seleccionar el módulo a configurar. Con el módulo ya seleccionado se escoge la opción **Entradas analógicas**, en la que se encuentran los 4 canales existentes nombrados desde el canal 0 hasta el canal 3.

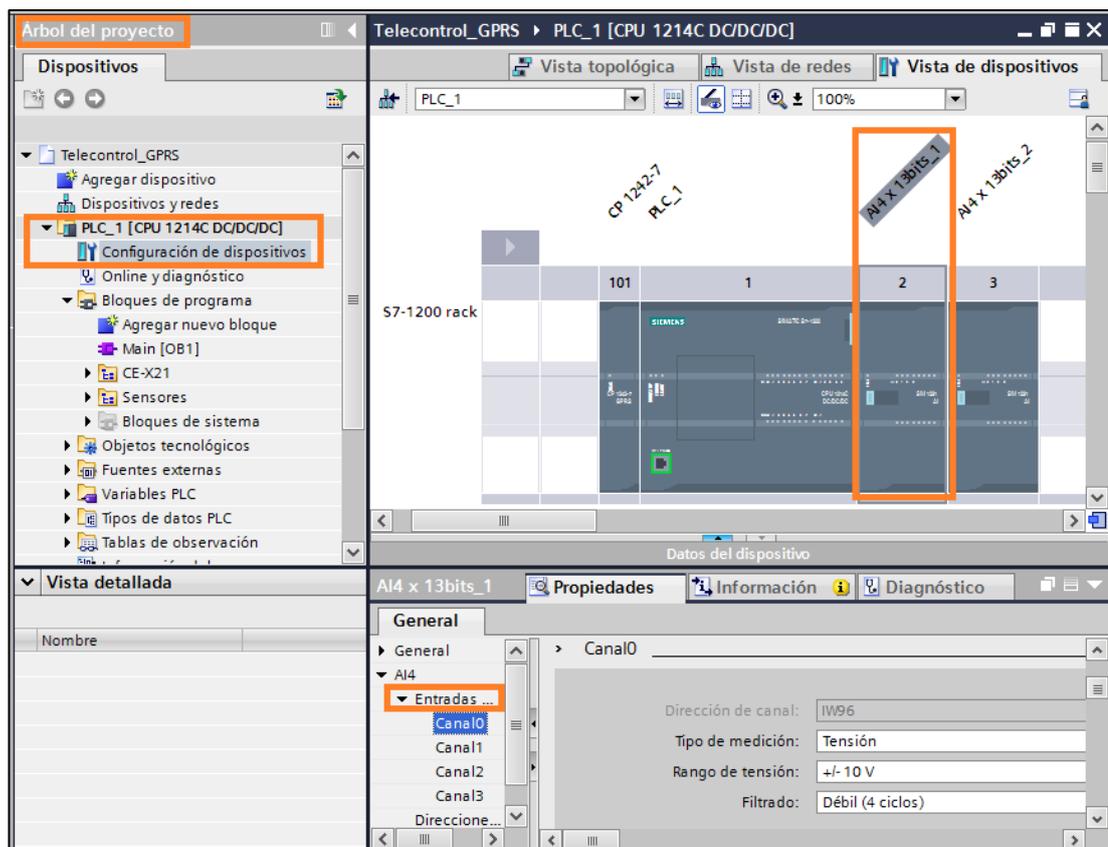


Figura 3.13: Configuración del módulo de entradas analógicas.

En primer lugar se configura las entradas de tensión para los sensores de CO y CO₂, para lo cual se escoge el **Canal 0**, en dicha opción se puede apreciar la dirección que posee la señal y el tipo de dato de la misma, en este caso se tiene IW96, lo cual quiere decir que es una entrada cuyo tipo de dato es “word” o comúnmente denominado “palabra” y con dirección “96”, esta dirección es muy importante ya que cuando se desea trabajar con la señal correspondiente a cada canal, se lo hará únicamente en base a la dirección del mismo, como en este caso IW96.

Dentro de cada canal existen tres parámetros que pueden ser modificados, los cuales se detallan a continuación:

- **Tipo de medición:** Hace referencia a la naturaleza de la señal, es decir si se trata de una señal de corriente o de voltaje.
- **Rango de tensión/intensidad:** Si el tipo de medición seleccionado es tensión, los rangos en los que se podrán trabajar serán +/- 2,5 V, +/- 5 V y +/- 10 V, y si la medición es de intensidad, existirá únicamente un rango en el cual se podrá trabajar que será de 0-20 mA.
- **Filtrado:** Usado para atenuar el ruido que podría existir en las señales. Este filtrado se basa en un promedio de las señales, existiendo 4 opciones que son: ninguno (1 ciclo), débil (4 ciclo), medio (16 ciclo) y fuerte (32 ciclos). Cada opción dependerá de la aplicación, considerando que un filtrado más fuerte conlleva a un retardo en la adquisición de la señal, por ejemplo el filtrado “fuerte” se lleva a cabo en 32 ciclos de máquina del PLC, tomado mayor tiempo la actualización de la misma.

Las dos casillas restantes que se refieren a la activación de diagnóstico de rebase por exceso y rebase por defecto, no son relevantes ya que las señales no sobrepasan los rango de tensión e intensidad establecidos. La señal de CO será asignada al canal 0 y la de CO₂ al canal 1, estos canales tendrán la misma configuración, el tipo de medición será de tensión, el rango de +/- 10 V y el filtrado será débil (4 ciclo), ya que las señales a monitorear no ameritan ningún tipo de tratamiento.

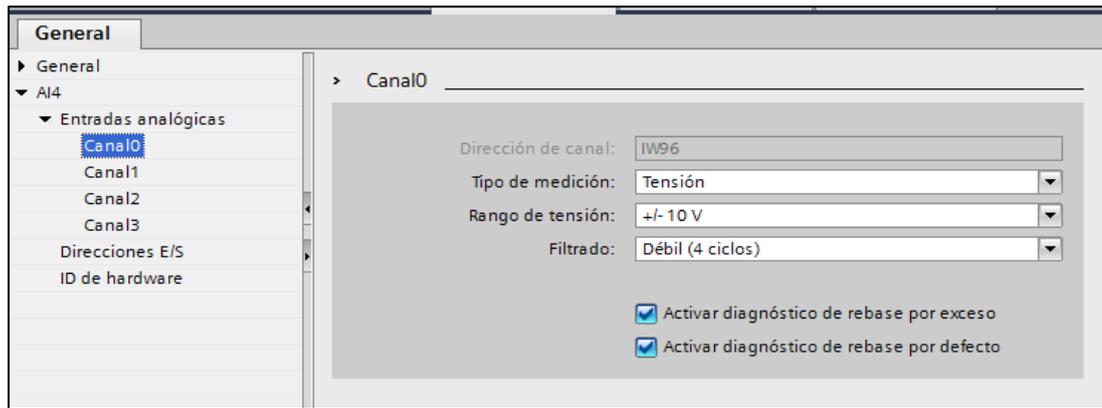


Figura 3.14: Configuración del canal 0 (sensor de CO) del módulo de entradas analógicas.

El sensor de humedad relativa será asignado al canal 2, el de temperatura al canal 3 y finalmente el de presión atmosférica al canal 0 del segundo módulo. Estos canales serán configurados como entradas de intensidad, el único rango que se puede usar con este módulo es de 0-20 mA y el filtrado seleccionado será débil. A continuación se muestra la configuración realizada para el canal 2:

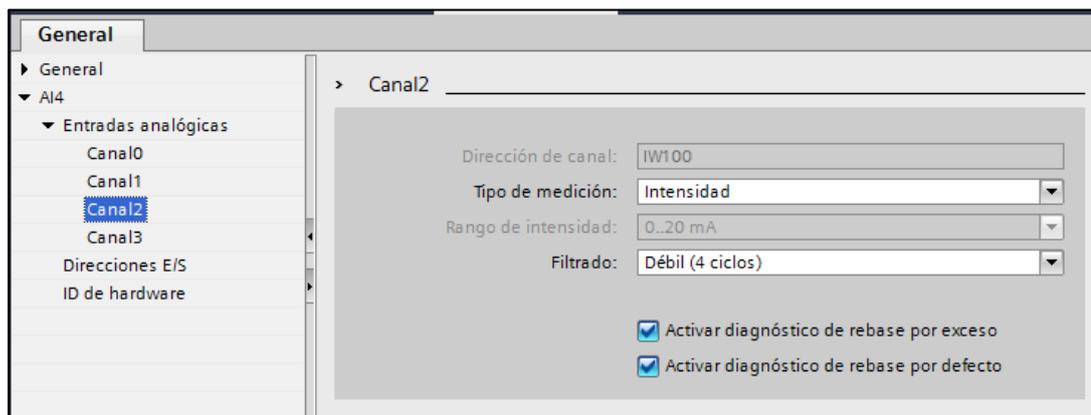


Figura 3.15: Configuración del canal 2 (sensor de humedad relativa) del módulo de entradas analógicas.

Es importante tener en cuenta que dirección corresponde a los distintos sensores y no olvidar que cada sensor ocupara 2 “palabras” o “words” para representar la señal adquirida, por lo que en la siguiente tabla se indica las direcciones, el canal y el módulo al que corresponde cada sensor:

SENSOR	CANAL	DIRECCIÓN	MÓDULO
Monóxido de carbono	0	IW96	1
Dióxido de carbono	1	IW98	1
Humedad relativa	2	IW100	1
Temperatura	3	IW102	1
Presión atmosférica	0	IW112	2

Tabla 3.1: Direcciones, canales y módulos correspondientes a cada sensor.

Otro aspecto importante de recordar es que el conversor A/D que posee cada módulo presenta valores límites comprendidos entre -27 648 a +27 648 cuando se trabaja con signo y valores de 0 a 27 648 cuando se trabaja sin signo, es decir que si se escoge un rango de tensión entre +/- 10V, el valor máximo positivo que es 10V está representado por el valor +27 648, los 0V por el 0 y el -10 V por -27 648; de la misma manera si la señal es de intensidad y el rango está entre 0 y 20 mA, cuando el sensor entregue los 20 mA, éstos serán representados a la salida del conversor por la cifra 27 648, todo ello debido a la resolución que poseen estos módulos.

Para el tratamiento de las señales entregadas por los sensores se debe realizar un escalamiento, el cual permite determinar qué valor de tensión o corriente corresponde a la medida o magnitud física que el sensor mide, por ejemplo, para el caso del sensor de temperatura, cuyo rango está comprendido entre -30°C y 60°C, se determina que cuando se tenga una señal de 20mA, ésta corresponderá a una temperatura de 60°C, lo mismo se tiene que determinar mediante dicho escalamiento para los distintos sensores, obteniendo como resultado la magnitud adecuada de los diversos parámetros medidos por éstos.

Como todas las señales son escaladas usando la misma lógica, se crea un bloque de función o FC, en el que se programa los cálculos necesarios para el procesamiento de las señales. Para crear un FC se selecciona la opción **Bloque de programa** y posteriormente **Agregar nuevo bloque**, luego se abrirá una ventana en la que se encuentran los diversos bloques disponibles, se escoge la opción **FC**, se nombra al mismo y se acepta. Todo lo expuesto se ilustra a continuación:

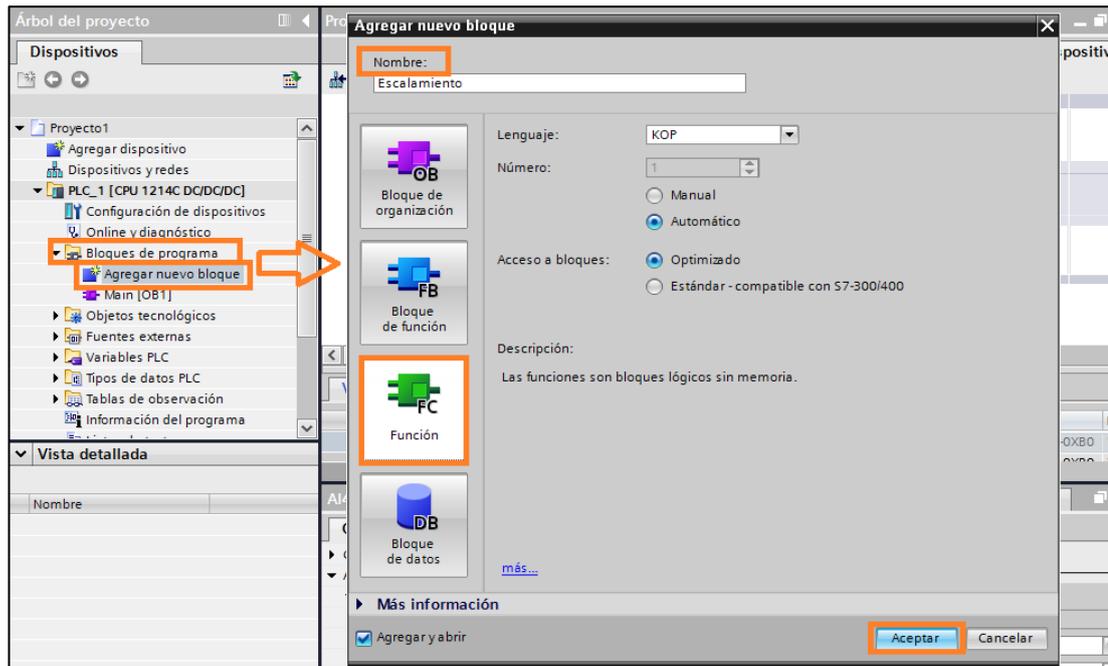


Figura 3.16: Creación de un FC o bloque de función.

Para realizar el escalado de valores analógicos se pueden utilizar los convertidores SCALE_X "Escalado" y NORM_X "Normalización". Estos bloques se encuentran en la paleta **Instrucciones** dentro de **Conversión**, para agregarlos al programa únicamente basta con arrastrarlos.

Este FC tendrá 5 variables de entradas, 1 variable de salida y 1 variable auxiliar para los cálculos realizados dentro del mismo, para asignar un nombre a cada una de estas variables se da un click en la flecha que se encuentra debajo de la interfaz de bloque, y de esta manera se despliega la ventana en la que se pueden crear las diversas variables a ser usadas.

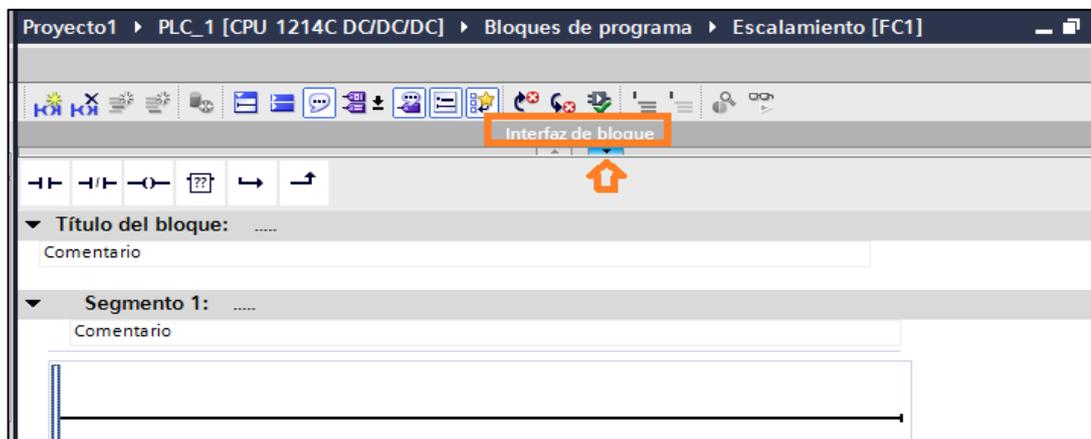


Figura 3.17: Despliegue de la ventana de variables del bloque.

Cuando aparezca la ventana se agregan en ella las variables que se muestran a continuación:

Interfaz			
	Nombre	Tipo de datos	Comentario
1	<DI> ▼ Input		
2	<DI> ■ Sensor	Int	Medicion del sensor ya transformada por el A/D (de 0 a 27648)
3	<DI> ■ Valor_Min_Sensor	Int	Valor mínimo que alcanza el sensor (0V para tension, 4mA para intensidad)
4	<DI> ■ Valor_Max_Sensor	Int	Valor máximo que alcanza el sensor (27648)
5	<DI> ■ Escala_min	Real	Rango mínimo que puede ser medido por el sensor
6	<DI> ■ Escala_max	Real	Rango máximo que puede ser medido por el sensor
7	■ <agregar>		
8	<DI> ▼ Output		
9	<DI> ■ Medicion	Real	Medicion del sensor en la unidad correspondiente
10	■ <agregar>		
11	<DI> ▼ InOut		
12	■ <agregar>		
13	<DI> ▼ Temp		
14	<DI> ■ Aux	Real	Variable auxiliar para los calculos
15	■ <agregar>		
16	<DI> ▼ Return		
17	<DI> ■ Ret_Val	Void	

Figura 3.18: Variables usadas por el bloque de escalamiento.

Como se aprecia en la figura 3.18, cada variable de entrada, salida y temporal, se encuentra con su respectiva descripción, por lo que resta únicamente programar el escalamiento que permita procesar las señales de los 5 sensores. Se agregará primeramente la instrucción **NORM_X** y luego la **SCALE_X**.

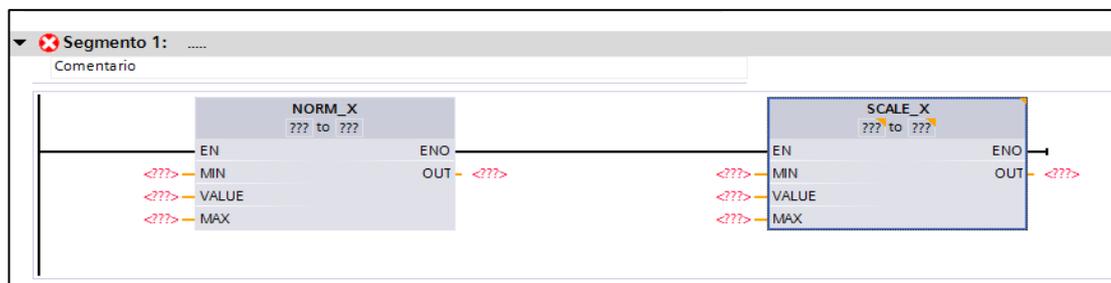


Figura 3.19: Instrucciones usadas para el escalamiento.

En la primera instrucción **NORM_X** se agregarán las variables correspondientes al valor del sensor ya procesado por el A/D y los rangos máximo y mínimo que puede representar el sensor, para el caso de las señales de voltaje los valores son 0 y 27 648, tomando en cuenta que los sensores únicamente trabajaran de 0 a 10V, y para el caso de las señales de corriente estarán comprendidas entre 5 530 y 27 648 debido a que las señales que entregan los sensores van del rango de 4-20 mA, es decir en este caso no existirá el valor de 0 mA, por lo que 4 mA se traduce a un valor de 5 530 tomando en cuenta la resolución del conversor A/D.

Para agregar las variables ya creadas basta con dar doble click sobre las entradas de la instrucción y escribir el nombre de la variable y una vez finalizado, dar un “enter” para que dicha entrada quede asignada a la variable correspondiente. La segunda instrucción usada es **SCALE_X**, en la que se colocará como límites máximo y mínimo el rango que puede representar el sensor como por ejemplo el rango del sensor de temperatura que va desde los -30°C (MIN) hasta los 60°C (MAX). En la entrada **VALUE** se coloca el valor normalizado por **NORM_X**, es decir la variable “Aux” y finalmente a la salida de **SCALE_X** se tendrá el valor real de media del sensor en la unidad correspondiente.

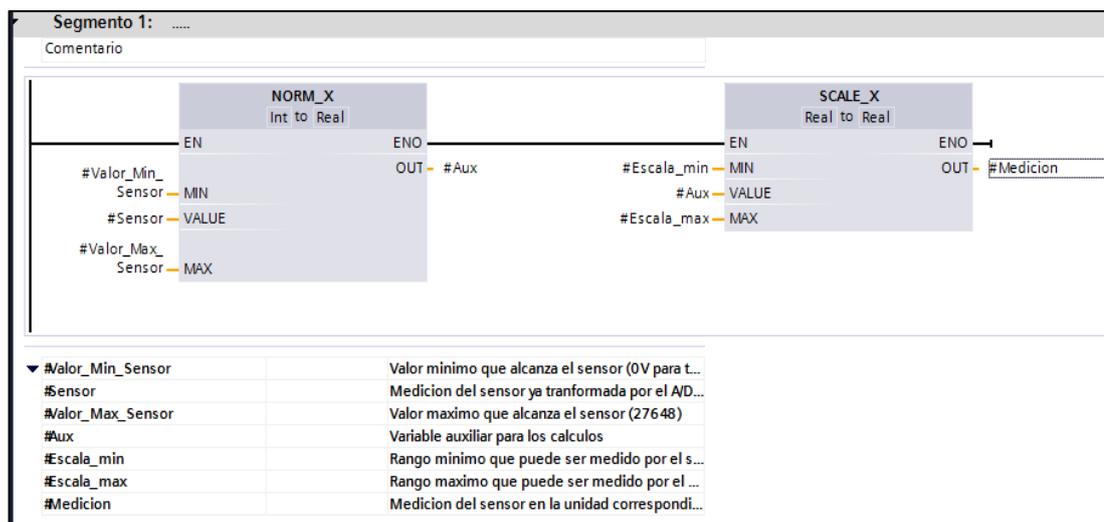


Figura 3.20: Programación del bloque de escalamiento.

Este bloque de escalamiento permitirá agilizar la programación del procesamiento de las distintas señales, ya que las operaciones que éste realiza son comunes para todas las señales. Se creará ahora un nuevo FC en el cual se procesarán las 5 señales medidas, este bloque se denomina “Medición”. Dentro de este bloque se llamará al FC de “Escalamiento” y únicamente en cada entrada del bloque llamado se colocarán las direcciones correspondientes a los sensores (tabla 3.1), y se agregarán los rangos máximos y mínimos de medida de los sensores y sus respectivas escalas (en base al catálogo de cada sensor tablas 2.1, 2,2 y 2,3). Para almacenar los datos de medición de cada sensor se creará un bloque de datos, para ello se hará lo mismo que se hizo a la hora de crear un FC con la diferencia de que ahora se escogerá la opción DB o bloque de datos. Este bloque será llamado “Data_send”.

