



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN
LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL
CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA EL MONITOREO Y
CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL Y PRESIÓN DEL
LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE
PROCESOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA”

HINOJOSA LEÓN KARINA DE LOS ÁNGELES
MENA PACHECO JAIRO SANTIAGO

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Año 2013

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

KARINA DE LOS ÁNGELES HINOJOSA LEÓN

JAIRO SANTIAGO MENA PACHECO

DECLAROMOS QUE:

El proyecto de grado denominado *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL Y PRESIÓN DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA”*, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Junio del 2013

Jairo Santiago Mena Pacheco

Karina de los Ángeles Hinojosa León

CERTIFICADO

EDWIN PATRICIO PRUNA PANCHI (DIRECTOR)

GALO RAÚL ÁVILA ROSERO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL Y PRESIÓN DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA.”* realizado por Karina de los Ángeles Hinojosa León y Jairo Santiago Mena Pacheco, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que cooperara a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de 2 documentos empastados y 2 discos compactos el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Jairo Santiago Mena Pacheco y Karina de los Ángeles Hinojosa León que lo entregue a la Ing. Nancy Guerrón Paredes, en su calidad de Directora de la Carrera.

Latacunga, Junio 2013

Edwin Patricio Pruna Panchi

DIRECTOR

Galo Raúl Ávila Rosero

CODIRECTOR

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **KARINA DE LOS ÁNGELES HINOJOSA LEÓN.**

JAIRO SANTIAGO MENA PACHECO.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL Y PRESIÓN DEL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA”*, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Junio 2013

Jairo Santiago Mena Pacheco.

Karina de los Ángeles Hinojosa León.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres Paco y Sonia por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Por qué me han conducido por la vida con amor y paciencia; hoy han forjado un anhelo, una ilusión, un deseo. Gracias por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por compartir mis horas grises; mis momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes. Gracias por ayudarme a salir adelante en la Adversidad, por hacer de mí lo que hoy soy: gente de provecho, de grandes ideales y noble corazón. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Por qué creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. No los defraudare, los haré sentir orgullosos, y verán que todos sus sacrificios y tragos amargos hoy son suave miel y podrán decir con la frente muy alta **¡Esa es mi Hija!**. Mil gracias por el apoyo brindado, que para mí es una de las mejores herencias mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A mis queridas hermanas Paola, Liseth y María Sol para que esto sirva como un ejemplo a seguir en el difícil camino de la vida. Compañeras de juegos y

travesuras, inspiradoras de ternura y respeto, las amigas que siempre están conmigo, a las que debo infinitos momentos felices, gracias por ser mis hermanas, mis niñas consentidas, a quienes les deseo el mejor de los éxitos en sus estudios. A ustedes por que directa o indirectamente han contribuido al cumplimiento de una de mis importantes metas, y porque han sido también una fuente de estímulo.

A mi sobrinito Juan Dieguito quien llego a ser mi felicidad ya que sus risas me hacen crecer y sentirme muy afortunada de tenerlo conmigo.

A mi novio Jairo por siempre estar a mi lado en el cumplimiento de esta meta que tenemos juntos, por la paciencia que ha tenido y no decaer ante las adversidades, por su amor incondicional demostrado que ha sido una de las razones más importantes para seguir adelante. **¡Gracias Mi Amor!**

A mi querida Abuelita por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser un ejemplo para salir adelante y por los consejos que han sido de mucha ayuda para mi vida y crecimiento. Siempre has sido una persona honesta, entregada a tu trabajo, y una gran líder, pero más que todo eso, una gran persona que siempre ha podido salir adelante y ser triunfadora. Gracias por llevarme en tus oraciones porque estoy segura que siempre lo haces.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Y por último, deseo dedicar este momento tan importante e inolvidable; a mí misma, por no dejarme vencer, ya que en ocasiones el principal obstáculo se encuentra dentro de uno.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”

Thomas Chalmers

Karina

DEDICATORIA

Escribir la dedicatoria de mi tesis es como repasar una película en mi memoria.

Cuando empecé a elaborarla, recordé todos aquellos momentos que pasé para su realización, es como activar una película en donde se ve todos esos instantes desde que la inicié hasta que la culminé. ¿Por qué menciono todo esto?, porque dentro de esa película están varios personajes que significaron mucho para mí, los cuales fueron pilares fundamentales en el desarrollo de mi tesis y de toda mi carrera universitaria.

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Milton y Anita por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por su perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanos Erick y Alexander por ser mis mejores amigos, confidentes y cómplices, porque me conocen tal y como soy, porque me aceptan a pesar de todas mis faltas, porque posiblemente pensarían que “no les queda de otra” y aun así siempre están conmigo, que con su amor me han enseñado a salir adelante, gracias por su paciencia y comprensión y sobre todo por confiar en mí y darme siempre su apoyo incondicional.

A mi sobrino Martín, por llegar a mi vida para llenarla de felicidad y ternura, gracias por ser un gigante entre pequeños, por ser la sonrisa más pura y verdadera que me motiva a superarme, quien es mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante, para algún día ser quien te guíe y te de alas para que puedas volar en tus sueños del mañana, porque el que escribe en el alma de un niño escribe para siempre.

A mi tía Marthy, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi novia Karina, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio, por enseñarme a creer en mí y motivarme hacer las cosas de la mejor manera, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos, apoyándome y alentándome para continuar, cuando parecía que me iba a rendir, por ser una persona excepcional que me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho suyos mis preocupaciones y problemas. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión que a pesar de todos los obstáculos que se nos presentaron logramos el objetivo final.

A mis amigos la Trin'k, que me apoyaron en mi formación académica, por sus palabras de aliento, apoyo moral y ayuda constante, pero más que todo por ser mis amigos de verdad.

También dedico esta tesis a mis abuelitos, cuñada y demás familiares que de una u otra forma han contribuido y participado para alcanzar la meta trazada, ya que con su ayuda está se hizo más fácil de lograr.

Gracias a la vida que tengo y a todas las personas que más quiero. Si no fuera por ellos mi sueño no lo habría cumplido. No tengo letras para seguir diciendo el gran

regocijo que me da poder terminar esta carrera en donde profesores y compañeros dejan parte de su vida, para dar vida a las ilusiones de niño y que hoy en día se hacen realidad. Solo sé que este camino es solo el comienzo de una gran historia de virtudes y responsabilidad.

En dos palabras puedo resumir cuanto he aprendido acerca de la vida: “sigue adelante”.

Aunque la mayoría de las personas en el mundo buscan el triunfo y la consecución mediante la obtención de poderes y posesiones fuera de sí, el hombre sabio, se da cuenta que el éxito debe venir desde el interior - no desde el exterior- . En realidad nuestra felicidad no está determinada por lo que tenemos, sino por lo que somos.

Guy Finley

Jairo

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de nuestra tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de este aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para nosotros un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con aquellas personas, expresándoles nuestros agradecimientos.

Primeramente nos gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado, por estar con nosotros en cada paso que dimos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a nuestros padres por todo el esfuerzo que hicieron para darnos una profesión y hacer de nosotros personas de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años; gracias a ustedes hemos llegado a donde estamos.

Gracias a nuestros hermanos y hermanas quienes han sido nuestros amigos fieles y sinceros, en los que hemos podido confiar y apoyarnos para seguir adelante.

A la UNIVERSIDAD por darnos la oportunidad de estudiar y ser unos profesional.

A nuestro director y codirector de tesis, Ing. Edwin Pruna y Ing. Galo Ávila, por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su

paciencia y su motivación han logrado en nosotros que podamos terminar los estudios con éxito.

También nos gustaría agradecer a nuestros profesores durante toda la carrera profesional porque todos nos han aportado con un granito de arena a nuestra formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todo por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestra vida. Algunas están aquí con nosotros y otras en los recuerdos y en el corazón, sin importar en donde estén quisiéramos darles las gracias por formar parte de uno, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos, Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Karina

Jairo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----------|
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD..... | i |
| CERTIFICADO..... | ii |
| AUTORIZACIÓN..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | viii |
| RESUMEN..... | xx |
| ABSTRACT..... | xxi |
| | |
| CAPITULO I..... | 1 |
| FUNDAMENTOS TEORICOS..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1.1 ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1.2 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA..... | 2 |
| 1.1.3 ALCANCE..... | 3 |
| 1.2 REDES INDUSTRIALES..... | 4 |
| 1.2.1 INTRODUCCION..... | 4 |
| 1.2.2 VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LAS REDES INDUSTRIALES...5 | |
| 1.2.3 NIVELES DE JERARQUIA EN UNA RED INDUSTRIAL..... | 5 |
| 1.2.4 TIPOS DE REDES INDUSTRIALES..... | 7 |
| 1.3 TECNOLOGIA INALAMBRICA..... | 9 |
| 1.3.1 INTRODUCCION..... | 9 |
| 1.3.2 REDES INALAMBRICAS..... | 10 |
| 1.4 REDES, SISTEMA Y TECNOLOGIA SMS, GSM Y GPRS..... | 15 |
| 1.4.1 SMS..... | 15 |
| 1.4.2 GSM..... | 17 |
| 1.4.3 GPRS..... | 19 |
| 1.5 TELECONTROL Y SINAUT MICRO..... | 22 |
| 1.5.1 TELECONTROL..... | 22 |
| 1.5.2 SINAUT MICRO..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 1.6 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE..... | 27 |
| 1.6.1 AUTOMATA SIEMENS S7-200..... | 27 |
| 1.7 MODEM MD720-3 Y ANTENA ATN794-4MR..... | 30 |
| 1.7.1 MODEM MD720-3..... | 30 |
| 1.7.2 ANTENA ATN794-4MR..... | 32 |
| 1.8 CONTROL PID..... | 34 |
| 1.8.1 INTRODUCCION..... | 34 |
| 1.8.2 ESQUEMA BASICO DE CONTROL PID..... | 34 |
| 1.8.3 CARACTERISTICAS..... | 34 |
| 1.8.4 ECUACION DE UN CONTROLADOR PID CONTINUO..... | 35 |
| 1.8.5 PARAMETROS DE CONTROL..... | 35 |
| 1.8.6 ACCIONES DE CONTROL..... | 36 |
| 1.8.7 REGLAS HEURISTICAS DE AJUSTE..... | 37 |
| 1.9 INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA..... | 38 |
| 1.9.1 INTRODUCCION..... | 38 |
| 1.9.2 HMI OFRECE AL USUARIO..... | 40 |
| 1.9.3 SOFTWARE HMI..... | 40 |
| 1.9.4 UTILIDADES DEL HMI..... | 42 |
| | |
| CAPITULO II..... | 44 |
| DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN..... | 44 |
| 2.1 ESTRUCTURA DE LA RED INDUSTRIAL INALÁMBRICA..... | 44 |
| 2.1.1 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL..... | 44 |
| 2.1.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO CENTRAL..... | 45 |
| 2.1.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION LOCAL..... | 45 |
| 2.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES..... | 46 |
| 2.2.1 COMPONENTES DE HADWARE Y SOFTWARE..... | 46 |
| 2.3 IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE..... | 48 |
| 2.3.1 MÓDEM GPRS/GSM SINAUT MD720-3..... | 48 |

| | |
|--|------------|
| 2.3.2 ANTENA ANT794..... | 64 |
| 2.3.3 INSTALACIÓN y CABLEADO DEL HARDWARE..... | 65 |
| 2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL..... | 69 |
| 2.4.1 ESQUEMA GENERAL..... | 69 |
| 2.4.2 CONTROL DE LAS ESTACIONES LOCALES..... | 70 |
| 2.4.3 PROGRAMACION EN MICROWIN STEP7 DEL CONTROL PID..... | 80 |
| 2.5 DISEÑO DE SOFTWARE..... | 82 |
| 2.5.1 SINAUT MICRO SC..... | 82 |
| 2.5.2 INTEGRACIÓN DE LA LIBRERÍA..... | 100 |
| 2.5.3 S7 BLOQUE DE BIBLIOTECA..... | 102 |
| 2.6 DISEÑO DEL HMI..... | 105 |
| 2.6.1 INTRODUCCIÓN A SIMATIC HMI..... | 105 |
| 2.6.2 SUPERVISIÓN DEL HMI..... | 107 |
| | |
| CAPITULO III..... | 122 |
| PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 122 |
| 3.1 PRUEBAS ESTACIÓN CENTRAL..... | 122 |
| 3.1.1 INTRODUCCIÓN..... | 122 |
| 3.1.2 COMPROBACIÓN DE LA CONEXIÓN GSM / GPRS Y LOG-IN DEL SERVIDOR SINAUT MICRO SC..... | 123 |
| 3.1.3 ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE TODAS LAS CONEXIONES CONFIGURADAS..... | 126 |
| 3.1.4 ENLACE GPRS DEL SERVIDOR SINAUT MICRO SC CON UNA DIRECCIÓN IP DINÁMICA..... | 131 |
| 3.1.5 LA ESTACIÓN CENTRAL ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO A LA ESTACIÓN LOCAL..... | 135 |
| 3.1.6 VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS DE PROCESO CON EL CLIENTE OPC..... | 137 |
| 3.2 PRUEBAS ESTACIONES LOCALES..... | 138 |
| 3.2.1 LA ESTACIÓN LOCAL ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO | |

| | |
|--|------------|
| DE LA ESTACIÓN CENTRAL..... | 138 |
| 3.2.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDEM MD720-3 CON LA CPU S7-200 Y EL PROGRAMA DE CONFIGURACIÓN..... | 140 |
| 3.2.3 INICIALIZACIÓN, ENVÍO Y RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE PROCESO DEL MÓDEM MD720-3 CON LA CPU S7-200 Y EL PROGRAMA DE CONFIGURACIÓ..... | 144 |
| 3.2.4 LA ESTACIÓN LOCAL ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO DE LA ESTACIÓN CENTRAL..... | 147 |
| 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 149 |
| 3.3.1 ESTACIÓN DE NIVEL..... | 149 |
| 3.3.2 ESTACIÓN DE PRESIÓN..... | 149 |
| 3.3.3 ESTACIÓN CENTRAL..... | 150 |
| CAPÍTULO IV..... | 151 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 151 |
| 4.1 CONCLUSIONES..... | 151 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 154 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1.1 Frecuencias de GSM a nivel mundial..... | 18 |
| Tabla 1.2 Reglas de ajuste del control PID..... | 37 |
| Tabla 2.1. Productos para la estación central..... | 46 |
| Tabla 2.2. Software de configuración / herramientas para la estación central... | 46 |
| Tabla 2.3. Servicios de un proveedor para la estación central..... | 47 |
| Tabla 2.4. Productos para la estación local..... | 47 |
| Tabla 2.5. Software de Configuración / herramientas para la estación local..... | 48 |
| Tabla 2.6. Servicios de un proveedor de telefonía móvil para la estación local..... | 48 |
| Tabla 2.7. Funciones de asistencia técnica pulsando la tecla SET..... | 58 |
| Tabla 2.8. Funciones de los LEDs en el modo OPC..... | 60 |
| Tabla 2.9. Distribución de parámetros del algoritmo PID con su respectivo offset..... | 71 |
| Tabla 3.1 Pasos de conexión del módem MD720.3..... | 124 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Niveles de jerarquía de una red industrial..... | 6 |
| Figura 1.2 Tecnología Inalámbrica..... | 9 |
| Figura 1.3 Funcionamiento de una Red inalámbrica..... | 10 |
| Figura 1.4 Tarjeta SIM..... | 18 |
| Figura 1.5 Autómata Siemens S7-200..... | 28 |
| Figura 1.6 Modem MD720-3..... | 31 |
| Figura 1.7 Antena ANT794-4MR..... | 33 |
| Figura 1.8 Esquema de control PID..... | 34 |
| Figura 1.9 Comparación de las acciones de control..... | 37 |
| Figura 1.10 Sistema de control HMI..... | 40 |
| Figura 2.1 Esquema General..... | 44 |
| Figura 2.2 Esquema de funcionamiento central..... | 45 |
| Figura 2.3 Esquema de funcionamiento de la estación local..... | 45 |
| Figura 2.4 SINAUT MD720-3..... | 50 |
| Figura 2.5 Pinzas en el SINAUT MD720-3..... | 50 |
| Figura 2.6 Retiro de la carcasa del SINAUT MD720-3..... | 50 |
| Figura 2.7 Soporte de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3..... | 51 |
| Figura 2.8 SINAUT MD720-3..... | 51 |
| Figura 2.9 Levantar la pieza superior del SINAUT MD720-3..... | 52 |
| Figura 2.10 SINAUT MD720-3..... | 52 |
| Figura 2.11 Introducción de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3..... | 52 |
| Figura 2.12 Introducción de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3..... | 53 |
| Figura 2.13 Presione la pieza superior hacia abajo..... | 53 |
| Figura 2.14 Empuje la pieza del SINAUT MD720-3 hacia la derecha..... | 54 |
| Figura 2.15 Tarjeta SIM introducida en el SINAUT MD720-3..... | 54 |
| Figura 2.16 Unión de los dos elementos de la carcasa..... | 55 |
| Figura 2.17 Enclavar las pinzas en los cierres..... | 55 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.18 Conectores y LEDs del Módem MD720-3..... | 55 |
| Figura 2.19. Antena ANT794-4MR..... | 65 |
| Figura 2.20. Conexión de la Antena ANT794-4MR con el módem MD720-3 ... | 65 |
| Figura 2.22. Conexión del modem SINAUT MD720-3 a la fuente. | 66 |
| Figura 2.21. Materiales montados en el carril DIN..... | 66 |
| Figura 2.23. Conexión del PLC a la fuente..... | 67 |
| Figura 2.24. Conexión de la antena al módem..... | 67 |
| Figura 2.25. Instalación y Cableado del Hardware de la Estación de Presión..... | 68 |
| Figura 2.26. Instalación y Cableado del Hardware de la Estación de Nivel..... | 68 |
| Figura 2.27. Esquema general del Sistema de Control..... | 69 |
| Figura 2.28. Boque PID. | 70 |
| Figura 2.29. Bloque PID creado por el asistente del software MicroWin..... | 78 |
| Figura 30. Programación en MicroWIN Step7 del Control PID..... | 81 |
| Figura 2.31. Conexión S7-200 con el software MICRO SC OPC. | 82 |
| Figura 2.32. Conexión S7-200 con el otro S7-200..... | 83 |
| Figura 2.33. Pantalla principal de la instalación..... | 89 |
| Figura 2.34. Aceptar el acuerdo de instalación..... | 89 |
| Figura 2.35. Ingresar la licencia..... | 90 |
| Figura 2.36. Seleccionar la direccion en donde se va a instalar..... | 90 |
| Figura 2.37. Finalizar la instalación..... | 91 |
| Figura 2.38. Ventana Principal..... | 92 |
| Figura 2.39. Propiedades de la estación..... | 94 |
| Figura 2.40. Estado de la estación..... | 97 |
| Figura 2.41. Matriz de estado..... | 98 |
| Figura 2.42. Configuración. | 99 |
| Figura 2.43 Agregar librerías..... | 100 |
| Figura 2.44. Librerías agregadas..... | 101 |
| Figura 2.45. Asignar espacio de memoria a la librería..... | 101 |
| Figura 2.46. Espacio de memoria para librería asignada..... | 102 |
| Figura 2.47. Bloque WDC_CONFIG_FLEX_Px..... | 103 |
| Figura 2.48. Bloque WDC_INIT_FLEX_Px..... | 104 |

| | |
|--|-----|
| Figura 2.49. Bloque WDC_SEND_FLEX_Px..... | 104 |
| Figura 2.50. Bloque WDC_RECEIVE_FLEX_Px..... | 105 |
| Figura 2.51. Ventana de introducción al software WinCC Flexible..... | 107 |
| Figura 2.52. Ventana principal del software WinCC Flexible..... | 108 |
| Figura 2.53. Crear proyecto vacío..... | 109 |
| Figura 2.54. Selección del panel..... | 109 |
| Figura 2.55. Proyecto vacío..... | 110 |
| Figura 2.56: Plantilla del sistema de visualización..... | 111 |
| Figura 2.57. Pantalla principal de la interfaz hombre-máquina..... | 112 |
| Figura 2.58. Parámetros PID..... | 113 |
| Figura 2.59. P&ID Nivel y Presión..... | 114 |
| Figura 2.60. P&ID Nivel y Presión..... | 114 |
| Figura 2.61. Comunicación. | 115 |
| Figura 2.62. Alarmas. | 116 |
| Figura 2.63. Historial. | 117 |
| Figura 2.64. Usuarios. | 118 |
| Figura 2.65. Administración de usuarios de WinCC Flexible..... | 119 |
| Figura 2.66. Solicitud de nombre de usuario y contraseña de WinCC Flexible.. | 120 |
| Figura 2.67 Ventana de variables usadas para la HMI en WinCC Flexible..... | 120 |
| Figura 2.68 Ventana de conexiones entre la HMI y el OPC..... | 121 |
| Figura 3.1. Estación central..... | 122 |
| Figura 3.2. Esquema general de la comunicación..... | 123 |
| Figura 3.3. Estaciones no conectadas..... | 123 |
| Figura 3.4 Estaciones conectadas..... | 124 |
| Figura 3.5 Estaciones de NIVEL y PRESION conectadas..... | 125 |
| Figura 3.6 Estaciones de NIVEL y PRESION no conectadas..... | 125 |
| Figura 3.7 Dominio contratado para la comunicación..... | 127 |
| Figura 3.8. Ventana para ejecutar el cmd..... | 128 |
| Figura 3.9. Servidor DNS..... | 128 |
| Figura 3.10. Dirección del puerto utilizado..... | 129 |
| Figura 3.11. Configuración del puerto..... | 129 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.12. Firewall de Windows..... | 130 |
| Figura 3.13. Archivo .xml de configuración..... | 130 |
| Figura 3.14. Terminar la configuración..... | 131 |
| Figura 3.15 Descripción de funcionamiento de la estación local..... | 132 |
| Figura 3.16 IP, nombre del Host, DNS..... | 133 |
| Figura 3.17 WDC_INIT..... | 134 |
| Figura 3.18. Descripción general..... | 135 |
| Figura 3.19. Visualización de los datos del proceso..... | 138 |
| Figura 3.20. Bloque de sistema para la configuración de módem..... | 139 |
| Figura 3.21. Bloque de datos para la configuración del módem..... | 140 |
| Figura 3.22 Bloque WDC_CONFIG_FLEX_P0..... | 143 |
| Figura 3.23 Bloque de datos..... | 144 |
| Figura 3.24 Bloque de sistema WDC_INIT..... | 145 |
| Figura 3.25 Bloque de envío WDC_SEND_FLEX_P0..... | 145 |
| Figura 3.26 Bloque de recepción WDC_RECEIVE_FLEX_P0..... | 146 |
| Figura 3.27 Descripción general..... | 147 |
| Figura 3.28 Comunicación GPRS entre la Estación Central y las Estaciones Locales..... | 150 |

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla e implementa una red industrial con tecnología inalámbrica basada en una red GPRS que permite el monitoreo y control de las estaciones remotas de Nivel y Presión de forma inalámbrica y todos los procesos que se realizan en un red convencional que involucra el cableado.

La red industrial utiliza un sistema de control central con SINAUT Micro SC como OPC Servidor para el enlace GPRS de las estaciones remotas con la estación central, es decir, configurar y establecer la comunicación GSM/GPRS entre estaciones mediante la red Internet y WinCC Flexible Advanced como OPC Cliente apropiado para el control y monitoreo mediante la interface gráfica HMI, que permite modificar las variables físicas e intercambiar datos entre estaciones.

El OPC Server SINAUT Micro SC con los módem MD720-3 establecen la comunicación GPRS, para controlar mediante la estación central los datos de proceso de las estaciones remotas. El módem GPRS posee una tarjeta SIM para realizar el envío y recepción de los datos de proceso correspondientes a las variables físicas.

Cada módem utiliza una antena SINAUT ANT 794-4MR la misma que funciona en todas las bandas de frecuencias GSM y es omnidireccional para uso en redes GSM/GPRS/UMTS lo que garantiza una transferencia óptima de las señales.

La estación remota es controlado por los PLC's S7 200 CPU 226 que permitan el control de cada estación de acuerdo al proceso.

ABSTRACT

In this project develops and implements a wireless industrial network based on GPRS network that allows monitoring and control of remote stations and pressure level wirelessly and all processes are performed in a conventional network involving the wiring.

The industrial network uses a central control system SINAUT Micro SC as OPC server for GPRS link remote stations to the central station, that is, configure and set the GSM / GPRS communication between stations via the Internet and WinCC Flexible Advanced OPC Client as appropriate for the control and monitoring through HMI graphical interface, which allows you to modify the physical variables and exchange data between stations.

The OPC servers SINAUT Micro SC with MD720-3 modem establish GPRS communication to the central station controlled by the process data of remote stations. The GPRS modem has a SIM card for sending and receiving process data corresponding to the physical variables.

Each modem uses an antenna ANT 794-4MR SINAUT it works on all GSM frequency bands and is omnidirectional for use in GSM / GPRS / UMTS ensuring optimal transfer of signals.

The remote station is controlled by PLC's S7 200 CPU 226 that allow the control of each station according to the process.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 ANTECEDENTES

En los últimos años, el monitoreo y control de procesos en las industrias se ha convertido en máxima prioridad para el buen funcionamiento de las mismas, en vista de que representa innumerables beneficios, tales como: mejora en la calidad de los productos, mayor eficiencia, disminución de costos, entre otros.

El monitoreo y control de estaciones remotas representa un reto en la mayoría de industrias, debido a su dificultad de acceso, ubicación en ambientes hostiles, cantidad inmanejable de cables y presencia imprescindible del operador. Todo esto ha llevado a la búsqueda de soluciones, recurriendo principalmente a sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), que mediante redes industriales permiten la adquisición de información de las estaciones locales, transferencia a la estación central, análisis, control y visualización.

Sin embargo, si la conexión del sistema SCADA involucra el cableado en su totalidad, persiste el problema de la cantidad inmanejable de cables; por lo que se ha incursionado en el uso de la tecnología Inalámbrica, sistema que permite la misma configuración, eficiencia y beneficios del monitoreo y control de estaciones locales mediante el sistema SCADA, pero vía inalámbrica; de esta forma evitar el cableado innecesario desde la estación central a cada una de las estaciones locales.

La utilización del sistema SINAUT Micro SC de SIEMENS, se presentan como solución idónea para vigilar y controlar estaciones descentralizadas mediante comunicación móvil (GSM (Global System for Mobile Communications)/GPRS (General Packet Radio Service)), ofreciendo sencillez y flexibilidad, conexión permanente y bajos costos operativos.

1.1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La importancia del uso de la tecnología inalámbrica para el monitoreo y control de estaciones remotas radica en los beneficios que este sistema aporta a las industrias, ya que permite principalmente la automatización de las instalaciones, comunicación a través de telefonía móvil e internet, telemando entre la estación central y estaciones locales; añadidos a los beneficios proporcionados de antemano por los sistemas SCADA.

El diseño e implementación de un red industrial, busca ilustrar de manera didáctica, aplicaciones y beneficios del uso de tecnología inalámbrica, así como del sistema SINAUT Micro SC en la supervisión y control de procesos en las industrias, resaltando sus ventajas sobre típicos sistemas SCADA, así como su facilidad de instalación y diseño debido a que, tanto sus requerimientos de hardware como de software permiten un manejo amigable con el diseñador.

La necesidad de diseñar e implementar un red industrial con tecnología inalámbrica radica en la adquisición de equipos y software SIEMENS para el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la ESPE-L, entre los cuales se destacan: Módems MD-720-3, Antenas ANT794-4MR y software SINAUT Micro SC que permiten la implementación de un sistema de monitoreo y control mediante el uso de la tecnología inalámbrica.

El desarrollo del presente proyecto permitirá dotar al Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la ESPE-L, de un sistema con tecnología

inalámbrica, el cual contribuirá a la educación de futuras generaciones de estudiantes en Ingeniería Electrónica, enfatizando su capacitación en el monitoreo y control de estaciones locales y el conocimiento de SINAUT Micro Sc de SIEMENS, actualmente utilizado en las industrias.

El monitoreo y control a distancia de forma inalámbrica es una modalidad que presenta muchas opciones y beneficios para los operadores. Dentro de sus principales ventajas se encuentran la comodidad que ofrece el no tener que desplazarse hasta algún sitio para hacer una tarea y la rapidez con que se pueden tomar acciones respecto a alguna condición específica.

1.1.3 ALCANCE

En este proyecto se desarrollará una red industrial que permitirá monitorear y controlar las estaciones locales de forma inalámbrica, debido a su dificultad de acceso, cantidad inmanejable de cables y presencia imprescindible del operador.