Una vez creado el bloque de datos, se añadirán en él las 5 variables necesarias para almacenar las 5 señales de los sensores utilizados en la estación remota. A continuación se muestra las variables que se encuentran en dicho bloque llamado “Data_send”:

Data_send							
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranqu	Remanen...	Visible en ..	Comentar
1	Static						
2	Sensor CO	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Sensor CO2	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Sensor Humedad	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Sensor Temperatura	Real	12.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Sensor Presion	Real	16.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	<agregar>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 3.21: Bloque de datos en el que se encuentran los valores de los sensores.

Se procederá a programar la adquisición y el procesamiento de la señal que entrega cada uno de los sensores dentro del bloque llamado “Medición”, la programación completa realizada para cada el sensor de CO y CO₂ se muestra en la siguiente figura:

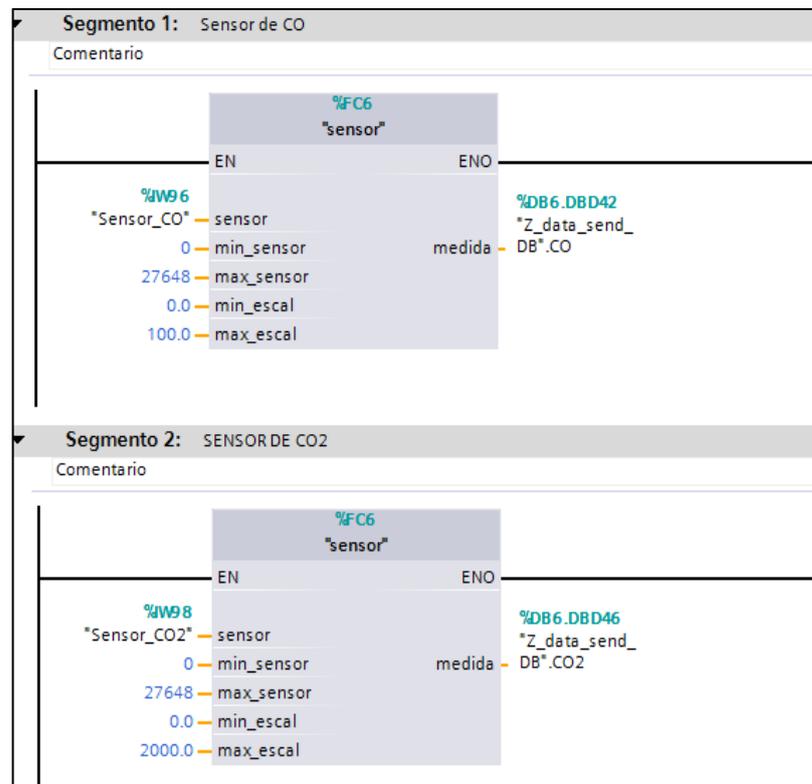


Figura 3.22: Procesamiento de las señales de los sensores de CO y CO₂.

Para llamar o invocar a las variables que se encuentra dentro de un bloque de datos específico, basta con escribir el nombre del bloque de datos en el cual se encuentra

almacenada las variables, y se desplegará todas las variables existentes dentro del mismo y se selecciona la variable deseada.

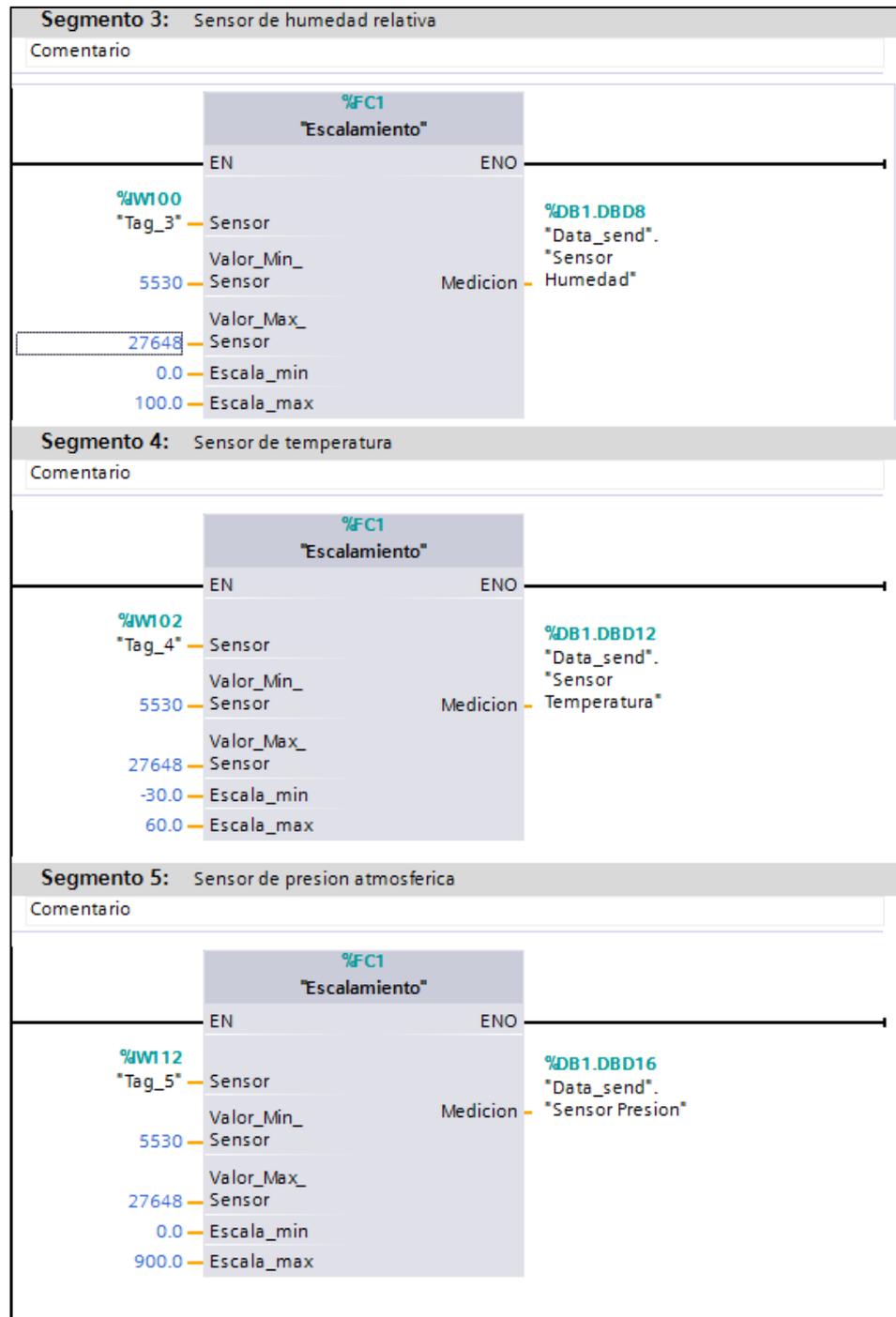


Figura 3.23: Procesamiento de las señales de los sensores de humedad relativa, temperatura y presión atmosférica.

3.5 Programación de la comunicación GPRS

Una vez que se ha programado la adquisición y el escalamiento de las señales a ser enviadas, se debe programar el establecimiento de la comunicación, y el envío de los datos a través de la misma, para lo cual crearemos nuevamente un bloque de funciones denominado “Comunicación”, en el cual se incluirán todas las instrucciones necesarias para este propósito.

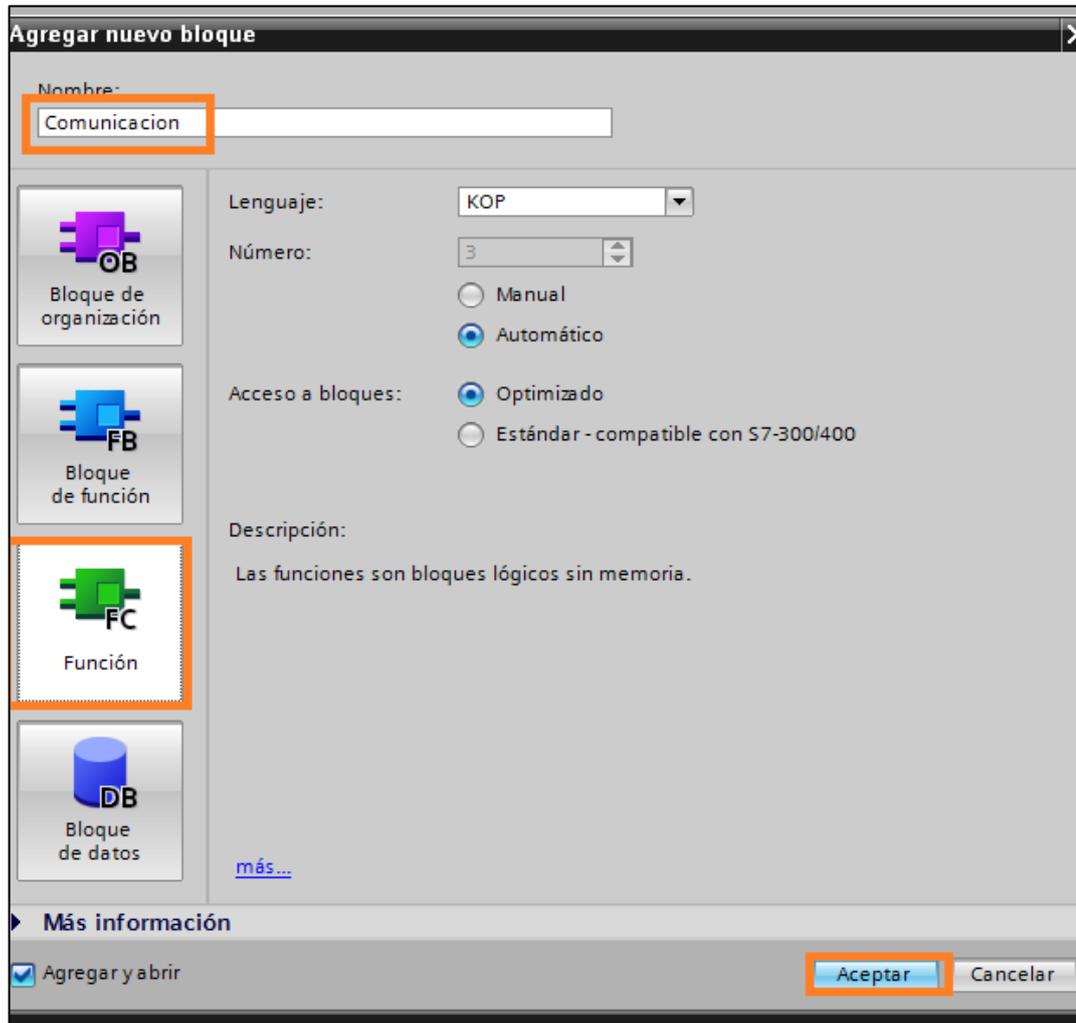


Figura 3.24: Creación del FC “Comunicación”.

Para poder establecer la conexión y realizar el envío de la información se usarán las diversas instrucciones que ofrece la comunicación GPRS, dichas instrucciones se encuentran en el árbol de instrucciones, en la pestaña **Comunicación** => **Procesador de Comunicaciones** => **GPRSComm: CP1242-7**, como se muestra en la siguiente figura:

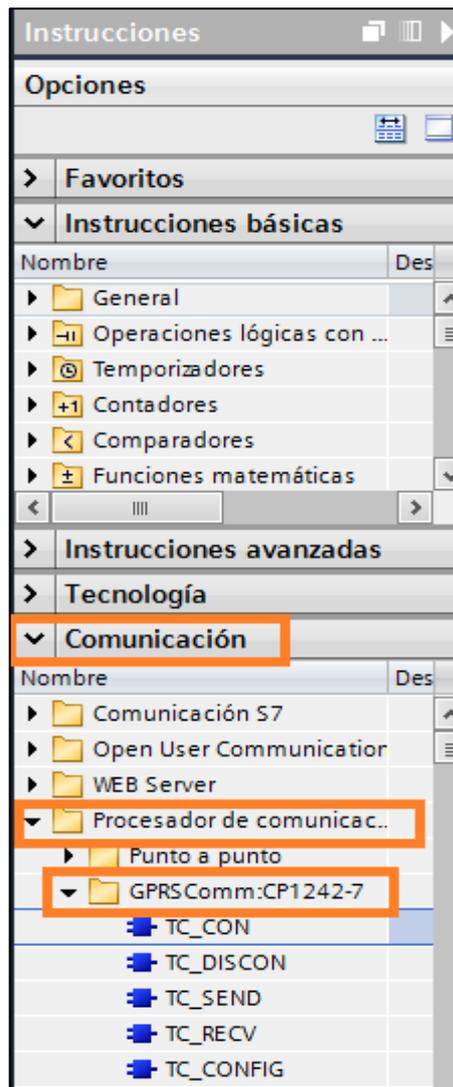


Figura 3.25: Instrucciones necesarias para la comunicación GPRS.

3.5.1 Establecimiento del enlace GPRS mediante TC_CON

Para poder realizar el intercambio de información desde la estación de monitoreo hacia el servidor de Telecontrol, se debe establecer el enlace con el mismo, para lo cual se usa la instrucción TC_CON, dicha instrucción es la encargada de establecer los enlaces en la red GPRS.

La instrucción TC_CON permite al S7-1200 establecer enlaces de varios tipos (sección 1.4.4.1), en este caso como se trabaja con el software de Telecontrol Server Basic, se usa el enlace de “Telecontrol”. Para describir el enlace, el parámetro CONNECT utiliza un bloque de datos (DB) con una estructura definida por el tipo de datos del sistema (SDT).

Como se trabaja con un enlace del tipo “Telecontrol”, se usa un SDT de tipo “TCON_WDC” (sección 1.4.4.5). La parametrización de la descripción del enlace se realiza en un bloque de datos del mismo tipo que el SDT, para ello se creara un nuevo bloque de datos, como se muestra en la siguiente figura:

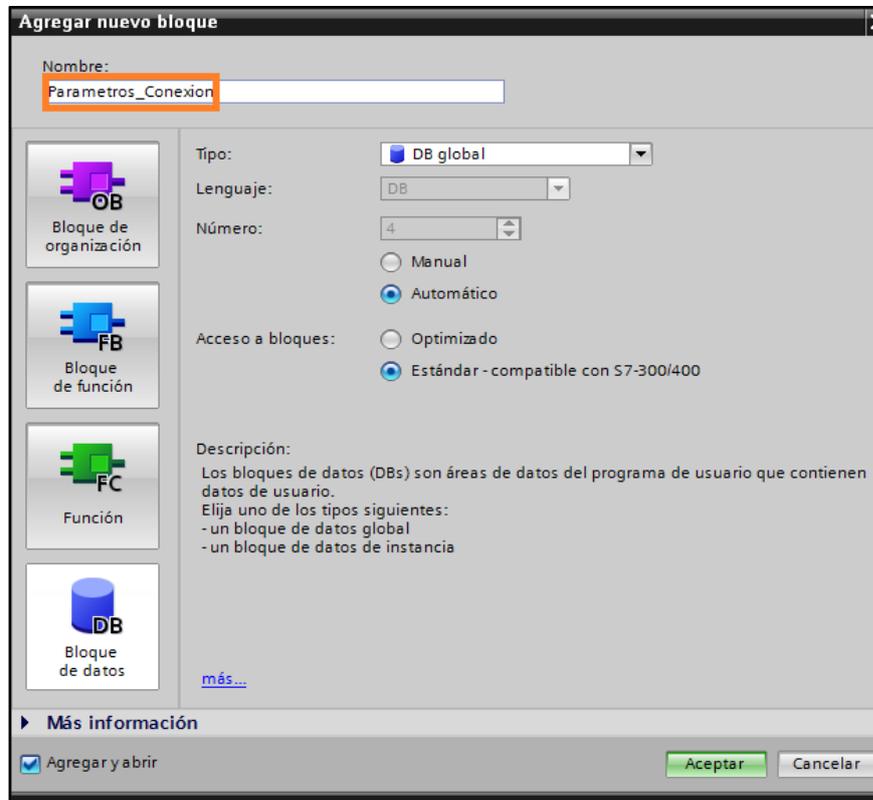


Figura 3.26: Creación del bloque de datos del tipo SDT.

Una vez instaurado el bloque de datos, dentro de él se creará la variable “Conexión” del tipo “TCON_WDC” necesaria para establecer la conexión con el servidor de telecontrol. La variable “Conexión” al ser un tipo de dato “TCON_WDC”, engloba ciertos parámetros que son requeridos a la hora de establecer la conexión GPRS (tabla 1.9).

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranqu	Remanen...	Visible en ..	Comentario
Static					
Conexion	TCON_WDC	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<agrega>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 3.27: Creación de la variable “Conexión” necesaria para establecer la comunicación.

Una vez creada la variable “Conexión”, ésta se empleará en la instrucción TC_CON, en el parámetro **CONNECT**, y de esta manera el módulo de comunicación CP 1242-7 permitirá que el PLC se comunique con el servidor de telecontrol. El parámetro **ID** es utilizado para referenciar la conexión, por lo que se podrá escoger el valor deseado, por ejemplo “1”. Finalmente, el parámetro **INTERFACE** deberá ser llenado en base al valor que se encuentre en las propiedades del CP, esto se muestra a continuación:

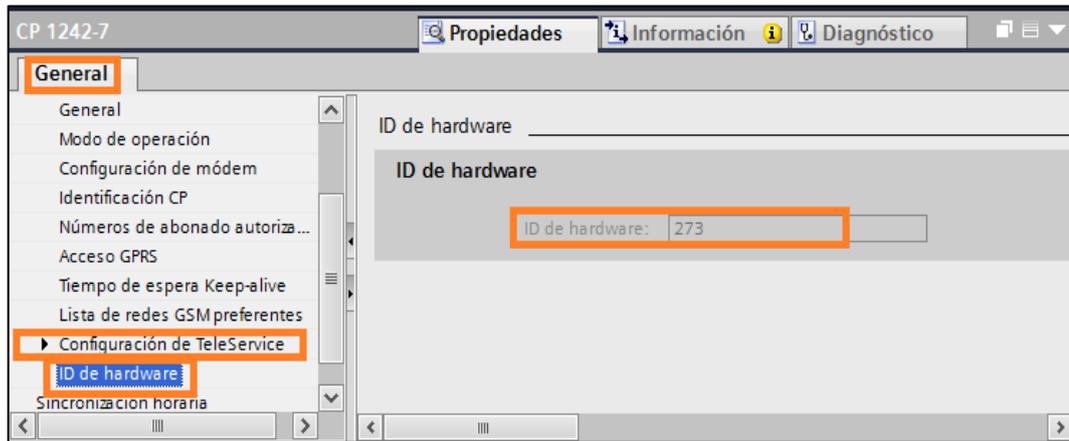


Figura 3.28: ID de hardware del CP 1242-7.

Una vez configurados estos parámetros se tendrá lista la instrucción TC_CON, con la cual se podrá establecer ya la conexión correspondiente, los parámetros de salida de la instrucción en este caso no se tomaran en cuenta ya que son de carácter informativo únicamente.

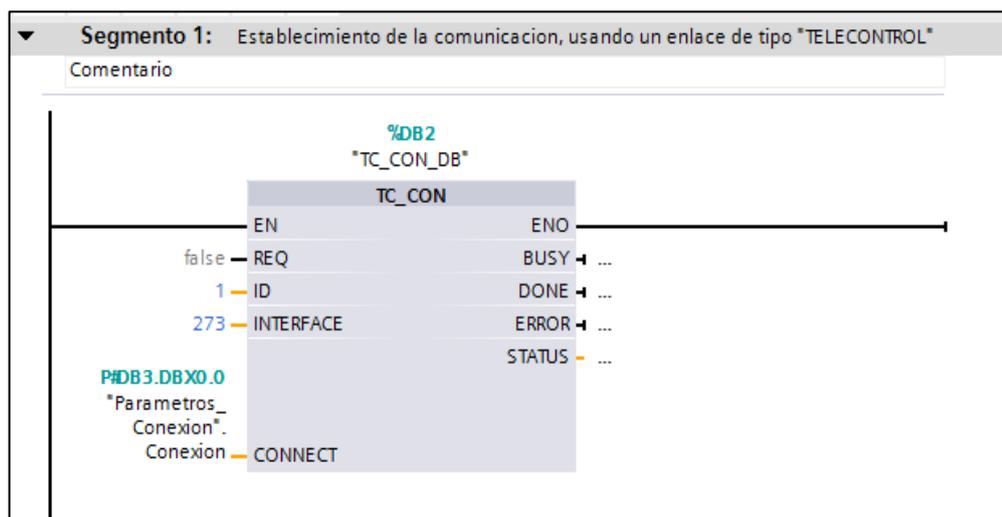


Figura 3.29: Configuración de la instrucción TC_CON para el enlace.

3.5.2 Desconexión del enlace GPRS usando TC_DISCON

Es imprescindible que dentro de la comunicación GPRS, una vez que se envíen todos los datos, se realice una desconexión. Los parámetros que usa esta instrucción ya fueron descritos en la sección 1.4.4.2. A continuación se muestra la programación de la instrucción TC_DISCON, usada en el programa.

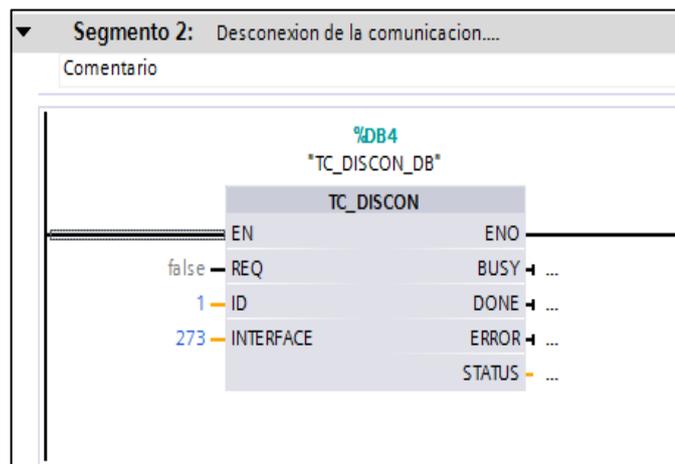


Figura 3.30: Configuración de la instrucción TC_DISCON para el enlace.

3.5.3 Envío de datos a través del enlace GPRS usando TC_SEND

Una vez que se tiene configurado el establecimiento de la conexión, se debe enviar los datos al servidor de Telecontrol, para ello se usa la instrucción TC_SEND. Es importante recordar que el parámetro **DATA** describirá que datos serán enviados a través de la conexión. Se enviarán datos de tipo “Real”, los cuales se encuentran almacenados en el bloque de datos “Data_send”, para ello se utilizará un “puntero DB”, el cual permite enviar los datos que se encuentran en un DB específico. El puntero se denota de la siguiente manera:

P#Bloque_datos.Elemento_datos

Ahora se enviarán todos los datos que se encuentran dentro del bloque “Data_send”, para ello el puntero deberá referirse a dicho bloque, en este caso el DB1 y también se debe especificar el “offset” del dato al cual se está apuntando, a continuación se muestra la sintaxis del puntero usado en el programa :

P#DB1.DBX0.0

El puntero indicado describe al bloque DB1, que corresponde a “Data_send” y especifica que apunta al dato cuya dirección dentro del DB es la “0.0”, como se desea enviar todos los datos del DB, luego de explicar la dirección de inicio (puntero) se explicará cuántos bytes de ese DB se enviarán mediante el enlace GPRS, el número de bytes que se ponga en este parámetro deberá ser mayor o igual al valor colocado en el parámetro **LEN**.

El tipo de datos “Real” tiene un tamaño de 4 bytes al igual que los datos “DInt” por lo que al enviar 7 parámetros (“CO”, “CO₂”, “Humedad”, “Temperatura”, “Presión atmosférica”, “Tiempo_envío” y “Número_envíos”, estos dos últimos datos se explicarán en la rutina de envío) se tendrá un total de 28 bytes, es decir en el parámetro **LEN** se deberá colocar “28” al igual que en **DATA**. A continuación se muestra como se configuró la instrucción TC_SEND.



Figura 3.31: Configuración de la instrucción TC_SEND para el envío de los parámetros.

3.5.4 Recepción de datos a través del enlace GPRS usando TC_RECV

Es importante poder modificar el tiempo en el cual se envían los datos que son monitoreados por el PLC, para ello se implementará la opción en la cual desde el servidor de telecontrol se puedan modificar los tiempos en los cuales se envían los valores de los distintos sensores.

Para poder realizar una recepción de datos a través del enlace se usará la instrucción TC_RECV, dicha instrucción necesita ser configurada casi de la misma manera que la instrucción TC_SEND, es decir necesitará los parámetros **ID**, **InterfaceID**, **LEN** y **DATA**.

En esta instrucción el parámetro **DATA** define el lugar en el cual se almacenarán los datos recibidos, para ello se originará un nuevo bloque de datos llamado “Data_rcv” en el cual se creará la variable “Tiempo_envío” del tipo “DInt” o “doble entero”, en dicha variable se grabará el valor correspondiente al tiempo (segundos) en el cual se desea enviar los datos monitoreados, el valor por defecto de esta variable será de 20, es decir los datos se enviarán inicialmente cada 20 segundos.

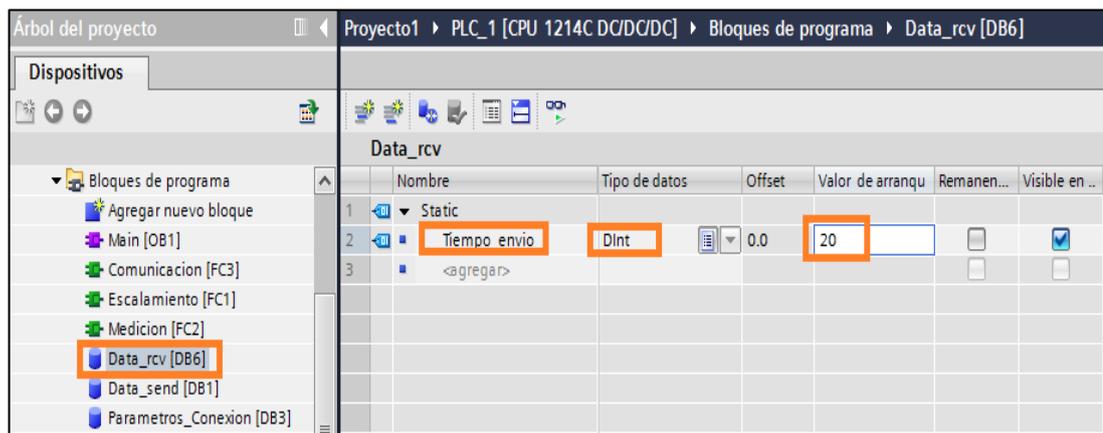


Figura 3.32: Creación de la variable en la que se almacenara el dato recibido desde el servidor de telecontrol.

Es importante tener presente el tamaño del dato para poder luego parametrizar la entrada **LEN** de la instrucción **TC_RECV**, que en este caso, al ser una variable de tipo “DInt” tiene un tamaño de 4 bytes. El parámetro **DATA** usará un puntero **P#DB6.DBX0.0 BYTE 4**, al igual que en la instrucción **TC_SEND**, ya que se apunta al DB6 que corresponde a “Data_rcv” y se empleará un sólo dato cuyo tamaño es 4 bytes. A continuación se muestra la instrucción **TC_RECV** programada y lista para ser usada:

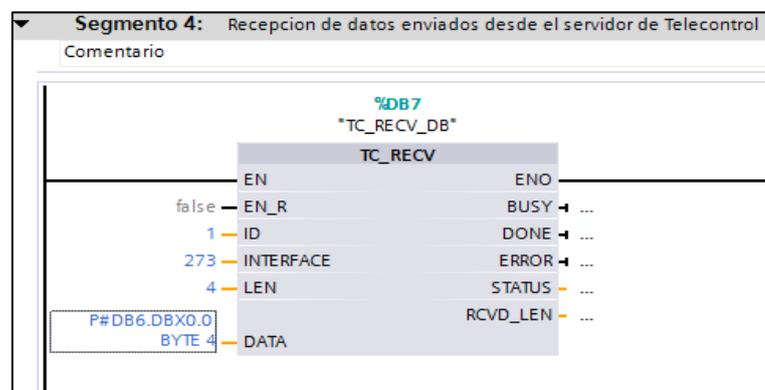


Figura 3.33: Configuración de la instrucción **TC_RECV** para la recepción de los datos enviados desde el servidor de telecontrol.

3.6 Rutina de comunicación

Cuando la programación de las instrucciones encargadas de la conexión, desconexión y el envío de datos esté realizada, se tendrá que establecer cuándo debe funcionar cada una, para ello se tendrá que dar un flanco ascendente o dicho de otra manera, un valor booleano de “TRUE” en el parámetro **REQ** que poseen cada una de las instrucciones programadas.

Se puede usar cualquier tipo de lógica para establecer todo el proceso de comunicación, por ejemplo se podría realizar el envío de los parámetros cuando exista un cambio en cualquiera de ellos, o se podría enviar los datos cada cierto tiempo, todo esto depende del tipo de aplicación en la que se esté usando esta tecnología.

3.6.1 Rutina de conexión, desconexión del enlace

La programación de la conexión y desconexión se realizará dentro del FC “Comunicación” luego de la configuración de las instrucciones requeridas para el enlace. Se creará un nuevo DB llamado “Conexión_DB”, en el cual se generará una variable “BOOL” denominada “Estado_conexión”, mediante la cual se podrá establecer la conexión y deshabilitar la misma.

Primeramente se dará un “reset” a las entradas **REQ** de las instrucciones TC_SEND, TC_RECV y TC_SEND mediante la instrucción DESACTIVAR SALIDA que se encuentra en **Instrucciones => Instrucciones basicas => Operaciones logicas con bits**, de esta manera se podrá establecer una conexión ordenada, ya que se garantiza en primer lugar que ninguna instrucción esté habilitada.

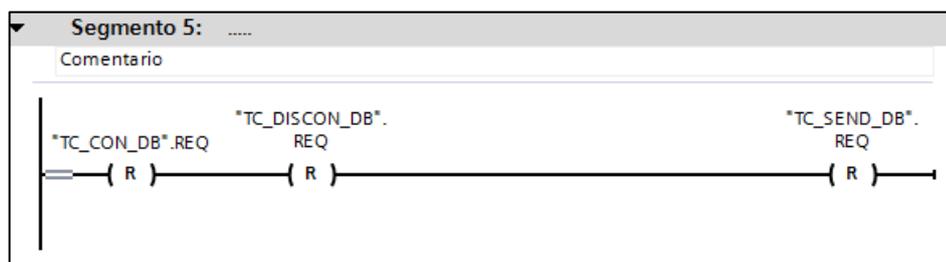


Figura 3.34: “Reset” aplicado a las instrucciones TC_SEND, TC_RECV y TC_SEND.

Ahora se establecerá la conexión enviando un “1” a la entrada **REQ** de la instrucción TC_SEND, para ello se utilizará un contacto “normalmente cerrado” correspondiente a la variable “Estado_conexión”, de esta manera siempre se ejecutará la conexión dentro del programa. Para mantener la conexión mientras se realizan las demás operaciones se usará la instrucción ACTIVAR SALIDA (**Instrucciones => Instrucciones básicas => Operaciones lógicas con bits**), y se empleará también para mantener en “1” la variable “Estado_conexión” necesaria para el resto de la programación.

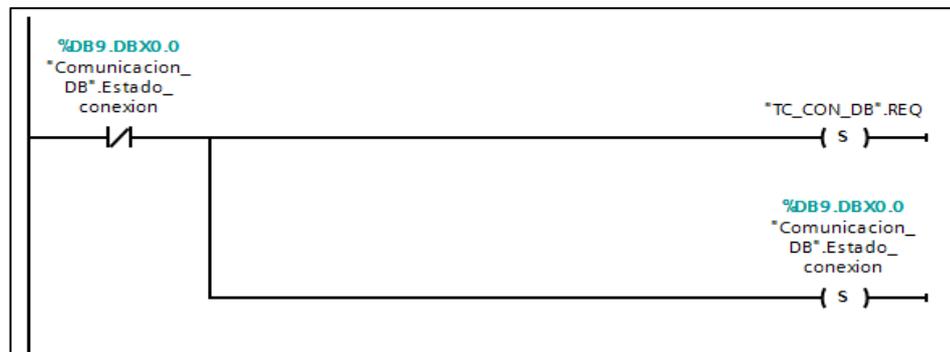


Figura 3.35: Establecimiento de la conexión GPRS.

Una vez que se ha habilitado el enlace se da paso a la recepción de datos para lo cual se activará la entrada **EN_R** de la instrucción TC_RECV, de este modo los datos enviados desde la estación de telecontrol mediante el software TCSB serán receptados en la estación remota.

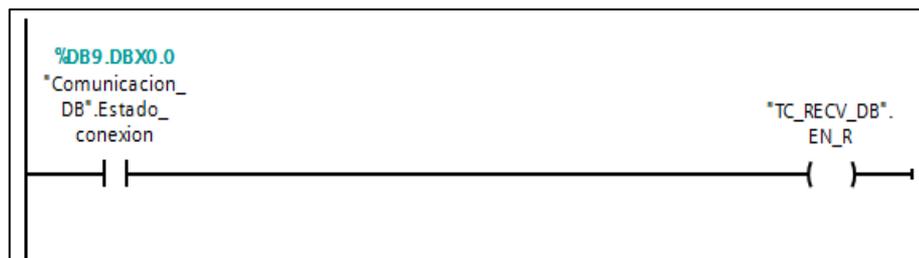


Figura 3.36: Habilitación de la recepción de datos.

La desconexión del enlace se realizará únicamente cuando exista algún error durante el proceso de conexión, para lo cual se consulta la salida **ERROR** de la instrucción TC_SEND, por lo que, durante la ocurrencia de un error se procederá a realizar el proceso de desconexión enviando un flanco ascendente a la entrada **REQ** de la instrucción TC_DISCON.

Para obtener este flanco ascendente se usa la instrucción CONSULTAR FLANCO DE SEÑAL ASCENDENTE DE UN OPERANDO, que se encuentra en **Instrucciones => Instrucciones básicas => Operaciones lógicas con bits**, esta instrucción necesita dos entradas, en la primera se coloca el bit que se desea consultar y en la segunda, una variable en la cual se almacenará el estado anterior del bit consultado, dichas variables serán de tipo “BOOL” y se guardarán en el bloque de datos “Comunicación_DB” con el nombre “Trig_1”, “Trig_2”, “Trig_3”, “Trig_4” y “Trig_5”, de este modo esta instrucción devolverá un flanco ascendente durante la ocurrencia del mismo.

Una vez que se ha realizado la desconexión o haya ocurrido un error durante la misma (consultando las salidas **DONE** y **ERROR** de TC_DISCON) se pondrá en “0” la variable “Estado_conexion” mediante la instrucción DESACTIVAR SALIDA, logrando así que se deshabilite la conexión y recepción de datos para un posterior intento de conexión.

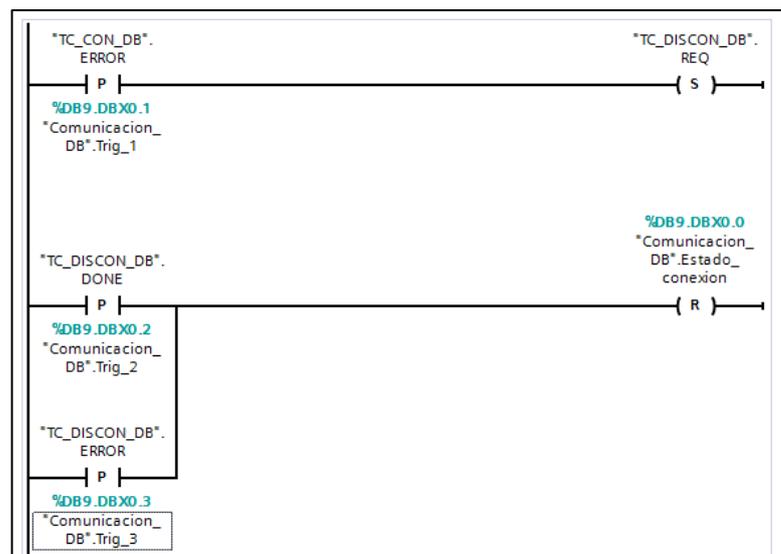


Figura 3.37: Desconexión del enlace.

3.6.2 Rutina de recepción de datos

Antes de realizar la recepción de los datos, esta opción debe estar habilitada, es decir la entrada **EN_R** de la instrucción TC_RECV debe estar en uno, la habilitación de esta entrada ya se explicó en la rutina de conexión y desconexión del enlace, por lo que ahora únicamente se programará la recepción del dato. Se creará un FC llamado

“Recepción_dato”, en el cual se procederá a capturar el dato recibido. Para poder saber si se ha recibido un dato se deberá consultar la salida **DONE** de la instrucción TC_RECV, ya que ésta indica que la recepción se ha realizado exitosamente, es decir al ponerse en “1” dicha salida se deberá capturar el dato. Para realizar la captura de dato se aplicará la instrucción MOVE que se encuentra en **Instrucciones => Instrucciones básicas => Transferencia**. El dato será capturado desde el DB “Data_rcv” y se lo almacenará en el DB “Data_send”. El traslado del dato se hará usando la instrucción CONSULTAR FLANCO DE SEÑAL ASCENDENTE DE UN OPERANDO, mediante la cual, cuando la salida **DONE** se ponga en uno, se enviará un flanco de subida a la instrucción MOVE.

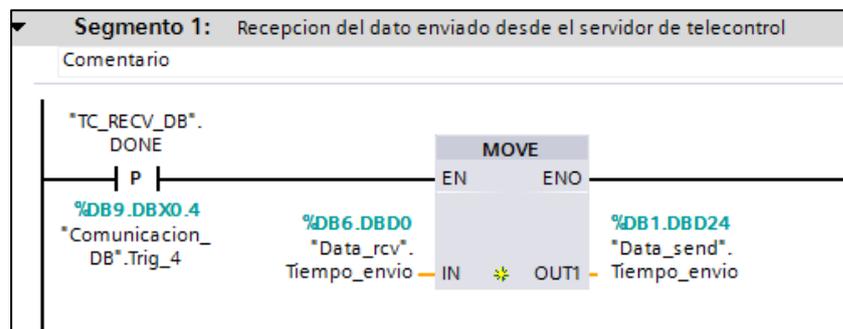


Figura 3.38: Recepción del dato enviado desde el servidor de telecontrol.

3.6.3 Rutina de envío de datos

El envío de los datos al servidor de telecontrol se hará cada cierto tiempo, el cual será determinado en base al parámetro “Tiempo_envío”, el mismo que es seteado desde la estación de telecontrol; este parámetro tendrá un valor de arranque por defecto de 20 segundos, es decir al arrancar el PLC, los datos se enviarán con esa frecuencia de tiempo, de ser requerido por el usuario este tiempo variará y podrá ser configurado desde la estación de telecontrol.

Se establecerá un FC llamado “Envío_datos”, en el cual se programará la rutina de envío de los parámetros monitoreados, a más de ello se creará un DB denominado “Envío_datos_DB”, en el que se instaurarán dos variables, una de “Tiempo_transcurrido” del tipo DInt que permitirá llevar la cuenta de los segundos entre envío y envío de los datos y otro parámetro “Número_envíos” del mismo tipo, que permitirá contar el número de veces que se envían los datos al servidor.

Antes de comenzar con la lógica del envío de los datos, se pasará el valor de la variable “Número_envíos” al bloque de datos “Data_send” para que sea enviado conjuntamente con los demás parámetros y de esta manera en la estación de telecontrol se cuente con un registro de cuantas veces se han enviado los datos, para ello se empleará la instrucción que se muestra a continuación:

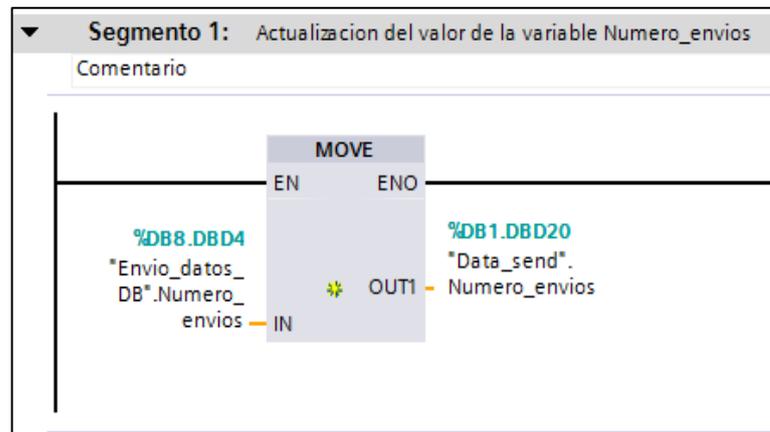


Figura 3.39: Transferencia del parámetro “Número_envíos” al bloque de datos “Data_send”.

Para poder generar un “segundero” por así llamarlo, se empleará una marca de tipo “Clock” la cual genera pulsos en base a la frecuencia escogida, en este caso como se desea generar pulso cada segundo se escoge la frecuencia de 1Hz, cada vez que se detecte este pulso mediante la instrucción CONSULTAR FLANCO DE SEÑAL ASCENDENTE DE UN OPERANDO, se incrementará el valor de la variable “Tiempo_transcurrido”, para lo cual se aplicará la instrucción INC, la cual se encuentra en la ventana de **Instrucciones => Instrucciones básicas => Funciones matemáticas**, esta instrucción permite incrementar el valor de la variable cada vez que se le de un pulso en su entrada **REQ**.

Para generar el envío de datos la variable “Tiempo_transcurrido”, debe ser igual o mayor a la variable “Tiempo_envío” que es la que determina los tiempos de transmisión de los datos hacia el servidor. Para realizar esta comparación se empleará la instrucción MAYOR O IGUAL que se encuentra en **Instrucciones => Instrucciones básicas => Comparadores**, y finalmente al cumplirse esta igualdad se dará un flanco de subida a la entrada **EN** de la instrucción TC_SEND, de esta manera se enviarán todos los datos al servidor de telecontrol.

Es importante hacer cero a la variable “Tiempo_transcurrido” cada vez que se realiza el envío, para ello se usará la instrucción MOVE y así pasará el valor de “0” a dicha variable y se volverá a generar el tiempo de envío y finalmente, para registrar el número de veces que se envían datos se incrementa en “1” la variable “Número_envíos” mediante la instrucción INC. La programación encargada del envío de datos ya descrita se ilustra a continuación:

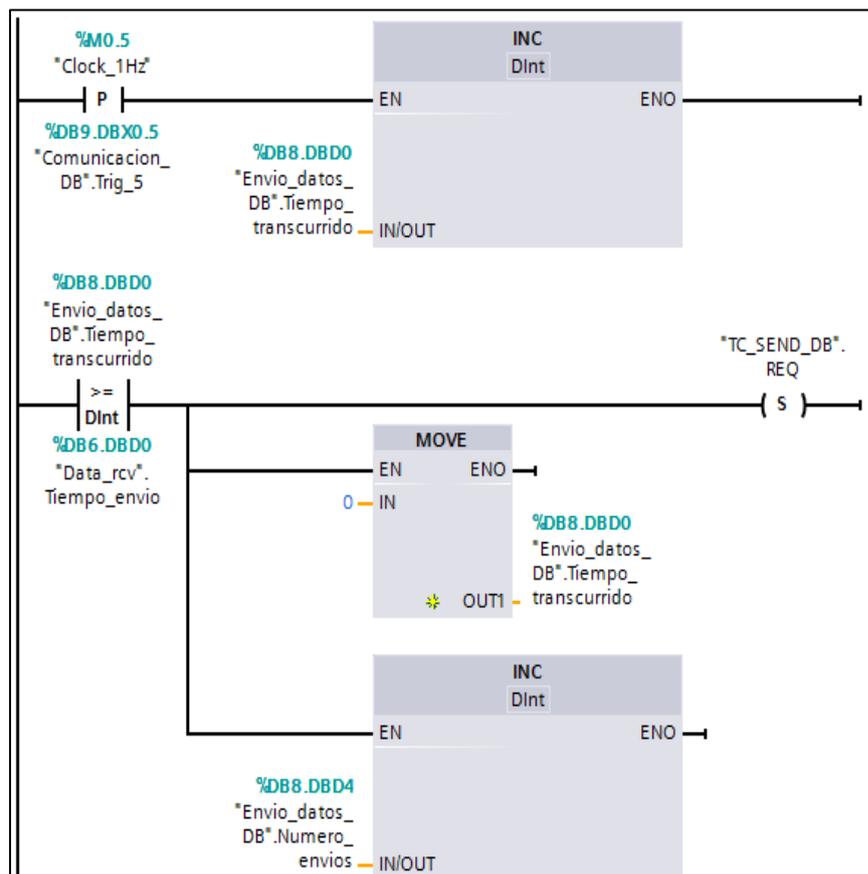


Figura 3.40: Rutina para el envío de datos al servidor de telecontrol.