La red industrial utiliza el sistema de control remoto SINAUT Micro SC con los módem GPRS MD720-3, para visualizar o modificar en la estación central los datos de proceso de las estaciones locales e intercambiar datos de proceso entre las diferentes estaciones. Cada módem se basa en la utilización de una antena SINAUT ANT 794-4MR la misma que funciona en todas las bandas de frecuencias GSM y es omnidireccional para uso en redes GSM/GPRS/UMTS es adecuada para MD720-3 y UMTS Router y garantiza una transferencia óptima de las señales.

El diseño e implementación de un red industrial con tecnología inalámbrica, implica en primera instancia el estudio de los principales componentes que requiere un sistema de monitoreo y control inalámbrico de una estación remota, cuyos componentes de hardware incluyen: PLC SIEMENS S7-200, Módem MD-720-3 y Antena ANT 794-4MR; y los componentes de software constan de:

STEP7 Micro/WIN que permite la programación de PLCs S7-200, SINAUT MICRO SC permite conectar vía GPRS hasta 256 estaciones locales a una estación central de supervisión y control, y WinCC que es un sistema para la visualización, supervisión y manejo de procesos sobre PC.

Configurar y establecer la comunicación vía SMS desde un teléfono celular hacia la estación mediante el Módem MD720-3. Configurar y establecer la comunicación GSM/GPRS entre la estación central SINAUT Micro SC OPC Server y una estación local mediante la red Internet.

Realizar el diseño de aplicaciones industriales, para el monitoreo y control de procesos de diferentes estaciones locales, desde una estación central, vía inalámbrica y el sistema SINAUT Micro SC. Para esto se requiere la programación de los PLC's S7 200 que permitan el control de cada estación local de acuerdo al proceso, la realización de un sistema de visualización de procesos en la estación central con la ayuda de WinCC, la comunicación entre la estación central y cada estación local para la supervisión y control mediante vía inalámbrica con GSM/GPRS.

1.2 REDES INDUSTRIALES ¹

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Las redes industriales constituyen sistemas de comunicaciones flexibles que permiten la intercomunicación entre dispositivos en entornos industriales. Las redes de comunicación industriales se caracterizan por garantizar las transmisiones en tiempo real al mismo tiempo que se garantiza su óptimo funcionamiento en condiciones ambientales adversas y en entornos hostiles como podría ser, el caso de una red de dispositivos robóticos funcionando

¹ Referencias: *Comunicaciones y Redes Industriales*. <http://www.mayr.ua.es/index.php/plan-de-estudios/asignaturas-optativas/59-comunicaciones-y-redes-industriales>
Mediburu H.: "Automatización Medio Ambiental". Editorial INDECOPI, Perú, 2003. pag. 50.

cooperativamente en una fábrica de montaje, donde los niveles de ruido y campos electromagnéticos que puedan interferir en las comunicaciones es muy elevado.

A través de las redes industriales es posible configurar y controlar dispositivos inteligentes al mismo tiempo que se reducen los costos y complejidades de cableado.

La automatización de las industrias han generado un sustancial aumento de la producción y de la maquinaria instalada necesaria para lograr dicha producción; con el objetivo de desconcentrar geográficamente las funciones se fue separando y aislando procesos, creándose procesos individuales pero gobernados por una única central; bajo este entorno surgen las denominadas redes industriales, las cuales son redes de computadoras dentro de entornos industriales, donde se busca un correcto aprovechamiento de los recursos tecnológicos, y una integración de los procesos remotos.

1.2.2 VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LAS REDES INDUSTRIALES

- Permiten el trabajo de varios dispositivos a la vez, mediante el trabajo en paralelo, reduciendo el tiempo de operación.
- Permiten procesar grandes cantidades de información, acceso a datos a altas velocidades.
- Permiten una integración rápida y simple de los diversos subsistemas.
- Permite supervisar y monitorear el sistema completo, pudiéndose detectar fallas y problemas de procesos remotos desde una estación central de control.
- Permiten la programación desde un terminal remoto.

1.2.3 NIVELES DE JERARQUÍA EN UNA RED INDUSTRIAL

En una red industrial coexistirán equipos y dispositivos de todo tipo, los cuales

suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones adecuadas, de esta forma se definen cuatro niveles dentro de una red industrial:

- **Nivel de gestión:** Es el nivel más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Se emplea una red de tipo LAN (Local Area Network) o WAN (Wide Area Network).
- **Nivel de control:** Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados a diseño, control de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red de tipo LAN.
- **Nivel de campo y proceso:** Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de subredes. En este nivel se emplean los buses de campo.
- **Nivel de E/S:** Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión.

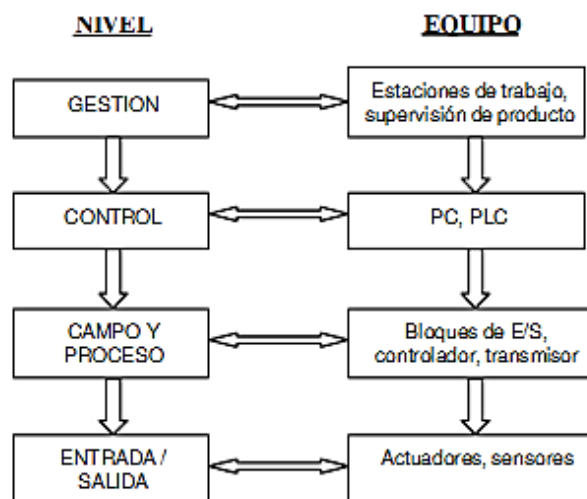


Figura 1.1 Niveles de jerarquía de una red industrial. ²

² Referencia: Mediburu H.: "Automatización Medio Ambiental". Editorial INDECOPI, Perú, 2003. pag. 52.

1.2.4 TIPOS DE REDES INDUSTRIALES

a. ETHERNET

Las redes Ethernet utilizan el protocolo de enlace CarrierSense/Multiple Access with Collision Detection. Su modo de trabajo consiste en transmitir los datos en paquetes en una red, luego cada nodo de la red de Ethernet escucha dicha transmisión y verifica si es que está destinada a ese nodo. El nodo que corresponde al direccionamiento de destino del paquete es el que responde. Si se detecta una colisión, el nodo detiene la transmisión e intenta enviar la información nuevamente después de un período de tiempo aleatorio previamente determinado.

b. FIELDBUS

Las redes Fieldbus, son sistemas de comunicación digital bidireccional, que permiten la comunicación de instrumentos, así como llevar a cabo tareas de control y monitoreo a través de un software de supervisión.

Los buses de campo (Fieldbus) constituyen el nivel más simple y próximo al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Está basada en procesadores simples y utiliza un protocolo mínimo para gestionar el enlace entre ellos. Los buses de campo más recientes permiten la comunicación con buses jerárquicamente superiores y más potentes.

c. PROFIBUS

Es un sistema de bus de campo abierto (Fieldbus) independiente del fabricante. Su área de aplicación abarca procesos de manufacturación y automatización de edificios.

c.1 Tipos

- PROFIBUS-DP: Se diseña para comunicaciones de alta velocidad, entre los controladores industriales y la entrada-salida distribuida. (Por ejemplo PLC y sensores)
- PROFIBUS-FMS: Se diseña para la comunicación de uso general sobre todo entre los controladores programables, tales como PLC's y PC.
- PROFIBUS-PA: Es un sistema diseñado específicamente para la automatización de procesos.

d. CAN (Control Área Network)

Estas redes hacen uso de un bus serial para conectar los dispositivos. La aplicación original de estas redes fueron los automóviles, para cumplir tareas como sincronización y control del motor, frenos antibloqueo, monitoreo de la caja de engranajes, alimentación de ventanas y seguros de puertas, etc. Antiguamente cada dispositivo necesitaba de una línea dedicada, la cual es remplazada por la red CAN. Actualmente las aplicaciones de estas redes se han ampliado al campo de los procesos industriales. Utiliza la configuración producto consumidor (que es una especie de maestro-esclavo, pero que permite disminuir la cantidad de tráfico).

e. DEVICE-NET

Es una red empleada en procesos de fabricación, sus principales características son:

- Topología física de tipo Basic Trunkline-Dropline.
- Permite hasta 64 direcciones de nodos en una sola red.

- Comunicación punto a punto.
- Modelo producto-consumidor para transferencia de datos.
- Transmite señales de datos y potencia por medio del mismo cable.
- Inserción de dispositivos sin necesidad de quitar la alimentación de la red.
- Dispositivos de potencia externos pueden compartir el cable del bus con dispositivos alimentados por el bus.

1.3 TECNOLOGÍA INALÁMBRICA ³

1.3.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tema de “redes inalámbricas” ha tomado gran importancia ya que esta tecnología ha despertado el interés de muchos en cómo poder comunicar diferentes equipos sin la necesidad de utilizar redes cableadas; es decir, como entablar comunicación entre dispositivos de manera inalámbrica.



Figura 1.2 Tecnología Inalámbrica. ⁴

³ Referencias: *Tecnologías Inalámbricas.* <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/tecnologias-inalambricas.htm>

⁴ *Tecnologías Inalámbricas.* [http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/tecnologias-inalambricas .htm](http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/tecnologias-inalambricas.htm)

1.3.2 REDES INALÁMBRICAS ⁵

Una red inalámbrica posibilita la unión de dos o más dispositivos sin la mediación de cables.

Es una red en la cual los medios de comunicación entre sus componentes son ondas electromagnéticas, algunas de las técnicas utilizadas en las redes inalámbricas son: infrarrojos, microondas, láser y radio. En los últimos años las redes de área local inalámbricas (WLAN, Wireless Local Área Network) están ganando mucha popularidad, que se ve acrecentada conforme sus prestaciones aumentan y se descubren nuevas aplicaciones para ellas. Las WLAN permiten a sus usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectados a un determinado lugar.

a. Funcionamiento

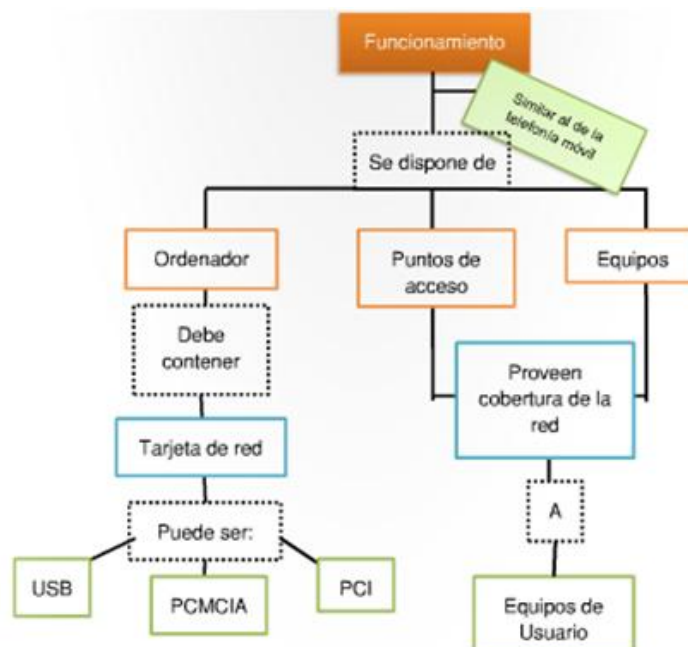


Figura 1.3 Funcionamiento de una Redes Inalámbrica. ⁶

⁵ Referencias: *Redes Inalámbricas*. <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam.shtml>
Guía de *Redes Inalámbricas*. <http://www.bliqoo.com/media/users/0/1038/files/GUIA%20DE%20REDES%20INALA>

b. Tipos de redes inalámbricas.

- **De larga distancia:** Son utilizadas para transferir información entre equipos que se encuentran en diferente área geográfica; es decir en espacios o lugares circunvecinos o alejados (mejor conocidas como MAN Metropolitan Área Network, redes de área metropolitana) sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.
- **De corta distancia:** Se utilizan para transferir información entre equipos que se encuentran separados por un espacio reducido; por ejemplo en equipos de empresas que se encuentran en el mismo edificio (se les conoce como LAN Local Área Network, redes de área local) sus velocidades son del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

c. Tecnologías de Redes Inalámbricas para uso Industrial

Los sistemas que se utilizan en forma comercial e industrial no requieren de altos costo de la infraestructura ni costos relacionados con el uso de frecuencias.

Los sistemas que se consideran son los WPAN (Wireless Personal Área Network) y WLAN (Wireless Local Área Network). Como sistemas WPAN se considera Bluetooth y ZigBee y como WLAN los utilizados con las tecnologías del estándar 802.11.

Los sistemas inalámbricos se caracterizan porque no garantizan QoS (Calidad de Servicio) en las mejores condiciones, esencialmente debido a problemas relacionados con interferencias, condiciones adversas para la

⁶ Referencia: *Tecnologías Inalámbricas y Móviles.*
http://issuu.com/denmoreno/docs/exposicion_informatica_tecnologias_inalambricas_y

transmisión de las señales de radio o las reflexiones en los ambientes en los que se los utiliza.

Las siguientes son algunas de las tecnologías inalámbricas más populares:

c.1 ZigBee

ZigBee es una tecnología inalámbrica de corto alcance, también conocida como IEEE 802.15.4, y ha sido desarrollada para la comunicación a menor escala de datos, principalmente para el sector inmobiliario y hasta el contexto industrial. ZigBee ha sido desarrollado para ofrecer a cambio de un bajo coste y baja potencia, dos vías de comunicaciones inalámbricas. Los sectores en los que dicha tecnología tiene más éxito son en los componentes electrónicos diseñados para el consumidor, el hogar, la automatización de edificios, control industrial y sensores médicos.

Características

- Su rango de transmisión estandarizado de 10 m.
- Se transmite en el rango de frecuencia de 2.4 GHz.
- La velocidad de transmisión de datos es de 128 kbps.
- Puede funcionar en topología estrella o peer to peer.
- Pueden conectarse hasta 128 dispositivos con direcciones de 16 bits y muchos más cuando se utilizan direcciones de 64 bits.
- Para la seguridad ofrece autenticación, encriptación y servicios de integridad.
- Se caracteriza porque es menos susceptible a interferencias que Bluetooth.

c.2 Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de corto alcance de la especificación industrial para Redes inalámbricas para área personal (PANs), también conocida como IEEE 802.15.1. Bluetooth proporciona la capacidad de intercambio de información basado en un estándar de interfaz para teléfonos móviles, ordenadores portátiles y cámaras digitales.

El protocolo Bluetooth ha sido diseñado para bajo consumo de energía, e incorpora frecuencia adaptable, que amplía el espectro mejorando la resistencia a las interferencias y aumentar la velocidad de transmisión.

Es una especificación de redes inalámbricas de área personal (WPAN's) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz.

Características

- Conexión con cables vía OBEX.
- Controladores remotos (tradicionalmente dominado por el infrarrojo).
- Envío de publicidades desde anunciantes a dispositivos con Bluetooth.
- Versiones: Bluetooth v.1.1, Bluetooth v.1.2, Bluetooth v.2.0, Bluetooth v.2.1, Bluetooth v.3.0

c.3 Wi-Fi o WLAN

La alianza Wi-Fi se creó en 1999 para certificar la interoperabilidad de las redes de área local inalámbrica (LAN) con IEEE 802.11.

Wi-Fi estaba destinada a ser utilizada como dispositivos móviles para redes fijas, pero ahora es utilizado en productos electrónicos para los consumidores, como televisores, reproductores de DVD y centros de comunicación. La mayoría de las implementaciones de Wi-Fi contienen uno o más puntos de acceso, a los que se accede por uno o más terminales utilizando un espectro sin licencia de 2,4 GHz o 5GHz.

Ventajas

- Donde haya una red Wi-Fi, existe un portal de información y comunicación. La incorporación de una red WLAN a la oficina proporciona una mayor libertad y favorece la versatilidad del entorno de trabajo tradicional.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.
- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca Wi-Fi es total, con lo que en cualquier parte del mundo se podrá utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.
- Velocidades de 540 Mbit/s sobre distancias de hasta 50 metros.

c.4 WiMAX

Wimax es un grupo de tecnologías basadas en el estándar IEEE 802.16 o bien conocido como Red inalámbrica de Área Metropolitana (MAN), diseñado como una alternativa al cable y DSL (Digital Subscriber Line). Se ha diseñado para proporcionar fijos, nómadas, portátiles y móviles de última conectividad inalámbrica similar a la tecnología de UMTS. Muchos operadores de red reconocen WiMAX como una tecnología de conexión de "última milla".

WiMAX mejora muchas de las limitaciones del estándar Wi-Fi, proporcionando mayor ancho de banda, el cifrado más fuerte y la limitada movilidad.

Características

- Velocidades de hasta 75 Mbps, 35+35 Mbps, siempre que el espectro esté completamente limpio.
- Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.
- Está diseñado para cubrir una ciudad entera a través de estaciones base dispersas alrededor del área metropolitana.

1.4 REDES, SISTEMA Y TECNOLOGÍA SMS, GSM Y GPRS

1.4.1 SMS ⁷

a. Introducción

Short Message Service es un protocolo de comunicación que permite el intercambio de mensajes de textos entre teléfonos móviles. Es el servicio móvil más usado con 2.4 billones de usuarios activos los cuales envían y reciben mensajes de texto. SMS fue diseñado originalmente como un servicio de GSM, pero en la actualidad se encuentra disponible en otras redes móviles incluyendo redes 3G.

⁷ Referencias: Servicio de mensajes cortos. http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos
Fundamentos GPS – GSM – SMS. <http://dSPACE.UPS.EDU.EC/bitstream/123456789/70/7/Capitulo1.pdf>

Un mensaje SMS es una cadena alfanumérica de hasta 140 caracteres o de 160 caracteres de 7 bits, y cuyo encapsulado incluye una serie de parámetros. En principio, se emplean para enviar y recibir mensajes de texto normal, pero existen extensiones del protocolo básico que permiten incluir otros tipos de contenido, dar formato a los mensajes o encadenar varios mensajes de texto para permitir mayor longitud.

El SMS es también usado para comunicaciones M2M (Machine to Machine), dispositivos, localización vehicular, proyectos de telemetría, etc.

b. Parámetros de los SMS

Cuando un usuario envía un SMS, o lo recibe, se incluyen con su payload (carga útil o cuerpo del mensaje) al menos los siguientes parámetros:

- Fecha de envío (también llamada timestamp).
- Validez del mensaje, desde una hora hasta una semana.
- Número de teléfono del remitente y del destinatario.
- Número del SMSC que ha originado el mensaje.

c. Aplicaciones comunes del SMS

- Se utiliza en el ámbito industrial como elemento de comunicación entre máquinas y personas. El desarrollo de diversos módulos de telecontrol por SMS facilitó la posibilidad de comunicar instalaciones remotas con los responsables de su operación y mantenimiento; enviándole un SMS con el estado o las alarmas que se producen. De la misma forma, las personas responsables de estas instalaciones pueden enviar un SMS con una orden determinada para que la máquina la ejecute. Lo dicho entre personas y máquinas, es aplicable a una comunicación máquina-máquina o M2M.

- En el ambiente doméstico, ya son muchos los que abren la puerta de su garaje mediante una llamada perdida desde su móvil a un módulo de telemando GSM.

1.4.2 GSM ⁸

a. Introducción

GSM (Global System for Mobile Communications) o Sistema Global para Comunicaciones Móviles es el estándar más popular en lo que respecta a telefonía móvil a nivel mundial. La GSM Association estima que el mercado global de telefonía móvil es dominado un 82% por GSM.

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (red local/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS y difiere en su mayor velocidad de transmisión.

b. Especificaciones del sistema GMS

Frecuencias

La red GSM opera en 4 rangos de frecuencias:

⁸ Referencias: *Lectura, corte y reconexión de energía eléctrica usando la red GSM/GPRS.* http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-39566.pdf

- 900 MHz y 1800 MHz en Europa y Asia.
- 850 MHz y 1900 MHz en las Américas.

1.1. Frecuencias de GSM a nivel mundial.⁹

| Banda | Nombre | Canales | Uplink (Mhz) | Downlink (Mhz) | Notas |
|-----------------|-----------|------------|--------------|----------------|--|
| GSM 850 | GSM 850 | 128 - 251 | 824 - 849 | 869 – 894 | Usada en EEUU, Sudamérica y Asia |
| GSM 900 | P-GSM 900 | 1 - 124 | 890 - 915 | 935 – 960 | GSM de Europa |
| | E-GSM 900 | 975 - 1023 | 880 - 890 | 925 – 935 | Extensión de GSM |
| | R-GSM 900 | n/a | 876 - 880 | 921 – 925 | GSM Ferroviario |
| GSM 1800 | GSM 1800 | 512 - 885 | 1710 - 1785 | 1805 – 1880 | |
| GSM 1900 | GSM 1900 | 512 - 810 | 1850 - 1910 | 1930 – 1990 | Usada en EEUU, no es compatible con GSM 1800 |

Módulo Subscriptor de Identidad (SIM).



Figura 1.4. Tarjeta SIM.¹⁰

También conocida como SIM Card es una tarjeta la cual contiene la información de suscripción del usuario. Esto significa que el usuario puede cambiar de operadora con solo cambiar la SIM Card.

⁹ Referencia: Lectura, corte y reconexión de energía eléctrica usando la red GSM/GPRS. http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-39566.pdf

¹⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/SIM_Card#Usage_in_mobile_phone_standards

Algunas operadoras bloquean el móvil permitiendo que sea aceptada una única SIM Card que para el caso sería la del operador. Pero esto no es impedimento para el usuario ya que en la actualidad existen disponibles en Internet muchos programas para liberar el móvil.

c. Ventajas y Desventajas ante otras tecnologías

Ventajas

- GSM incorpora un sistema GPRS para brindar servicios 3G.
- Facilidad para la transmisión de datos inalámbricos.
- GSM brinda claridad de voz en las llamadas.
- GSM da la facilidad de cambiar de dispositivo móvil mediante el SIM.
- GSM puede operar en 4 banda 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz.
- GSM permite el envío y recepción de información multimedia.
- GSM tiene su arquitectura abierta lo cual brinda una compactibilidad con otras tecnologías.

1.4.3 GPRS ¹¹

a. Introducción

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM utilizando una transmisión de datos por medio de 'paquetes'. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz.

¹¹ Referencia: Sistema GPRS. <http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc>

b. Características

- **Los canales se comparten entre los diferentes usuarios.**
 - En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un teléfono que soporte esta tecnología. La mayoría de estos terminales soportarán también GSM, por lo que podrá realizar sus llamadas de voz utilizando la red GSM de modo habitual y sus llamadas de datos (conexión a internet, WAP) tanto con GSM como con GPRS.
 - La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación o UMTS. Su principal base radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión como se ha podido observar en un punto anterior.

- **Obtiene mayor velocidad y mejor eficiencia de la red.**
 - Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

- La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.
- GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM.

c. Ventajas del GPRS para el usuario

- Característica de "Always connected": un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, puesto que no hace uso de recursos de red (y por tanto no paga) mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos.
- Tarificación por volumen de datos transferidos, en lugar de por tiempo.
- Costo nulo de establecimiento de conexión a la red GPRS, frente a los quantum de conexiones existentes actualmente en GSM.
- Posibilidad de realizar/recibir llamadas de voz mientras se está conectado o utilizando cualquiera de los servicios disponibles con esta tecnología.

d. Ventajas del GPRS para la operadora

- Uso eficiente de los recursos de la red. Los usuarios sólo ocupan los recursos de la red en el momento en que están transmitiendo o recibiendo datos, y además se pueden compartir los canales de comunicación entre distintos usuarios y no dedicados como en el modelo GSM.

1.5 TELECONTROL Y SINAUT MICRO

1.5.1 TELECONTROL ¹²

a. Introducción

Uno de los mayores problemas que se presentan en las industrias es el requerimiento de la presencia de un operador para monitorear y controlar los procesos. Este problema es fácilmente resuelto con el uso del Telecontrol, monitoreo y control a distancia utilizando técnicas de telecomunicación.

Los sistemas de Telecontrol permiten:

- Adquisición y mando (señales analógicas, digitales y contadores).
- Automatizar instalaciones.
- Consultar a distancia y de forma centralizada el valor y la evolución de las variables de la instalación.
- Tratamiento y almacenamiento de datos en archivos históricos con fecha y hora.
- Comunicación a través de la red telefónica fija, móvil, radio, internet.
- Emisión de señales de alerta hacia un puesto central, estaciones maestras, busca personas, teléfono fijo o móvil, fax, e-mail etc.
- Telemando entre puesto central y estaciones, estaciones entre estaciones y otros.

¹²

Referencias:

Telecontrol

Términos

Generales.

<http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/legislacion/norsimter/terminologia/TSeccion25.pdf>
Resumen por Red GSM/GPRS. <http://www.slideshare.net/zapaloca/resumen-telecontrol-por-red-gsm-gprs-presentation>
Telecontrol system SINAUT – Siemens. <http://www.automation.siemens.com/mcmsg/industrial-communication/es/sictelecontrol/Pages/telecontrol.aspx>

- Sinópticos gráficos animados, con información gráfica y visual, fácilmente interpretable y asimilable.

b. Aplicaciones y Ventajas

Entre las diferentes aplicaciones que poseen los sistemas de Telecontrol se puede citar:

- Abastecimiento seguro de consumidores particulares e industriales con agua potable, gas o calor para calefacción a través de redes ramificadas.
- Transporte económico de gas, petróleo o productos derivados del petróleo por medio de oleoductos y gasoductos.
- Captación y transmisión fiables de datos de proceso desde equipos de vigilancia ambiental.
- Televigilancia de unidades de depuración de aguas residuales.
- Control y monitoreo de faros, plantas eléctricas de ciclo combinado, cintas transportadoras o sistemas de control de tráfico.
- Conexión en red de estaciones móviles como vehículos ferroviarios, transporte público de cercanías o barcos si éstos necesitan una vigilancia y/o un control centralizados.
- Vigilancia de edificios y control de accesos.
- Cartelera publicitarias inteligentes.
- Máquinas expendedoras.

Los sistemas de Telecontrol representan innumerables ventajas como:

- Mayor conocimiento de los estados del sistema en tiempo real e histórico.
- Mayor gestión técnica y económica.

- Mayor rentabilidad de los recursos.
- Mayor calidad del servicio prestado.
- Mejores condiciones de trabajo.

c. SINAUT Telecontrol

SINAUT Telecontrol (Siemens Network Automation) es un sistema desarrollado por SIEMENS, el cual consta del hardware y software correspondientes que permiten la conexión en red de los autómatas y sistemas de supervisión individuales a través de WAN (Wide Area Network).

Bajo el término genérico WAN, el sistema SINAUT ofrece soluciones para la transmisión de datos a través de redes clásicas de transmisión, como línea dedicada de cobre, red telefónica, sistemas inalámbricos, etc. pero también a través de modernas WAN basadas en IP, como sistemas de banda ancha o Internet.

Para cubrir los distintos requisitos, SINAUT Telecontrol ofrece dos sistemas independientes el uno del otro:

- **SINAUT MICRO**

Es un sencillo sistema de telecontrol para vigilar y controlar instalaciones descentralizadas mediante comunicación por telefonía móvil (GPRS) utilizando SIMATIC S7-200 y WinCC flexible o WinCC.

- **SINAUT T7**

Es un sistema de telecontrol versátil que utiliza SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400 y WinCC/PCS 7 para la vigilancia y el control automáticos de estaciones locales de proceso que intercambian datos a través de los más diversos medios WAN entre sí y con una o varias estaciones centrales de control.

1.5.2 SINAUT MICRO ¹³

a. **Introducción**

El sistema SINAUT MICRO es de gran utilidad donde se precisa transmitir cantidades pequeñas de datos para vigilar y controlar estaciones locales, mediante vía inalámbrica a través del servicio GPRS de la red de telefonía móvil GSM. Este sistema presenta:

- **Sencillez y flexibilidad.-** Las estaciones fijas o móviles se pueden conectar a una central de supervisión sin problemas y sin necesidad de know-how especializado en sistemas inalámbricos.
- **Conexión permanente.-** La conexión GPRS está permanentemente online y se comporta de forma similar a una línea dedicada. Los datos se pueden transmitir inmediatamente y se puede detectar inmediatamente la caída de una estación.
- **Bajos costos operativos.-** Aunque esté permanentemente conectado, el tiempo de conexión online no desempeña prácticamente ningún papel para el cálculo de costos.