3.7 Programación del bloque “Main”

Una vez que se han programado todas las subrutinas (FCs) necesarias para la aplicación, se debe programar también la ejecución de las mismas, esto se lo hará en el bloque “Main” del PLC, para ello todos los FCs serán colocados dentro de este bloque. Para ubicar los FCs en el bloque “Main” únicamente basta con arrastrarlos desde el árbol del proyecto hasta el bloque de programa del “Main”.

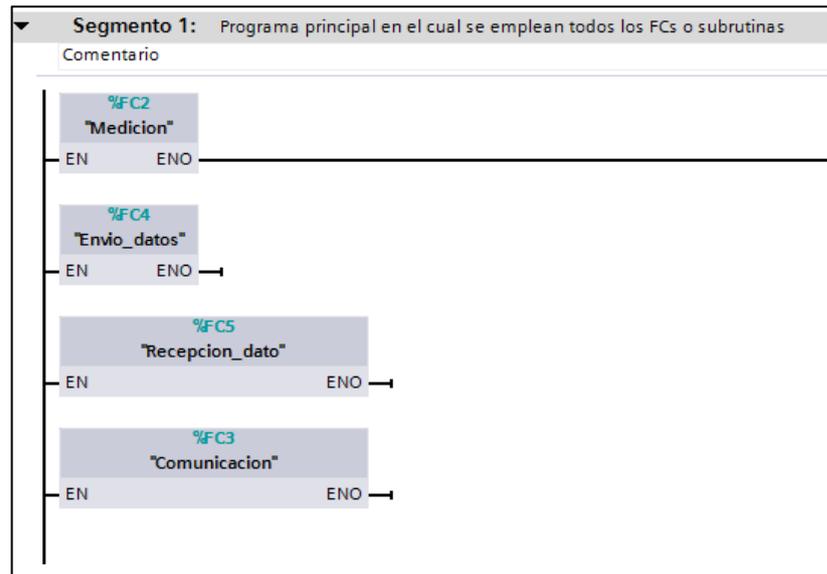


Figura 3.41: Programación del bloque principal "Main".

3.8 Carga del programa en el PLC

Antes de realizar la carga de programa es importante compilar el mismo, de esta manera se sabrá si existe algún error en la programación o en la configuración de alguno de los elementos de hardware utilizados. Para compilar todos los bloques del programa se selecciona el PLC que se encuentra en el árbol del proyecto y posteriormente se escoge la opción **Compilar**, se observa que no existan errores en el mismo y se lo carga escogiendo la opción **Cargar en dispositivo** que se encuentra a la derecha del icono de compilación. Lo expuesto se muestra en la siguiente ilustración:

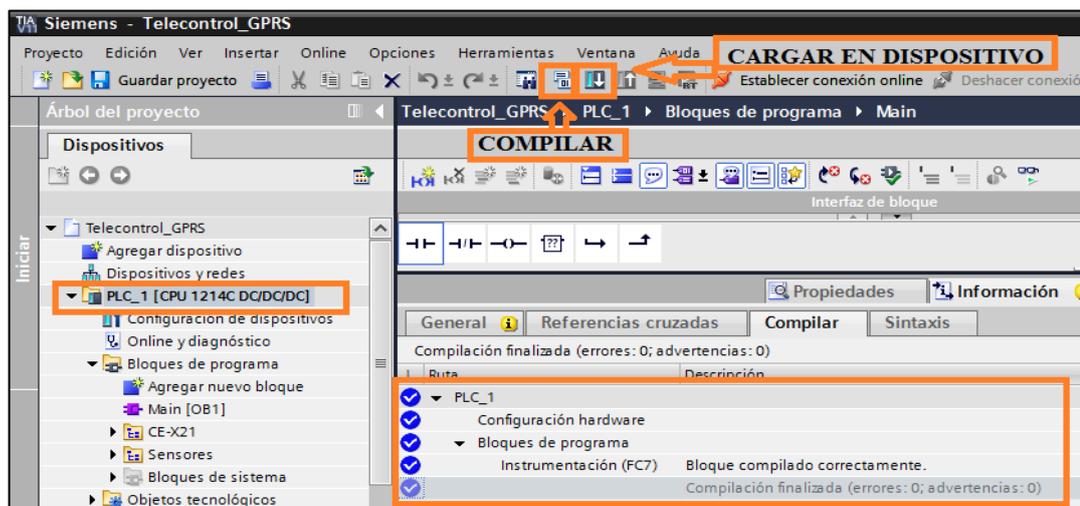


Figura 3.42: Compilación del programa.

Para la carga del programa se conecta el cable de red entre el PLC y la PC, se configura la dirección IP del PC de modo que esté en la misma red que el S7-1200. En este proyecto la dirección del PLC es la 192.168.2.99 y la del PC es 192.168.2.100, la máscara para los dos dispositivos es 255.255.255.0. Cuando se da click en la opción **Cargar en dispositivo** aparecerá una ventana en la que se debe seleccionar el tipo de interfaz entre el PLC y la PC, ésta se escoge en la opción **Tipo de interfaz PG/PC**, que en este caso es la interfaz **PN/IE**, que corresponde al cable de red, luego se selecciona la tarjeta de red que permite dicha interfaz, la cual se encuentra en la opción **Interfaz PG/PC**, dependerá de la tarjeta que posea cada computador para la conexión Ethernet.

Como último paso, luego de que el software detecte al PLC se dará click en la opción **Cargar**. Aparecerán dos ventanas más durante el proceso de carga, en la primera ventana se dará click en la opción **Cargar** y en la segunda, click en la opción **Finalizar**, de esta manera el programa se encontrará ya grabado y corriendo en el PLC.

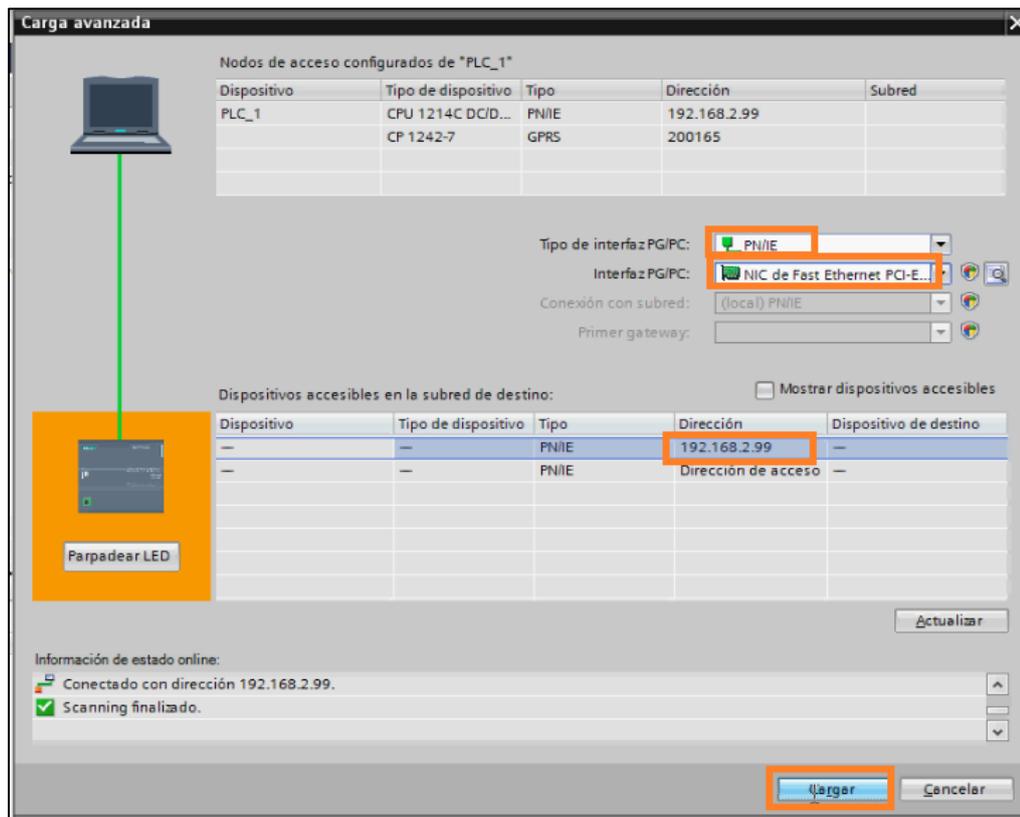


Figura 3.43: Cargando el programa en el PLC.

3.9 Vista “online” de la adquisición de señales

Para comprobar el correcto funcionamiento de la adquisición y tratamiento de la señales de los sensores usados, se realizará una vista “online” del segmento de programa dedicado a este propósito. Para establecer la conexión “online” con el PLC basta con hacer click en la opción **Establecer conexión online**, una vez hecho esto se abrirá el FC “Instrumentación” en el cual se encuentra la programación que corresponde a la adquisición y escalamiento de las señales. Por último, una vez abierto el FC que se desea observar se da click en el icono de observación como se muestra a continuación:

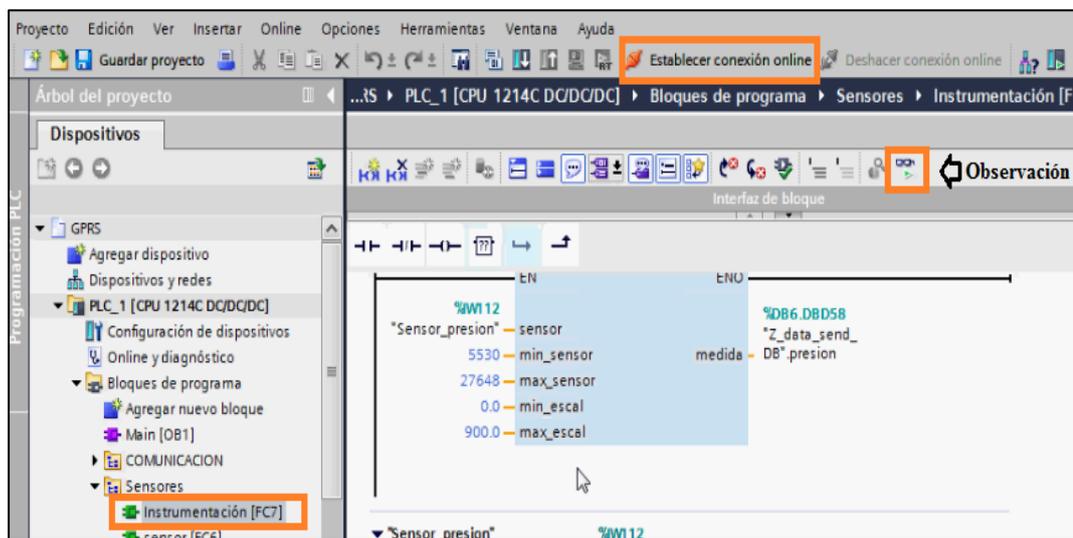


Figura 3.44: Establecimiento de la vista “online” del FC “Instrumentación”.

Cuando se haya establecido la vista online, se podrá apreciar los valores reales que el PLC procesa en ese instante. A continuación se muestra el segmento en el cual se adquiere y procesa la señal del sensor de temperatura y se observara en la salida del bloque el valor real de temperatura:

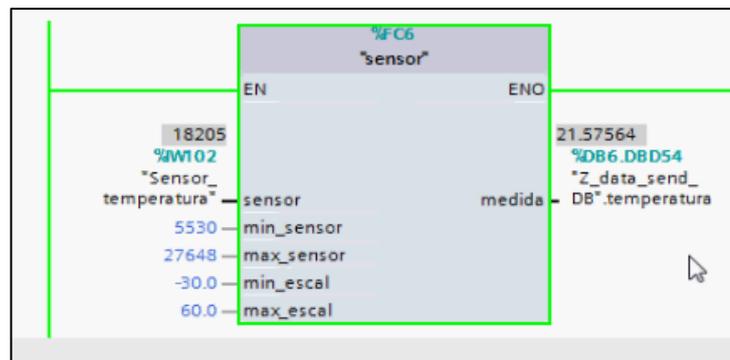


Figura 3.45: Adquisición y procesamiento de la señal del sensor de temperatura.

CAPÍTULO 4

PROGRAMACIÓN DEL SERVIDOR DE TELECONTROL

4.1. Introducción

En un sistema de telecontrol a más del dispositivo a ser monitoreado o estación remota, existe un software que permite establecer un enlace entre dicha estación remota y la estación de supervisión o de telecontrol en la cual se llevarán a cabo las diversas tareas deseadas por el usuario. El objetivo principal del software de telecontrol es poder ejecutar diversas acciones sobre la estación remota, siendo las principales el monitoreo y el control de la misma a través de un enlace, en este caso un enlace GPRS.

En el presente capítulo se explica los pasos a seguir para configurar el software Telecontrol Server Basic o TCSB, mediante el cual se podrá recibir y enviar datos desde y hacia la estación remota. Se detalla los parámetros que posee el software, que permiten tener un total conocimiento del estado de la conexión como por ejemplo, la cantidad de bytes recibidos o la intensidad de señal del módulo CP 1242-7, entre otros. Finalmente, se explica todos los detalles necesarios para que las variables que maneja el OPC embebido en este software puedan ser accedidas desde el WinCC flexible 2008.

4.2. Creación de un proyecto en el software Telecontrol Server Basic (TCSB)

Para iniciar con la configuración de un nuevo proyecto en el software TCSB, se empezará arrancando el Telecontrol Manager, para lo cual en el menú de inicio iremos a la opción **Todos los programas => Siemens Automation => SIMATIC => TCS Basic => Telecontrol Manager**

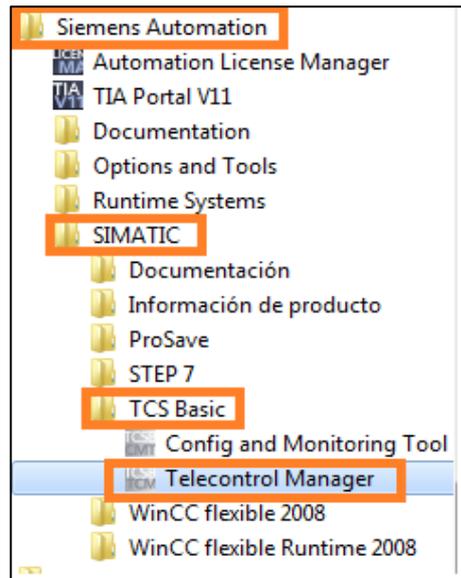


Figura 4.1: Inicio del software Telecontrol Manager.

Luego se configura el software de telecontrol, para lo cual, en la ruta descrita anteriormente dentro de la opción **TCS Basic** se selecciona la opción **Configure and Monitoring Tool**, luego aparecerá una ventana en la que el software pedirá un nombre de usuario y una contraseña, al ser la primera vez que se usa este programa, se colocará los valores por defecto. En la casilla **User Name** se escribirá la palabra “administrator” y en la casilla **Password** el código “0000” (cuatro ceros), con lo que el programa se abrirá.

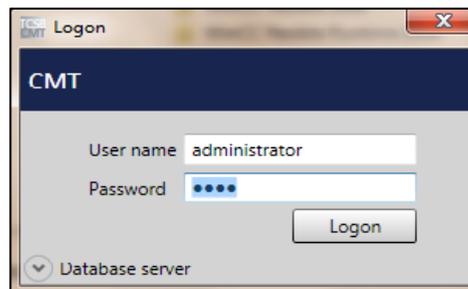


Figura 4.2: Autenticación necesaria para ingresar al software de telecontrol.

Una vez que se ingresa al programa el software abre un proyecto en blanco al cual se le puede nombrar y asignar una contraseña si se desea, en este caso el proyecto se llamará “GPRS” y no se colocará ningún password. Los demás parámetros configurables se los dejará en los valores por defecto, hecho esto, se guarda el proyecto creado dando doble click sobre él en la ventana **System Navigation** y confirmando la acción dando click en la opción **Save** de la ventana de diálogo que se abre.

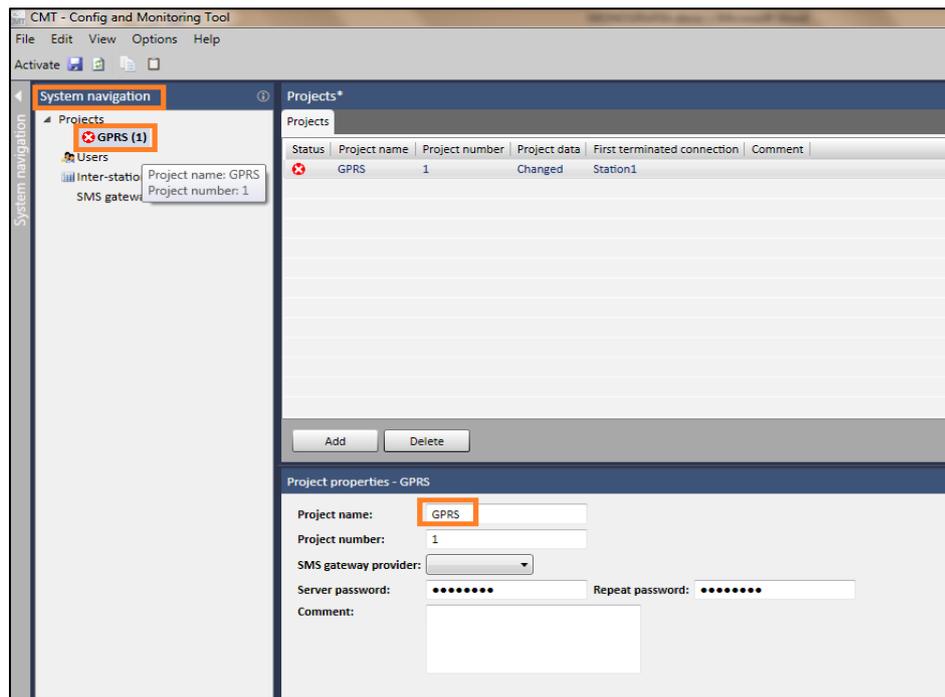


Figura 4.3: Creación de un nuevo proyecto.

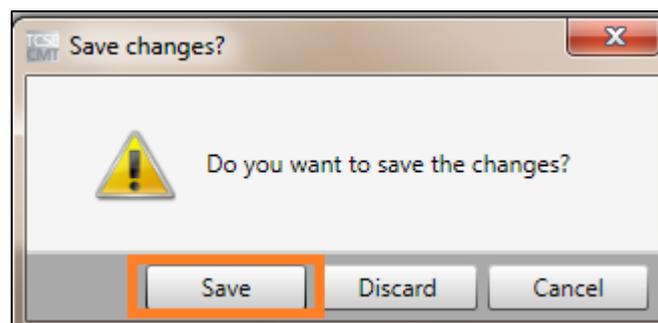


Figura 4.4: Confirmación de la creación de un nuevo proyecto.

Una vez creado el proyecto, se configurará la conexión, a la cual se accederá dando doble click sobre el proyecto. Una vez abierta la ventana de parametrización de la conexión se escogerá la opción **Configuration conecction**, dentro de ella se encuentra la pestaña **General**, en dicha pestaña se deberá configurar el nombre del enlace si se lo desea, en este caso “rs1”, después de ello en **Station number** se dejará el valor de “1” ya que en la configuración del CP 1242-7 se designó el mismo valor (ver figura 3.12), posteriormente se establecerá un password al enlace en la opción **Telecontrol password**, este password debe ser el mismo que se le asignó al CP 1242-7 (ver figura 3.12), los demás parámetros de esta opción no serán modificados.

Configure connection

General

Connection mode

Communication monitoring

Cyclic data exchange

Station name: rs1

Station number: 1 Slot: 101

Telecontrol password: [redacted] Repeat password: [redacted]

SMS number:

Comment: comment

Figura 4.5: Configuración de los parámetros generales del enlace.

En las siguientes opciones de **Connection mode**, **Communication monitoring** y **Cyclic data exchange**, se mantendrá la configuración por defecto ya que para esta conexión no se necesita modificarlos. Luego de configurar el enlace, éste se guarda y se activa dando click en las opciones que se muestran a continuación dentro de la barra de herramientas. Al activar el enlace los datos configurados del proyecto se transfieren al sistema runtime.

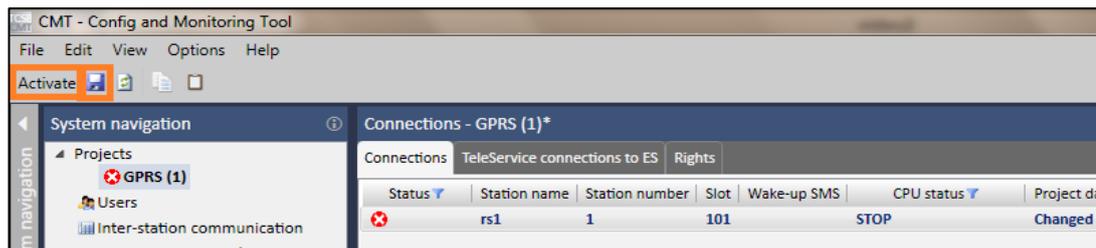


Figura 4.6: Salvando y activando la configuración del enlace.

Para finalizar la configuración del enlace se tiene que definir el puerto para las solicitudes de conexión de la estación de telecontrol con la CP 1242-7, para ello se selecciona la opción **Options => Settings**, en la barra de menús y se abre una ventana de configuración, en la que se escoge la opción **System configuration** y dentro de **Telecontrol Manager** la opción **Main**, en esta ventana se configuran los datos de direccionamiento del servidor de Telecontrol. Los parámetros relevantes a tener en cuenta son:

- **Dirección:** Se usa para configurar la IP del servidor de Telecontrol. Se debe seleccionar una de las siguientes entradas para el servidor de Telecontrol:
 - "127.0.0.1"
 - El nombre del equipo resoluble por DNS
 - La entrada "localhost"

- La dirección IP real del equipo
- **IP-T Listener port:** Puerto para las solicitudes de conexión de estaciones con CP 1242-7. Número de puerto predeterminado: 55 097.

El resto de parámetros se configuran cuando se trabaje con clientes TCSB, es decir cuando el monitoreo se haga desde otros PCs configurados como clientes. En este caso el único parámetro que se modificará es la dirección del “Listener port for IP-T”. El número de puerto que se escogió es el 26 866 (escoger un puerto que no esté siendo usado ya por otro programa), a más de ello si se usa un firewall en la PC, este debe ser configurado con una excepción para dicho puerto y el módem o router por el cual se conecta el servidor de telecontrol a internet debe ser configurado también, para que dicho puerto sea habilitado para la comunicación, ya que de no ser así no se podrá establecer la conexión.

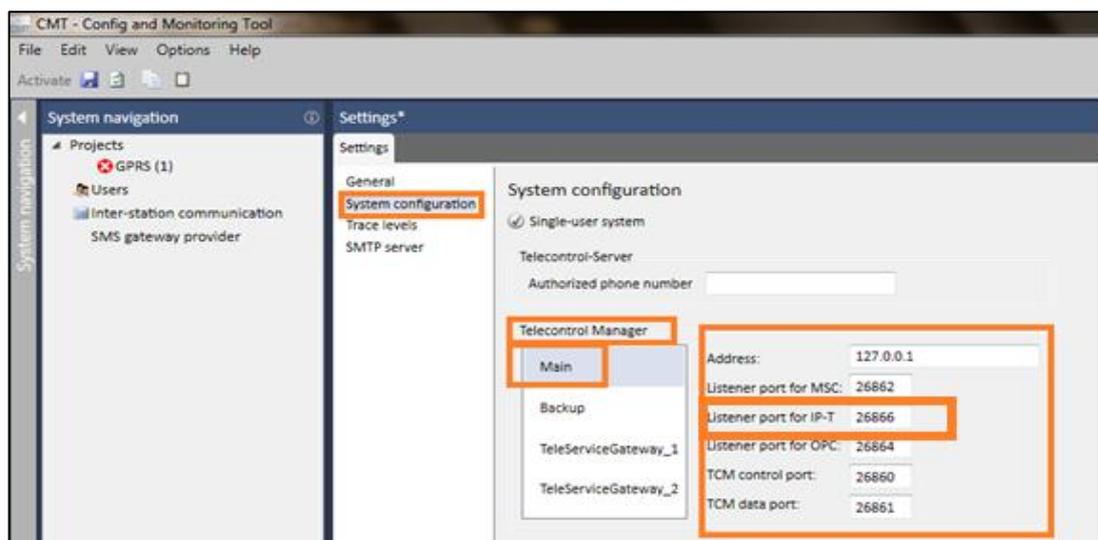


Figura 4.7: Configuración del Listener port for IP-T.

Como último paso, luego de terminar toda la configuración del servidor de telecontrol, se debe verificar la misma para lo cual se presionará las teclas Alt + Ctrl y al mismo tiempo dar un doble click en el icono **Telecontrol Manager** como se muestra a continuación:

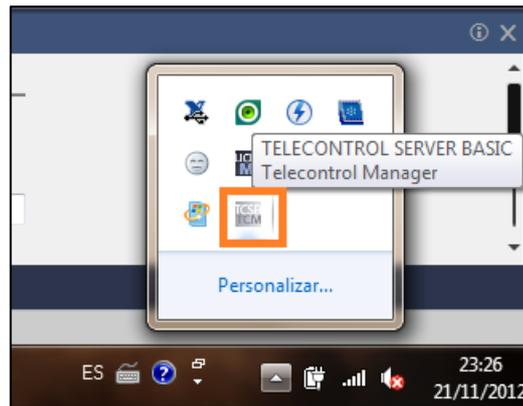


Figura 4.8: Ubicación del icono Telecontrol Manager.

Se abrirá una ventana en la que se debe seleccionar la opción **Display station list** (ver figura. 4.9), de esta manera se mostrara en una ventana todas las estaciones conectadas al servidor de telecontrol, en este caso se observara únicamente una estación remota (ver figura. 4.10).

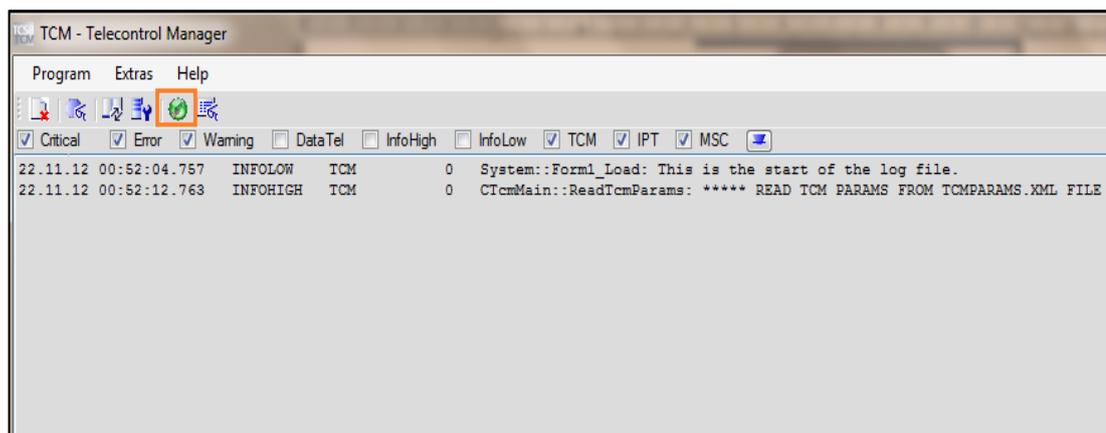


Figura 4.9: Abriendo la lista de estaciones configuradas.

Finalmente, se abrirá una ventana que contiene la información básica de las estaciones configuradas existentes; como los parámetros más importantes se destacan el nombre de la estación, el slot de la misma y si dicha estación se encuentra conectada o no.

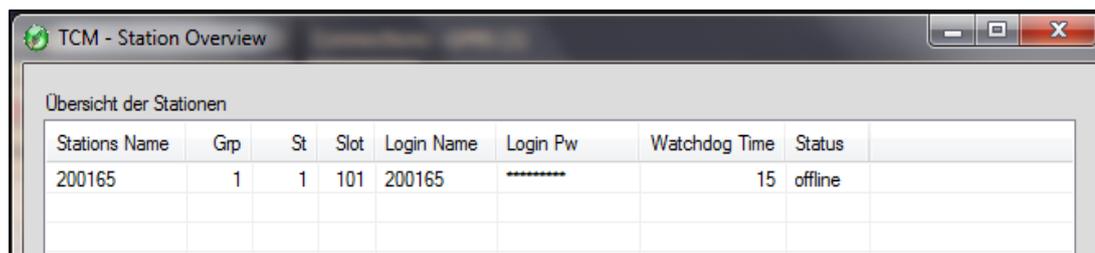


Figura 4.10: Información de la estación configurada.

4.3. Variables accesibles desde el TCSB

Una vez configurado el enlace mediante la herramienta **Configure and Monitoring Tool**, se mencionará las variables disponibles en el OPC del propio software Telecontrol Server Basic llamado **OPC.SimaticNET.TCSBB**. Existen dos tipos de variables que son accesibles mediante el TCSB:

- Variables del sistema.
- Variables generadas manualmente en el programa (programación del S7-1200).

Las variables del sistema son generadas automáticamente por el mismo y están a disposición del usuario en el OPC (ver tabla 1.10). Las variables creadas en el programa del PLC también son accesibles mediante este OPC que ofrece el servidor de telecontrol TCSB. Para poder acceder a cualquiera de los dos tipos de variables se tendrá que direccionar a las mismas, aplicando la siguiente sintaxis (ver descripción de la sintaxis en la sección 1.5.1.4):

<Protocolo>:[<Nombre de proyecto>.<Nombre de estación>.<Slot>]<N.º de DB>,<Tipo><Dirección>{.<Longitud>}{,<Número>}

Un parámetro importante a destacar es la dirección, ya que este software sólo trabaja con el DB1, es por ello que al momento de direccionar las variables que se encuentren en otros DBs (como es el caso de las variables enviadas desde la estación remota y la variable que se envía a la misma) simplemente se tomará en cuenta el “offset” de las mismas y el número de DB se mantendrá en 1. En el caso de las variables del sistema, simplemente se colocará el nombre de las mismas. Para aclarar el tema del direccionado a continuación se muestra dos ejemplos en el cual se direcciona a una variable del sistema llamada “BytesReceived”, la cual indica cuantos bytes se han recibido en la estación de telecontrol y a una variable generada manualmente en el programa que corresponde al parámetro del sensor de CO, el cual se encuentra en el DB “Data_send” con un “offset” de “0” y cuyo tipo de dato es “Real” (ver figura 3.21) para cada tipo de variable.

- Variable del sistema:

TCS:[GPRS.rs1.101]BytesReceived

- Variable generada manualmente en el programa:

TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL0

4.4. Establecimiento de la conexión entre el TCSB y la estación remota

Una vez que se tiene configurado tanto el PLC como el software de telecontrol, resta por establecer la comunicación entre estos dos elementos, para ello se seguirán los siguientes pasos:

1. **Cargar la dirección IP pública del servidor en el módulo de comunicación:** Para poder determinar que IP pública posee el servidor de telecontrol se consultó la página “www.cual-es-mi-ip.net”, la cual permite conocer la dirección que posee el computador.



Figura 4.11: Dirección IP pública que posee el servidor de telecontrol.

Esta dirección deberá ser configurada en el módulo de comunicación CP 1242-7 como se muestra en la figura 3.11.

2. **Establecer una conexión de internet:** Al servidor de telecontrol se le asignará una IP estática la cual debe poseer acceso a internet. La IP que se le asigna al servidor será la misma que se usará en la configuración del router al momento de habilitar el “Listener port” en el mismo. La IP que se le asignó al computador es la 192.168.1.2, los demás valores dependerán de la red en la que se esté trabajando.

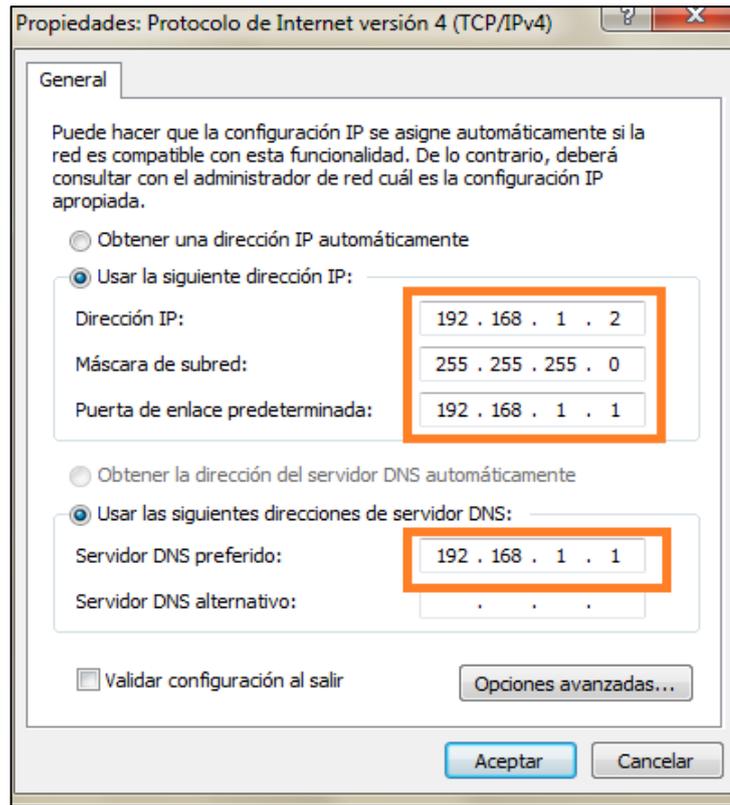


Figura 4.12: Asignación de una IP fija al servidor de telecontrol.

Antes de seguir con el siguiente paso es necesario comprobar que existe una conexión a internet, para lo cual se recomienda abrir el navegador e invocar alguna página de internet para garantizar que existe una conexión, caso contrario la comunicación no se establecerá.

3. **Habilitar el “Listener port” en el router:** Como se observa en la figura 4.7, durante la configuración del TCSB, se debe asignar un puerto mediante el cual se intercambiará la información (puerto 26 866), para que dicho puerto pueda ser usado es necesario habilitar el mismo en el router. Para acceder al router es necesario conocer su dirección y poseer los privilegios para realizar modificaciones. Esta información puede ser proporcionada por el proveedor de internet o éste puede realizar dicha configuración, para ello se necesitará únicamente conocer la IP estática que se le asignará al servidor de telecontrol (figura 4.12) y el número de puerto que se desea habilitar. A continuación se muestra la configuración que se realizó en el router HUAWEI HG30.

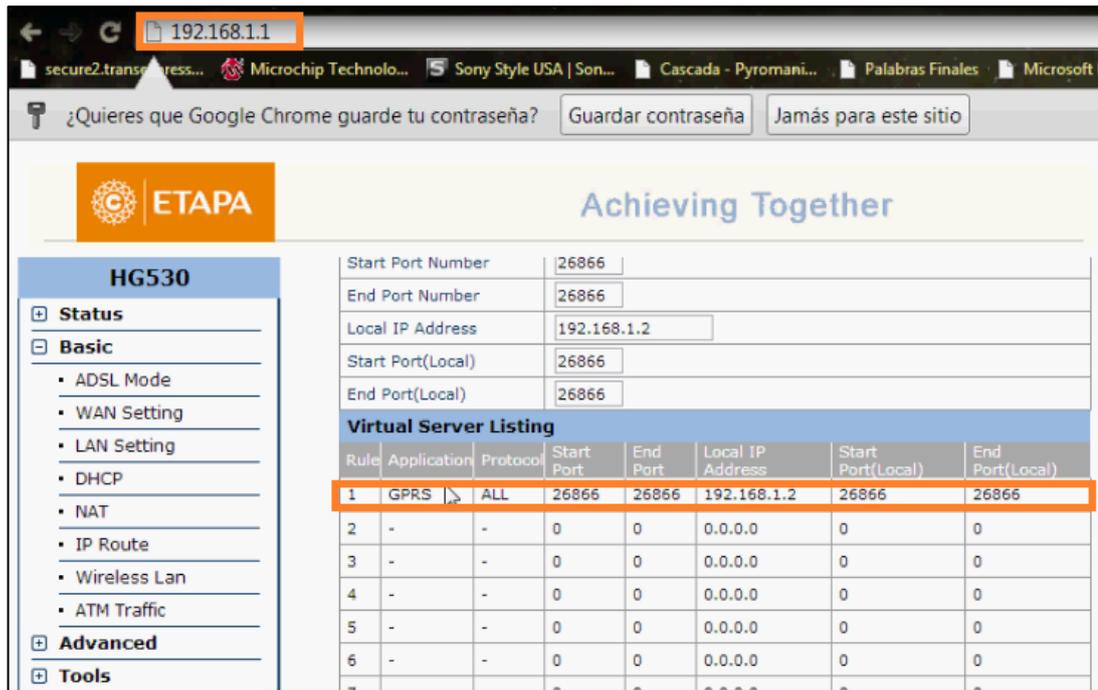


Figura 4.13: Habilitación del “Listener port” en el router de internet.

Es importante tener presente que el firewall de Windows debe estar deshabilitado, en caso de no querer hacerlo, se debe agregar una excepción para el puerto 26 866. Una vez cumplidos los pasos anteriores, la conexión entre la estación de telecontrol y la estación remota se establecerá. Para comprobar que la conexión existe se puede consultar tanto el **Configure and Monitoring Tool**, o el **Telecontrol Manager**. A continuación se muestran las capturas de pantalla en las cuales se aprecia que la conexión se ha establecido:

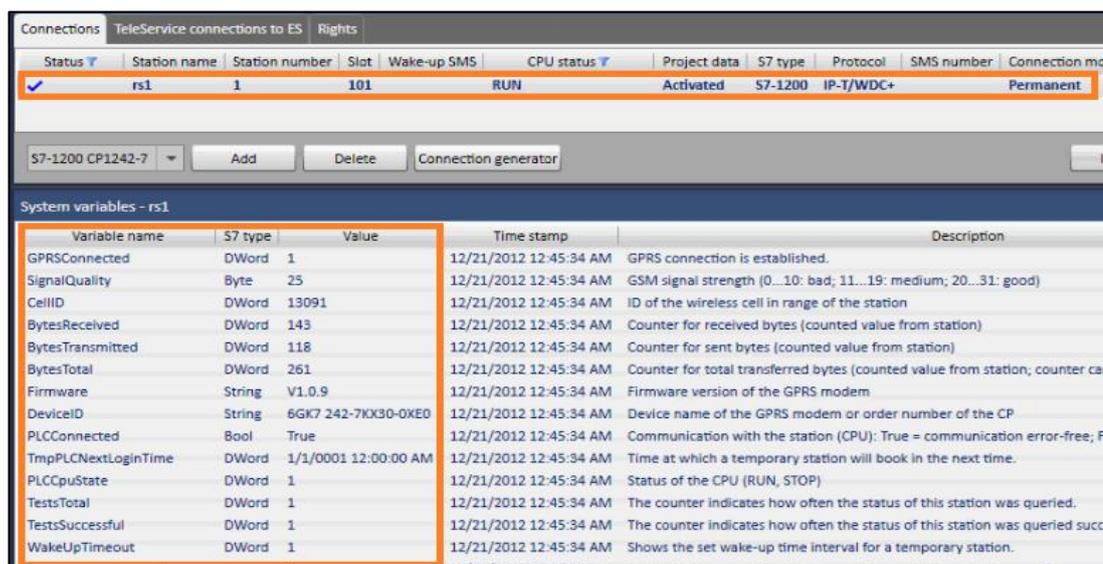


Figura 4.14: Estado de la conexión y variables del sistema observados en Configure and Monitoring Tool.

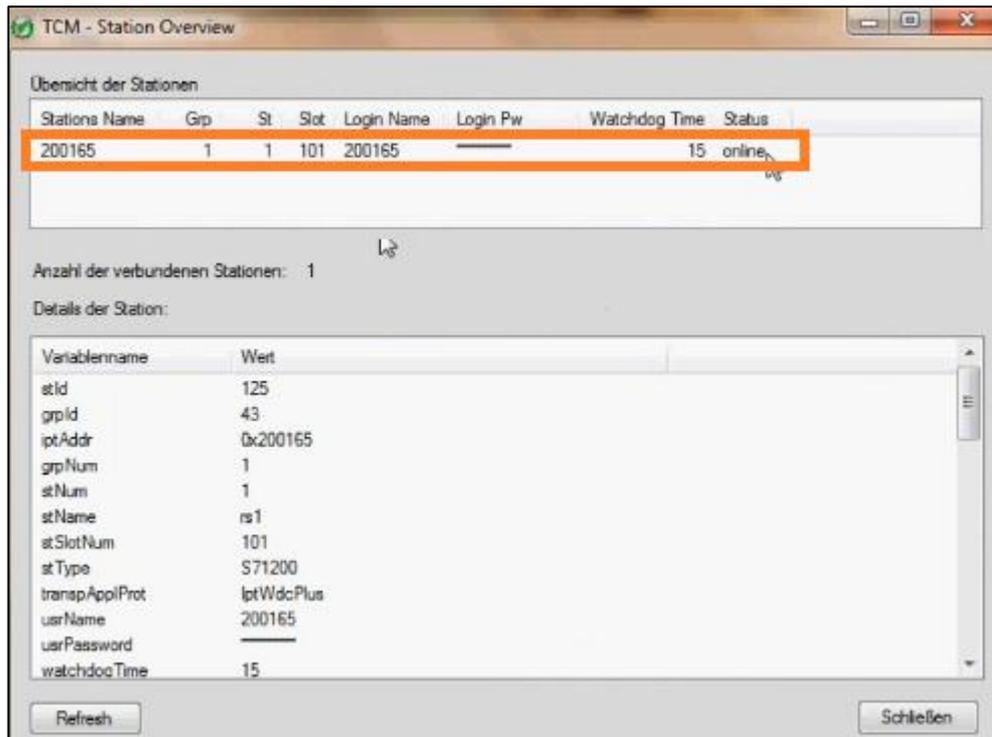


Figura 4.15: Estado de la conexión observado en Telecontrol Manager.

En la figura 4.14 se puede apreciar que en la casilla **Status**, que corresponde a la conexión “rs1”, cambio la “x” por un símbolo de “visto” el cual indica que la conexión se ha establecido, a más de ello se puede observar que las variables del sistema poseen ya valores, los mismo que de acuerdo a la tabla 1.10 indican que exista ya un enlace entre las estaciones. Del mismo modo en la figura 4.15 se aprecia que la casilla **Status** indica que la conexión se encuentra en estado “online”. Del mismo modo se podrá ver en la estación remota si se ha establecido la conexión gracias a los LEDs indicadores (tabla 4.1) que posee el módulo de comunicación.

LED/Colores	Denominación	Significado
 rojo/verde	Network	Estado de la conexión de red
 verde	Connect	Estado de la conexión con el servidor de Telecontrol
 amarillo/verde	Signal Quality	Calidad de la señal de la red GSM
 verde	TeleService	Estado de la conexión al TeleService

Tabla 4.1: LEDs de estado del módulo de comunicación CP 1242-7.

Fuente: SIMATIC NET S7-1200 Telecontrol CP 1242-7 Instrucciones de servicio, Alemania 09/2011, C79000-G8978-C247-02.



Figura 4.16: Estado de los LEDs del módulo cuando se ha establecido la comunicación.

CAPÍTULO 5

PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE SCADA WINCC

5.1. Introducción

En un sistema de telecontrol es importante contar con una interfaz amigable para el usuario, en la que se puedan observar todos los parámetros necesarios para el control y monitoreo de la estación remota, esta interfaz se conoce como sistema SCADA, mediante el cual se pueden realizar todas las tareas requeridas por el usuario.

En este capítulo se documenta todo el proceso de programación del sistema SCADA, el cual se ha desarrollado en el software WinCC Flexible 2008 de SIEMENS. Se explica cómo establecer la conexión y cómo obtener las variables que se ubican en el OPC del programa Telecontrol Server Basic, mediante el cual se hizo posible la comunicación entre la estación remota y el servidor de telecontrol.

Se establecen variables en el WinCC necesarias para alojar los datos obtenidos desde el OPC y se detalla el proceso de almacenamiento de los mismos en el servidor, para su posterior procesamiento. Se realiza una interfaz gráfica amigable al usuario en la cual se exponen todas las variables que se manejan en este sistema de telecontrol. Finalmente, se presenta los resultados y conclusiones obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto.

5.2. Creación del proyecto

Para la creación de SCADA se usará el software WinCC Flexible 2008, mediante el cual se podrá crear una interfaz amigable para el usuario, para ello primeramente se creará un nuevo proyecto abriendo el software, luego se escoge la opción **Crear proyecto vacío**, posteriormente se señala el panel con el cual se desea trabajar, en este caso, con un computador, es por eso que se selecciona la opción **PC => WinCC Flexible Runtime**, finalmente se instaurará el proyecto.