¹³ Referencia: *Software para SINAUT Telecontrol – Siemens*. <http://www.automation.siemens.com/mcms/industrialcommunication/es/telecontrol/software/Pages/Default.aspx#Descripci%c3%b3n>

b. Componentes para una instalación SINAUT MICRO

Para la teletransmisión de datos vía GPRS, el sistema SINAUT MICRO ofrece los siguientes componentes de hardware y software.

c. Componentes de Hardware

- Módem MD-720-3. Módem para comunicación vía GPRS y GSM.
- Antena ANT794-4MR.

d. Componentes de Software

El paquete de software SINAUT MICRO SC tiene niveles de licencia para la integración de 8, 64 ó 256 estaciones locales con S7-200. Este paquete comprende:

- Librería para la CPU SIMATIC S7-200. Contiene bloques para el autómatas S7-200 con los cuales se puede configurar el envío y la recepción de los datos.
- Software OPC-Server para la central de supervisión en PC. Se utiliza para el intercambio de datos con un cliente OPC, como WinCC o WinCC flexible, o con cualquier otro software para sistemas de supervisión que admita el estándar OPC.
- Administrador de conexiones para la central de supervisión en PC. Para establecer una conexión segura vía GPRS con el módem MD720-3, que permita vigilar estas conexiones y encaminar los datos en la comunicación directa entre S7-200 y S7-200.

1.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

1.6.1 AUTÓMATA SIEMENS S7-200 ¹⁴

a. Introducción

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización, pequeños (Micro-PLCs) utilizados para numerosas tareas, especialmente en las industrias.

El S7-200 vigila las entradas y cambia el estado de las salidas de acuerdo a la lógica del programa del usuario, que puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contadores y temporizadores, operaciones aritméticas complejas, así como, comunicación con otros aparatos inteligentes.

El S7-200 es compacto y potente, especialmente en lo que se refiere a respuesta en tiempo real; rápido ya que ofrece una conectividad extraordinaria y facilidad en el manejo del software y del hardware. De esta manera está orientado a maximizar la rentabilidad, ya que toda la gama ofrece alto nivel de prestaciones, modularidad óptima y alta conectividad.

El S7-200 simplifica al máximo el trabajo, ya que el micro-PLC puede programarse de forma muy fácil, contando también con librerías complementarias para el software que permiten realizar las tareas en forma ágil, simple y rápida. Además este micro-PLC ha sido probado en millones de aplicaciones en todo el mundo, funcionando de manera aislada como integrado en una red.

¹⁴ **Referencias:**
SIMATIC Manual del sistema de automatización S7-200.
SIMATIC S7-200 Tecnología de control al máximo nivel.

b. PLC SIEMENS S7-200

El aspecto físico del autómata SIEMENS S7-200, CPU 224xp se observa en la Figura 1.5.

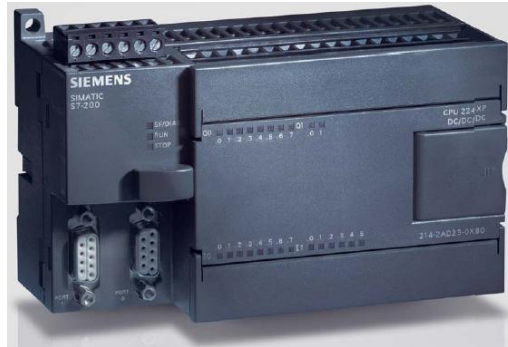


Figura 1.5. Autómata Siemens S7-200. ¹⁵

Características

- **Comunicación Abierta**

- Puerto estándar RS-485 con velocidad de transferencia de datos comprendida entre 1,2 y 187,5 kbits/s.
- Protocolo PPI en calidad de bus del sistema para interconexión sin problemas.
- Modo libremente programable con protocolos personalizados para comunicación con cualquier equipo.
- Rápido en la comunicación por PROFIBUS vía módulo dedicado, operando como esclavo.
- Potente en la comunicación por bus AS-Interface, operando como maestro.
- Accesibilidad desde cualquier punto gracias a comunicación por módem (para telemantenimiento, teleservice o telecontrol).

¹⁵ Referencia: SIMATIC Manual del sistema de automatización S7-200.

- Conexión a Industrial Ethernet vía módulo dedicado.
 - Con conexión a Internet mediante módulo correspondiente.

- **Altas Prestaciones**
 - Pequeño y compacto, ideal para aplicaciones donde se cuenta con reducido espacio.
 - Extensa funcionalidad básica uniforme en todos los tipos de CPU.
 - Alta capacidad de memoria.
 - Extraordinaria respuesta en tiempo real; la posibilidad de dominar en cualquier instante todo el proceso permite aumentar la calidad, la eficiencia y la seguridad.
 - Manejo simplificado gracias a software de fácil uso STEP 7-Micro/WIN, ideal tanto para principiantes como para expertos.

- **Modularidad Óptima**
 - La gama del sistema presenta 5 CPUs escalonadas en prestaciones con extensa funcionalidad básica y puerto Freeport integrado para comunicaciones.
 - Amplia gama de módulos de ampliación para diferentes funciones:
 - Extensiones digitales/analógicas, escalables según aplicación.
 - Comunicación a PROFIBUS operando como esclavo.
 - Comunicación a bus AS-Interface operando como maestro.
 - Medida exacta de temperaturas.
 - Posicionamiento.
 - Telediagnóstico.
 - Comunicación Ethernet/Internet.



Figura 1.6. Módem MD720-3.¹⁷

b. Funciones

- Quadband GSM (850/900/1800/1900 MHz).
- GPRS Multislot Clase 10 (tamaño: 13.4 - 27 kbit/s upload, 40 - 54 kbit/s download).
- Establecimiento automático y mantenimiento de la conexión en línea basada en IP con Internet a través de GPRS.
- Intercambio de datos basado en IP con aplicaciones de SINAUT MICRO SC basadas en PC (router y servidor OPC).
- Intercambio de datos con otros modems MD720-3 a través de routing del SINAUT MICRO SC.
- Conmutación entre GPRS y CSD (funcionamiento módem) durante el funcionamiento.
- Las conexiones CSD y GPRS se pueden controlar a través de comandos AT.
- Entrega de mensajes SMS y fax (vía SMS) a través de servicios GSM.

¹⁷ Referencia: *Manual del sistema GPRS/GSM-Modem SINAUT MD720-3.*

- Acceso protegido a los datos del S7-200, también sobre redes de proveedores de telefonía móvil que no ofrecen direcciones IP fijas y públicas para el módem.

c. Aplicación

- Diseño de sistemas de señalización de fallos económicos para el control de plantas de aguas residuales, estaciones de bombeo, máquinas expendedoras, sistemas de control de tráfico, edificios, paneles publicitarios inteligentes, estaciones meteorológicas, faros, generación de energía descentralizada.
- Tareas de telecontrol sencillas.
- Conexión de participantes móviles automatizados como vehículos por raíl, vehículos especiales, maquinaria de construcción compleja, embarcaciones de interior y costeras.
- Programación remota y mantenimiento del S7-200 a través de la conexión GSM CSD.
- Se puede usar en los principales países industrializados.

1.7.2 ANTENA ANT794-4MR ¹⁸

a. Generalidades

La Antena es una antena Quadbanda omnidireccional para uso de redes GSM / GPRS / UMTS junto con módems SINAUT GPRS. Posee un cable de conexión “ANT794-4MR Low-Loss” de 5 metros con una impedancia aproximada de 50 Ohm. Permite que el módem opere en redes GSM con frecuencias de 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz. (Ver ANEXOS A)

¹⁸ Referencia: ANTENA ANT794-4MR. <https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=WW&language=en&nodeid=10036153&tree=CatalogTree®ionUrl=%2f#B&activetab=product&>



Figura 1.7. Antena ANT794-4MR ¹⁹

b. Aplicación

- Diseñado a medida para módems SINAUT GPRS, como el MD720-3.
- El diseño resistente a las inclemencias de tiempo permite su montaje en el exterior para mejorar la fortaleza de campo.
- Adecuado para su uso internacional debido al uso de la tecnología Quadband.
- Para su uso en redes GSM / GPRS / UMTS.
- Para interiores y exteriores (grado de protección IP65).
- Temperatura de funcionamiento -40 ° C a 70 ° C.

c. Beneficios

- Diseño impermeable permite la instalación fuera de los edificios para mejorar la intensidad de campo.
- La tecnología de banda cuádruple permite el uso internacional.

¹⁹ Referencia: ANTENA ANT794-4MR. <https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=WW&language=en&nodeid=10036153&tree=CatalogTree®ionUrl=%2f#B&activetab=product&>

1.8 CONTROL PID²⁰

1.8.1 INTRODUCCIÓN

El controlador PID, de lejos, es el algoritmo de control más común. Numerosos lazos control utilizan este algoritmo, que puede ser implementado de diferentes maneras: como controlador stand-alone, como parte de un paquete de control digital directo o como parte de un sistema de control distribuido.

1.8.2 ESQUEMA BÁSICO DE CONTROL PID

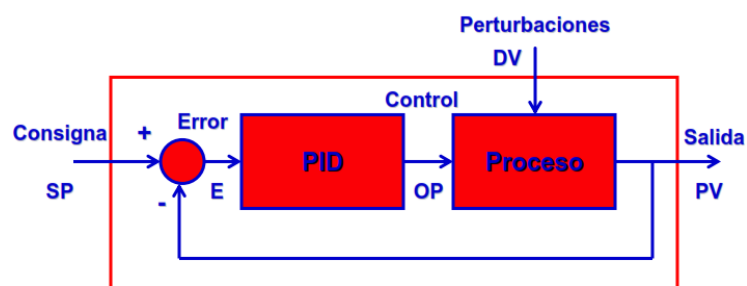


Figura 1.8. Esquema del control PID.²¹

1.8.3 CARACTERÍSTICAS

- Es la extensión natural del controlador on-off.
- Más del 95% de los lazos de control utilizan el PID.
- Ha sobrevivido a los cambios tecnológicos.
- Tiene algunas funciones importantes.
 - Utiliza la realimentación para rechazar las perturbaciones.
 - Elimina el error estacionario con la acción integral.
 - Puede anticipar el futuro con la acción derivativa.

²⁰ Referencias: *Apuntes De Control PID*. <http://read.pudn.com/downloads161/ebook/732022/PID%20motor%20control/Control.Pid.pdf>

Controladores PID. <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/EI%20controlador%20PID.pdf>

²¹ Referencias: *Controladores PID*. <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/EI%20controlador%20PID.pdf>

- No es trivial ajustarlo para conseguir los mayores beneficios sobre el proceso.
- El control PID combina las tres acciones: Proporcional (P), Integral (I) y Derivativa (D).

1.8.4 ECUACIÓN DE UN CONTROLADOR PID CONTINUÓ

$$u(t) = \underbrace{K_p e(t)}_P + \underbrace{\frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt}_I + \underbrace{K_p T_d \frac{de(t)}{dt}}_D$$

(Ec. 1.1)

1.8.5 PARÁMETROS DE CONTROL

a. Ganancia proporcional (Kp)

Es la constante de proporcionalidad en la acción de control proporcional.

- Kp pequeña - acción proporcional pequeña.
- Kp grande - acción proporcional grande.

b. Constante de tiempo integral (Ti)

El tiempo requerido para que la acción integral contribuya a la salida del controlador en una cantidad igual a la acción proporcional.

- Ti pequeño - acción integral grande.
- Ti grande - acción integral pequeña.

c. Constante de tiempo derivativa (Td)

El tiempo requerido para que la acción proporcional contribuya a la salida del controlador en una cantidad igual a la acción derivativa.

- Td pequeño - acción derivativa pequeña.
- Td grande - acción derivativa grande.

1.8.6 ACCIONES DE CONTROL

a. Acción proporcional

Produce una señal de control proporcional a la señal de error.

- Simple.
- Fácil de sintonizar (un solo parámetro).
- Puede reducir, pero no eliminar, el error en estado estacionario.

b. Acción integral

Proporciona una corrección para compensar las perturbaciones y mantener la variable controlada en el punto de consigna.

- Elimina errores estacionarios.
- Más del 90% de los lazos de control utilizan PI.
- Puede inestabilizar al sistema si T_i disminuye mucho.

c. Acción derivativa

Anticipa el efecto de la acción proporcional para estabilizar más rápidamente la variable controlada después de cualquier perturbación.

d. Comparación de las acciones de control cuando se ha producido un cambio brusco en la referencia.

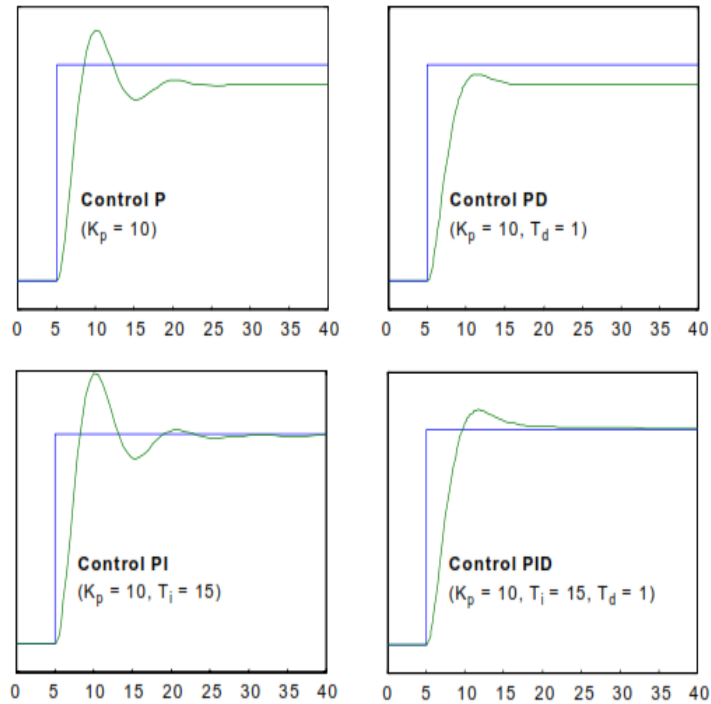


Figura 1.9. Comparación de las acciones de control.²²

1.8.7 REGLAS HEURÍSTICAS DE AJUSTE

Tabla 1.3. Reglas de ajuste del control PID.²³

| | <i>K_p</i> aumenta | <i>T_i</i> disminuye | <i>T_d</i> aumenta |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Estabilidad</i> | Se reduce | Disminuye | Aumenta |
| <i>Velocidad</i> | Aumenta | Aumenta | Aumenta |
| <i>Error estacionario</i> | No eliminado | Eliminado | No eliminado |
| <i>Área de error</i> | Se reduce | Disminuye hasta cierto punto | Se reduce |
| <i>Perturbación control</i> | Aumenta bruscamente | Aumenta gradualmente | Aumenta muy bruscamente |
| <i>Frecuencia lazo</i> | No afecta hasta cierto punto | Disminuye | Aumenta |

²² Referencias: Controladores PID. <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/ EI%20controlador %20PID.pdf>

²³ Referencias: Controladores PID. <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/ EI%20controlador %20PID.pdf>

Paso 1. Acción Proporcional

- Tiempo integral (TI), a su máximo valor
- Tiempo derivativo (TD), a su mínimo valor.
- Empezando con ganancia baja se va aumentando hasta obtener las características de respuesta deseadas.

Paso 2. Acción integral

- Reducir el TI hasta anular el error en estado estacionario, aunque la oscilación sea excesiva.
- Disminuir ligeramente la ganancia.
- Repetir hasta obtener las características de respuesta deseadas.

Paso 3. Acción Derivativa

- Mantener ganancia y tiempo integral obtenidos anteriormente.
- Aumentar el TD hasta obtener características similares pero con la respuesta más rápida.
- Aumentar ligeramente la ganancia si fuera necesario.

1.9 INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA ²⁴

1.9.1 INTRODUCCIÓN

En la interacción del humano con las máquinas a través de medios computacionales, es muy importante tener en cuenta la Interface Humano –

²⁴ Referencias: *Introducción a HMI.* http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIn_troduccion%20HMI.pdf
Interface Hombre-Maquina. ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/SW%20para_%20aplicaciones%20Industriales%20Teoria/3%20Interfaz%20Hombre-maquina.pdf
El ABC de la automatización. <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>.
Herramientas para el control y visualización de Procesos Industriales: PLC, HMI. <http://www.tesis.ufm.edu.gt/pdf/2577.pdf>

Máquina, que es la que permite al usuario u operador del sistema de control o supervisión, interactúe con los procesos.

En la comunicación Humano-Máquina se estudia entre otros aspectos:

- Cantidad de información.
- Forma de actuación
- Puesto de mando.
- Propiedades fisiológicas y psíquicas de humano – operador.

La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Humano-Máquina. HMI es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. Los sistemas HMI se podrán visualizar como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora.

Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación.

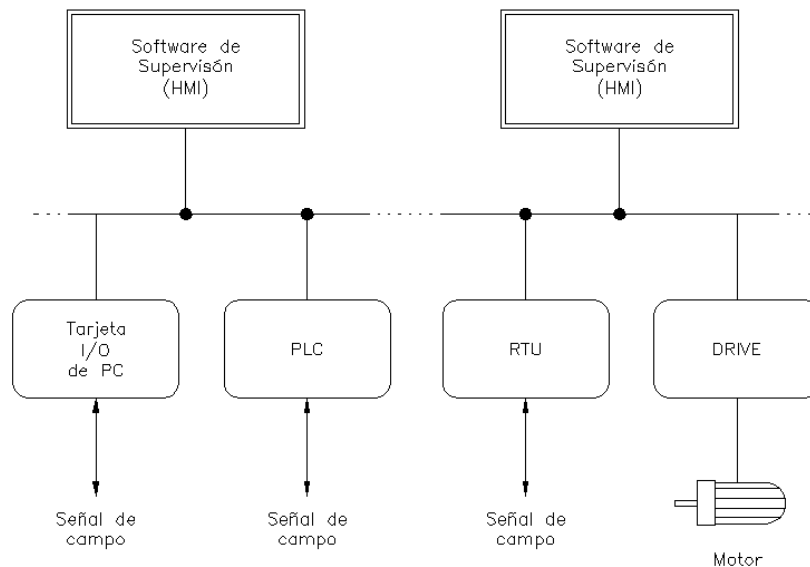


Figura 1.10. Sistema de control HMI. ²⁵

1.9.2 HMI OFRECE AL USUARIO

- Asegurar que el operador comprenda la situación representada. Captar la situación en forma rápida.
- Crear condiciones para la toma de decisiones correctas.
- Que los equipos se utilicen de forma óptima y segura.
- Garantizar confiabilidad al máximo
- Cambiar con facilidad los niveles de actividades del operador.

1.9.3 SOFTWARE HMI

El software permite entre otras cosas las siguientes funciones: Interface gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera

²⁵ Referencias: *Introducción a HMI.* <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIn%20HMI.pdf>

función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time). Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, el cual es la tendencia actual.

Funciones de un Software HMI

- **Monitoreo.** Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión.** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas.** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- **Control.** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- **Históricos.** Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

1.9.4 UTILIDADES DEL HMI

Los HMI representan un importante avance en la tecnología de automatización de la producción, estos pueden permitir obtener un incremento en la producción, así como también en la estructuración de la planta.

Con los HMI es posible tomar toda la automatización existente en una planta y centralizarla en una computadora central. Al introducir un HMI a una planta no se está cambiando la automatización de esta, sino que únicamente se introduce una mejora a la misma.

Por mejora se entiende tomar todos los dispositivos de automatización existentes en la planta y controlarlos por medio de un HMI, el cual permitirá a la vez, tener una visión global de la fabricación del proceso así como el avance del mismo en tiempo real.

Al centralizar la información de una planta en una única computadora, es posible hacer un registro del funcionamiento de la planta. Con este registro se puede realizar graficas históricas del comportamiento de la planta en un determinado tiempo. Esto es importante debido a que introducir un HMI a una fábrica no solamente mejora el proceso de producción sino que también mejora otras áreas de la compañía. El llevar registros de la producción hace posible compartirlos con otros sistemas de cómputo.

La versatilidad de los HMI hace posible su conexión con cualquier tipo de controlador programable, así como son muchas de las aplicaciones del sistema de cómputo. Con esto se logra la creación de bases de datos donde es posible almacenar valores de interés para cada una de las diferentes áreas de la compañía.

La implementación de los HMI permite realizar una representación gráfica y detallada de las máquinas involucradas en la producción, con lo que se posibilita

efectuar un diagrama muy preciso de la planta donde se realiza el proceso. Este diagrama es posible hacerlo tan detallado como sea necesario, pudiéndose así controlar todas y cada una de las variables involucradas en ese proceso.

La conexión de los HMI con los dispositivos de automatización se realiza por medio de una red muy similar a las utilizadas en los sistemas de cómputo, por lo que es posible interconectarlas a cualquier computadora personal de la compañía permitiendo así que los interesados tengan acceso a la información que necesiten. Además es posible ampliar esta red a una red de área global para su utilización fuera de la compañía, así como su conexión con internet. Debido a estas características al implementar un HMI a un proceso de producción se obtiene grandes beneficios para toda la compañía.

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 ESTRUCTURA DE LA RED INDUSTRIAL INALÁMBRICA

2.1.1 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL

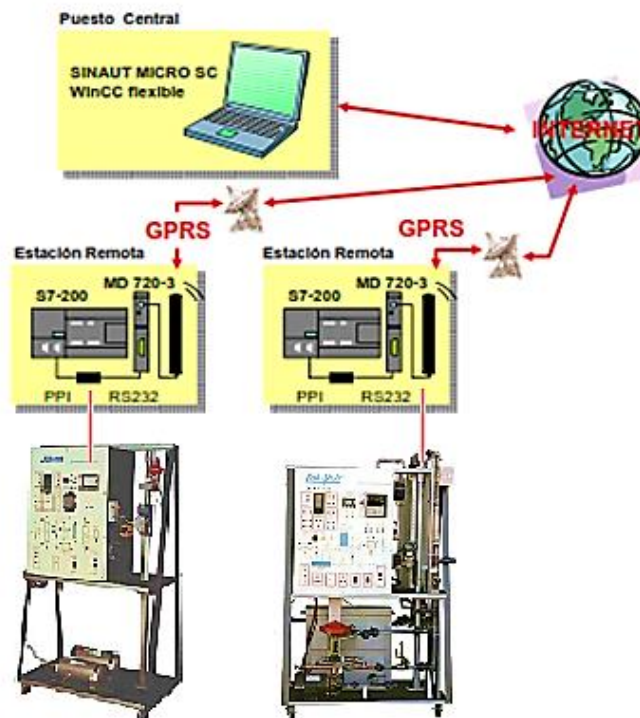


Figura 2.1 Esquema General.

La estación central, en la cual se encuentra el software SINAUT MICRO SC debe tener acceso permanente a la red GPRS o acceder a ella por medio de internet.

El servidor OPC integrado en SINAUT MICRO SC permite la visualización del proceso con la ayuda de un cliente, que para este caso puede ser una interfaz HMI realizada en el software SIMATIC SIEMENS WinCC.

Para la estación local S7-200, el módem MD720-3 sirve de interfaz de comunicación con la estación central, de esta manera el S7-200 transmite datos al SINAUT MICRO SC vía GPRS. La figura 2.1 muestra esta configuración.

2.1.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO CENTRAL

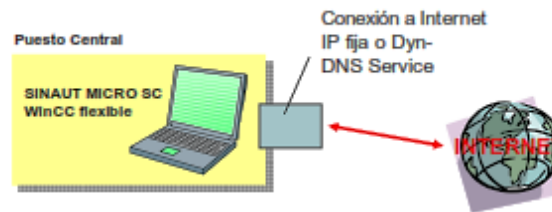


Figura 2.2 Esquema de funcionamiento central.

El Puesto Central consiste en un PC estándar con un Sistema Operativo Windows y conexión a Internet con dirección IP fija (como alternativa a la IP fija, puede ser empleado un servidor Dyn-DNS).

Instalado en el PC está el software SINAUT MICRO SC, para el control de la comunicación GPRS, y WinCC flexible para la visualización del proceso.

2.1.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO LOCAL

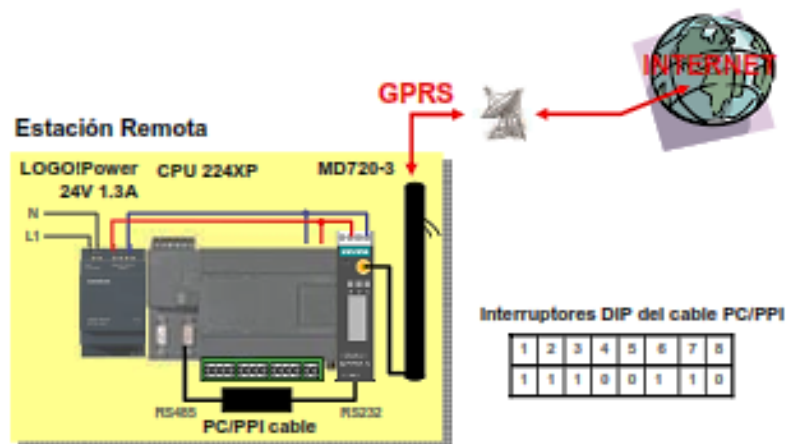


Figura 2.3 Esquema de funcionamiento de la estación local.

La Estación Local consiste en un PLC S7-200 CPU 226 conectada al módem MD720-3 y una fuente de alimentación LOGO! Power 24V 2,5A para el módem MD720-3. El módem MD720-3 está conectado al Puerto 0 de la CPU con un cable PC/PPI.

El módem MD720-3 contiene una tarjeta SIM del proveedor de servicios de telefonía móvil.

2.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES

2.2.1 COMPONENTES DE HADWARE Y SOFTWARE

a. Estación Central

- **Productos**

Tabla 2.1. Productos para la estación central.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|--------------------|-----|--------------------|---------------------------------------|
| Windows PC | 1 | ---- | |
| SINAUT MICRO SC | 1 | 6NH9910-0AA10-0AA3 | |
| WIN CC flexible RT | 1 | 6AV6613-1BA01-1CA0 | 128 tags, otras versiones disponibles |

- **Software de Configuración / herramientas**

Tabla 2.2. Software de configuración / herramientas para la estación central.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|-------------------------|-----|--------------------|-----------------------------------|
| WinCC flexible Advanced | 1 | 6AV6613-0AA01-1CA5 | Para configurar WinCC flexible RT |

- **Servicios de un proveedor**

Tabla 2.3. Servicios de un proveedor para la estación central.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|---------------------|-----|-------------------|-----------------------|
| Conexión a Internet | 1 | ---- | Con dirección IP fija |

b. Estación Local

- **Productos**

Tabla 2.4. Productos para la estación local.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|-----------------------------------|-----|---------------------|---|
| Windows PC | 1 | --- | |
| LOGO! Power 24V/1,3A | 1 | 6EP1 331-1SH02 | ---- |
| S7-200 CPU 226 | 1 | 6ES7216-2BD23-0XB0 | AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. |
| SINAUT MD720-3 | 1 | 6NH9720-3AA00 | GPRS Modem |
| Antena Quatribanda ANT 794-4MR | 1 | 6NH9860-1AA0 | Omnidireccional con 5m cable |
| PC/PPI cable | 1 | 6ES7 901-3CB30-0XA0 | Puerto Serie |
| Modulo analógico EM235 | 1 | 6AG1235-0KD22-2XB0 | SIPLUS S7-200 |

- **Software de Configuración / herramientas**

Tabla 2.5. Software de Configuración / herramientas para la estación local.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|--------------------------|------------|--------------------------|---|
| SIMATIC STEP 7-Micro/WIN | 1 | 6ES7810-2CC03-0YX0 | |
| PC/PPI cable | 1 | 6ES7 901-3CB30-0XA0 | Puerto Serie, puede usarse el mismo cable de “Productos“. |

- **Servicios de un proveedor de telefonía móvil**

Tabla 2.6. Servicios de un proveedor de telefonía móvil para la estación local.

| Componentes | No. | MLFB / Referencia | Nota |
|--------------------|------------|--|-------------|
| Tarjeta SIM | 1 | Disponible en un proveedor de servicios. | |

Nota: Con la excepción de las herramientas de configuración, los componentes se requieren para cada estación local.

2.3 IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE

2.3.1 MÓDEM GPRS/GSM SINAUT MD720-3

a. INTRODUCCIÓN

El SINAUT MD720-3 dispone de diversos modos de operación:

- **Modo Terminal.** El SINAUT MD720-3 establece por radio conexiones para la transmisión de datos a través de una red GSM mediante conexiones de módem por CSD (Circuit Switched Data), por envío de SMS (Short Message Service).
- **Modo OPC.** El SINAUT MD720-3 transmite por radio datos a través de una red GSM mediante GPRS (General Packet Radio Service) entre equipos S7-200 y un servidor OPC SINAUT MICRO SC, como SMS desde un equipo S7-200 a cualesquiera estaciones locales capaces de recibir SMS.

Para esto, el SINAUT MD720-3 es configurado por bloques de programa de los PLC (SPS) conectados y establece por sí mismo por radio la conexión para transmisión de datos vía GPRS entre un equipo S7-200 y el servidor OPC SINAUT MICRO SC.

El volumen de funciones y el funcionamiento del aparato son diferentes en ambos modos. El cambio entre el modo OPC y el modo Terminal hace necesario un reinicio del aparato.

b. Introducción de la tarjeta SIM

En la parte de arriba de la carcasa y en la parte inferior se encuentra un cierre con pinza de apertura (ver Figura 2.4).

1 - Pinza de apertura

2 - Pinza de apertura



Figura 2.4 SINAUT MD720-3.

Pasos para la introducción de la tarjeta SIM.

1. Presionar con cuidado una de las dos pinzas de apertura con un objeto apropiado (ver Figura 2.5), de manera que se abra el cierre.

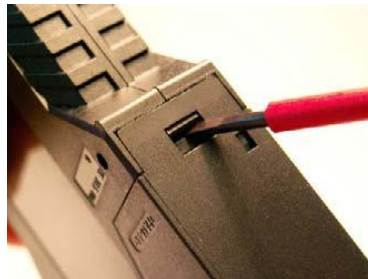


Figura 2.5 Pinzas en el SINAUT MD720-3.

2. Retire el elemento trasero de la carcasa (ver Figura 2.6).



Figura 2.6 Retiro de la carcasa del SINAUT MD720-3.

3. En la placa de circuitos se ve el soporte para la tarjeta SIM (ver Figura 2.7).

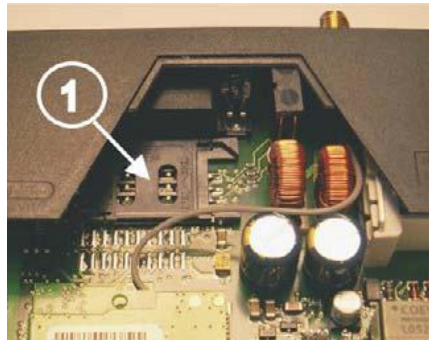


Figura 2.7 Soporte de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3.

4. Con la uña o un objeto apropiado, empuje la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM unos 2 mm hacia la izquierda, en la dirección de la flecha (ver la flecha roja en Figura 2.8), para que se pueda levantar la pieza superior.

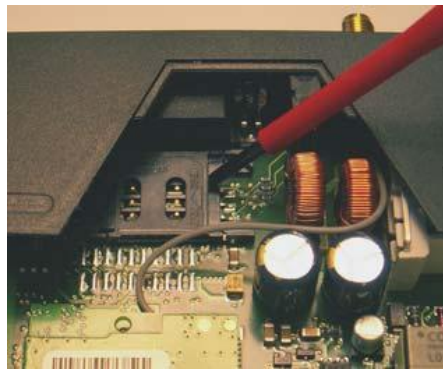


Figura 2.8 SINAUT MD720-3.

5. Levante la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM para poder introducir la tarjeta SIM en esta pieza (ver Figura 2.9).

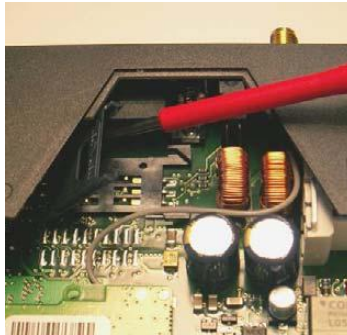


Figura 2.9 Levantar la pieza superior del SINAUT MD720-3.

6. En Figura 2.10 se ha destacado en blanco el compartimento de la pieza superior donde se puede introducir la tarjeta SIM.

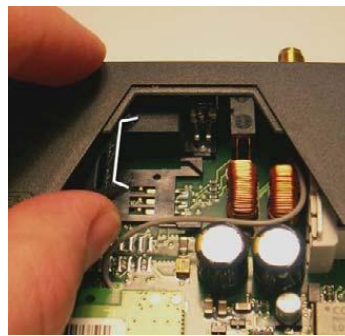


Figura 2.10 SINAUT MD720-3.

7. Introduzca la tarjeta SIM en la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM de manera que la superficie de contactos esté bajo y la esquina sesgada de la tarjeta SIM esté dirigida hacia la parte delantera del aparato (ver Figura 2.11).



Figura 2.11 Introducción de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3.

8. Introduzca la tarjeta SIM hasta que la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM se pueda abatir por completo (ver Figura 2.12).



Figura 2.12 Introducción de la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3.

9. Presione la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM hacia abajo. Atienda al asiento de la esquina sesgada de la tarjeta SIM (ver Figura 2.13).

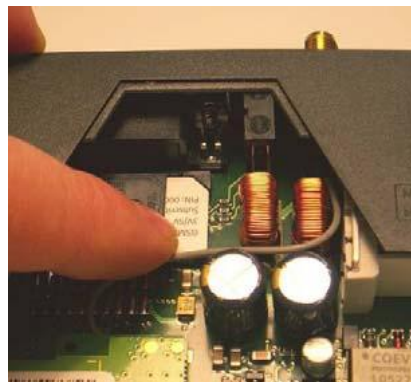


Figura 2.13 Presione la pieza superior hacia abajo.

10. Con la uña o un objeto apropiado, empuje la pieza superior del soporte de la tarjeta SIM unos 2 mm hacia la derecha, en la dirección de la flecha (ver la flecha roja en Figura 2.14), para cerrar el soporte de la tarjeta SIM.

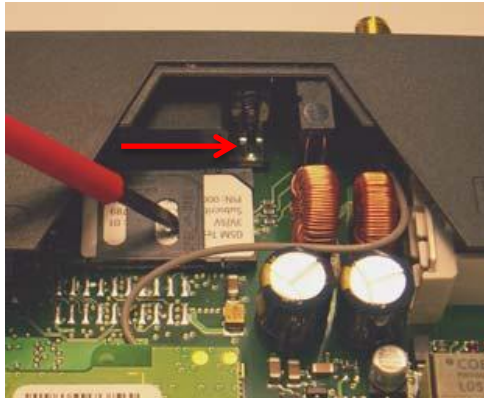


Figura 2.14 Empuje la pieza del SINAUT MD720-3 hacia la derecha.

- 11.** La tarjeta SIM está ahora enclavada firmemente en su soporte (ver Figura 2.15).



Figura 2.15 Tarjeta SIM introducida en el SINAUT MD720-3.

Finalmente, unir de nuevo los dos elementos de la carcasa. Para esto, introducir la placa de circuitos en las guías de arriba y abajo en el interior del elemento trasero de la carcasa (ver la figura 2.16).

1 - Guía

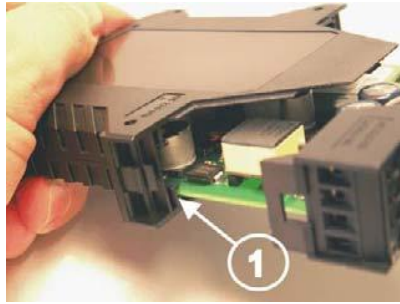


Figura 2.16 Unión de los dos elementos de la carcasa.

12. Presionar entre sí los dos elementos de la carcasa para que se enclaven las pinzas de los cierres superior e inferior (ver Figura 2.17).

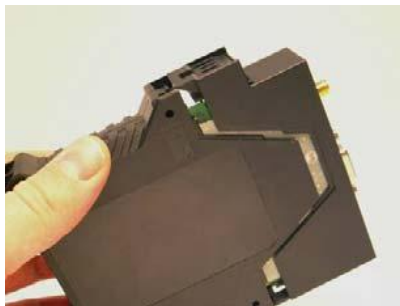


Figura 2.17 Enclavar las pinzas en los cierres.

c. Conexión y encendido del módem MD720-3

- Conexiones y LED's

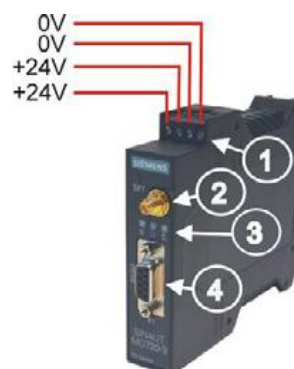


Figura 2.18 Conectores y LEDs del Módem MD720-3.

1. Conexión para fuente de Alimentación 24 V tensión continua.
2. Antena.
3. LEDs:
 - S (Status)
 - Q (Quality)
 - C (Connect)
4. X1 (RS232) para conexión de la aplicación del PLC o de la PC de servicio técnico

- **Conexión para alimentación eléctrica**

Los bornes de tornillos superiores están previstos para conectar la fuente de alimentación:

- 24 V tensión continua (nominal), Itíp. 165mA con 24V.

Los dos bornes de tornillo de la izquierda (24 V) están unidos entre sí, de la misma forma que se encuentran los dos bornes de tornillo de la derecha (0 V) (ver Figura 2.18).

Nota: El aparato se pone en funcionamiento en cuanto se abastece de corriente eléctrica.

- **Antena**

En la parte superior delantera del aparato se encuentra el conector hembra para conexión de un cable de antena con conector SMA.

- Impedancia: aprox. 50 ohmios

Nota: Use únicamente antenas de la gama de accesorios de SINAUT Telecontrol, destinadas al SINAUT MD720-3. Otras antenas pueden influir negativamente en las propiedades del aparato e incluso causar averías.

- **LED's indicadores**

El SINAUT MD720-3 tiene tres LEDs que indican el estado. El significado de las indicaciones es distinto en el modo Terminal y en el modo OPC.

- **Interfaz X1**

- **Para transmisión de datos**

La interfaz X1 del SINAUT MD720-3 le conecta con la aplicación, por ejemplo: sistema de control, máquina automática, ordenador. Use para ello un cable RS232.

Si su aplicación tiene otra interfaz, por ejemplo: CAN, PPI o bien otro bus industrial, se puede intercalar un convertidor de interfaces corriente en el comercio.

- **Para configuración y asistencia técnica**

La interfaz X1 del SINAUT MD720-3 le conecta por medio de un cable RS232 con el PC que desea utilizar para la configuración y la asistencia técnica. Conecte el PC a través de su puerto serie (COM-Port).

- **La tecla SET**

Con la tecla SET se pueden activar diversas funciones de asistencia técnica pulsándola durante un tiempo más o menos largo:

Tabla 2.7. Funciones de asistencia técnica pulsando la tecla SET.

| Pulsación de la tecla SET | | LED Status | Función |
|--|---|--|--|
| al conectar la tensión de alimentación | → | Comienza la luz circulante de la secuencia de arranque | Conmutación de los modos operativos Terminal ↔ OPC |
| en funcionamiento, menos de 2 segundos | → | El LED "S" (Status) se enciende | Salida de los ajustes y los valores actuales a través de la interfaz RS232 |
| en funcionamiento, 2-4 segundos | → | El LED "Q" (Quality) se enciende | Modo de asistencia técnica para cargar un nuevo firmware |
| en funcionamiento, más de 4 segundos | → | El LED "C" (Connect) se enciende | Cargar la configuración de fábrica |

d. SINAUT MD720-3 en el modo OPC

En el modo OPC, el SINAUT MD720-3 es configurado por bloques de programa del aparato S7-200 conectado y establece por sí mismo una conexión vía GPRS entre el aparato S7-200 conectado y el servidor OPC SINAUT MICRO SC.

Adicionalmente, el aparato S7-200 puede enviar mensajes vía servicio SMS directamente a otros abonados del servicio SMS, o bien a través de una pasarela (Gateway) a equipos de fax.

Con este fin se interrumpe la conexión GPRS con el servidor OPC SINAUT MICRO SC.

Además, en el modo OPC el SINAUT MD720-3 puede recibir llamadas de datos de servicio técnico de módems analógicos, módems RDSI o módems GSM.

- **Activación del modo OPC**

El SINAUT MD720-3 da soporte a dos modos operativos básicos modo Terminal y modo OPC. El SINAUT MD720-3 se suministra de fábrica con el modo Terminal activado.

- **Conmutación automática por el SPS (PLC)**

El modo OPC del SINAUT MD720-3 en servicio con otros aparatos S7-200 y los bloques de programa WDC se activa automáticamente durante la inicialización.

- **Conmutación manual**

Si como excepción se hace necesaria una conmutación manual del SINAUT MD720-3 del modo Terminal al modo OPC.

- **Condiciones para el uso en el modo OPC: contrato de abonado a GSM**

Para el uso del SINAUT MD720-3 en el modo OPC se necesita lo siguiente:

- Tarjeta SIM de un operador de red GSM con GPRS activado.
 - Tarjeta SIM de un operador de red GSM con servicio CSD activado, 9600 bit/s y número extra para llamadas de datos (para Teleservice), disponibilidad de una red GSM.

- **Funciones de los LED's en el modo OPC**

El aparato dispone de tres LED's, que informan sobre el respectivo estado operativo:

- **S** (Status)
- **Q** (Quality)
- **C** (Connect)

Tabla 2.8. Funciones de los LEDs en el modo OPC

| LED | Estado | Significado |
|-------------------|---|--|
| S, Q, C juntos | luz circulante rápida | Arranque |
| | parpadeo lento síncrono | Modo de asistencia técnica |
| | luz circulante lenta | Actualización |
| | parpadeo rápido síncrono | Error (fallo) |
| S (Status) | parpadeo lento | Esperando una entrada de PIN |
| | parpadeo rápido | Error de PIN / error de SIM |
| | OFF | No hay conexión GPRS |
| | ON | Hay conexiones GPRS |
| Q (Quality) | parpadeo lento | Incorporación a la red GSM |
| | 1 parpadeos con intervalo | Intensidad de campo insuficiente |
| | 2 parpadeos con intervalo | Intensidad de campo suficiente |
| | 3 parpadeos con intervalo | Intensidad de campo buena |
| | siempre ENCENDIDO | Intensidad de campo muy buena |
| | OFF | Esperando PIN |
| C (Connect) | OFF | No hay conexión con el servidor |
| | parpadeo lento | Estableciendo conexión con MICRO SC |
| | ON | Establecida conexión con MICRO SC |
| | parpadeando sincrónicamente con el flujo de datos | Transferencia de datos |

Nota:

Parpadeo lento: 1 veces por segundo

Parpadeo rápido: 4 veces por Segundo

- **PIN en el modo OPC**

- **Entrada del PIN**

Si el LED "S" parpadea lentamente (1 vez por segundo), el SINAUT MD720-3 está esperando la entrada del PIN.

En el modo OPC, el PIN se transfiere por el PLC (SPS) conectado al SINAUT MD720-3. Para esto tiene que estar introducido el PIN en el bloque de datos del programa SPS, con referencia al bloque de datos WDC_INIT. Compruebe si el PLC (SPS) y el SINAUT MD720-3 están conectados.

- **El LED S (Status) parpadea rápidamente**

Si el LED "S" parpadea rápidamente (4 veces por segundo), significa que no se ha reconocido la tarjeta SIM o que ésta se encuentra bloqueada por PUK debido a que se ha transferido con demasiada frecuencia un PIN incorrecto.

1. Compruebe si la tarjeta SIM se ha colocado correctamente en el aparato.
2. Compruebe si la tarjeta SIM está bloqueada por PUK. Introduzca para esto la tarjeta SIM en un teléfono móvil normal. En el teléfono se indica si la tarjeta SIM está bloqueada por PUK. Si la tarjeta SIM está bloqueada por PUK, introduzca el PUK y luego un PIN. Lo mejor es que para esto vuelva a utilizar un teléfono móvil.

3. Antes de volver a colocar la tarjeta SIM en el SINAUT MD720-3, aclare por qué estaba bloqueada por PUK la tarjeta SIM: ¿Qué PIN se encuentra en el programa SPS (PLC)?.
4. Compruebe y, si procede, borre el parámetro SIMSTATE del SINAUT MD720-3.

- **Comprobar y borrar el parámetro SIMSTATE**

El parámetro SIMSTATE se le muestra al pulsar la tecla SET.

- SIMSTATE=SIM_OK. Listo para el servicio.
- SIMSTATE=SIM_ERROR. PIN incorrecto, un intento fallido.
- SIMSTATE=SIM_PROBLEM. PIN incorrecto, dos intentos fallidos no se ha reconocido tarjeta SIM.

En caso de SIMSTATE=SIM_ERROR o SIMSTATE=SIM_PROBLEM, proceda del siguiente modo:

1. Asegúrese de que está introducido el PIN correcto en el bloque del programa SPS.
2. Pulse la tecla SET hasta que se cargue la configuración de fábrica (Atención: con esto se reponen todos los ajustes) o introduzca los siguientes comandos AT:

AT^PARSTART

AT^PARCSE

AT^PAREND

3. El aparato efectúa entonces un prearranque y vuelve a estar listo para el servicio.

- **Para cambiar la tarjeta SIM**

No olvide que si cambia la tarjeta SIM tiene que cambiar el PIN en su aplicación o en el bloque de programa SPS (PLC) al PIN de la nueva tarjeta SIM.

Si utiliza muchas tarjetas SIM, puede ser conveniente poner el mismo PIN para todas las tarjetas SIM, por ejemplo con un teléfono móvil normal. Tenga en cuenta al respecto las reglas de seguridad para el uso de tarjetas SIM.

- **Tarjetas SIM sin PIN**

El aparato trabaja también con tarjetas SIM para las que está desactivada la consulta de PIN. En tal caso se pasa por alto simplemente la consulta de PIN y el aparato intenta ingresar inmediatamente en la red GSM.

- **Método de ingreso en SINAUT MICRO SC**

Tras encender el aparato o tras la configuración por el sistema de control, o bien después de una interrupción de la conexión, el SINAUT MD720-3 que trabaja en el modo OPC comienza inmediatamente a establecer la conexión con el servidor OPC SINAUT MICRO SC.

Si fracasa el establecimiento de la conexión, se realizan más intentos según la secuencia siguiente:

- Después de encender: 3 intentos directamente consecutivos
- 2 minutos de espera: 3 intentos directamente consecutivos
- 4 minutos de espera: 3 intentos directamente consecutivos
- 6 minutos de espera: 3 intentos directamente consecutivos
- 10 minutos de espera: 3 intentos directamente consecutivos
- 15 minutos de espera: 3 intentos directamente consecutivos
- Cada 15 minutos más: 3 intentos directamente consecutivos

2.3.2 ANTENA ANT794

a. Generalidades

La Antena ANT794-4MR es una antena Quadbanda omnidireccional para uso de redes GSM/GPRS junto con módems SINAUT GPRS. Posee un cable de conexión “Low Loss” de 5 metros con una impedancia aproximada de 50 Ohm. Permite que el módem opere en redes GSM con frecuencias de:

- 800 MHz
- 900 MHz
- 1800 MHz
- 1900 MHz

La Figura 2.19 muestra el aspecto físico, las dimensiones y soportes de la antena, así, como su forma de colocación.

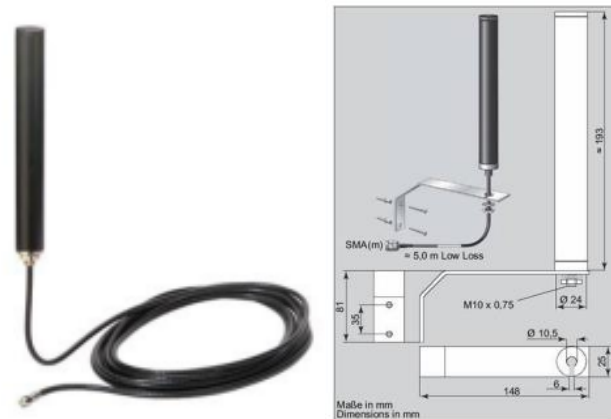


Figura 2.19. Antena ANT794-4MR.

b. Conexión

La antena ANT794-4MR posee un conector SMA para su simple adaptación con los módems MD720-3 o MD740-1 como se observa en la Figura 2.20.



Figura 2.20. Conexión de la Antena ANT794-4MR con el módem MD720-3.

2.3.3 INSTALACIÓN Y CABLEADO DEL HARDWARE

1. Abrir el módem SINAUT MD720-3 e insertar la tarjeta SIM de la operadora de telefonía móvil. (Parte 2.3.1 literal b)

2. Montar el LOGO! Power, el PLC S7-200 y el módem SINAUT MD720-3 en un carril DIN.

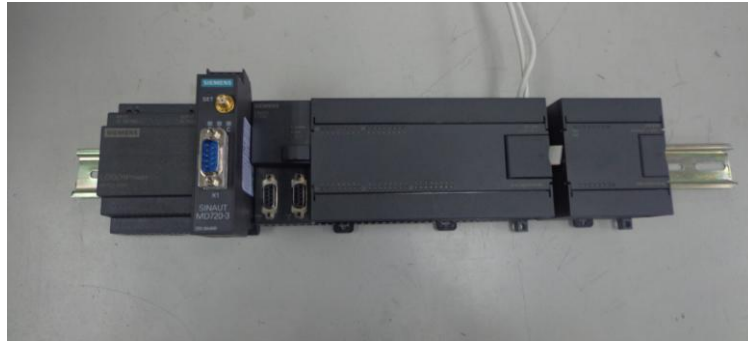


Figura 2.21. Materiales montados en el carril DIN

3. Conectar el módem SINAUT MD720-3 a la fuente de alimentación de 24V DC LOGO! Power.



Figura 2.22. Conexión del modem SINAUT MD720-3 a la fuente.

4. Conectar el PLC S7-200 CPU 226 a la fuente de alimentación de 110V AC.

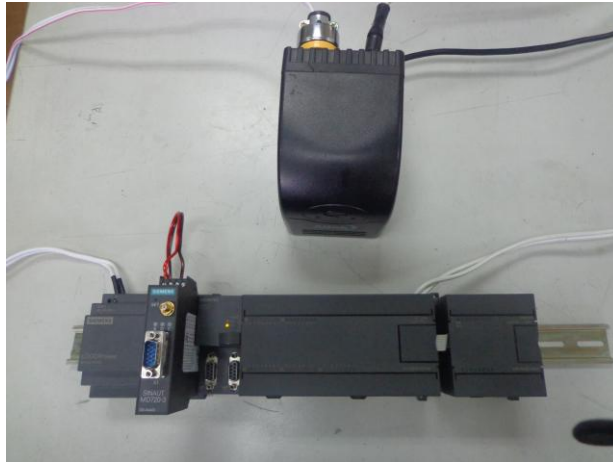


Figura 2.23. Conexión del PLC a la fuente.

5. Conectar el módem MD720-3 y el S7-200 con el cable PC/PPI. Utilice la siguiente posición de los micro-switches:

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

6. Llevar a tierra todas las conexiones de tierra.
7. Conectar la antena al módem, si es necesario, asegurar un pararrayos adecuado para la antena. (Ver diagramas esquemáticos de los procesos ANEXO I y J)



Figura 2.24. Conexión de la antena al módem.

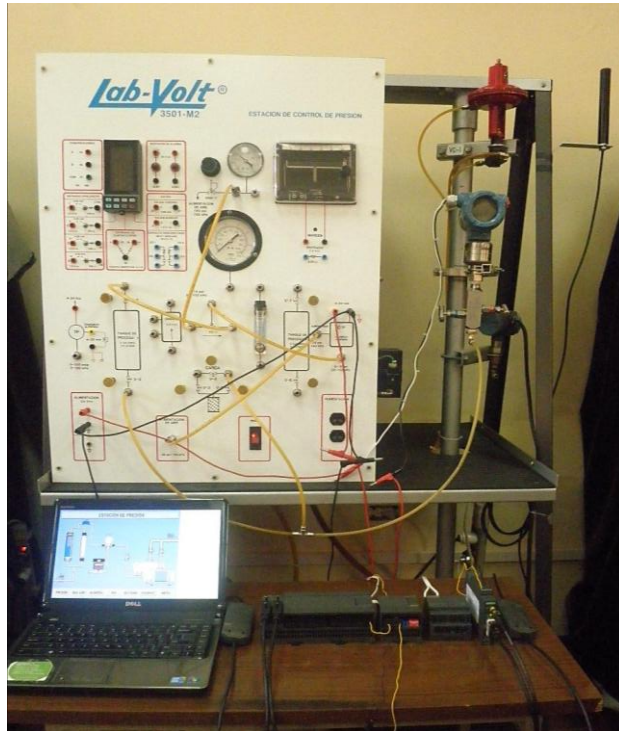


Figura 2.25. Instalación y Cableado del Hardware de la Estación de Presión.

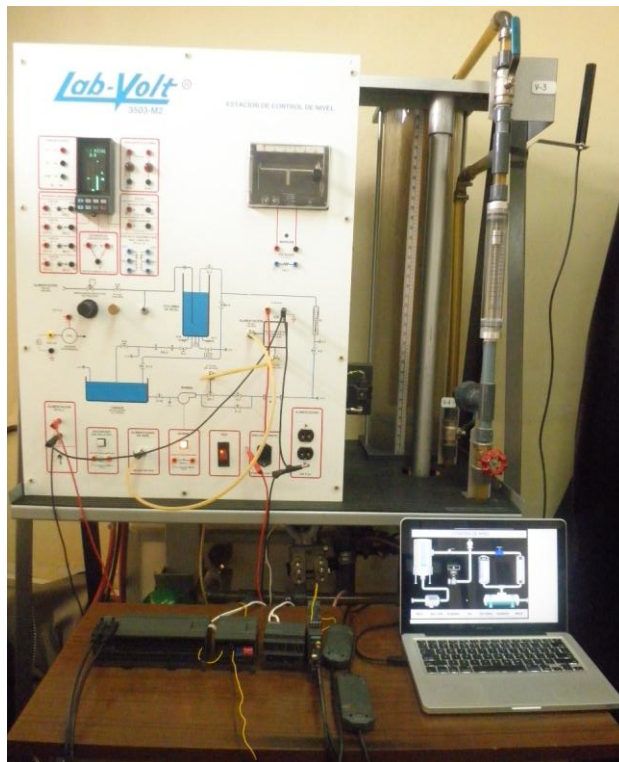


Figura 2.26. Instalación y Cableado del Hardware de la Estación de Nivel.

2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

2.4.1 ESQUEMA GENERAL

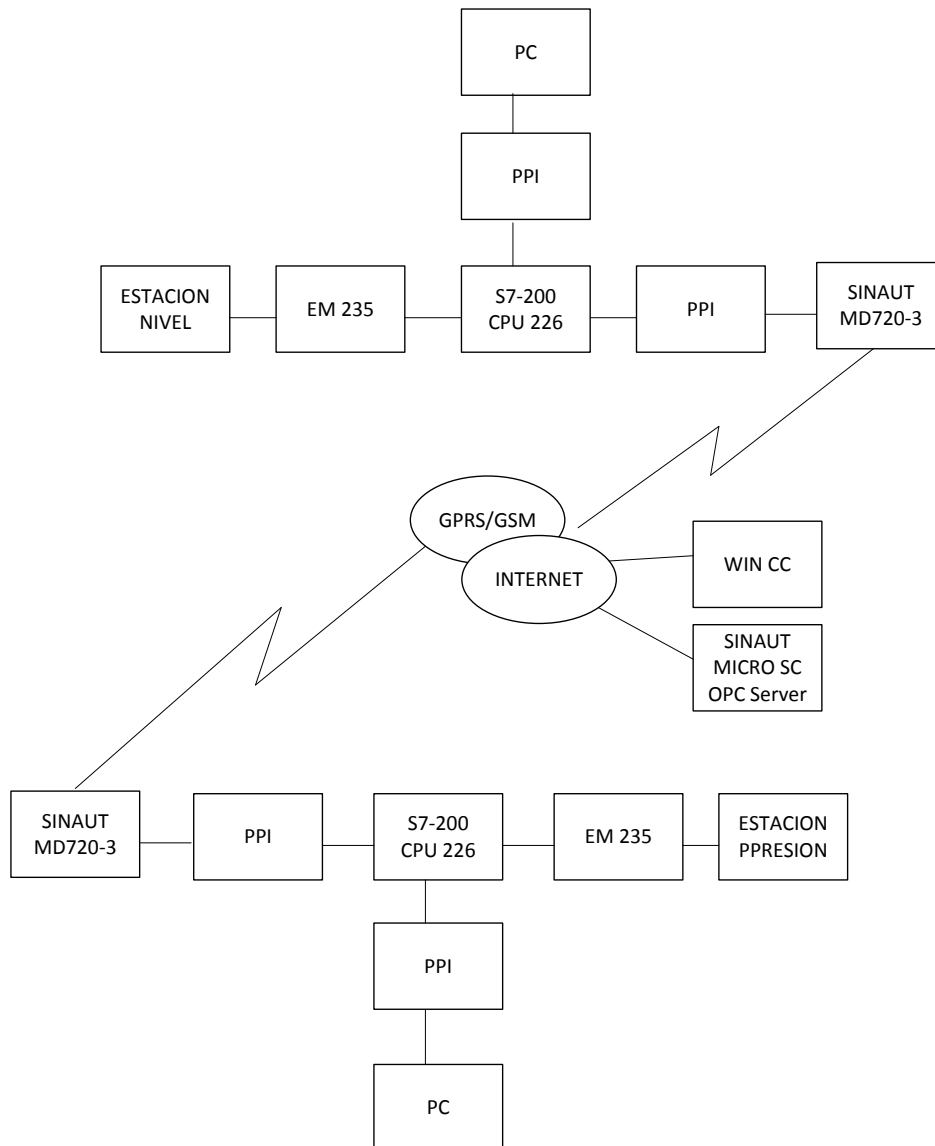


Figura 2.27. Esquema general del Sistema de Control.