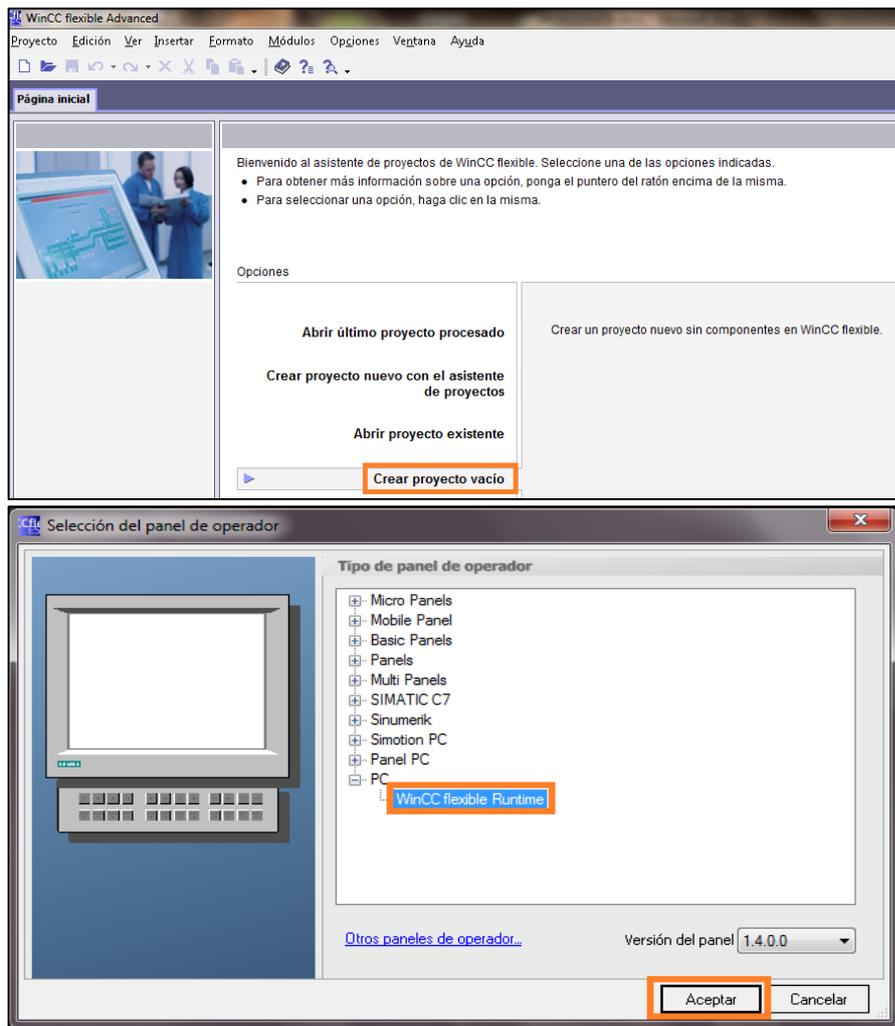


Figura 5.1: Creación del proyecto en WinCC flexible 2008.

5.3. Configuración de la conexión

Un aspecto importante en la creación de un SCADA es la configuración de la conexión, ésta dependerá del tipo de dispositivo con el cual se desea trabajar, en este proyecto al emplear un software OPC se tendrá que configurar una conexión en base al mismo. Para configurar la conexión en el WinCC flexible 2008 se da doble click en la opción **Conexión**, la cual se encuentra en la ventana **Proyecto** dentro la carpeta **Comunicación**. Dentro de la ventana de configuración de la conexión se tendrá que poner un nombre a la misma, en este caso se la denominó “GPRS”, luego en la opción **Driver de comunicación** se selecciona OPC de entre todas las opciones presentadas en el menú desplegable. Para finalizar la configuración en la opción **Servidor OPC**, se escoge el OPC a usar que es el **OPC.SimaticNET.TCSBB**. Con esto, la conexión se encuentra totalmente configurada y lista para usarse.

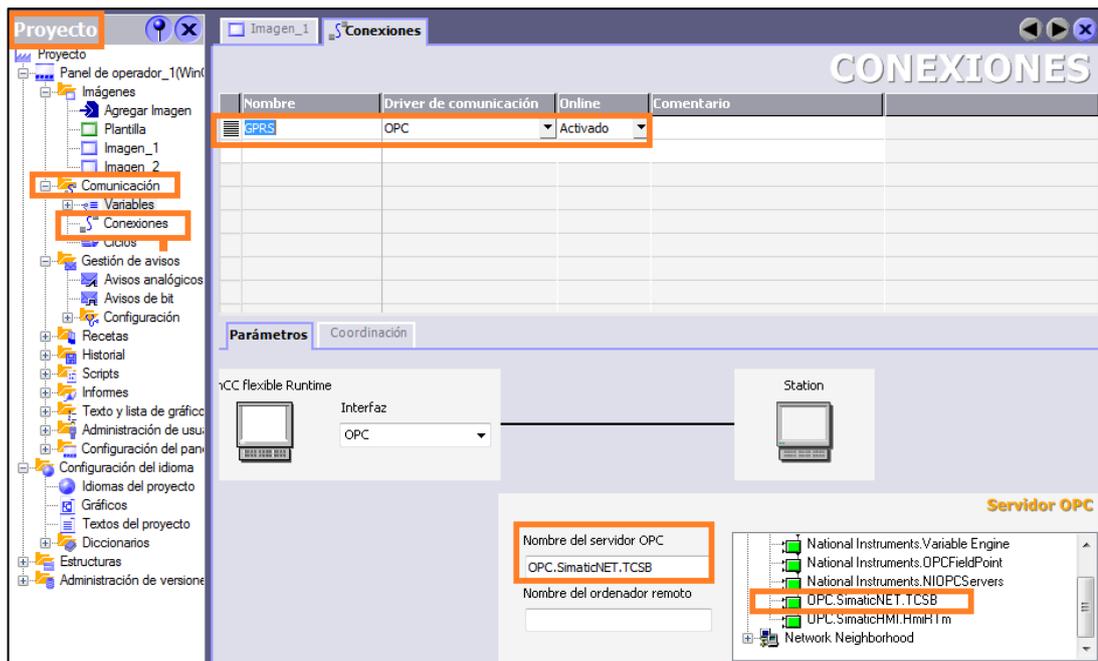


Figura 5.2: Configuración de la conexión.

5.4. Creación de las variables

Para poder presentar las diversas variables usadas tanto en la estación remota como en el OPC, se deberá crear éstas y configurar los parámetros que las describen, como por ejemplo el tipo de dato, que conexión usa, la dirección, entre otros. Para cada variable pueden configurarse determinadas propiedades en WinCC flexible 2008. Las propiedades determinan la utilización de la variable en la configuración. Es posible definir las propiedades siguientes:

- **"Nombre"**: Cada variable tiene un nombre a elegir por el usuario. De todas formas, el nombre debe ser unívoco dentro de la carpeta de variables.
- **"Nombre de visualización"**: Nombre dependiente del idioma para la visualización en el idioma de runtime seleccionado. El nombre de visualización se traduce en el editor "Textos del proyecto" o exportando los textos del proyecto. El uso del nombre de visualización es opcional. Si no asigna ningún nombre de visualización, se visualiza el "Nombre" en runtime. La longitud del nombre de visualización está limitada a 80 caracteres.
- **"Conexión" con el control y "Ciclo de adquisición" de las variables**: Para variables externas debe definirse qué control está conectado con el panel de operador, ya que éstas son la imagen de una posición de memoria en el

control. Los tipos de datos disponibles para una variable y su dirección en la memoria del control dependen de su tipo. Así mismo, debe definirse con qué frecuencia se debe actualizar la variable.

- **"Tipo de datos" y "Longitud"**: El tipo de datos de una variable determina qué tipo de valores se guardarán en ella, cómo lo harán internamente y qué rango de valores máximo admite la variable. Algunos ejemplos sencillos de tipos de datos son "Int" para guardar números enteros o "String" para guardar cadenas de caracteres. En el caso de las variables del tipo "Integer", los valores se pueden introducir con ceros iniciales.
- **"Elementos de matriz"**: Al crear las variables, se pueden componer a partir de un número de elementos de matriz del mismo tipo. Los elementos de matriz se guardan en la memoria de forma correlativa. Las variables de matriz se utilizan especialmente para trabajar con muchos datos similares, por ejemplo para el búfer de curvas o en la definición de recetas.
- **"Comentario"**: Para cada variable puede registrarse un comentario con el fin de documentar la configuración con más exactitud.
- **"Límites"**: Para cada variable puede definirse un rango de valores que abarque un límite superior y un límite inferior. Si el valor de proceso que debe guardarse en la variable llega a uno de los límites, pueden emitirse avisos. Si el valor de proceso toma un valor que está fuera del rango de valores, puede ejecutarse una lista de funciones para emitir avisos.
- **"Valor inicial"**: Para cada variable puede configurarse un valor inicial. Al inicio de runtime, la variable se pone a ese valor. De este modo puede establecerse un estado definido al principio del proyecto.
- **"Grabación" y "Límites de grabación"**: Para la documentación y evaluación posterior, puede almacenarse valores de proceso en diferentes ficheros. Es posible determinar la frecuencia y el modo de grabación.

Para crear las variables se tiene que dar doble click en la opción **Variables**, que se encuentra en la carpeta **Comunicación**. Dentro de la ventana de configuración de las variables se agregará una a una las mismas y a su vez se configurará cada una de ellas. A continuación se muestra la configuración de las variables que corresponden a los parámetros de la estación remota:

Nombre	Tipo de datos	Símbolo	Dirección
bytesreceived	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]BytesReceived
bytestotal	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]BytesTotal
bytestransmitted	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]BytesTransmitted
cellid	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]CellID
deviceid	String	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DeviceID
firmwarevers	String	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]Firmware
gprsconnected	Byte	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]GPRSConnected
plcconnected	Bool	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]PLCConnected
plccpustate	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]PLCCpuState
protocol	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]Protocol
serverconnectstate	Bool	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]ServerConnectState
servernr	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]ServerNr
signalquality	Byte	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]SignalQuality
testssuccessful	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]TestsSuccessful
teststotal	DWord	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]TestsTotal

Figura 5.3: Creación y configuración de las variables correspondientes al estado de la estación remota.

Como se observa en la figura anterior, los parámetros necesarios a configurar en estas variables son el nombre, la conexión, el tipo de dato y la dirección de las mismas, el resto de parámetros se los deja en sus valores por defecto. El direccionamiento de las variables se lo hará en base a la sintaxis ya expuesta en el capítulo 4 sección 4.3.

Ahora se crearán las variables que serán monitoreadas, es decir los parámetros de los sensores, para ello se hará lo mismo que para las variables creadas anteriormente, con la diferencia que estas variables serán archivadas. El mecanismo de archivado de variables se describirá más adelante y la configuración necesaria para que se realice esta tarea; en esta sección se mostrará únicamente los parámetros básicos para la creación y configuración de las variables recibidas desde la estación remota.

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Símbolo	Dirección
CO	GPRS	Float	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL0
CO2	GPRS	Float	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL4
HUMEDAD	GPRS	Float	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL8
TEMPERATURA	GPRS	Float	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL12
PRESION	GPRS	Float	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,REAL16
NUM_ENVIOS	GPRS	Short	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,DINT20
T_ENVIO	GPRS	Short	<Indefinido>	TCS:[GPRS.rs1.101]DB1,DINT24

Figura 5.4: Creación y configuración de las variables recibidas desde la estación remota.

Finalmente, nos queda por crear y configurar la variable que será enviada a la estación remota desde y cuyo valor será seteado por el usuario, ésta corresponde al tiempo de envío de los parámetros hacia el servidor de telecontrol. Este proceso se muestra a continuación:

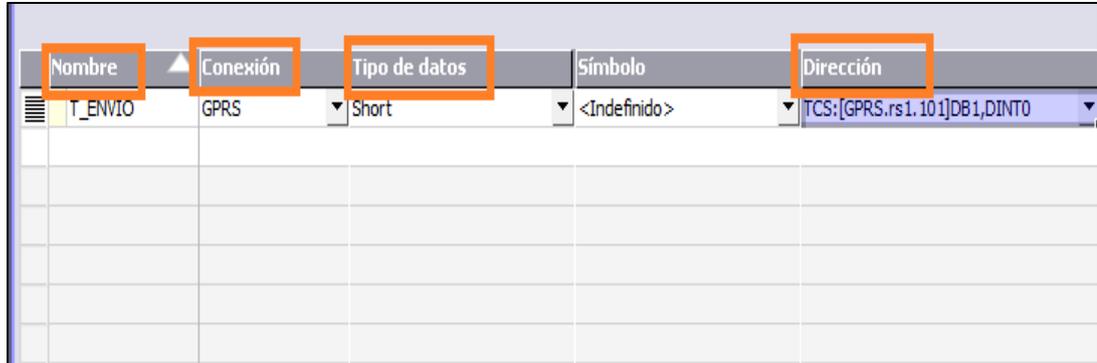


Figura 5.5: Creación y configuración de la variable enviada hacia la estación remota.

5.5. Archivado de las variables

Una característica importante del programa SCADA es que éste nos permitirá almacenar las variables monitoreadas, de tal manera que los parámetros almacenados puedan ser procesados por el usuario, para dar un reporte o sacar una estadística por ejemplo. El proceso de archivar variables comprende los siguientes pasos:

- **Crear y configurar un fichero de variables:** Al crear un fichero de variables se define la configuración siguiente:
 - Ajustes generales tales como el nombre, el tamaño y la ubicación
 - Comportamiento al iniciar runtime
 - Comportamiento al llenarse el fichero
- **Configurar el proceso de archivar variables:** Para cada variable puede indicarse un fichero de variables en el que se archiven en runtime sus valores, así como informaciones adicionales como el momento de archivar. Igualmente, se define cuándo se archivan los valores de una variable y con qué frecuencia.
- **Procesar posteriormente los valores de variables archivados:** Los valores de variables archivados pueden evaluarse directamente en el proyecto de WinCC flexible 2008 (por ejemplo en una vista de curvas), o bien en otras aplicaciones (por ejemplo Excel).

Luego de conocer el proceso requerido para realizar el archivado de variables en un fichero, hay que tener presente los parámetros que se deben configurar al crear el mismo, dichos parámetros se muestran a continuación:

- **Nombre:** Donde se nombrará al fichero.
- **Nº de registros por archivo:** Se especifica la cantidad máximo de registro que almacenará el fichero.
- **Ubicación:** Indica en qué tipo de formato se van a guardar los datos del fichero, existen las siguientes opciones:
 - **Archivo CSV (ASCII):** Los datos se guardan en un archivo CSV en formato ASCII estándar.
 - **Archivo RDB:** Los datos se guardan con acceso rápido en una base de datos relacional.
 - **Archivo TXT (Unicode):** Los datos se guardan en un archivo TXT en formato Unicode. Para archivar idiomas asiáticos o de Europa oriental, utilice la ubicación "Archivo - TXT (Unicode)".
 - **Base de datos:** Los datos se guardan en una base de datos ODBC.
- **Ruta:** Indica la ruta en la cual se guardarán los ficheros.
- **Método de fichero:** Presenta tres opciones:
 - **"Sobre demanda":** Los valores de variables se archivan al ejecutar la función de sistema "ArchivarVariable".
 - **"Al modificar":** Los valores de variables se archivan en cuanto el panel de operador detecta una modificación de su valor.
 - **"Cíclico continuo":** Los valores de variables se archivan en intervalos regulares. Los ciclos predeterminados en WinCC flexible pueden complementarse con ciclos propios basados en los ciclos predeterminados.
- **Activar fichero al inicio del runtime:** Permite habilitar el fichero para el almacenamiento, este parámetro puede ser activado o desactivado.
- **Respuesta al inicio del runtime:** Permite escoger entre dos opciones que son:
 - **Continuar fichero:** Los nuevos datos se almacenarán junto con los anteriores.

- **Restablecer fichero:** Borra datos anteriores y comienza nuevamente el almacenamiento.

Para poder realizar el proceso de archivado primeramente se deberá crear los ficheros en los cuales se van a guardar los datos, para hacer esto en la carpeta **Historial** que se encuentra en la ventana **Proyecto**, se escoge la opción **Archivo de datos**, dando doble click en ésta, se abrirá una ventana para configurar el o los ficheros necesarios. Como se recibirán 5 parámetros distintos, se creará un fichero para cada uno de ellos, en la siguiente ilustración se muestra la configuración realizada para todos los ficheros creados.

Nombre	Nº de registros por archivo	Ubicación	Ruta
Fichero_CO	100000	Archivo - CSV (AS...	C:\Logs
Fichero_CO2	100000	Archivo - CSV (ASCII)	C:\Logs
Fichero_HUMEDAD	100000	Archivo - CSV (ASCII)	C:\Logs
Fichero_PRESION	100000	Archivo - CSV (ASCII)	C:\Logs
Fichero_TEMP	100000	Archivo - CSV (ASCII)	C:\Logs

Figura 5.6: Configuración de los ficheros de almacenamiento.

Los demás parámetros existentes en la configuración no son relevantes, ya que lo que se desea únicamente es que los parámetros que se reciben desde la estación remota se guarden en un fichero. Los que no se muestran, no fueron modificados, se los dejó con la configuración por defecto. Una vez creados los ficheros en la configuración de las variables, se incluirá el destino en dónde estas serán almacenadas, por lo que se agregará el nombre del fichero en el cual se almacenará cada una y el ciclo de archivado, es decir cada qué tiempo se guardará un nuevo dato. Esta parametrización se muestra a continuación:

Nombre	Elem...	Ciclo de adquis...	Comentario	Fichero	Modo de adquisición de archivado	Ciclo de archivo
CO	1	1s		Fichero_CO	Cíclico continuo	1 min
CO2	1	1s		Fichero_CO2	Cíclico continuo	1 min
HUMEDAD	1	1s		Fichero_Humedad	Cíclico continuo	1 min
NUM_ENVIOS	1	1s		<Indefinido>	Cíclico continuo	<Indefinido>
PRESION	1	1s		Fichero_Presion	Cíclico continuo	1 min
T_ENVIO	1	1s		<Indefinido>	Cíclico continuo	<Indefinido>
TEMPERATURA	1	1s		Fichero_Tempera...	Cíclico continuo	1 min

Figura 5.7: Configurando el almacenamiento de las variables.

5.6. Creación de las pantallas del SCADA

Ahora se procederá a programar las pantallas del SCADA, existirán dos, una en la que se presentan todos los parámetros monitoreados y otra en la que se mostrarán 5 curvas que describen el comportamiento de éstos con respecto al tiempo. Para la primera pantalla iremos a la ventana **Proyecto** y dentro de la carpeta **Imágenes** se agregará una imagen dando doble click en la opción **Agregar imagen**, con lo que aparecerá una imagen llamada “Imagen_1”. Dentro de **Imagen_1** se programará la pantalla que mostrará los parámetros monitoreados y configurados desde el servidor de telecontrol.

Para presentar los parámetros monitoreados se escogerá el elemento llamado **Campo ES**, el cual se encuentra en la ventana **Herramientas** dentro de la opción **Objetos básicos**. Para usar estos elementos basta con seleccionarlos, arrastrarlos a la pantalla y ubicarlos en la posición deseada.

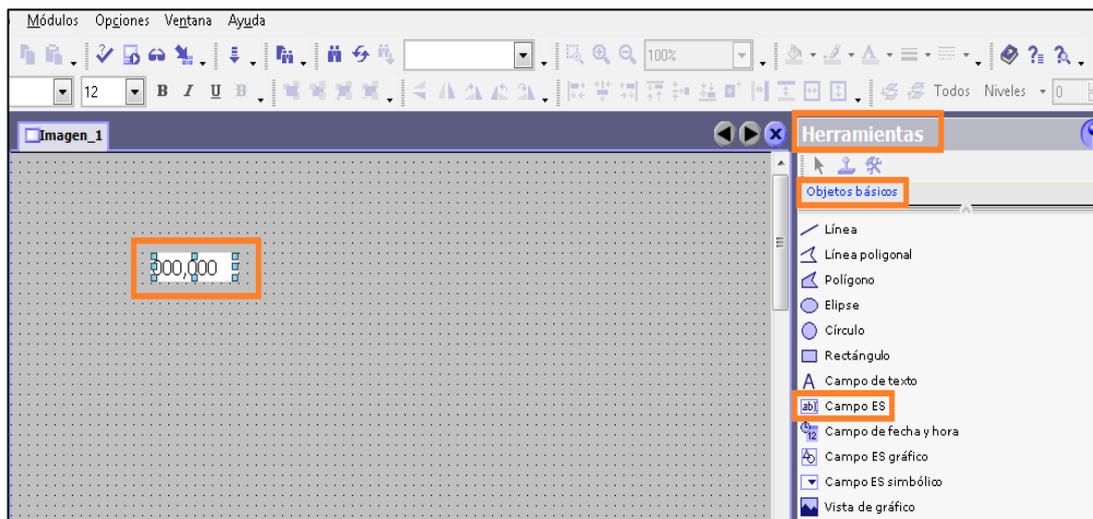


Figura 5.8: Selección del objeto Campo ES.

Los objetos **Campo ES** permiten escribir valores en una variable o simplemente presentarlos, de ahí su nombre entrada-salida (ES). Todos los datos serán presentados únicamente, es por ello que serán de tipo “salida” a excepción de la variable “T_ENVIO” que será de tipo “entrada”, la cual permite setear en el PLC el tiempo en el cual se envían los datos al servidor.

Para configurar la variable a ser representada por dicho objeto al igual que modificar su apariencia se selecciona dicho objeto y dentro de la ventana **Campo ES**, que aparece en la parte inferior de la pantalla, se realizan los cambios necesarios. Para indicar la variable a ser representada, en la opción **Variable del proceso** dentro de la pestaña **General** en la ventana **Campo ES** se escribe el nombre de la variable. Para seleccionar el modo de operación de este objeto, es decir, si será de tipo entrada o de tipo salida, en la opción **Modo** se seleccionará la alternativa deseada. Si se quiere cambiar la apariencia del objeto, en la opción **Propiedades** dentro de la misma ventana, se podrá realizar la configuración.