2.4.2 CONTROL DE LAS ESTACIONES LOCALES.

Para un funcionamiento óptimo, las estaciones locales son activadas mediante control de Nivel y Presión, el cual se implementó usando la función Proporcional Integral y Derivativa PID, disponible en el PLC S7-200. Este PLC tiene a su disposición ocho PID's, contribuyen a formar un lazo cerrado de control. El algoritmo implementado en el PLC y sus características se detallarán a continuación.

a. Regulación PID en el PLC S7-200.

La operación Regulación PID ejecuta el cálculo de un lazo de regulación PID en el LOOP referenciado, conforme a la información de entrada y la configuración definida en la tabla de variables TABLE (TBL) del PLC, como se observa en la Figura 2.28.

Para habilitar el cálculo PID, el bloque de la función deberá estar en ON.



Figura 2.28. Boque PID.

Esta operación tiene dos operandos: una dirección TABLE que constituye la dirección inicial de la tabla del lazo de control, y un número LOOP que es una constante comprendida entre 0 y 7, los mismos que denotan la referencia del lazo de control en que se está trabajando.

Un programa sólo admite ocho operaciones PID. Si se utilizan dos o más operaciones PID con el mismo número de lazo (aunque tengan diferentes

direcciones de tabla), los dos cálculos PID se interferirán mutuamente siendo impredecible el resultado. La tabla del lazo almacena nueve parámetros que sirven para controlar y supervisar la operación del mismo. Incluye el valor actual y previo de la variable del proceso (valor real), la consigna, la salida o magnitud manipulada, la ganancia, el tiempo de muestreo, el tiempo de acción integral, el tiempo de acción derivada y la suma integral (bias).

De esta forma, la dirección de la tabla escrita en el bloque de función PID, será el inicio de los nueve parámetros descritos anteriormente, donde, dependiendo del tamaño de la palabra del dato, cada uno se encuentra separado de esta dirección por un offset. La Tabla 2.9 muestra la distribución de los parámetros del algoritmo con su respectivo offset, es decir, si por ejemplo, la dirección inicial de la tabla es VB100, el parámetro tiempo de muestreo tiene un offset de 16, tendrá entonces la dirección VB116 y así sucesivamente con los demás parámetros.

Tabla 2.9. Distribución de parámetros del algoritmo PID con su respectivo offset.

| Offset | Campo | Formato | Tipo de datos | Descripción |
|--------|--|-------------------------|---------------|---|
| 0 | Variable del proceso (PV_n) | Palabra doble - real | In | Contiene la variable del proceso que debe estar escalada entre 0.0 y 1.0. |
| 4 | Consigna (SP_n) | Palabra doble - real | In | Contiene la consigna que debe estar escalada entre 0.0 y 1.0. |
| 8 | Salida (M_n) | Palabra doble - real | IN/OUT | Contiene la salida calculada, escalada entre 0.0 y 1.0. |
| 12 | Ganancia (K_C) | Palabra doble - real | In | Contiene la ganancia, que es una constante proporcional. Puede ser un número positivo o negativo. |
| 16 | Tiempo de muestreo (T_S) | Palabra doble - real | In | Contiene el tiempo de muestreo en segundos. Tiene que ser un número positivo. |
| 20 | Tiempo de acción integral (T_I) | Palabra doble - real | In | Contiene el tiempo de acción integral en minutos. Tiene que ser un número positivo. |
| 24 | Tiempo de acción derivada (T_D) | Palabra doble - real | In | Contiene el tiempo de acción derivada en minutos. Tiene que ser un número positivo. |
| 28 | Suma integral (MX) | Palabra doble - real | IN/OUT | Contiene el valor de la suma integral entre 0.0 y 1.0. |
| 32 | Variable del proceso previa (PV_{n-1}) | Palabra doble - real | IN/OUT | Contiene el último valor real almacenado al ejecutar por última vez la instrucción PID. |

Para poder realizar el cálculo PID con el intervalo de muestreo deseado, la operación PID deberá ejecutarse bien dentro de una rutina de interrupción temporizada, o bien desde el programa principal a intervalos controlados por un temporizador. El tiempo de muestreo se define como variable de entrada para la operación PID a través de la tabla del lazo.

b. Algoritmo PID

En modo estacionario, un regulador PID varía el valor de su salida para llevar a cero el error de regulación (e). El error es la diferencia entre el valor de consigna (SP) (el punto de trabajo deseado) y la variable del proceso (PV) (el punto de trabajo real). El principio de una regulación PID se basa en la ecuación que se indica a continuación y que expresa la salida M(t) como una función de un término proporcional, uno integral y uno diferencial:

| |
|---|
| $M(t) = K_C * e + K_C \int_0^t e dt + M_{\text{initial}} + K_C * de/dt$ |
| <p>salida = término proporcional + término integral + término diferencial</p> |

(Ec. 2.1)

donde:

M(t) es la salida del lazo en función del tiempo.

Kc es la ganancia del lazo.

e es el error de regulación (diferencia entre la consigna y la variable del proceso).

M_{inicial} es el valor inicial de la salida del lazo.

Para poder implementar esta función de regulación en un sistema digital, la función continua deberá cuantificarse mediante muestreos periódicos del

valor del error, calculándose seguidamente el valor de la salida. La ecuación que constituye la base de la solución en un sistema digital es:

| |
|---|
| $M_n = K_C * e_n + K_I * \sum_1^n + M_{\text{inicial}} + K_D * (e_n - e_{n-1})$ |
| <p>salida = término proporcional + término integral + término diferencial</p> |

(Ec. 2.2)

donde:

M_n es el valor de salida del lazo calculado en el muestreo n-ésimo.

K_C es la ganancia del lazo.

e_n es el valor del error del lazo en el muestreo n-ésimo.

e_{n-1} es el valor previo del error de regulación (en el muestreo n-ésimo).

K_I es la constante proporcional del término integral.

M_{inicial} es el valor inicial de la salida del lazo.

K_D es la constante proporcional del término diferencial.

Para esta ecuación, el término integral se muestra en función de todos los términos del error, desde el primer muestreo hasta el muestreo actual. El término diferencial es una función del muestreo actual y del muestreo previo; mientras que el término proporcional sólo es función del muestreo actual. En un sistema digital no es práctico almacenar todos los muestreos del término del error, además de no ser necesario.

Puesto que un sistema digital debe calcular el valor de salida cada vez que se muestre el error, comenzando en el primer muestreo, basta con almacenar el valor previo del error y el valor previo del término integral. Debido a la naturaleza repetitiva de la solución basada en un sistema

digital, es posible simplificar la ecuación a resolver en cada muestreo. La ecuación simplificada es:

| | | | | | | |
|----------------------|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|---|--|
| M_n | = | K_C*e_n | + | K_I*e_n+Mx | + | K_D*(e_n-e_{n-1}) |
| salida | = | término proporcional | + | término integral | + | término diferencial |

(Ec. 2.3)

donde:

M_n es el valor de salida del lazo calculado en el muestreo n-ésimo.

K_C es la ganancia del lazo.

e_n es el valor del error del lazo en el muestreo n-ésimo.

e_{n-1} es el valor previo del error de regulación (en el muestreo n-ésimo).

K_I es la constante proporcional del término integral.

Mx es el valor previo del termino integral (en el muestreo n-ésimo).

K_D es la constante proporcional del término diferencial.

Para calcular el valor de salida del lazo, el PLC S7-200 utiliza una forma modificada de la ecuación simplificada anterior. Esta ecuación modificada equivale a:

| | | | | | | |
|----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| M_n | = | MP_n | + | MI_n | + | MD_n |
| salida | = | término proporcional | + | término integral | + | término diferencial |

(Ec. 2.4)

donde:

M_n es el valor de salida del lazo calculado en el muestreo n-ésimo.

MP_n es el valor del termino proporcional de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

MI_n es el valor del termino integral de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

MDn es el valor del termino diferencial de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

c. Término proporcional de la ecuación PID

El término proporcional MP, es el producto de la ganancia (Kc), la cual controla la sensibilidad del cálculo de la salida, y del error (e), que es la diferencia entre el valor de consigna (SP) y el valor real o de la variable del proceso (PV) para un instante de muestreo determinado. La ecuación que representa el término proporcional según la resuelve el S7-200 es la siguiente:

$$MP_n = K_C \cdot (SP_n - PV_n)$$

(Ec. 2.5)

donde:

MPn es el valor del termino proporcional de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

Kc es la ganancia del lazo.

SPn es el valor de la consigna en el muestreo n-ésimo.

PVn es el valor de la variable del proceso en el muestreo n-ésimo.

d. Término integral de la ecuación PID

El término integral MI, es proporcional a la suma del error a lo largo del tiempo. La ecuación que representa el término integral según la resuelve el S7-200 es la siguiente:

$$MI_n = K_C \cdot T_S / T_I \cdot (SP_n - PV_n) + Mx$$

(Ec. 2.6)

donde:

MIn es el valor del término integral de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

Kc es la ganancia del lazo.

Ts es el tiempo de muestreo del lazo.

Tl es el periodo de integración del lazo.

SPn es el valor de la consigna en el muestreo n-ésimo.

PVn es el valor de la variable del proceso en el muestreo n-ésimo.

Mx es el valor previo del término integral.

La suma integral o bias (MX) es la suma acumulada de todos los valores previos del término integral. Después de cada cálculo de MIn se actualiza la suma integral con el valor de MIn que puede ajustarse o limitarse. Por regla general, el valor inicial de la suma integral se ajusta al valor de salida (M inicial) justo antes de calcular la primera salida del lazo. El término integral incluye también varias constantes tales como la ganancia (KC), el tiempo de muestreo (TS), que define el intervalo con que se recalcula periódicamente el valor de salida del lazo PID, y el tiempo de acción integral (TI), que es un tiempo utilizado para controlar la influencia del término integral en el cálculo de la salida.

e. Término diferencial de la ecuación PID

El término diferencial MD es proporcional a la tasa de cambio del error. El S7-200 utiliza la ecuación siguiente para el término diferencial:

$$MD_n = K_C * T_D / T_S * ((SP_n - PV_n) - (SP_{n-1} - PV_{n-1}))$$

(Ec. 2.7)

Para evitar cambios o saltos bruscos de la salida debidos a cambios de la acción derivada o de la consigna, se ha modificado esta ecuación bajo la hipótesis de que la consigna es constante ($SP_n = SP_{n-1}$). En consecuencia, se calcula el cambio en la variable del proceso en lugar del cambio en el error, como puede verse a continuación:

$$MD_n = K_C * T_D / T_S * (SP_n - PV_n - SP_n + PV_{n-1})$$

(Ec. 2.8)

o simplificado

$$MD_n = K_C * T_D / T_S * (PV_{n-1} - PV_n)$$

(Ec. 2.9)

donde:

MD_n es el valor del término diferencial de salida del lazo en el muestreo n-ésimo.

K_C es la ganancia del lazo.

T_S es el tiempo de muestreo del lazo.

T_D es el periodo de diferenciación de lazo.

SP_n es el valor de la consigna en el muestreo n-ésimo.

PV_{n-1} es el valor de la consigna en el muestreo n-1.

PV_n es el valor de la variable del proceso en el muestreo n-ésimo.

PV_{n-1} es el valor de la variable del proceso en el muestreo (n-1)-ésimo.

En lugar del error es necesario guardar la variable del proceso para usarla en el próximo cálculo del término diferencial. En el instante del primer muestreo, el valor de PV_{n-1} se inicializa a un valor igual a PV_n .

f. Selección del tipo de regulación

En numerosos sistemas de regulación basta con utilizar una o dos acciones de regulación. Así, por ejemplo, puede requerirse únicamente regulación proporcional o regulación proporcional e integral. El tipo de regulación se selecciona ajustando correspondientemente los valores de los parámetros constantes. Por tanto, si no se desea acción integral (sin “I” en el cálculo PID), entonces el tiempo de acción integral deberá ajustarse a infinito (“INF”). Incluso sin acción integral, es posible que el valor del término integral no sea “0”, debido a que la suma integral MX puede tener un valor inicial.

Si no se desea acción derivada (sin “D” en el cálculo PID), entonces el tiempo de acción derivada deberá ajustarse a 0.0. Si no se desea acción proporcional (sin “P” en el cálculo PID) y se desea regulación I o ID, entonces la ganancia deberá ajustarse a 0.0. Puesto que la ganancia interviene en las ecuaciones para calcular los términos integral y diferencial, si se ajusta a 0.0 resulta un valor de 1.0, que es el utilizado para calcular los términos integral y diferencial.

g. Algoritmo para el control

El PLC S7-200 cuenta con dos opciones de configurar el bloque PID, de manera estándar Figura 2.28, o el bloque PID creado por el asistente de operaciones software de programación Micro-Win, Figura 2.29.

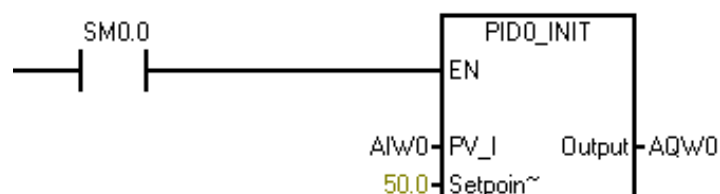


Figura 2.29. Bloque PID creado por el asistente del software MicroWin

h. Procesamiento de valores para el algoritmo PID

Esta subrutina siempre está activada en cada ciclo de máquina, marca especial SM0.0 y realiza las normalizaciones y ajuste de los valores de entrada, preparándoles de manera adecuada para el algoritmo PID.

h.1 Escalamiento del Process Value

La subrutina empieza realizando un proceso de escalamiento del valor recibido por el módulo de entrada analógica (AIW0), pasando por una conversión de entero a real, de manera que es posible ingresar un valor real para realizar las operaciones aritméticas adecuadas. Posteriormente se obtiene el valor del Process Value (PV) para el control y monitoreo de las estaciones locales. (Ver escalamiento en ANEXOS C y D)

h.2 Escalamiento del control value

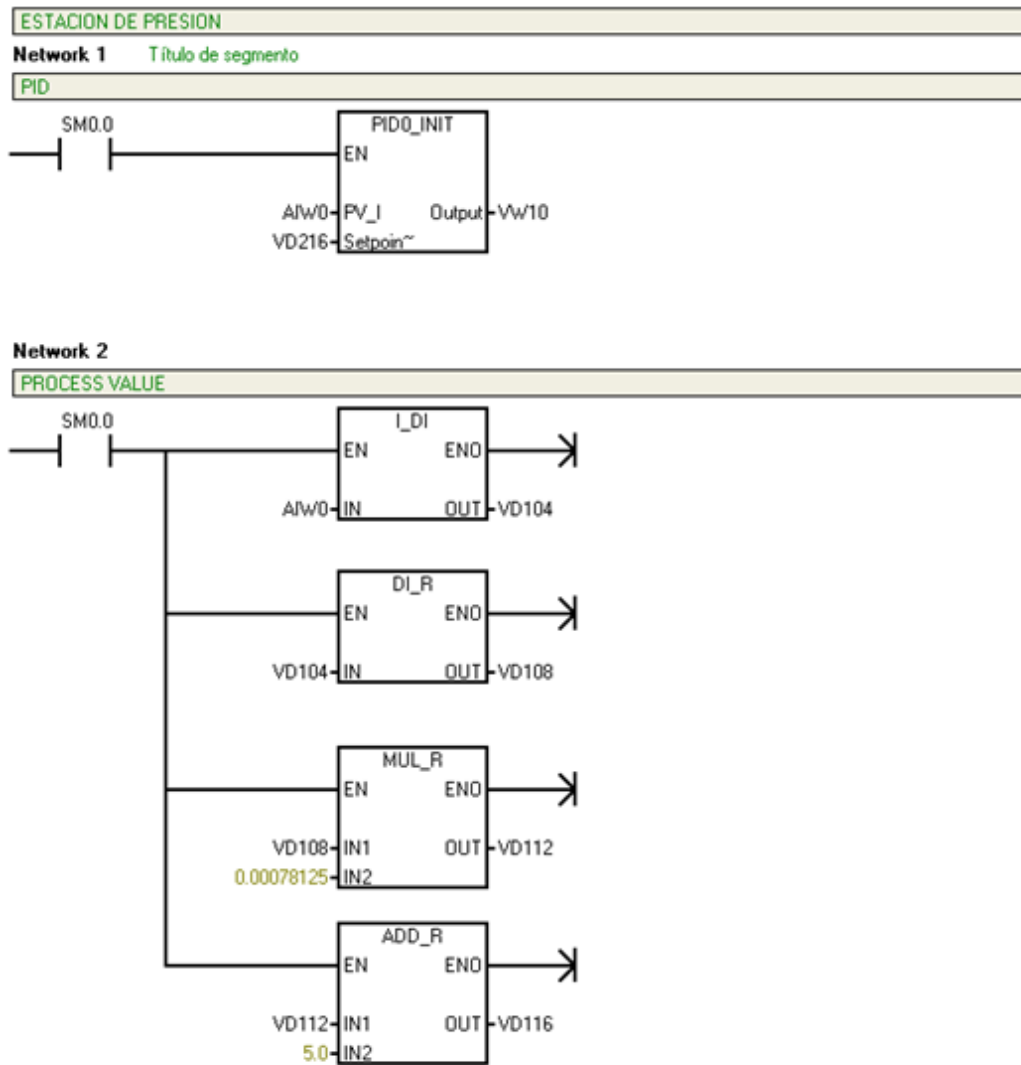
El escalamiento comienza moviendo una variable de entrada a la variable de salida del módulo analógico (AQW0), esta variable se convierte de entero a real, realiza el proceso matemático respectivo y se obtiene el valor del Control Value (CV) que servirá para la supervisión y modificación de los procesos locales.

h.3 Escalamiento del set point

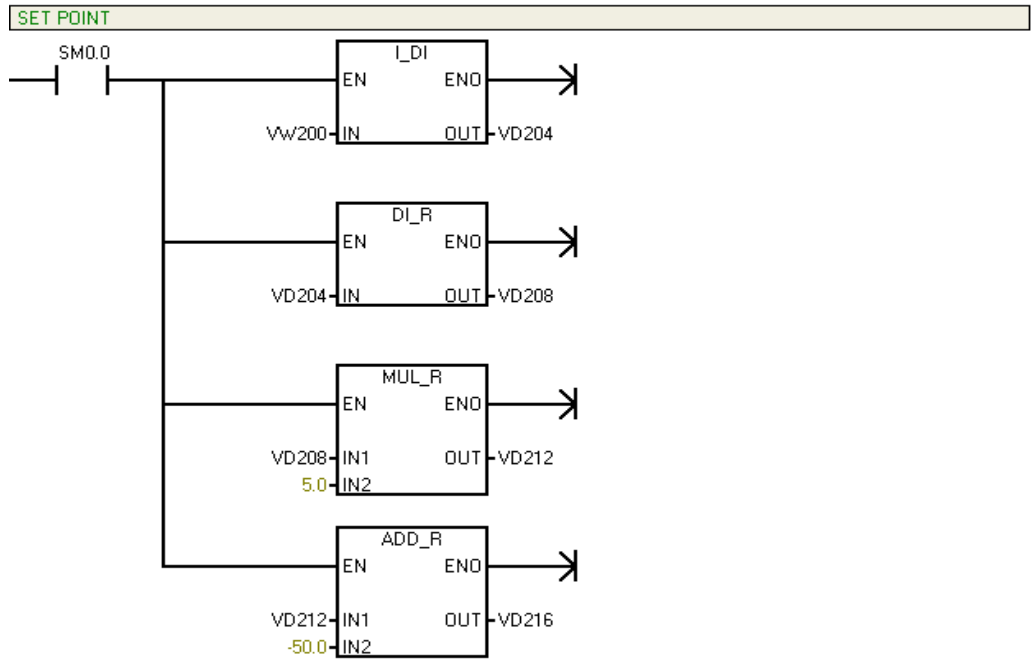
El Set Point (SP) viene a ser una variable de entrada de tipo entero, que es controlada por WinCC, el escalamiento de la variable de entrada debe ser convertido a una variable de tipo real, para realizar las operaciones aritméticas correspondientes y poder utilizar este

valor de salida para la configuración en la subrutina del PID. (Ver escalamiento en ANEXOS C y D)

2.4.3 PROGRAMACION EN MICROWIN STEP7 DEL CONTROL PID



Network 3



Network 4

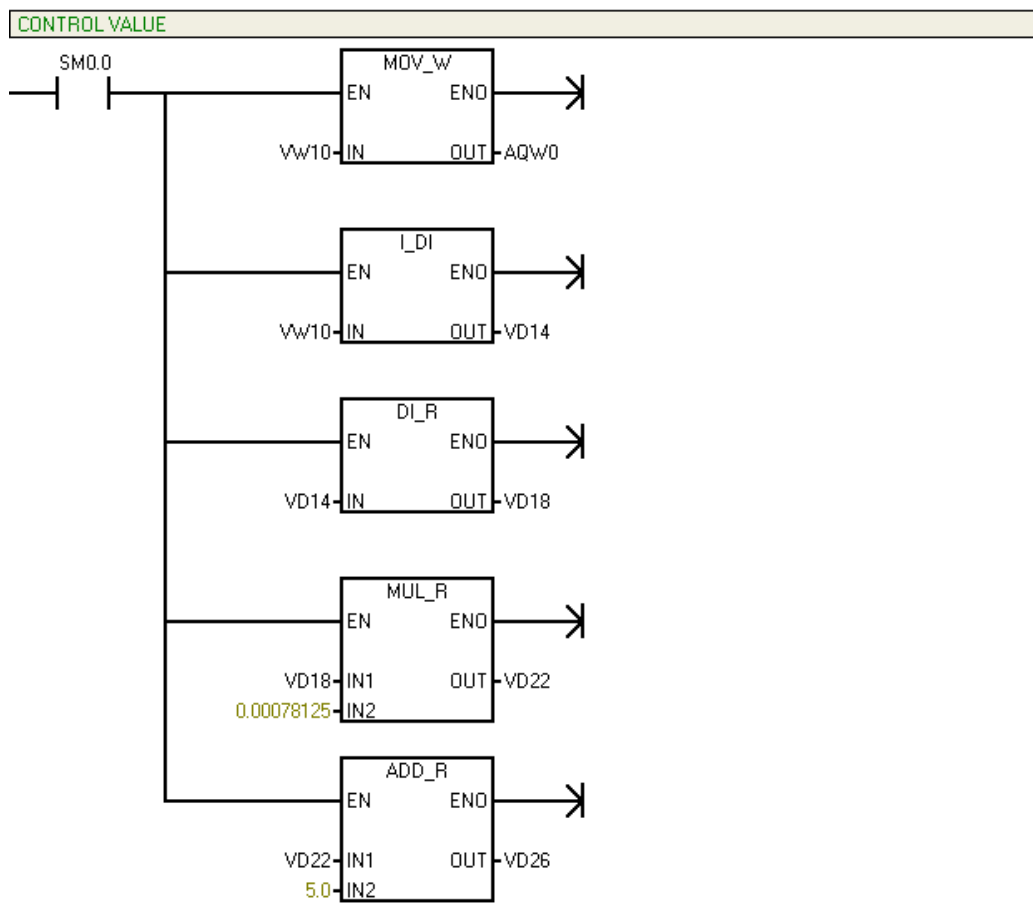


Figura 2.30. Programación en MicroWIN Step7 del Control PID.

2.5 DISEÑO DE SOFTWARE

2.5.1 SINAUT MICRO SC

El software SINAUT MICRO SC es un software de enrutamiento OPC, con funciones especiales de comunicación. Estas funciones de comunicación permiten que el SINAUT MICRO SC pueda tener conexiones de datos a distancia con los controles remotos S7-200. Para el conexiones de GPRS (General Packet Radio Service) y de redes GSM (Global System for Mobile Communication) es usado.

A través de estas conexiones GPRS, los controles remotos S7-200 pueden comunicarse con el software de enrutamiento OPC o con otros controles S7-200 que están conectados al OPC SINAUT MICRO SC.

El software SINAUT MICRO SC y el módem GPRS SINAUT MD-720-3 satisfacen los siguientes propósitos:

a. Comunicación a través de GPRS / GSM

- CONEXIÓN S7-200 - SINAUT MICRO SC

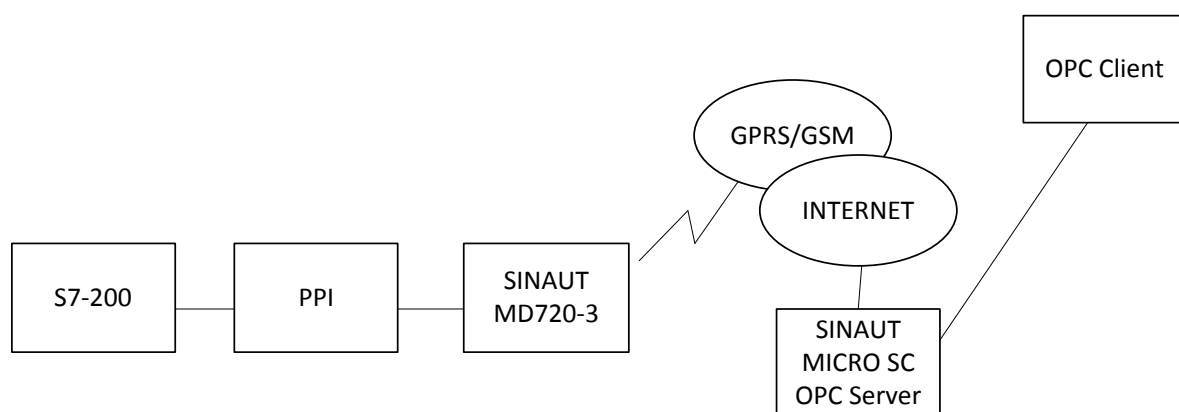


Figura 2.31. Conexión S7-200 con el software MICRO SC OPC.

El Software de enrutamiento OPC SINAUT MICRO SC puede conectar hasta 256 controles remotos S7-200 a través de GSM / GPRS. Los módems GSM / GPRS SINAUT MD720-3 conectan los controles S7-200 a la red GSM / GPRS.

El equipo con el OPC SINAUT MICRO SC está conectado a la red GSM / GPRS a través de Internet. Así que un cliente OPC tiene acceso al servidor OPC del OPC de enrutamiento SINAUT MICRO SC y puede enviar y recibir datos desde los mandos a distancia.

- **CONEXIÓN S7-200 - S7-200**

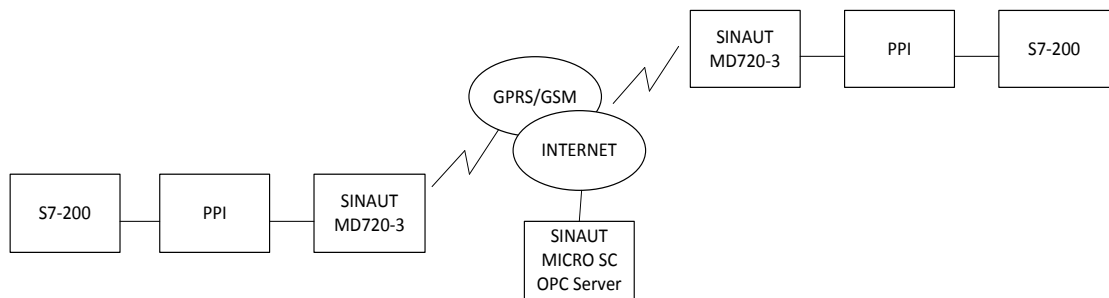


Figura 2.32. Conexión S7-200 con el otro S7-200.

También los mandos a distancia S7-200 pueden intercambiar datos a través del OPC de enrutamiento SINAUT MICRO SC. Para ello, el control envía los datos al OPC SINAUT MICRO SC, y éste es encargado de enviar los datos al control de destino.

b. Condiciones de funcionamiento

- **Accesibilidad del SINAUT MICRO SC**

El equipo que ejecuta el software de enrutamiento OPC SINAUT MICRO SC tiene que ser accesible desde la red GPRS de forma permanente. Por lo tanto, este equipo debe estar conectado directamente a la red GPRS o debe ser accesible de forma permanente al Internet por DSL por ejemplo.

Nota:

El equipo que ejecuta el software de enrutamiento OPC debe ser apagado sólo por corto período de tiempo. Si el OPC SINAUT MICRO SC no es accesible, el GPRS / GSM módems SINAUT MD720-3 intenta una y otra vez para conectar con el SINAUT MICRO SC, esto genera volumen de datos a través de GPRS con los costos establecidos por la operadora de telefonía móvil, por lo que debemos evitar las veces, cuando esté apagado el SINAUT MICRO SC o no es accesible.

- **Firewall**

Al igual que cualquier otro ordenador conectado a Internet u otra red IP pública, debe proteger el servidor OPC por un firewall contra los ataques que vienen a través de la red conectada.

Asegúrese de que el puerto del servidor configurado no esté bloqueado por el firewall. De lo contrario las pruebas del Módems GPRS / GSM para conectarse a través de GPRS generarán volumen de datos con los costos.

- **Dirección definida del OPC SINAUTMICRO SC**

Para que un SINAUT MD720-3 pueda establecer activamente una conexión GPRS al servidor OPC SINAUT MICRO SC, el servidor OPC SINAUT MICRO SC debe tener una dirección IP fija. Hay tres maneras de obtener una dirección IP fija:

- **Fijar la dirección IP**

- El servidor está conectado a la red GPRS a través de una línea dedicada. En este caso, normalmente se ha asignado una dirección IP fija por el operador de red. (Una dirección IP está formada por 4 números separados por puntos, que pueden tener cada uno un máximo de tres dígitos, por ejemplo, 184.17.20.30).
- El servidor se puede acceder a través de Internet y se ha asignado una dirección IP fija por el proveedor de servicios de Internet (la dirección se puede aplicar a partir de algunos proveedores de servicios de Internet).

- **Dirección IP fija a través de proveedor de DNS dinámico**

El servidor se puede acceder a través de Internet y se le asigna direcciones IP dinámicas, sino que se ha registrado en un proveedor de DNS dinámico (DNS = Domain Name Server). Por lo tanto, no tiene un nombre fijo en formato URL (URL = Uniform Resource Locator).

- **Contrato de abonado GPRS**

Para utilizar el SINAUT MICRO SC y el módem GPRS SINAUT MD720-3 se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar suscrito a un contrato con un operador de red GSM (por ejemplo, Movistar, Claro, CNT) que soporta GPRS.
- Liberación del GPRS para el usuario en cuestión por el operador de red.

- **Información necesaria**

Tener a mano la siguiente información antes de empezar a configurar el SINAUT MICRO SC y los módulos del programa:

- **Información sobre el GSM / GPRS**

Recibirán esta información de su proveedor de red GSM / GPRS, por ejemplo, en su Página Web, de su gerente de cuenta o de su servicio al cliente.

| | |
|--------------------------|---|
| APN (Access Point Name): | Nombre de la puerta de entrada a la Internet, Intranet. |
| Nombre de usuario: | Opcional, depende del proveedor de la red. |
| Password: | Opcional, depende del proveedor de la red. |
| DNS1: | Opcional, sólo se necesitarán para combatir Hostname. |

DNS2: Opcional, sólo se requiere para abordar Hostname como respaldo para DNS1.

▪ **Información sobre la Internet / GPRS acceso**

Recibirán esta información de su administrador de red, su proveedor de Internet o, si dispone de una conexión directa a la red GPRS de su proveedor de GSM / GPRS.

Nombre de host o Dirección IP del equipo que ejecuta el software de enrutamiento OPC SINAUT MICRO SC.

c. Instalación SINAUT MICRO SC

c.1 Requisitos del sistema

• **Hardware**

- Servidor compatible PC (Intel o AMD), la velocidad de reloj se recomienda 1 GHz.
- Memoria principal mayor 500Mbyte recomendada.
- Disco duro mayor 1 GByte de memoria libre espacio recomendado.
- Unidad de CD-ROM para ejecutar la instalación.
- Adaptador de red y acceso a Internet o a la red GPRS.

• **Sistema Operativo**

OPC Routing Software SINAUT MICRO SC es adecuado para los siguientes sistemas operativos.

- Microsoft Windows XP Professional ServicePack2.
- Microsoft Windows 2003 Server ServicePack1.
- Windows 2000 Service Professional / Server Pack4.

- **Acceso a Internet**

Acceso a Internet, siendo siempre accesible desde "afuera" (para los módems GPRS), es decir que tiene una dirección IP fija o un nombre de host (utilizando DNS).

c.2 Instalación

- **Administrador**

Para instalar el software SINAUT MICRO SC se necesitan derechos de administrador para el ordenador.

- **Número de conexiones**

En función de la licencia que ha adquirido, el SINAUT MICRO SC soporta.

- 8 conexiones con 8 estaciones.
- 64 conexiones con 64 estaciones.
- 256 conexiones a 256 estaciones.

Además hay una versión demo disponible, lo que permite la conexión a una única estación (por un tiempo limitado).

- **Pasos para la instalación del SINAUT MICRO SC**

Inserte el CD-ROM SINAUT MICRO SC en la unidad de CD-ROM del ordenador e inicie el archivo setup.exe. Seleccione el idioma que desee. El asistente le guiará a través de la instalación.

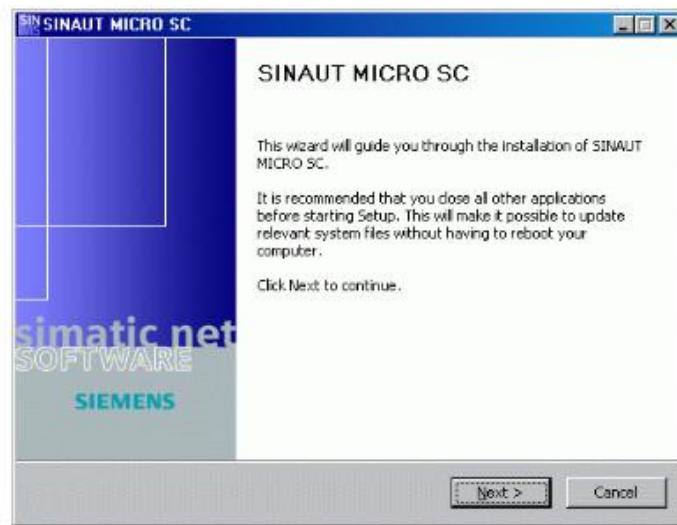


Figura 2.33. Pantalla principal de la instalación.

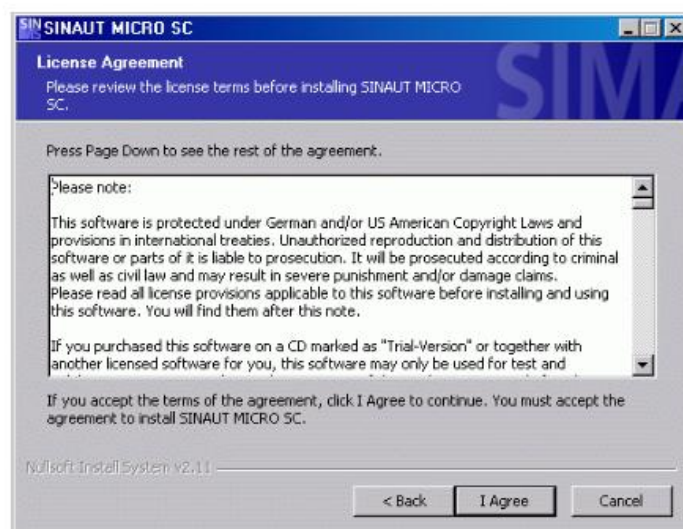


Figura 2.34. Aceptar el acuerdo de instalación.

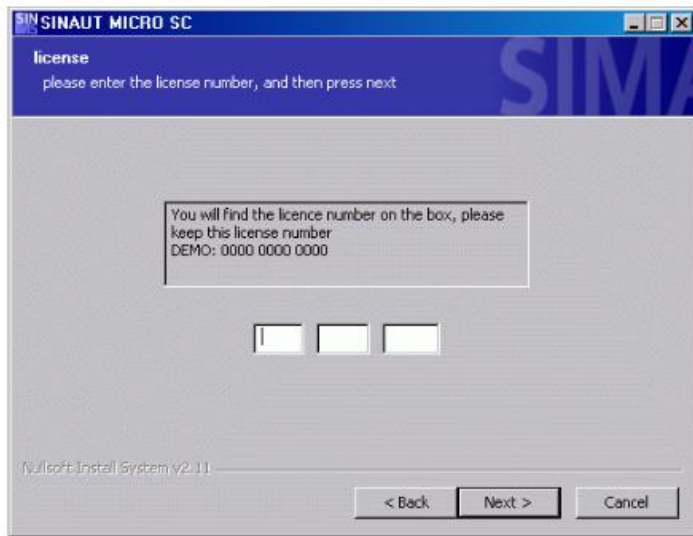


Figura 2.35. Ingresar la licencia.

Introduce el número de licencia. El número de licencia que está escrito en el certificado de licencia del envase.

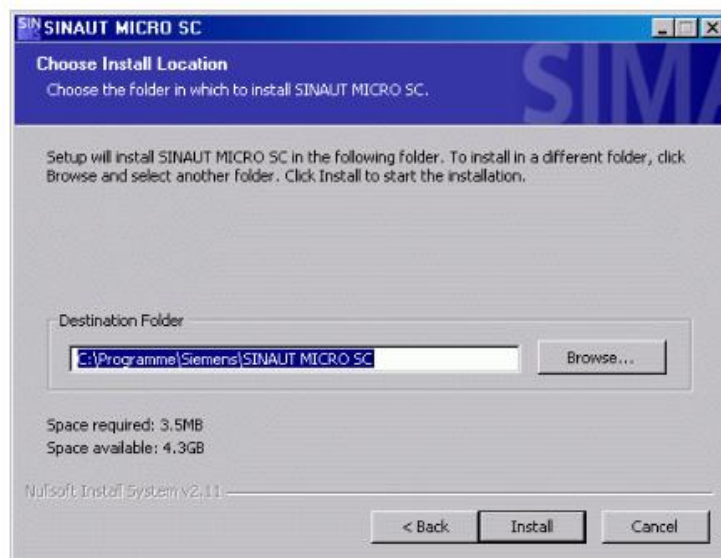


Figura 2.36. seleccionar la direccion en donde se va a instalar.

Seleccione el directorio donde el software SINAUT MICRO SC será instalado.

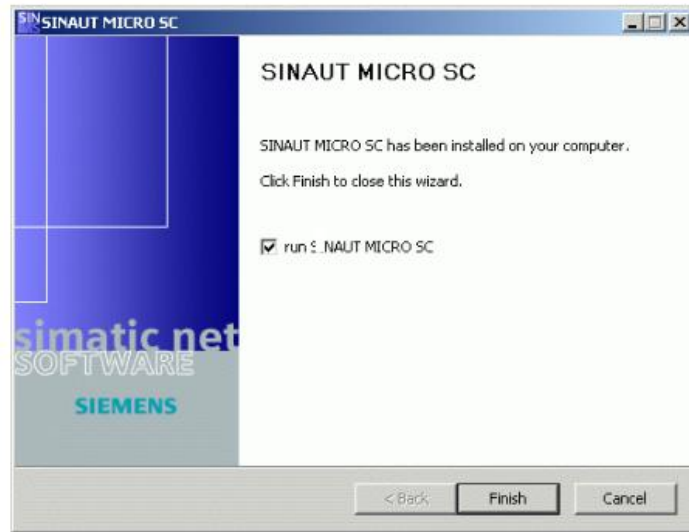


Figura 2.37. Finalizar la instalación.

Después de haber finalizado la instalación de SINAUT MICRO SC, se encuentra un ícono de éste en la barra de tareas de Windows.

d. Configuración SINAUT MICRO SC

d.1 Herramienta de configuración

SINAUT MICRO SC permite controlar a distancia el proceso a través de GPRS (General Packet Radio Service). El sistema permite la comunicación de las estaciones conectadas entre sí y con acceso a todos los lugares de más de un servidor OPC. Esta herramienta de configuración "SINAUT MICRO SC" se utiliza para configurar y supervisar todas las estaciones conectadas al sistema. Una estación consiste en un Siemens S7-200 y un módem GPRS SINAUT MD720-3.

Ventana Principal

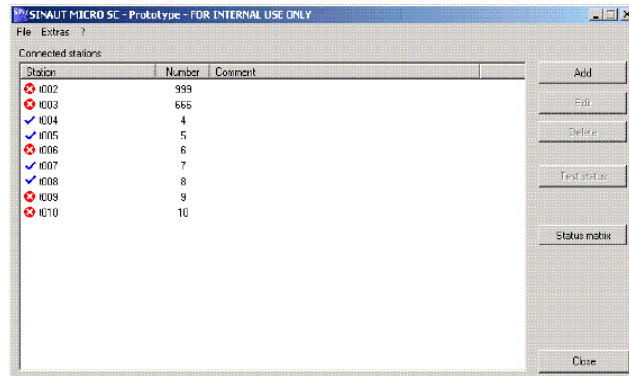


Figura 2.38. Ventana Principal.

El cuadro de diálogo principal muestra una lista de todas las estaciones configuradas. Para cada estación se indica el estado actual:



La estación se desconecta.

El módem GPRS se conecta al servidor, pero la comunicación con el PLC no es posible (por ejemplo, debido a que el PLC no está en modo RUN o el cable entre el PLC y el módem se rompe).

La estación está conectada.

La barra de menú contiene las siguientes opciones:

- **File**
 - Exit: Cierra la herramienta de configuración (el servidor sigue funcionando).
- **Extras**
 - Setting: Configuración de todo el sistema

- ?
 - Help: Abre esta ayuda
 - Info: Muestra información de licencia

Los botones del lado derecho son para el procesamiento de las estaciones conectadas.

- **Add**

Agrega una nueva estación para el sistema. Un cuadro de diálogo que se abre, para editar las propiedades de la nueva estación.

- **Edit**

Abre un diálogo para editar las propiedades de la estación seleccionada.

- **Delete**

Elimina la emisora seleccionada en el sistema.

- **Test Status**

Comprueba el estado de la conexión actual de la estación seleccionada y abre un diálogo para mostrarlo.

El estado de la estación también se puede comprobar haciendo doble clic en un canal de la lista.

- **Status matrix**

Muestra el estado de todas las estaciones configuradas en forma de una matriz abierta.

- **Close**

Termina la herramienta de configuración.

Propiedades de la estación

The screenshot shows a dialog box titled "Properties - <New station>". It has the following fields and options:

- Stationname: t004
- Stationnumber: 4
- GPRS modem section:
 - Name: modem4
 - Password: secret4
- PLC status monitoring section:
 - Status monitoring deactivated
 - Status monitoring by value updates
 - Status monitoring by RealTimeClock synchronization
 - Interval: 15 Minutes
- Comment: (empty text area)
- Buttons: OK, Cancel

Figura 2.39. Propiedades de la estación.

- **Station Name**

El nombre de la estación específica. Este nombre debe ser único en todas las estaciones. Este nombre debe ser proporcionado en el cliente OPC para abordar las variables.

- **Station Number**

Número único de la estación. Este número debe coincidir con el STATION_NUMBER parámetro al llamar WDC_INIT. Este número se utiliza como dirección de destino en la comunicación entre PLCs. Los valores posibles están comprendidos entre 1 y 65535, 0 se reserva para el servidor.

- **GPRS modem name**

El nombre utilizado por el módem GPRS para iniciar sesión en el servidor. Este nombre debe coincidir con el MODEM_NAME parámetro al llamar WDC_INIT en el programa de PLC. Este nombre no se puede modificar.

- **GPRS modem password**

La contraseña utilizada por el módem GPRS para iniciar sesión en el servidor. Esta contraseña debe coincidir con el MODEM_PASSWORD al llamar WDC_INIT en el programa del PLC.

Esta contraseña se propone en función del número de estación, pero se puede cambiar en cualquier momento.

- **SPS status monitoring**

Indica si y cómo la conexión con el PLC se controla a intervalos periódicos.

- **Supervisión de estado desactivado**

La conexión con el PLC no se controla. No se crean costos adicionales.

- **Supervisión del estado de cambios de valor**

La conexión con el PLC se controla mediante la actualización de todos los valores del PLC en el intervalo de tiempo configurado. Con esta opción puede que no sea necesario actualizar valores analógicos y contadores por el programa de control a intervalos periódicos.

- **Supervisión de estado de sincronización RealTimeClock**

La conexión con el PLC se controla mediante la sincronización de la hora real PLC reloj en el intervalo configurado.

Incluso si no se selecciona esta opción, el reloj de tiempo real del PLC se sincroniza una vez un día.

El intervalo determina la frecuencia para la supervisión del estado.

Nota:

La supervisión del estado tiene la función de poner a prueba y para indicar, si la configurada conexión todavía está disponible. A menudo, la función de supervisión de estado también es necesaria para mantener viva la conexión. Una

gran cantidad de operadores de red desconectar conexiones de forma automática si no hay datos que se ha transmitido durante un período de tiempo. Esto puede evitarse, cuando se transmiten frecuentemente solicitudes de estado.

Se debe seleccionar un intervalo de 15 minutos, y utilizar la supervisión de estado de sincronización RealTimeClock.

Probar si las conexiones son estables, si utiliza los intervalos superiores a 15 minuto, caso contrario la selección de intervalos más pequeños si las conexiones son a menudo interrumpidos.

Estado de la estación

Muestra el estado actual de la conexión de la estación seleccionada. La situación está marcada por una llamada activa en el PLC al abrir este cuadro de diálogo.

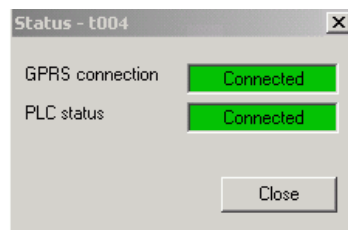


Figura 2.40. Estado de la estación.

- **Conexión GPRS**

Muestra si el módem GPRS está conectado al servidor.

- **Estado del PLC**

Muestra si hay una comunicación entre el servidor y el PLC.

Sólo es posible la comunicación entre el servidor OPC y las estaciones o entre las estaciones entre sí, si ambos campos se muestran conectados.

Si el módem GPRS está conectado pero el PLC no, una posible razón podría ser que el PLC no está en modo RUN o la conexión serie entre el PLC (puerto 0) y el módem está roto.

Matriz de estado

Muestra el estado actual de la conexión de todas las estaciones configuradas. Las estaciones se identifican por su número de la estación.

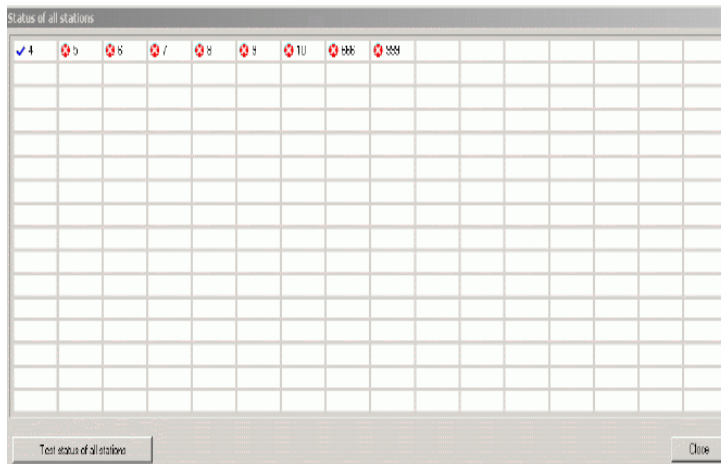


Figura 2.41. Matriz de estado.

Con el estado de la prueba, las estaciones se actualizan. Dependiendo del número de estaciones configuradas esta acción puede durar hasta 30 segundos.

Nota:

Con la prueba de estado, frecuentes llamadas generan costos más altos por el volumen de datos superiores.

Configuración

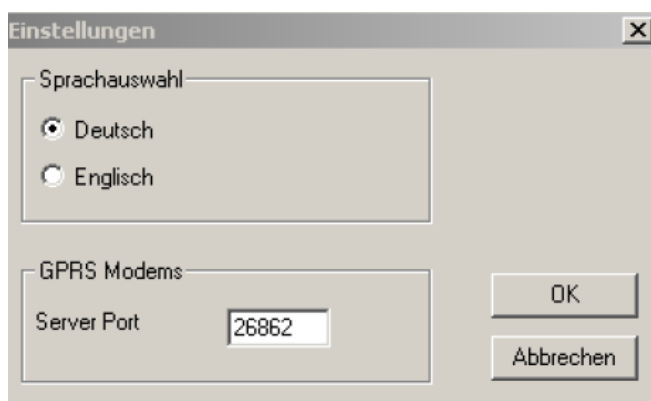


Figura 2.42. Configuración.

- **Selección del idioma**

Aquí el idioma utilizado en la interfaz de usuario se puede seleccionar. Si selecciona otro idioma que se activa después de que se reinicie el programa.

- **Puerto del servidor**

Aquí el puerto TCP / IP de los módems GPRS utilizados para conectarse al servidor puede ser configurado. Los valores posibles son entre 1025 y 32767, el valor predeterminado es 26862.

Nota

El puerto que configura aquí debe coincidir con la configuración en todos los programas del PLC. De lo contrario no habrá ninguna conexión entre la estación y el servidor. Después de configurar otro puerto del servidor se debe reiniciar el servidor OPC. Sólo entonces la nueva configuración será efectiva.

2.5.2 INTEGRACIÓN DE LA LIBRERÍA

Antes de trabajar directamente con los bloques de programación de la Librería, es necesario agregarla e integrarla en el programa realizado en STEP 7 MicroWIN, para lo cual se procede de la siguiente manera.

a. Agregar Librería

Para agregar la librería, en el “Árbol de Operaciones” se debe dar clic derecho sobre la opción “Librerías” y seleccionar “Agregar o quitar librería,” como se observa en la figura 2.43.

En la ventana que aparece a continuación, se selecciona el botón “Agregar” para acceder a la ubicación de la Librería en el disco duro. La librería agregada aparece en la ventana antes mencionada, como se observa en la figura 2.44.



Figura 2.43 Agregar librerías.

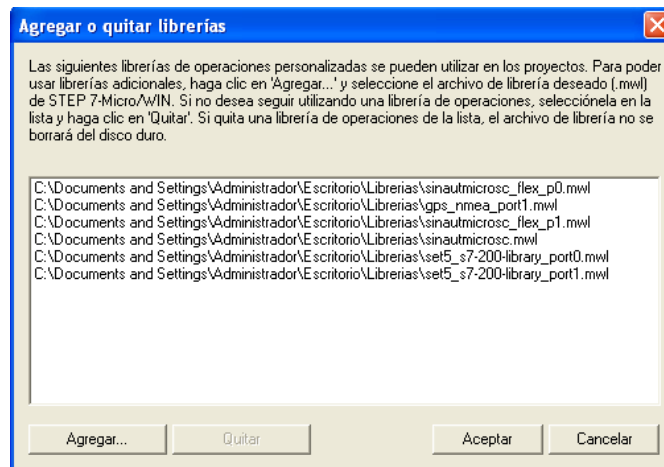


Figura 2.44. Librerías agregadas.

b. Asignar Memoria

Adicionalmente se asigna un espacio de memoria a la librería, para lo cual en el “Árbol de Operaciones” se debe dar clic derecho sobre la opción “Bloque de Programa” y seleccionar “Asignar Memoria a la Librería,” como se observa en la figura 2.45.

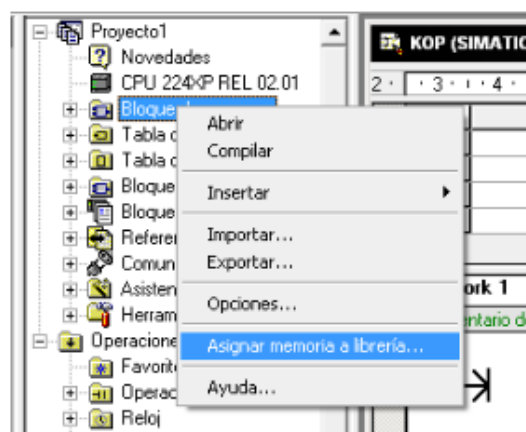


Figura 2.45. Asignar espacio de memoria a la librería.

Al seleccionar la opción “Asignar memoria a librería” aparece una ventana que permite ingresar el área de memoria que se requiere de forma manual, o se puede permitir que STEP 7 proponga un área de direcciones. En

ambos casos, se requiere aproximadamente 218 bytes. La ventana para asignar la memoria a la librería se muestra en la figura 2.46.

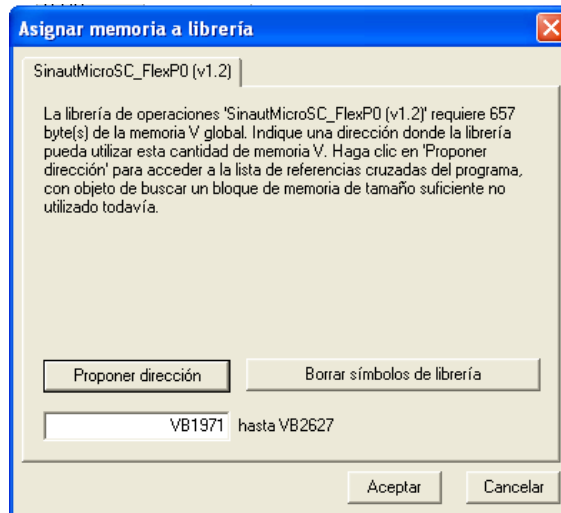


Figura 2.46. Espacio de memoria para librería asignada.

Para utilizar los diferentes bloques de la librería, en el “Árbol de Operaciones” desplegar la opción “Librería.” Los bloques de programación se encuentran en una carpeta bajo el mismo nombre de la librería agregada.

2.5.3 S7 BLOQUE DE BIBLIOTECA

Las bibliotecas difieren sólo en la elección de la interfaz de la CPU a la que el módem se conecta:

- SinautMicroSC_FlexP0.mwl (puerto 0)
- SinautMicroSC_FlexP1.mwl (puerto 1)

Las bibliotecas contienen cada uno un módulo para configurar el módem y tres bloques para el programa de usuario de la aplicación.

a. Módulo para configurar el módem

- **"WDC_CONFIG_FLEX_Px"**

Este bloque llamado cíclicamente desde un programa de configuración que está en curso. El bloque transfiere los parámetros de conexión almacenados en el bloque de datos al módem MD720-3. La configuración se completa cuando el "bit DONE" a "1".

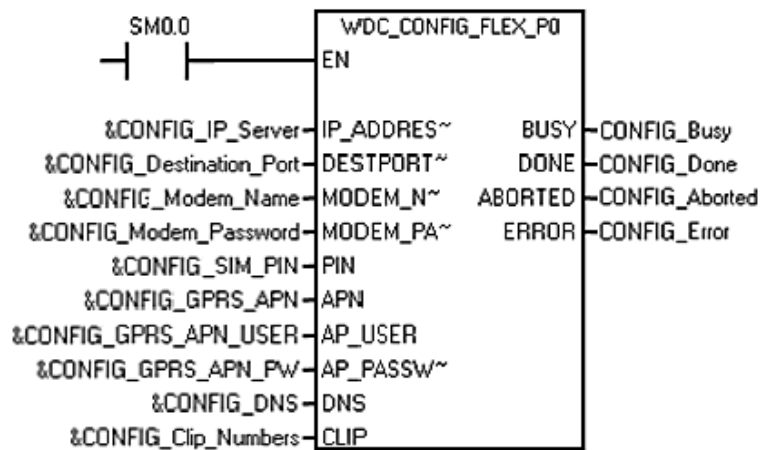


Figura 2.47. Bloque WDC_CONFIG_FLEX_Px.

b. Elementos indispensables para la aplicación

- **Inicializar "WDC_INIT_FLEX_Px"**

En esta aplicación, el programa de usuario en función del ciclo inicializa la interfaz de la CPU y transmite el número de estación que se define para esta conexión en el módem MD720-3.

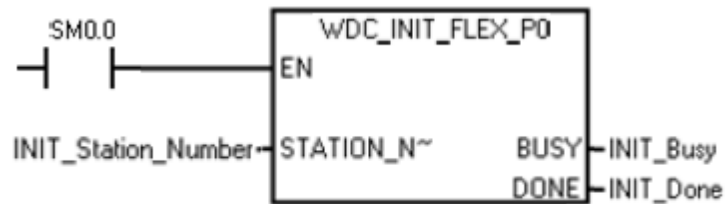


Figura 2.48. Bloque WDC_INIT_FLEX_Px.