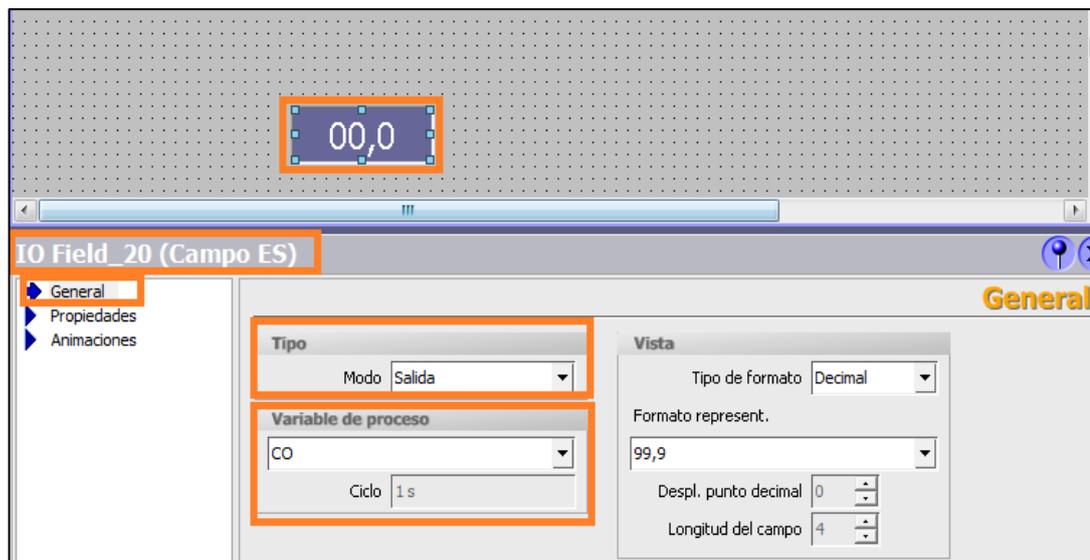


Figura 5.9: Asignación de la variable a ser representada por el Campo ES.

Para escribir en pantalla el nombre de la variable que representa el campo ES, se usará el objeto **Campo de texto**, que se encuentra en la misma ruta que **Campo ES**. Para modificar el texto, tamaño o fuente de este objeto se acudirá a la ventana que aparece en la parte inferior de la pantalla. Los parámetros modificables son idénticos a los presentados en la figura 5.9.

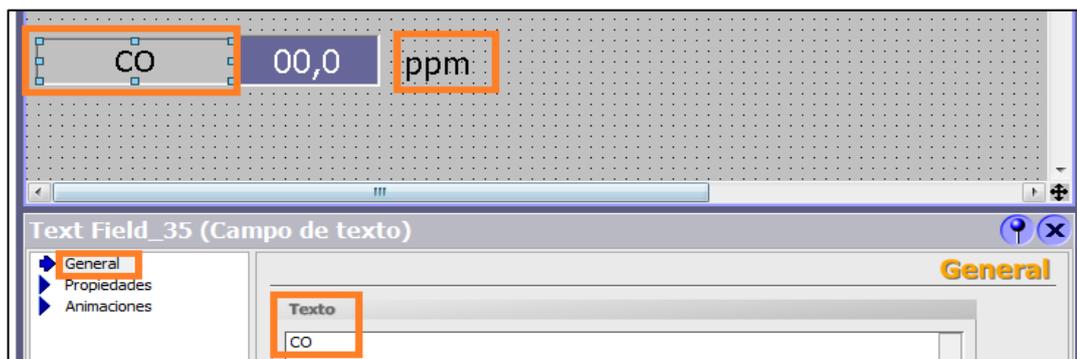


Figura 5.10: Escribiendo texto en el Campo de texto.

Para presentar las demás variables en pantalla, se repetirán los pasos realizados anteriormente para la variable CO. A continuación se muestran todos los parámetros que serán presentados en la primera pantalla del software SCADA que estará presente en la estación de telecontrol.

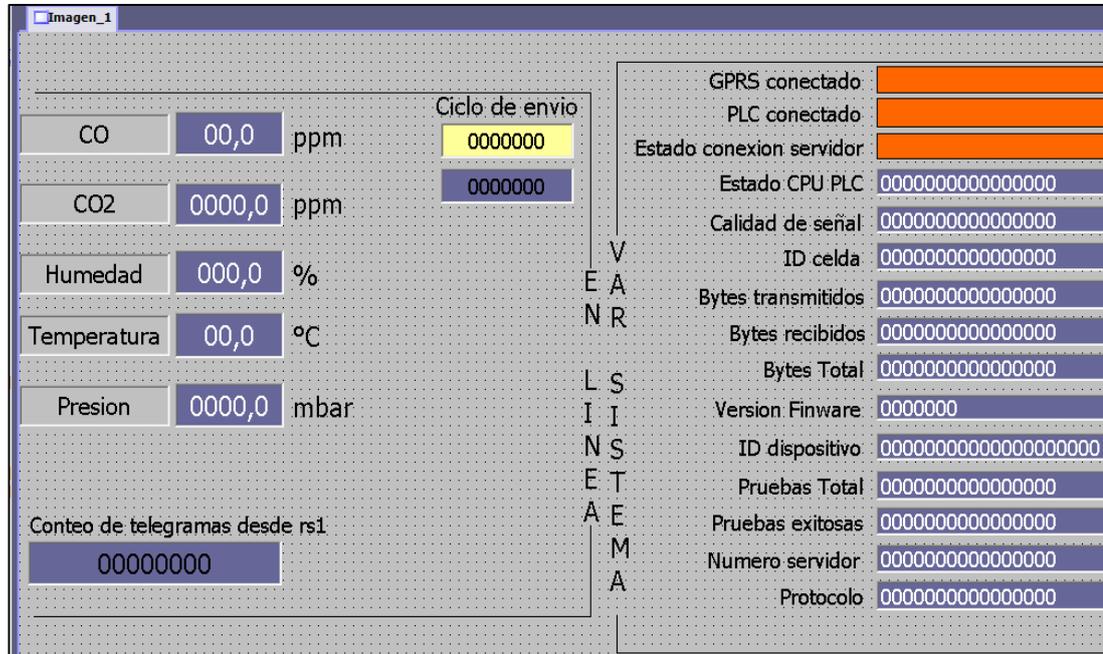


Figura 5.11: Datos a ser presentados en la primera pantalla.

Como se observa en la figura 5.11, se tiene ya presentadas todas las variables usadas en el proyecto. Las variables “GPRS conectado”, “PLC conectado” y “Estado conexión servidor” serán representadas usando otro objeto, dicho objeto es un rectángulo que tendrá animación. Cuando la variable que es representada tenga el valor de “1” el rectángulo se pondrá de color verde y en caso de ser “0” el rectángulo será de color tomate. Dentro de la ventana **Herramientas** en la opción **Objetos básicos** se selecciona **Rectángulo** y se lo arrastra a la pantalla. Para que este objeto cambie de color, según el valor de la variable, dentro de la ventana **Rectángulo => Animaciones => Apariencia**, en la opción **Variable** se coloca el nombre del parámetro que será representado por este objeto. Para asignarle un color al valor de la variable primero se selecciona el tipo de dato, en este caso un número entero, luego se escoge los valores que podrá tomar la variable, por ejemplo “1” cuando está conectado y “0” cuando está desconectado. En la opción **Color de primer plano** se escoge el color deseado, este parámetro representa el color de borde del rectángulo y el color de fondo es seleccionado usando el parámetro **Color de fondo**. Los pasos se muestran a continuación:

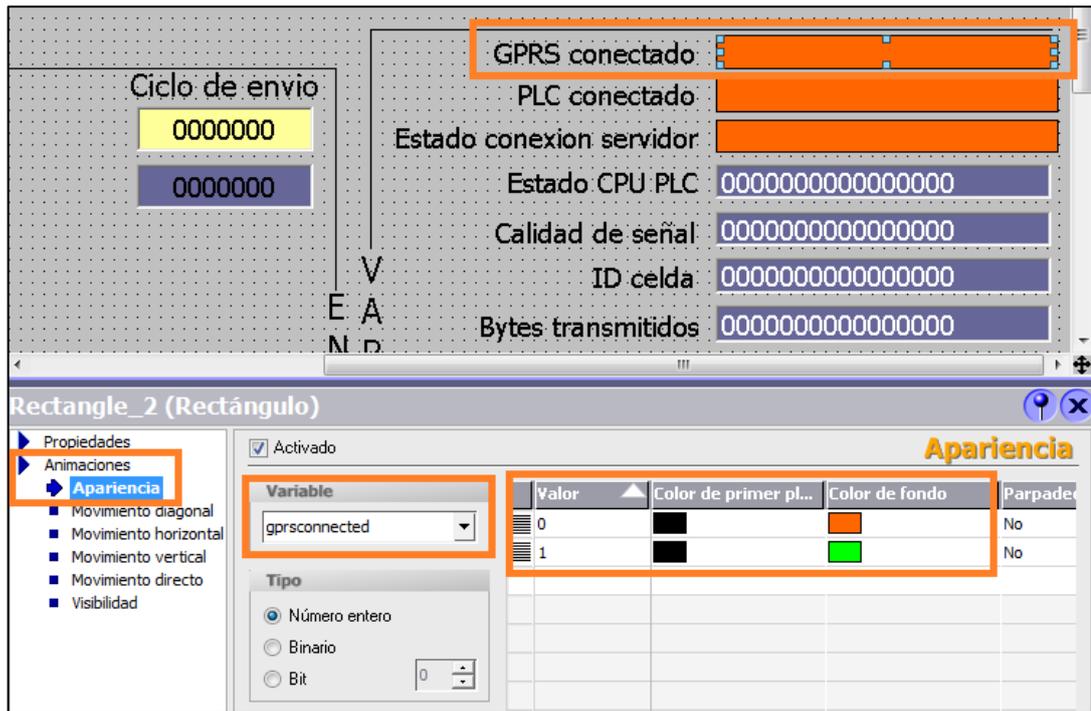


Figura 5.12: Representación de la variable “GPRS conectado”.

En la segunda pantalla ahora se representará, mediante una curva, el comportamiento de los 5 parámetros monitoreados. Para ello agregaremos una nueva imagen dando doble click sobre la opción **Agregar imagen** ubicada en la ventana **Proyecto** dentro de la carpeta **Imágenes**. Para poder representar mediante una curva el comportamiento de una variable se usa el objeto **Visualización de curvas** que se encuentra en la ventana **Herramientas** dentro de **Objetos ampliados**. El objeto a utilizar debe ser arrastrado a la pantalla y posteriormente, se debe configurar las variables que éste debe representar.

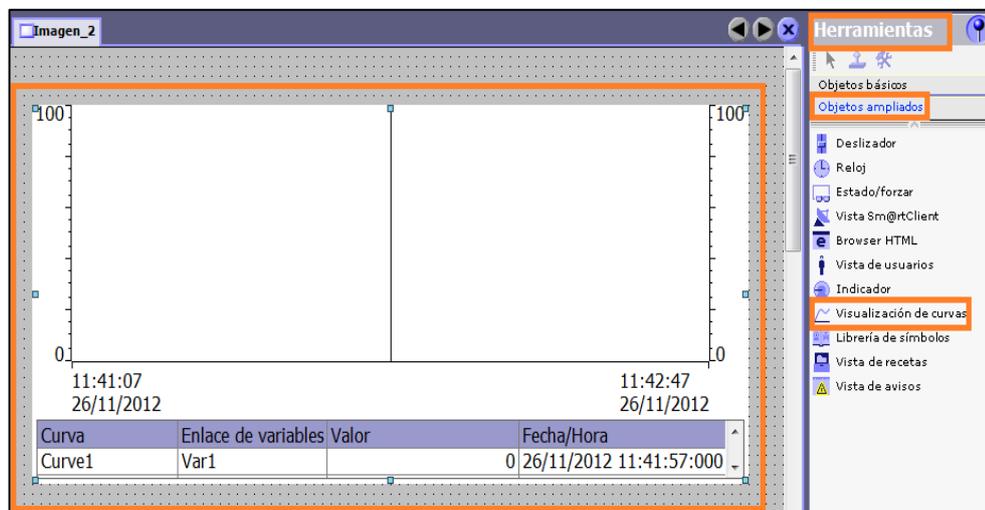


Figura 5.13: Selección del objeto Visualización de curvas.

Para añadir las variables a ser representadas por la curva, en la ventana **Visualización de curvas** que aparece al seleccionar el objeto, escogemos la opción **Curvas** que se encuentra en **Propiedades**. En la opción **Nombre**, se escribe el nombre de la variable a ser representada, este nombre no necesariamente debe coincidir con el de la variable que se creó en WinCC flexible 2008 (ver figura 5.4).

En el parámetro **Configuración de fuente** es donde se debe escoger que variable creada se va a representar. A cada variable se le asigna color para evitar confusiones, los demás parámetros no se modifican. Si se desea cambiar algún detalle del objeto, como tipo de fuente, color de fondo, escalas de los ejes, entre otros, se deberá navegar en las opciones dentro de la ventana **Visualización de curvas**.

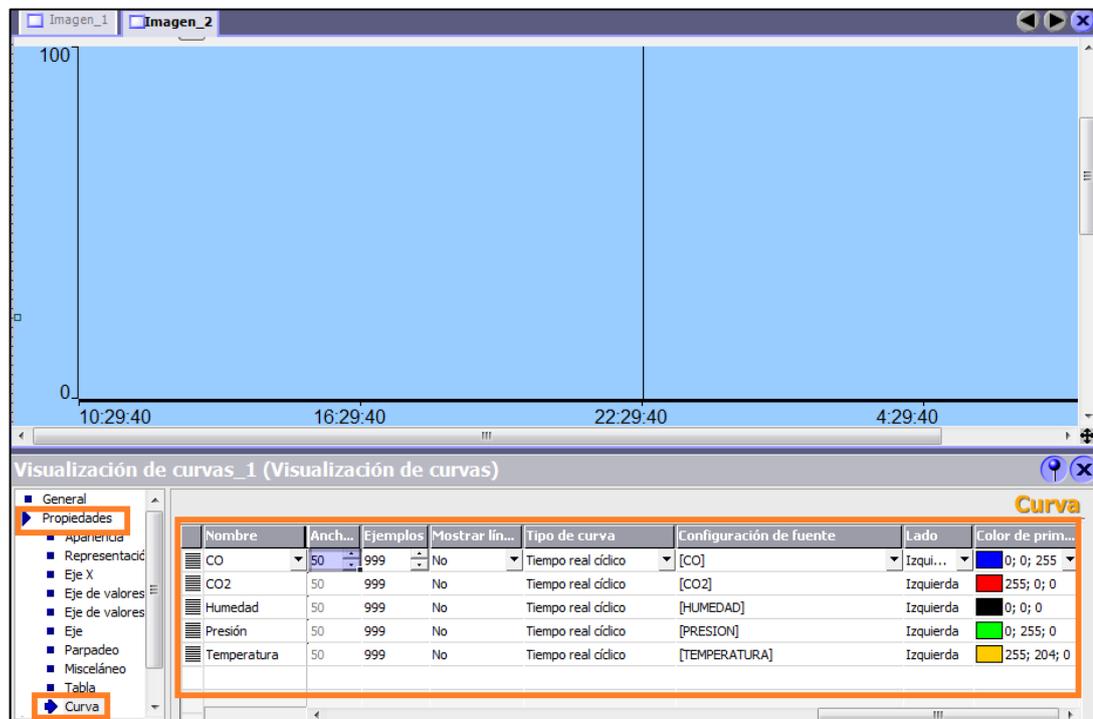


Figura 5.14: Variables a ser representadas en la curva.

El cambio entre las dos pantallas se hará mediante un botón, con lo que se conseguirá realizar una navegación entra la pantalla que muestra todos los parámetros y la que muestra la curva. Para crear un botón hay que seleccionar el mismo en la ventana **Herramientas => Objetos básico => Botón**, una vez seleccionado el objeto basta con arrástralo a la pantalla y ubicarlo en el lugar deseado.

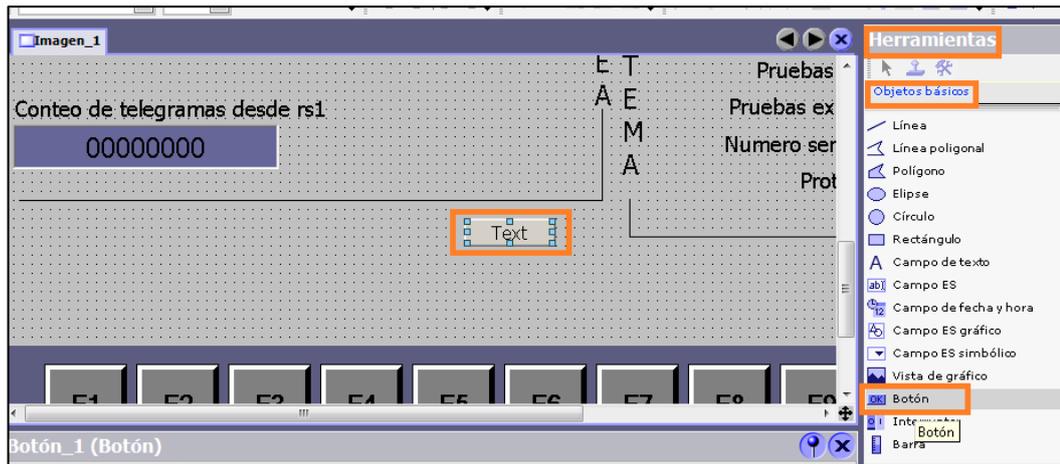


Figura 5.15: Creación de un botón.

Para asignar un nombre al botón, dentro de la ventana **Botón** => **General** => **Texto** opción **Texto desactiv.**, se escribe el nombre que se le desea asignar, por ejemplo “Curvas”. Si se quiere cambiar el tipo de letra o su tamaño, dentro de la pestaña **Propiedades**, se puede modificar estos atributos.

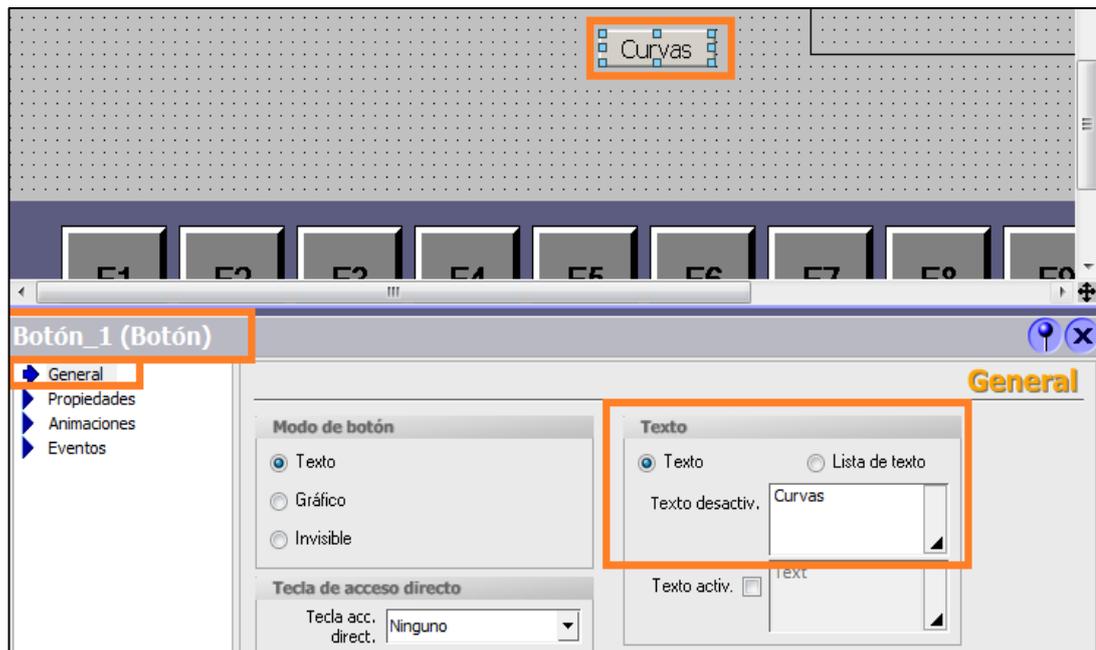


Figura 5.16: Asignación de un texto al botón.

Para realizar el cambio de pantalla, al botón se le debe asignar un evento, para ello en la ventana **Botón** => **Eventos** => **Hacer click** dentro de la ventana **Lista de funciones** se escoge la opción **Todas las funciones del sistema** => **ActivarImagen** y se escoge la pantalla que se desea mostrar.

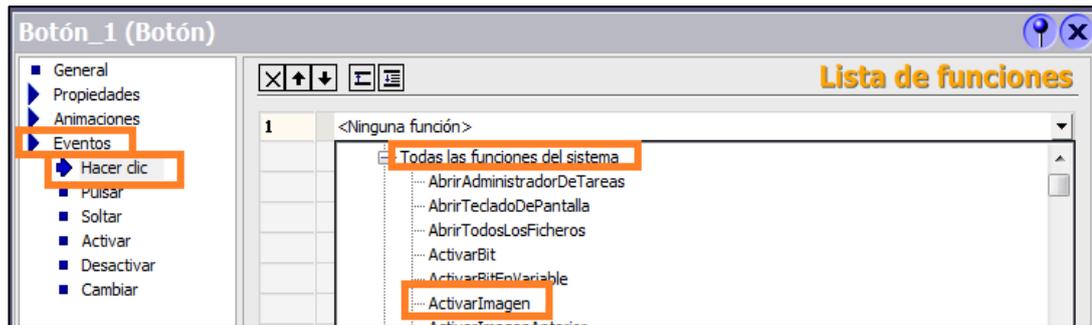


Figura 5.17: Asignación de una función al botón.

Para escoger que imagen se quiere activar, en la opción **Nombre de imagen**, se escoge entre las pantallas existentes cuál de ellas se quiere mostrar, en este caso la pantalla en donde se encuentra la gráfica de las curvas se llama “Imagen_2”. Una vez hecho esto al pulsar el botón “Curvas” se mostrará la pantalla en la que se encuentran las curvas que representan el comportamiento de los parámetros monitoreados.

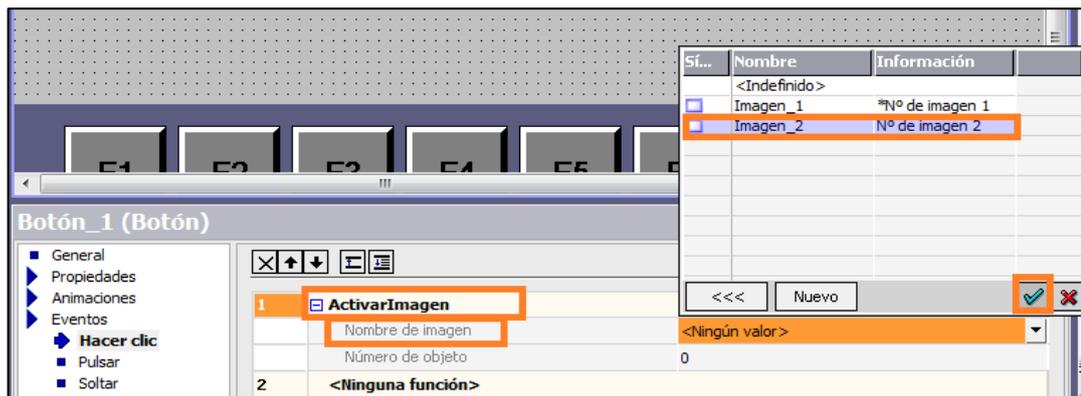


Figura 5.18: Selección de la pantalla a mostrar.