- **Enviar con "WDC_SEND_FLEX_Px"**

Especificando el número de la Estación Remota o local a la que se envía, el bloque es llamado cíclicamente en el programa y envía un bloque de datos de un tamaño máximo de 239 bytes.

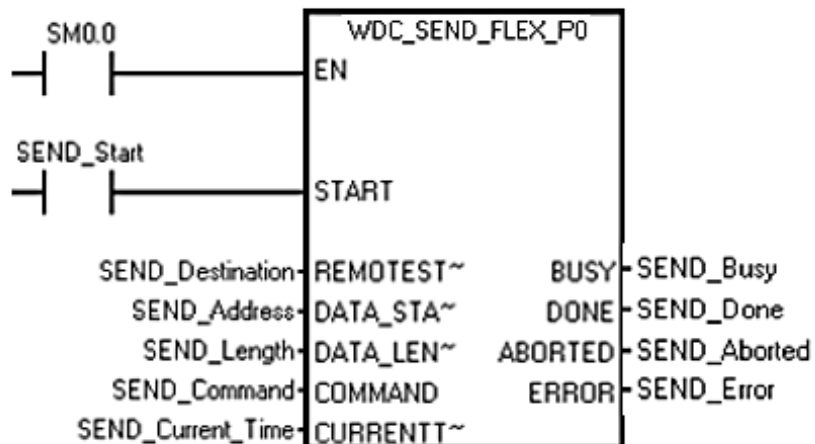


Figura 2.49. Bloque WDC_SEND_FLEX_Px.

- **Recibido con "WDC_RECEIVE_FLEX_Px"**

Este bloque llamado cíclicamente en el programa de usuario, recibe el mensaje entrante y copia el bloque de datos recibido en la dirección indicada.

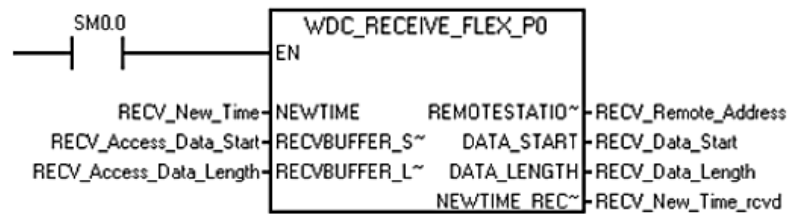


Figura 2.50. Bloque WDC_RECEIVE_FLEX_Px.

2.6 DISEÑO DEL HMI

2.6.1 Introducción a SIMATIC HMI

a. Introducción

El aumento de las capas de los procesos y las mayores exigencias de funcionalidad a las máquinas y a las instalaciones, hacen imprescindible una máxima transparencia. La interfaz humano-máquina (HMI) ofrece esta transparencia.

Un sistema HMI se encarga de:

- Representar procesos

El proceso se representa en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.

- Controlar procesos

El operador puede controlar el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar un valor teórico para el autómatas o iniciar un motor.

- Emitir avisos

Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).

- Archivar valores de proceso y avisos

El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos de producción.

- Documentar valores de proceso y avisos

El sistema HMI permite visualizar avisos y valores de proceso en informes. De este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.

- Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina

El sistema HMI permite almacenar los parámetros de proceso y de máquina en "Recetas". Dichos parámetros se pueden transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómatas en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

b. Uso de SIMATIC WinCC flexible

WinCC flexible es el software HMI para conceptos de automatización del ámbito industrial con proyección de futuro y una ingeniería sencilla y eficaz. WinCC flexible reúne las siguientes ventajas:

- Sencillez.
- Claridad.
- Flexibilidad.

2.6.2 SUPERVISIÓN DEL HMI

Esta parte del programa permite monitorear el estado de las entradas y salidas del PLC y sus módulos adicionales. Para lo cual, cada entrada o salida al momento de activarse, activa también una variable que se visualiza en la interfaz gráfica.

a. Introducción del software WINCC-flexible



Figura 2.51. Ventana de introducción al software WinCC Flexible.

Un sistema HMI representa la interfaz entre el humano (operador) y el proceso (máquina/instalación). El autómata posee el verdadero control sobre el proceso. Por lo tanto existe una interfaz entre el operador y WinCC flexible (en el panel de operador) y una interfaz entre WinCC flexible y el autómata. WinCC flexible es el software HMI para conceptos de automatización del ámbito industrial de Siemens. Al crear un proyecto en WinCC flexible o al abrir uno ya existente, aparece la estación de trabajo de WinCC flexible en la pantalla del equipo de configuración.

En la ventana de proyecto se representa la estructura del proyecto y se visualiza su estructura.

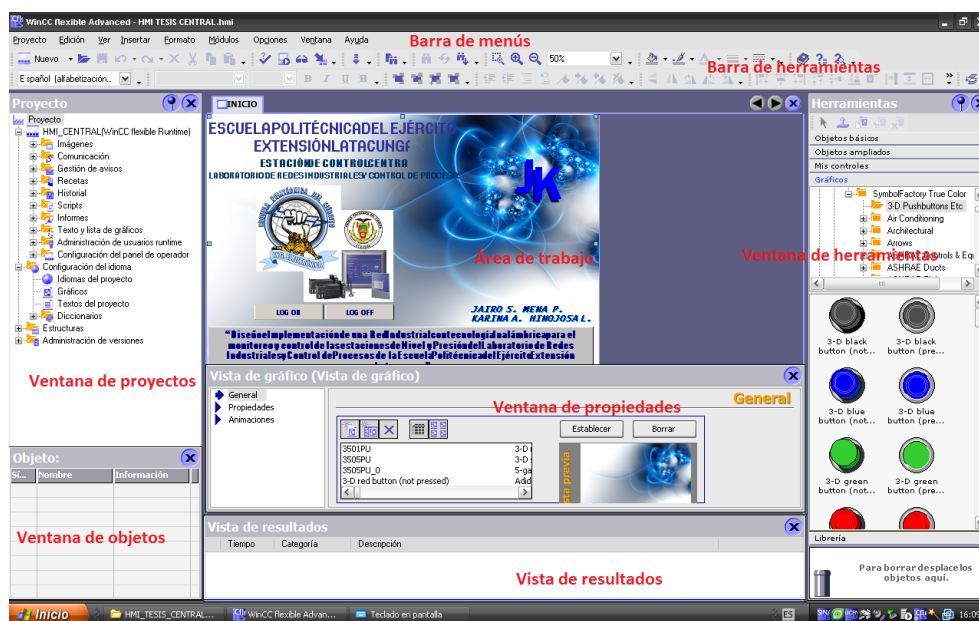


Figura 2.52. Ventana principal del software WinCC Flexible.

WinCC flexible incluye un editor específico para cada tarea de configuración. Por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario de los paneles de operador se configura en el editor "Imágenes". Para configurar los avisos se emplea ejemplo el editor "Avisos de bit". Todos los datos de configuración que pertenecen a un mismo proyecto se almacenan en la base de datos del proyecto.

b. WinCC Flexible 2008 Advanced

b.1 Creación de un proyecto vacío

Luego de abrir WinCC Flexible 2008 Advanced, se debe Crear un proyecto vacío, tal como se ve en la siguiente figura:

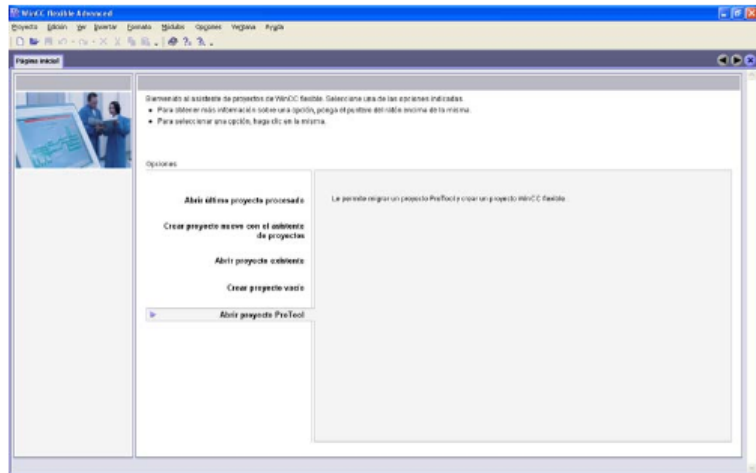


Figura 2.53. Crear proyecto vacío.

Luego se selecciona el tipo de panel que se va a programar, en este caso se podría seleccionar el WinCC flexible Runtime, y la versión 1.2.0.0.

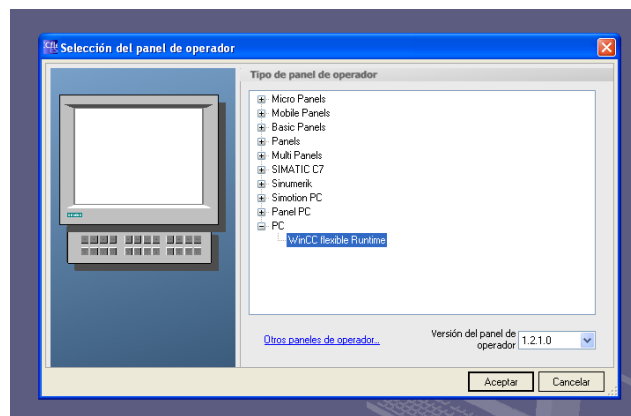


Figura 2.54. Selección del panel.

Luego de haber seleccionado el panel a programar, se crea un proyecto vacío tal como se muestra a continuación:

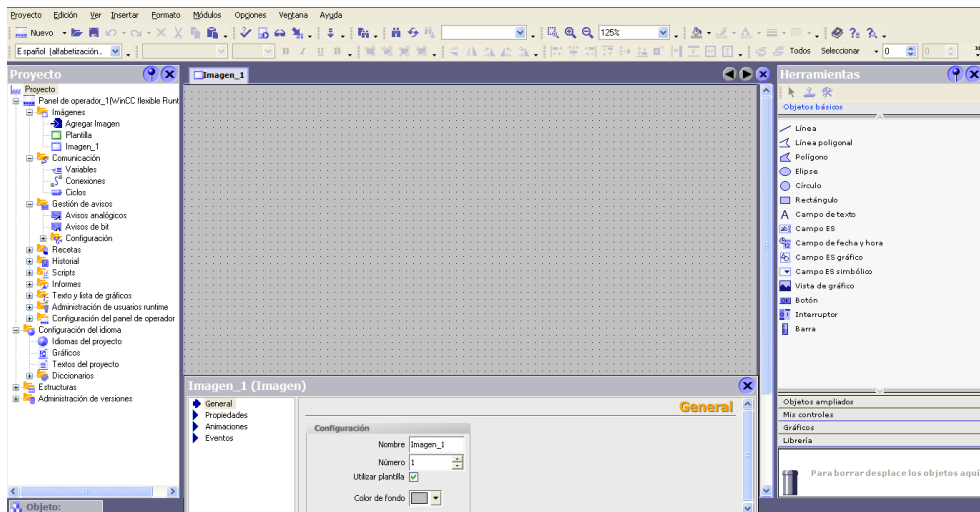


Figura 2.55. Proyecto vacío.

b.2 Programa de la interfaz humano-máquina.

La interfaz gráfica fue desarrollada en el software WinCC Flexible de Siemens, programa que se utiliza para crear las HMI de pantallas táctiles y/o computadores, dependiendo de la versión del mismo.

Para las estaciones locales de Nivel y Presión se crearon algunas imágenes. Una imagen es la pantalla que va a observar el operador en la interfaz gráfica para que pueda interactuar con ella. A continuación se describen las ventanas y las funciones empleadas para el programa del HMI.

Plantilla

A cada panel de operador le corresponde en el proyecto una plantilla en la que se pueden configurar las teclas de función y objetos del proyecto de forma centralizada. Toda imagen que se base en la plantilla contendrá las teclas de función y objetos configurados en la plantilla. En caso de modificar un objeto o la

asignación de una tecla de función en la plantilla, el objeto o tecla también se modificará en todas las imágenes que se basen en la plantilla.

La plantilla constituye la imagen de fondo que va aparecer en todas las demás ventanas del HMI.

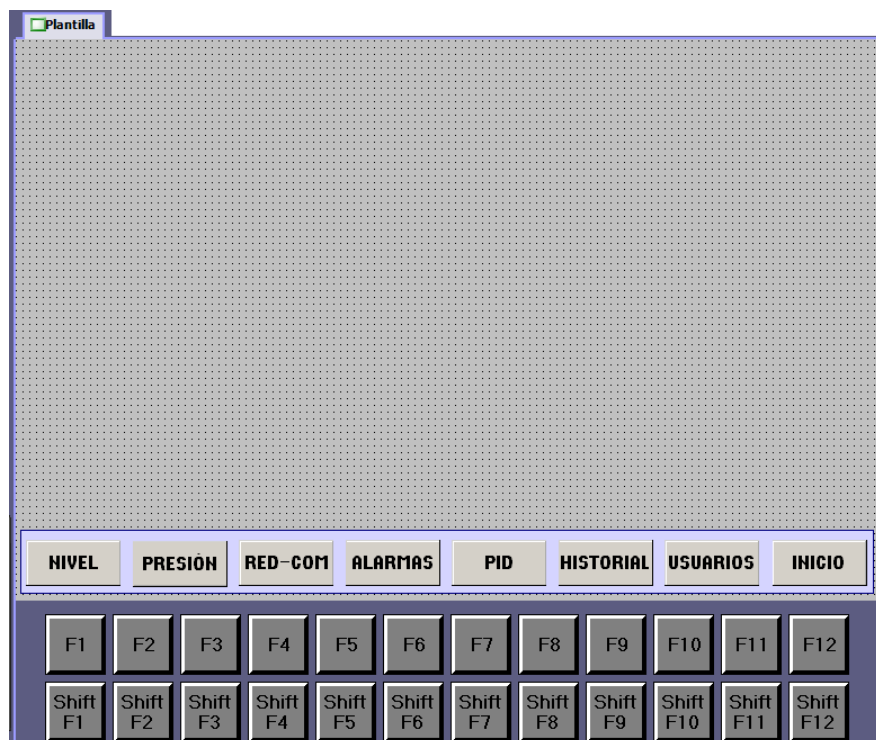


Figura 2.56: Plantilla del sistema de visualización.

Pantalla principal

Esta ventana constituye el inicio de la interfaz gráfica, desde ésta se puede ingresar a todas las ventanas del HMI. Los botones de LOGON y LOGOFF, muestran la sesión del usuario, de tal modo que al presionar sobre alguna de ellas se inicia o cierra la sesión respectivamente. Al activar el botón LOGON debemos ingresar el nombre y contraseña del usuario que va iniciar la sesión, y

dependiendo del nivel de seguridad acceder a las diferentes pantallas del HMI. Existen imágenes en el proyecto de Nivel, Presión, Comunicación, Alarmas, PID, Historial y Usuarios. Además, en la parte inferior cuenta con un botón que permite ingresar a la imagen del esquema principal de la red de comunicación inalámbrica. El botón LOGOFF tiene con única función cerrar la sesión del usuario actual.



Figura 2.57. Pantalla principal de la interfaz hombre-máquina.

Monitoreo y Control

Dentro de la pantalla principal se encuentran los botones de visualización y configuración, dentro del cual solo usuarios autorizados con la contraseña de seguridad puede ingresar a las siguientes ventanas. Se puede realizar modificaciones de los parámetros de los PID de las estaciones, visualización de los P&ID de Nivel y Presión, monitoreo del estado del módem MD720-3 y

del PLC con sus respectivos parámetros de comunicación, reconocimiento y modificación de las alarmas del proceso, supervisión del historial de las estaciones locales y administración y registro de usuarios.

- **Parámetros PID.**

En esta ventana se pueden realizar cambios de los parámetros de sintonización de los PID de las estaciones locales, es decir, el control y monitoreo de las variables de proceso set point, process value y control value.

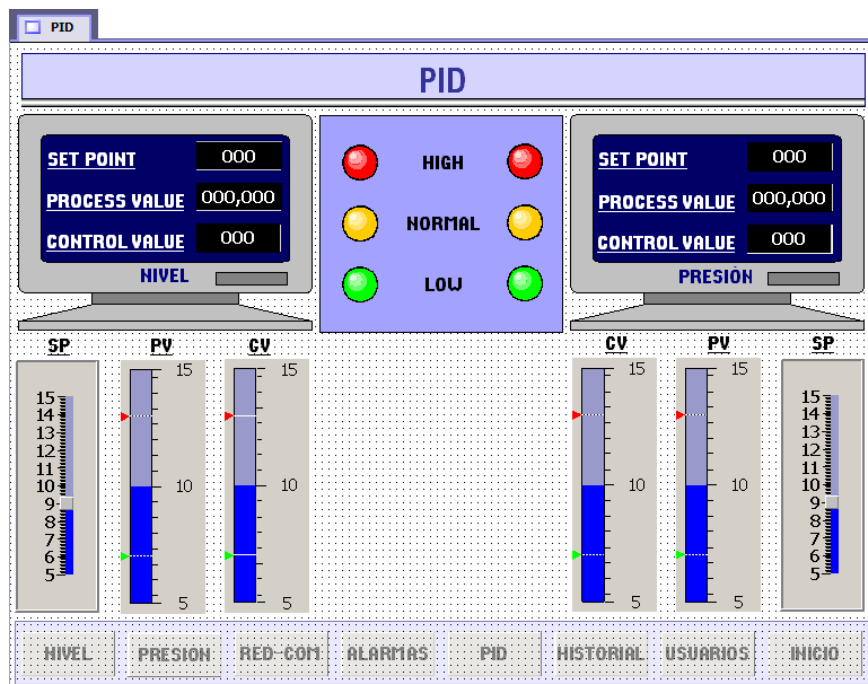


Figura 2.58. Parámetros PID.

- **P&ID Nivel y Presión**

La visualización del proceso de Nivel y Presión se puede realizar en esta imagen, donde el usuario autorizado tendrá

la opción de supervisar el funcionamiento de las estaciones locales.

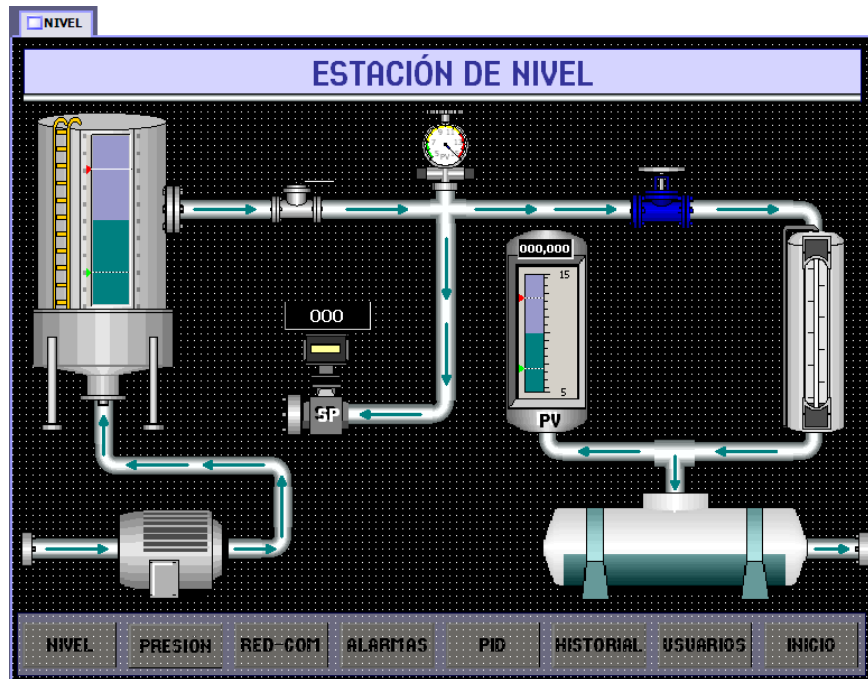


Figura 2.59. P&ID Nivel y Presión

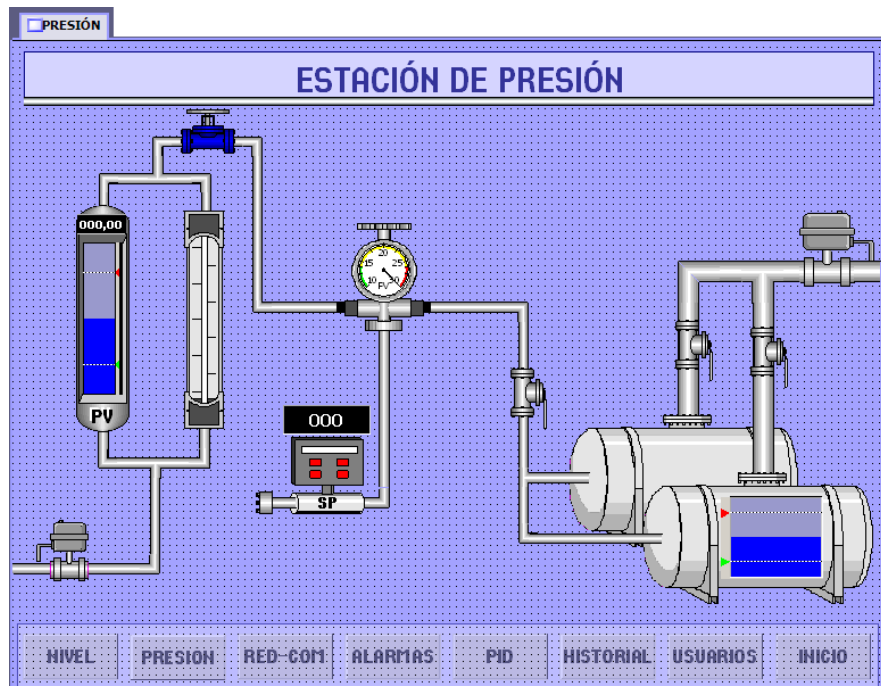


Figura 2.60. P&ID Nivel y Presión

- **Comunicación Módem GPRS y PLC**

El monitoreo de módem MD720-3 y PLC se puede realizar en esta imagen, es decir, visualizar los parámetros de enlace de comunicación entre los dos dispositivos, es decir, su estado que muestra la activación o desactivación de las mismas, la intensidad de la antena, el ciclo de transmisión y los bytes recibido y enviados por el módem.



Figura 2.61. Comunicación.

- **Alarmas**

El monitoreo y control de las alarmas del proceso se pueden realizar en esta imagen, es decir, reconocer las alarmas que presente el proceso en la sesión activada y realizar las

debidas modificaciones para que el proceso entre en estado normal.

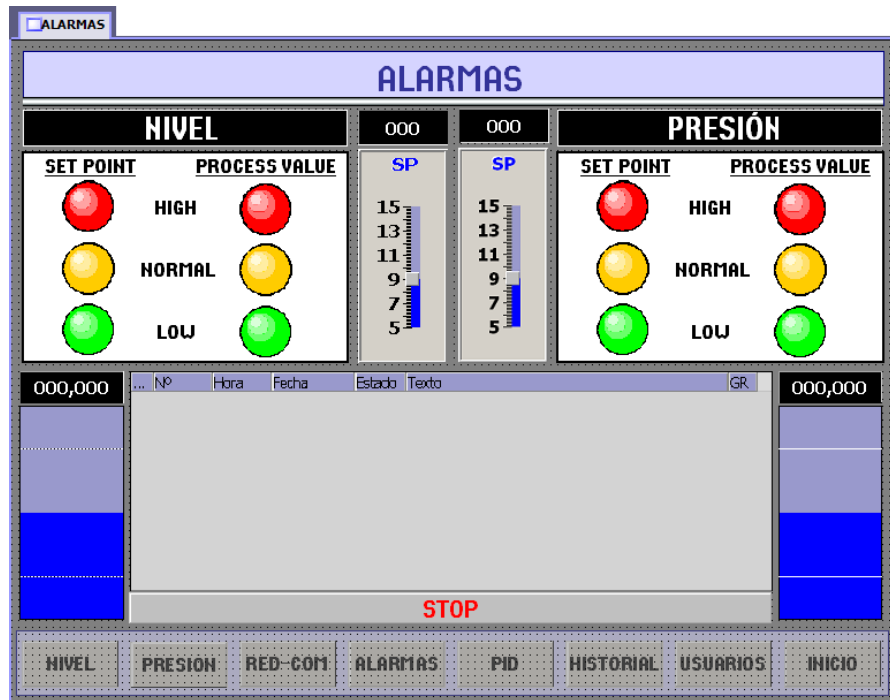


Figura 2.62. Alarmas.

- **Historial**

La visualización de curvas permite representar gráficamente variables del proceso actual o bien del archivo en forma de curvas. Los valores que adopte una variable en el curso del proceso se pueden representar gráficamente en una vista de curvas.

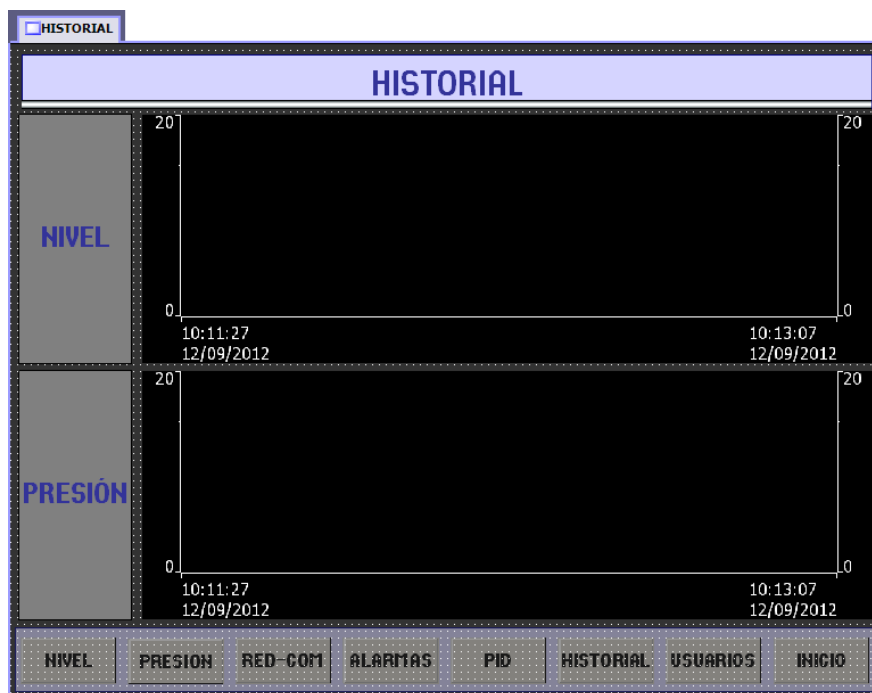


Figura 2.63. Historial.

- **Usuarios**

La administración y registro de usuarios que el HMI presenta se puede visualizar y controlar en esta pantalla, es decir, utilizando el nombre del usuario, contraseña correcta y dependiendo del nivel de seguridad que tenga el usuario se habilitaran las pantallas del HMI.

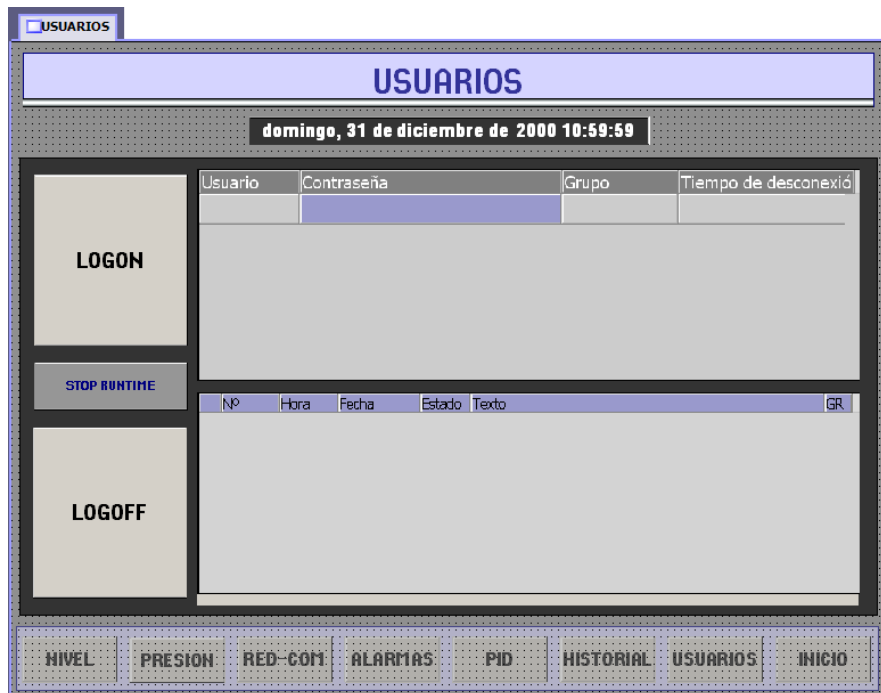


Figura 2.64. Usuarios.