Para cambiar de la pantalla “Imagen_2” (curvas) a la pantalla “Imagen_1” (parámetros), se crea un botón que realice el mismo evento que el botón “Curvas” pero dentro de **Nombre de imagen** (figura 5.18) se debe escoger la pantalla **Imagen_1**. Finalmente, se guarda el proyecto, el mismo que está listo para ser usado. Para arrancar el runtime se debe escoger la opción **Iniciar runtime** que se muestra en la siguiente ilustración:

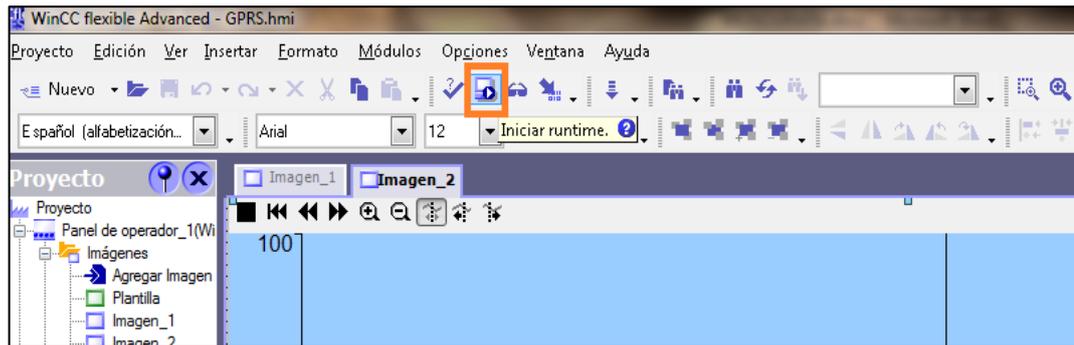


Figura 5.19: Iniciando el runtime.

5.7. Runtime del software SCADA

Cuando se ha terminado la programación en WinCC Flexible 2008, se debe ejecutar el runtime de la aplicación desarrollada. En ese momento se establecerá la conexión con el OPC del software de telecontrol, de esta manera se obtendrán todos los datos enviados desde la estación remota y también se podrán enviar datos a ésta.

A continuación se muestra la pantalla principal de la aplicación desarrollada, en la cual se observa los datos adquiridos por el PLC, de cada uno de los sensores, así como también las variables más importantes entregadas por el sistema de telecontrol (tabla 1.10), se podrá observar el tiempo seteado para el envío de los telegramas desde la estación remota a más de un conteo de los mismos. Dicho tiempo podrá ser modificado por el usuario en el campo de entrada respectivo.

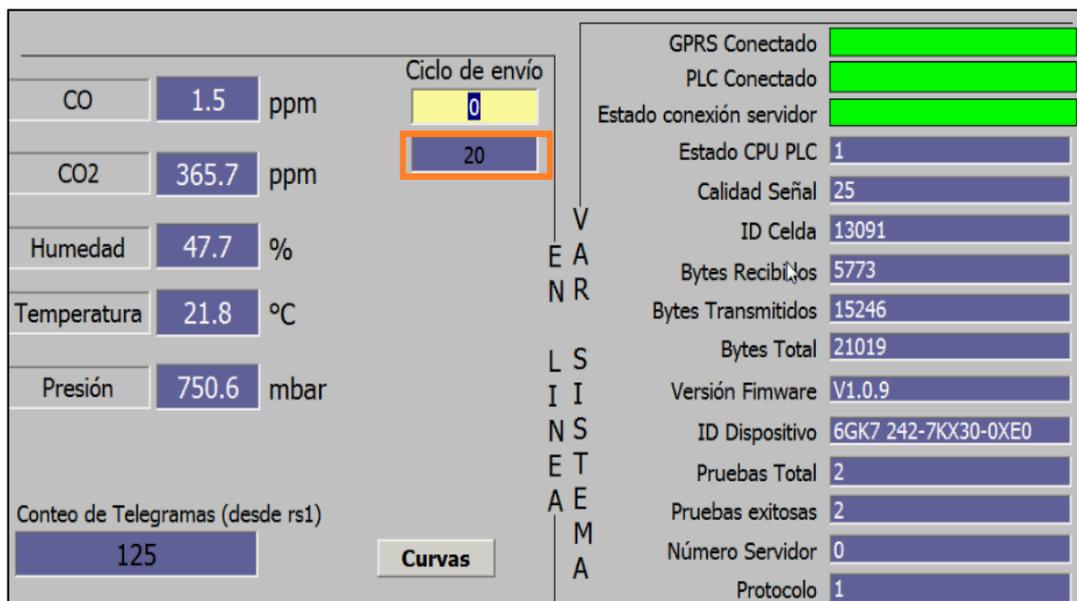


Figura 5.20: Pantalla principal del programa SCADA.

Se puede apreciar en la figura anterior que el tiempo de envío, por defecto de los telegramas, es de 20 segundos tal como se programó en el PLC (figura 3.32), este valor será modificado para que se envíen los datos cada 3 segundos, para ello basta con escribir el valor deseado en la casilla que se señala a continuación:

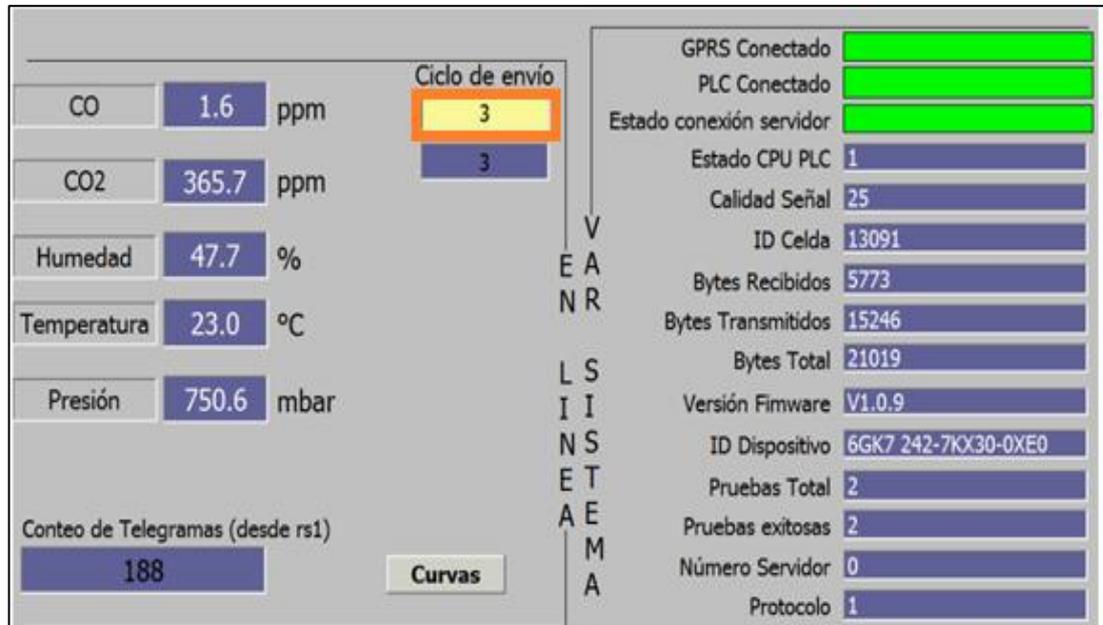


Figura 5.21: Modificación del tiempo de envío de los telegramas.

Cuando el PLC reciba el valor desde la estación de telecontrol, éste será actualizado y en el siguiente envío de telegramas se podrá apreciar que el tiempo fue modificado, ya que el campo donde se aprecia el tiempo seteado en el PLC, cambia al valor configurado en el servidor, 3 segundos.

Ahora, para tener una información en forma gráfica, se acudirá a los valores adquiridos por los sensores, se presentará una curva que contiene toda la información con respecto a los parámetros censados. Para acceder a la pantalla de las curvas basta con pulsar el botón “Curvas” que se encuentra en la pantalla principal.

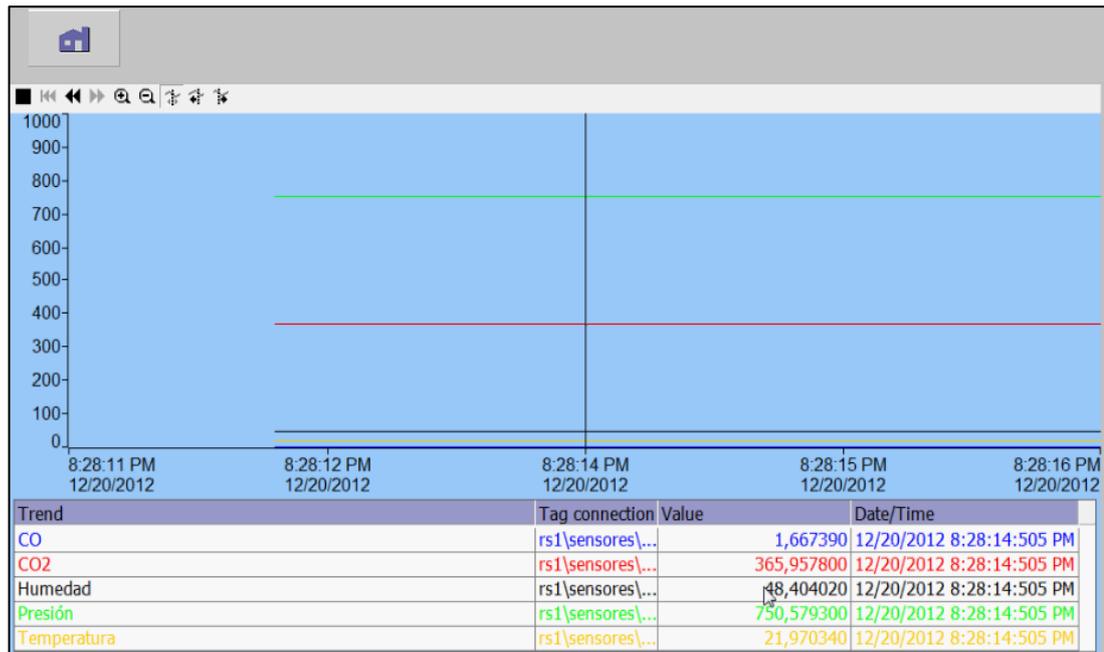


Figura 5.22: Pantalla en la que se encuentran las curvas.

Debido a que los valores de los sensores no varían considerablemente, las gráficas se presentan como una recta, de esta manera si existe algún cambio brusco en cualquiera de los parámetros, éste se podrá detectar de manera más sencilla. En esta pantalla también se muestra el valor de cada parámetro y el tiempo en el cual se está adquiriendo el mismo. Para volver a la pantalla principal basta con pulsar el botón con icono de una casa.

5.8. Archivado de los valores adquiridos

Los valores que se adquieren de la estación remota serán almacenados por el software SCADA, para que posteriormente puedan ser procesados por el usuario. Estos datos se almacenan en formato CSV y cada minuto de acuerdo a la configuración del archivado (figura 5.7). Para abrir los archivos generados hay que acceder a la ruta siguiente:

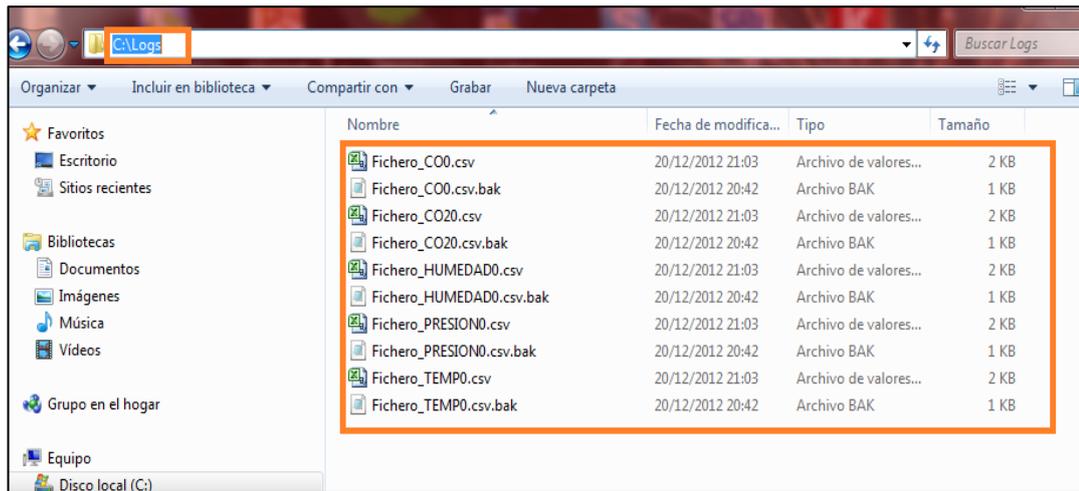


Figura 5.23: Ruta en la cual se almacenan los datos.

Cada archivo contiene los valores adquiridos por un sensor específico, existe además un archivo “.bak” para cada uno de los valores almacenados, el cual es generado automáticamente por el software y que permite tener un respaldo de la información. Ahora se procederá a observar la información que contienen los archivos, para ello se usará el programa EXCEL, que permite leer información en formato CSV. El archivo almacenado posee las siguientes columnas:

Parámetro	Descripción
VarName	Nombre de la variable de WinCC flexible
TimeString	Fecha y hora en formato STRING, es decir, como formato de fecha legible
VarValue	Valor de la variable
Validity	Validez: 1 = valor válido 0 = se ha producido un error (p. ej. conexión al proceso interrumpida)
Time_ms	Indicación de fecha y hora en formato decimal (la conversión se indica más abajo). sólo es necesario para visualizar los valores de variables en forma de curva.
Checksum	Suma de verificación de la variable La suma de verificación sólo puede configurarse en los proyectos regulados.

Tabla 5.1: Columnas que posee el archivo almacenado.

	A	B	C	D	E	F
1	VarName	TimeString	VarValue	Validity	Time_ms	
2	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:18	21,40881	1	41296595873,6921	
3	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:19	18,95515	1	41296596568,2292	
4	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:20	17,16882	1	41296597262,8009	
5	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:21	19,50041	1	41296597957,2801	
6	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:22	22,65395	1	41296598651,7824	
7	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:23	18,24306	1	41296599346,2616	
8	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:24	19,24813	1	41296600040,7407	
9	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:25	19,24813	1	41296600735,2315	
10	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:26	19,24813	1	41296601429,7106	
11	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:27	19,24813	1	41296602124,2014	
12	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:28	20,05787	1	41296602818,6806	
13	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:29	21,46660	1	41296603513,1713	
14	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:30	21,46660	1	41296604207,6505	
15	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:31	21,46660	1	41296604902,1412	
16	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:32	21,46660	1	41296605596,6204	
17	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:33	21,57564	1	41296606291,9950	
18	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:34	19,43937	1	41296606985,5903	
19	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:35	20,17180	1	41296607680,6950	
20	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:36	19,45565	1	41296608374,5602	
21	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:37	19,82593	1	41296609069,3940	
22	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:38	19,31323	1	41296609763,5301	
23	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:39	20,88390	1	41296610458,9300	
24	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:40	22,95913	1	41296611152,4884	
25	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:41	20,70893	1	41296611846,9907	
26	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:42	19,71607	1	41296612541,4699	
27	rs1\sensores\TEMPERATURA	22/01/2013 14:43	19,41903	1	41296613235,9838	

Figura 5.24: Archivo que almacena el valor de la temperatura.

Como se aprecia en la figura 5.24, los valores fueron almacenados cada minuto de acuerdo a la información que presenta la columna **TimeString**, los datos guardados de la temperatura oscilaron entre 17 y 22 °C de acuerdo a **VarValue**. Se puede decir que estas dos columnas son las más importantes ya que poseen valiosa información sobre los parámetros que se archivan. Cuando el runtime arranque nuevamente, los datos seguirán guardándose en el archivo. Los demás ficheros que contienen los otros parámetros tienen el mismo formato de almacenado. Cuando los ficheros lleguen al límite de almacenamiento sus registros serán almacenados y se empezará a grabar los datos nuevamente, es decir el fichero posee un almacenamiento cíclico.

CONCLUSIONES

La tecnología GPRS usada para el desarrollo de este proyecto resulta sin duda un gran avance en cuanto a las comunicaciones en el ámbito de la automatización y control, lográndose de esta manera una solución rápida, segura y relativamente más económica en comparación a otras tecnológicas existentes hoy en día.

El hardware y el software que intervinieron en el desarrollo y establecimiento de la comunicación son tecnologías nuevas y escasamente usadas en nuestro medio, por lo que mediante este trabajo se ha logrado consolidar un modelo de comunicación aplicable en diversas ramas dentro de la electrónica en general.

Las características de este sistema permiten un rápido y muy flexible desarrollo de una aplicación de telecontrol totalmente autónoma y funcional que puede ser usada a nivel mundial, siendo el único requisito la existencia de cobertura de una red 3G, que sin duda, hoy en día ya no constituye un problema debido al avance y gran crecimiento que han tenido las empresa de telefonía celular.

A más de la innovación en las comunicaciones, esta solución de telecontrol, se logró realizar el monitoreo de los sensores empleados en la estación remota, mediante los cuales se podrán realizar diversos estudios en materia ambiental. Estos estudios tienen como objetivo determinar el nivel de contaminación y las condiciones meteorológicas del sitio en el cual se realice el análisis.

Una gran ventaja a destacar de este sistema es que el mismo brinda una amplia movilidad para la estación meteorológica, con lo que el análisis puede ser realizado en diversos sitios independientemente de la distancia y ubicación de la estación de monitoreo.

Otra ventaja importante implementada fue la modificación del tiempo de adquisición de los datos con lo que se puede controlar el volumen de información intercambiada entre estaciones. En base a esta utilidad se podrá manejar adecuadamente el plan de datos contratado para el sistema, ya que si los datos no sufren cambios importantes inmediatos no será necesaria monitorearlos por tiempos cortos o a su vez de ser

necesario realizar una adquisición en intervalos muy cortos de tiempo se lo podrá realizar de manera inmediata sin realizar ningún tipo de cambio adicional en la estación remota, lo que otorga un completo control del sistema desde la estación de telecontrol.

La utilización del software SCADA WinCC Flexible 2008 permitió, no sólo observar los datos adquiridos, sino también almacenarlos para su posterior manejo y análisis. Los mismos que podrán ser manejados por cualquier programa capaz de gestionar ficheros CSV, e inclusive podrán ser almacenados en cualquier base de datos ampliándose así la utilidad de la información adquirida.

Como conclusión final, este proyecto permitió desarrollar una solución totalmente nueva en materia de comunicación, a más de ello, constituye un importante aporte para el control y monitoreo ambiental, ya que gracias a los datos adquiridos se puede conocer el comportamiento climático de zonas específicas y el nivel de contaminación de las mismas.

RECOMENDACIONES

Debido a que el sistema depende de una red celular de tecnología 3G, es importante contratar un plan de datos en una compañía que brinde un excelente servicio y que a su vez cuente con una amplia y confiable cobertura, ya que de ello dependerá el éxito de la comunicación y por ende el sistema completo.

El plan de datos que se contrate debe estar acorde al volumen de información que se pretende transmitir, caso contrario existirá un momento en el cual el intercambio de información ya no se podrá realizar entre la estación de monitoreo y la de telecontrol debido a que se ha consumido todos los megas que constan en el plan de datos contratado. El lugar en el cual se coloque la estación meteorológica deberá estar obligadamente dentro de una zona de cobertura de la red celular de la empresa con la que se esté trabajando, caso contrario será imposible establecer la comunicación entre la estación remota y la estación de telecontrol.

En la estación de monitoreo, el router debe tener habilitado el "Listener Port" para lo cual debe saberse configurar este parámetro, caso contrario, se deberá solicitar al proveedor de internet habilitar esta configuración. El firewall debe estar deshabilitado, o se debe tener agregada una excepción para el número de puerto (Listener Port) correspondiente. Si existe algún antivirus instalado en el servidor de telecontrol, este debe tener deshabilitado o configurado correctamente el firewall, ya que puede no ser posible establecer la conexión a internet y por ende a la estación remota.

Los rangos de medición de los sensores así como su conexión deben ser revisados en la hoja de datos del mismo, ya que si no se conocen dichos valores, el escalamiento que se realiza en el PLC no será el idóneo y los datos no serán los reales o si la conexión no es la correcta el sensor podrá sufrir un daño o simplemente no funcionar correctamente. El lugar en donde se coloquen los equipos que conforman la estación meteorológica deberá ser el idóneo, para evitar que éstos sufran daños por factores climáticos como el agua, la humedad o excesiva temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] GARREAUD S. René, MERUANE N. Carolina. *Módulo 1, Instrumentos Meteorológicos y Humedad Atmosférica*, Chile. 2005.
- [2] KOBOLD. *Model: AFH-G, Operating Instruction for Humidity/Temperature-Measuring Instrument*. Alemania. 07/2002.
- [3] KOBOLD. *Método Higrométrico de Medición, Instrumento Medidor de Temperatura/Humedad*. “sin año”.
- [4] KOBOLD. *Model PAS, Pressure Transmitter*. 09/2011.
- [5] KOBOLD. *Model: PAS, Operating Instruction for SMART PRESSURE TRANSMITTER*. “sin año”.
- [6] SÁNCHEZ Juan. *Análisis y Estudio de Redes GPRS*. Chile. 2005.
- [7] SENSEAIR. *Model aSENSE™m III, Integrated CO / CO₂ sensor & ventilation controller*. “sin año”.
- [8] SIEMENS AG. *Instrucciones de servicio, SIMATIC NET S7-1200 – Telecontrol CP 1242-7*. Alemania. 09/2011. C79000-G8978-C247-02.
- [9] SIEMENS AG. *Instrucciones de servicio, SIMATIC NET Telecontrol TELECONTROL SERVER BASIC*. Alemania. 06/2011. C79000-G8978-C249-01.
- [10] SIEMENS AG. *Application Description, SIMATIC Remote Control with S7-1200*. Alemania. 11/2011.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

[1] SISTEMA GPRS.

[http:// www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc](http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc)

[Consulta 25 de Diciembre del 2012]zcd