Vista de usuarios.

La vista de usuarios permite conocer las personas que han estado operando la interfaz.

Historial de avisos.

En esta ventana se aprecia el historial de avisos que se han presentado durante la ejecución del HMI, mostrando el número, hora, fecha y estado de las fallas o errores del proceso.

Stop Runtime.

Esta opción permite terminar el programa del HMI en runtime y trabajar en el proyecto de diseño del HMI. Para

volver a ingresar al programa del HMI en runtime se debe pulsar el botón de inicio runtime.

- **Administración de usuarios.**

En la ventana de proyecto, pestaña de usuarios, se puede administrar a los usuarios, designándoles niveles de acceso a las áreas del HMI. Como por ejemplo, el área de configuración debe ser modificada por personal autorizado con la contraseña de seguridad.

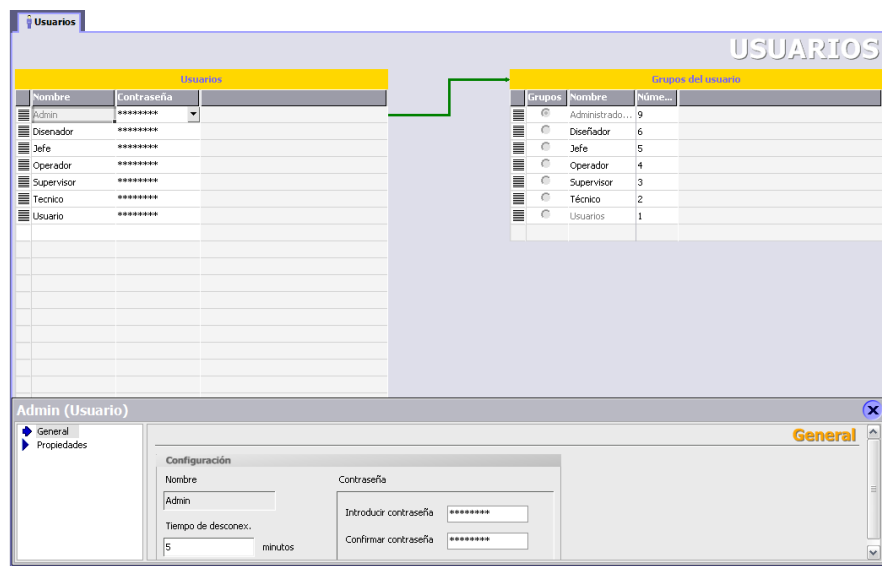


Figura 2.65. Administración de usuarios de WinCC Flexible.

Antes de poder ingresar a alguna área que presenta contraseña, el sistema le solicita el nombre de usuario y la contraseña de seguridad.



Figura 2.66. Solicitud de nombre de usuario y contraseña de WinCC Flexible

- **Variables.**

Las variables a utilizarse en el HMI se declaran en la ventana de proyecto, pestaña variables. Aquí se designa el nombre simbólico a cada variable, la dirección, que es la misma que se utiliza en el PLC con el fin de tener correspondencia unívoca en la comunicación,

Se designa si es una variable interna o una variable que tiene conexión con el autómata (PLC), el tipo de datos y el ciclo de adquisición, es decir, con qué tiempo la pantalla adquirirá los datos del PLC y refrescará con ellos la interfaz.

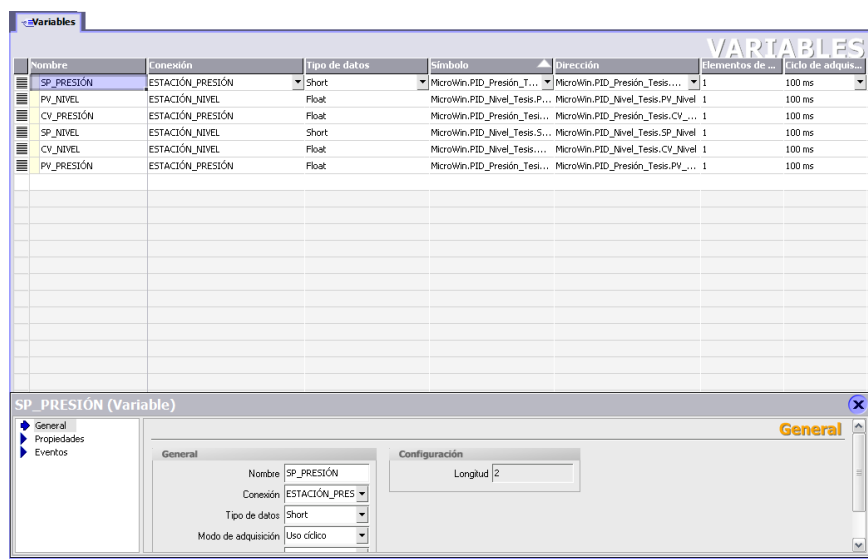


Figura 2.67. Ventana de variables usadas para el HMI en WinCC Flexible.

- **Comunicación HMI OPC.**

En la ventana de proyecto, pestaña de comunicación, se configura la comunicación entre el OPC y la estación central. Se determina el nombre simbólico de la conexión, driver de comunicación, es decir, el OPC para el intercambio de información y en el estado de parámetros se determina la interface de comunicación que vendría a ser OPC. La interface OPC fue elegida para comunicarse con la estación central. En el servidor OPC para enlazar el Sinaut Micro SC con WinCC se debe elegir M2MOPC.OPC.1 que es el nombre del servidor OPC para esta comunicación.

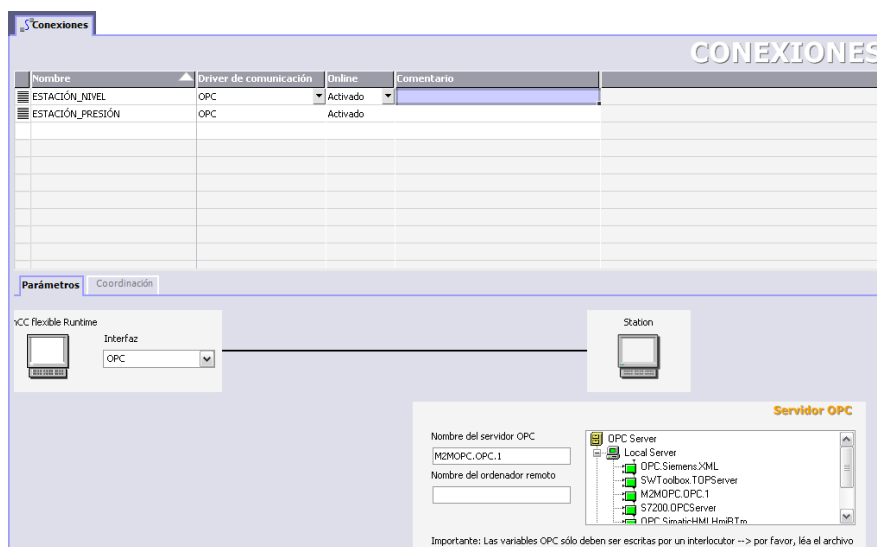


Figura 2.68: Ventana de conexiones entre la HMI y el OPC.

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 PRUEBAS ESTACIÓN CENTRAL.

3.1.1 INTRODUCCIÓN

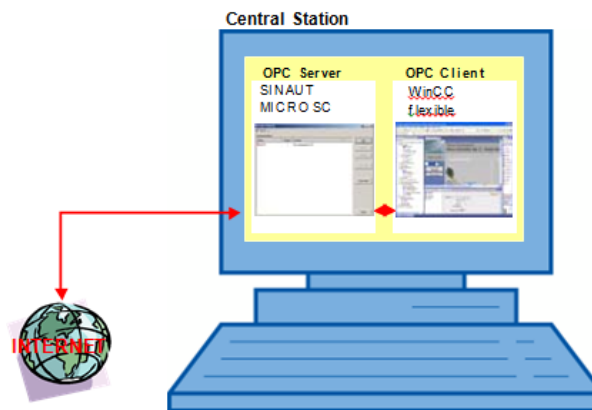


Figura 3.1 Estación central.

Como plataforma para el intercambio de datos con las estaciones locales, se utiliza el servidor OPC SINAUT MICRO SC. La estación central se comunica con los participantes GPRS a través de una conexión de Internet. WinCC flexible posibilita, como cliente OPC, la visualización y el control de los datos del proceso.

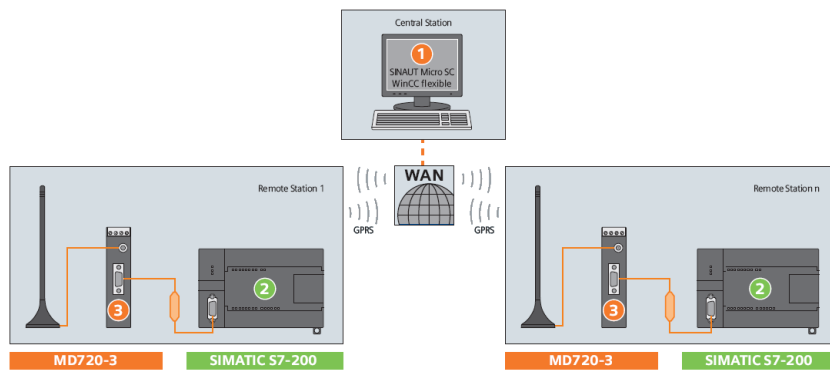


Figura 3.2 Esquema general de la comunicación.

3.1.2 COMPROBACIÓN DE LA CONEXIÓN GSM / GPRS Y LOG-IN DEL SERVIDOR SINAUT MICRO SC

Antes de que el proyecto pueda ser cargado, ambas estaciones deben estar registradas correctamente en el SINAUT MICRO SC server previamente instalado en la Estación Central.

1. Configure SINAUT MICRO SC con Start / AllProgramms / Simatic / SINAUTMicroSC / Configuration:

El icono con forma de cruz anterior a cada señal de conexión indican que las dos estaciones aún no se han conectado al SINAUT MICRO SC server.

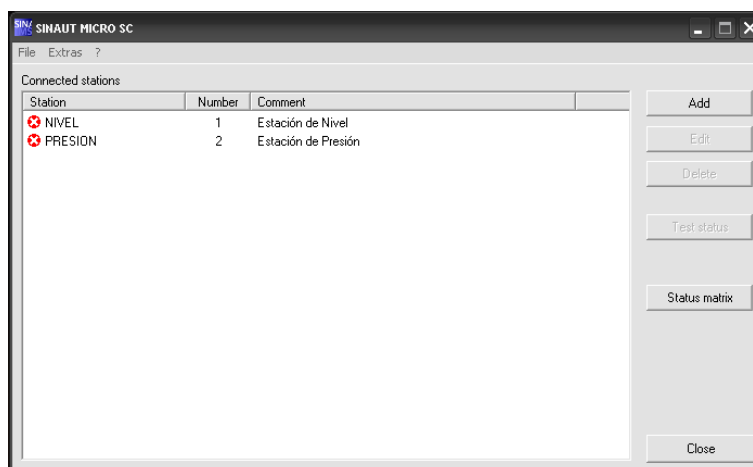



Figura 3.3. Estaciones no conectadas

2. Encienda la alimentación de la Estaciones "NIVEL" y "PRESIÓN", sucederán los siguientes pasos en ambas Estaciones Locales.

Tabla 3.1 Pasos de conexión del módem MD720.3.



| | | | |
|---|--|--|---|
| 1 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Chequeando los parámetros de la tarjeta Sim |
| 2 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Conectando a la red GSM |
| 3 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Conectado a la red GSM |
| 4 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Conectado al servicio GPRS |
| 5 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Conectando con el servidor SINAUT MICRO |
| 6 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | ■ Conectado al servidor SINAUT MICRO SC |

3. El icono "chequeo OK" anterior a cada señal de conexión indica que las Estaciones Locales se han conectado al SINAUT MICRO SC server con éxito.

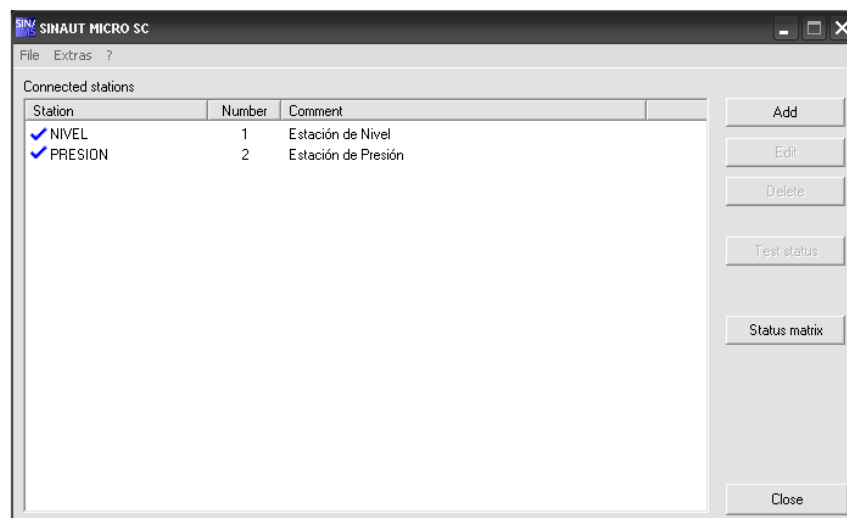


Figura 3.4 Estaciones conectadas.

4. El estado de la estación muestra el estado actual de la conexión de la estación seleccionada. La situación está marcada por una llamada activada en el PLC al abrir este cuadro de diálogo.

- Conexión GPRS. Indica si el módem GPRS se conecta al servidor.
- Estado del PLC. Muestra si hay una comunicación entre el servidor y el PLC.

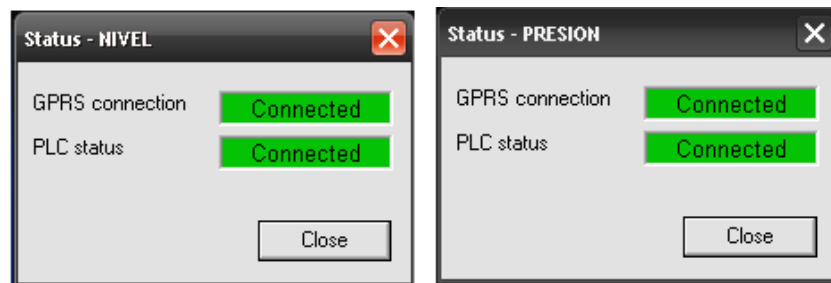


Figura 3.5 Estaciones de NIVEL y PRESION conectadas.

Es sólo posible la comunicación entre el servidor OPC y las estaciones o entre estaciones, si ambos campos se muestran conectados.

Si el módem GPRS y el PLC no están conectados, una posible razón podría ser que el módem no se comunicó correctamente y el PLC no está en modo RUN o la conexión serie entre el PLC (puerto 0) y el módem está roto.

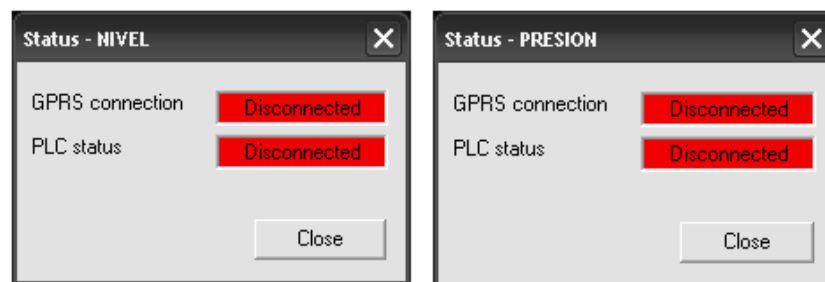


Figura 3.6 Estaciones de NIVEL y PRESION no conectadas.

3.1.3 ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE TODAS LAS CONEXIONES CONFIGURADAS

a. Establecer una conexión a internet en la Estación Central

Después de conectar el módem de la estación local MD720-3 intenta establecer una conexión GPRS a la central sobre la base de los parámetros configurados. La dirección de destino de la Estación Central es la dirección IP estática de la conexión a Internet o un Dyn DNS si no se tiene una dirección IP estática.

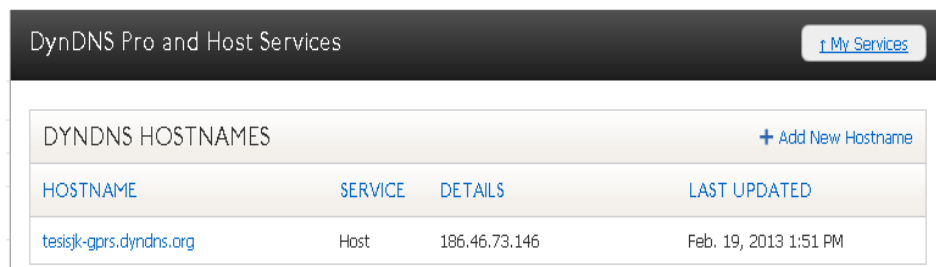
Dyn DNS

No todos los proveedores de acceso a Internet ofrecen una conexión IP fija. Para que las Estaciones locales puedan conectarse al servidor SINAUT MICRO SC pueden emplearse los servicios de un tercer proveedor. Estos ofrecen una determinada dirección IP asignada al servidor SINAUT MICRO SC vía un llamado "Nombre de dominio" o "Domain name", asignando a ese dominio una dirección IP. El servicio Dyn-DNS permite localizar un PC (servidor) desde Internet sin una IP fija.

Tras establecer una nueva conexión a Internet, o cuando una dirección IP ha sido modificada, el PC o el router envían la dirección IP asignada al servidor Dyn-DNS del proveedor.

El proveedor introduce la nueva (o modificada) IP en el DNS de Internet. Si los servidores de nombres de dominio conocen la dirección IP actual del SINAUT MICRO SC, el servidor puede abordarse a través de un nombre de dominio. (Por ejemplo: tesisjk-gprs.dyndns.org).

Dyn-DNS es una de las diferentes páginas WEB que ofrecen este servicio, para acceder a este servicio se deberá ingresar a la página con la dirección <http://www.dyn.com/>. En esta página se puede crear un nombre de dominio gratis previamente registrándose en la misma, asociado a la dirección IP pública que utiliza el PC para su conexión a Internet. La figura 3.7 muestra una captura de pantalla del nombre de dominio asignado para la dirección IP pública del PC en el cual se encuentra instalado SINAUT MICRO SC.



The screenshot shows the DynDNS Pro and Host Services interface. At the top, there is a header with the text "DynDNS Pro and Host Services" and a button labeled "My Services". Below the header is a table titled "DYNDNS HOSTNAMES" with a "+ Add New Hostname" link. The table has four columns: "HOSTNAME", "SERVICE", "DETAILS", and "LAST UPDATED". There is one row of data in the table.

| HOSTNAME | SERVICE | DETAILS | LAST UPDATED |
|-------------------------|---------|---------------|-----------------------|
| tesisjk-gprs.dyndns.org | Host | 186.46.73.146 | Feb. 19, 2013 1:51 PM |

Figura 3.7 Dominio contratado para la comunicación.

El riesgo principal es la disponibilidad del servicio. Si no está disponible, la conexión entre Estación Central y Estación Local se perderá. Otro riesgo es el tiempo de actualización de la nueva dirección IP en el servidor DNS de INTERNET.

Si se utiliza un nombre de dominio, se debe ingresar el o los servidores dns en el parámetro "DNS" del bloque de configuración "WDC_CONFIG_FLEX_Px.". Para lo cual se debe acceder al símbolo del sistema, lo cual se puede realizar a través de seleccionar "Inicio" "Ejecutar" y escribir el comando "CMD" como se muestra en la figura 3.8

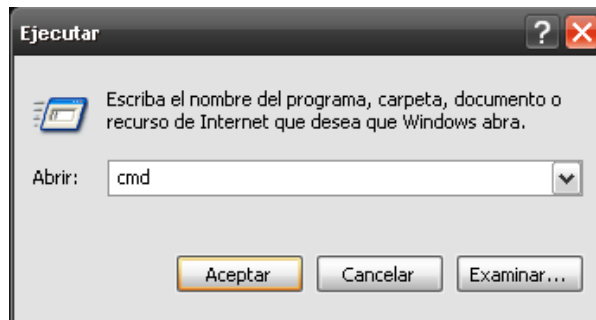


Figura 3.8. Ventana para ejecutar el cmd.

En el símbolo del sistema, escribir el comando “ipconfig/all” para acceder a la información detallada de la configuración de adaptadores de red y verificar el servidor DNS utilizado, como se muestra en la figura 3.9.

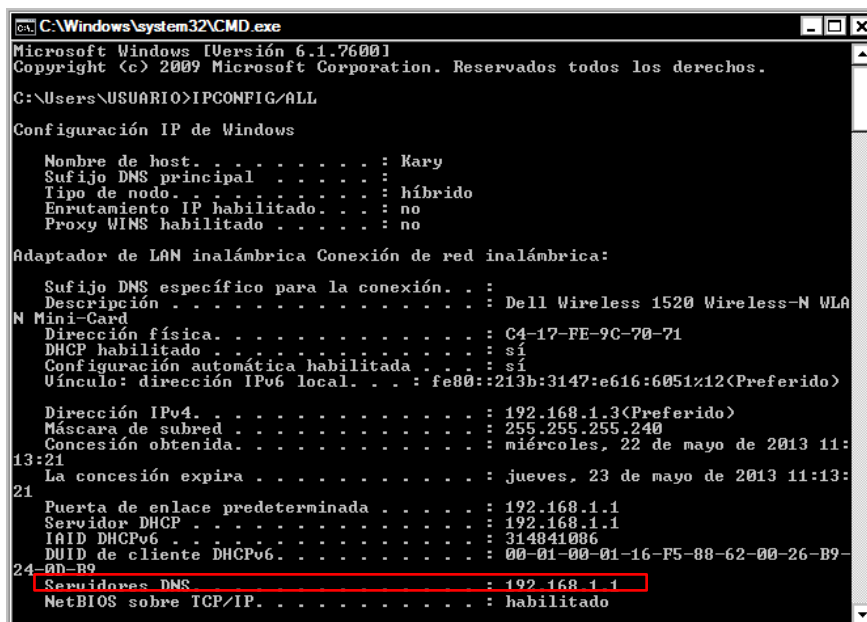


Figura 3.9. Servidor DNS.

b. Puerto del servidor

Aquí el puerto TCP / IP de los módems GPRS utilizado para conectarse al servidor puede ser configurado. Los valores posibles son entre 1025 y 32767, el valor predeterminado es 26862. La Figura 3.10 muestra la dirección de puerto utilizada en este servidor.

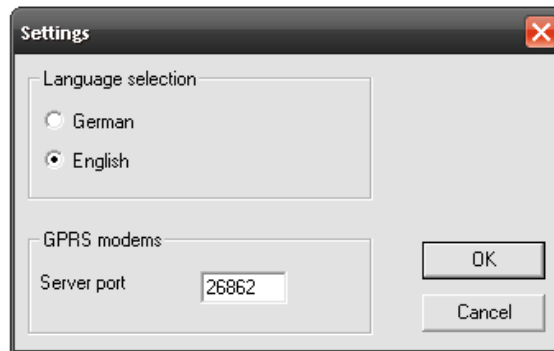


Figura 3.10. Dirección del puerto utilizado.

Adicionalmente, en el servicio de comunicaciones utilizado requiere una dirección de puerto libre acceso y que el estado del puerto este escuchando o se encuentre habilitado. En el símbolo del sistema, escribir el comando “netstat -a” para acceder a la información detallada de la configuración del puerto. La Figura 3.11 muestra la configuración del puerto utilizado para el servidor Sinaut Micro SC.

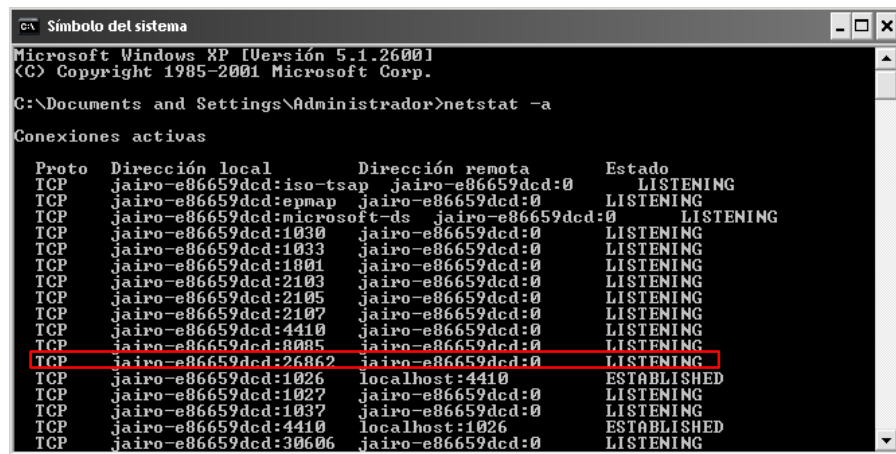


Figura 3.11. Configuración del puerto..

Asegúrese de que el puerto usado 26862 es dirigido a través de un router o firewall en su PC. Si ha activado un Firewall de su PC, defina una excepción para el puerto 26862.

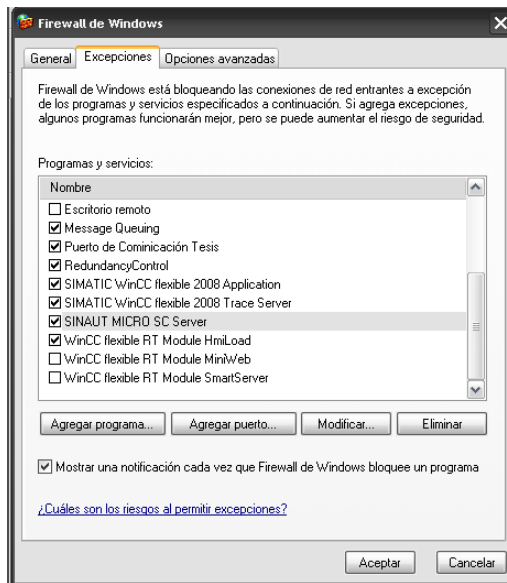


Figura 3.12. Firewall de Windows.

c. Archivo de configuración para SINAUT MICRO SC

Al configurar las estaciones locales en OPC Server Sinaut Micro SC se crea el archivo m2mopc.xml que se encuentra en el directorio de instalación del SINAUT MICRO SC. El archivo m2mopc.xml se abre como una página de internet para ver su contenido.

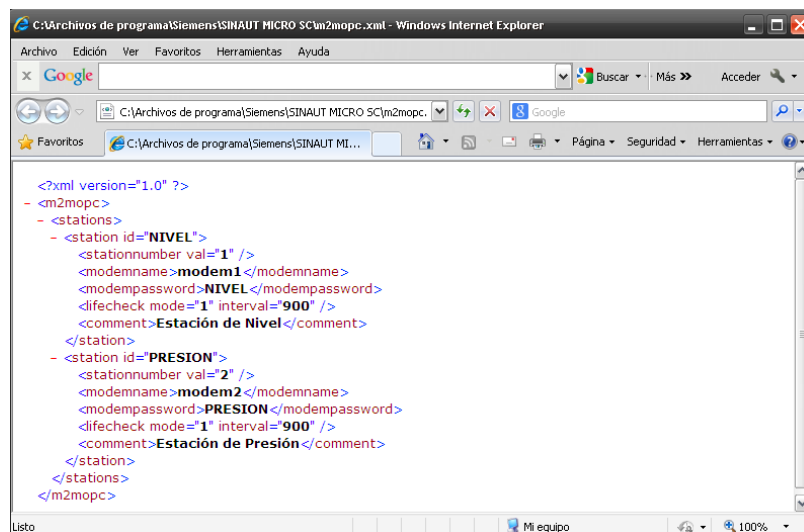


Figura 3.13. Archivo m2mopc.xml de configuración.

d. Terminar la configuración

Para terminar la configuración SINAUT MICRO SC se deberá hacer clic en el icono de MICRO SC SINAUT en el área de información de Windows. (Barra de tareas, a la izquierda al lado del reloj) y seleccione "Exit".

Si es necesario cerrar la interfaz de usuario de configuración de SINAUT MICRO SC.

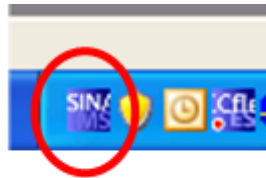


Figura 3.14. Terminar la configuración.

SINAUT MICRO SC guarda todos los parámetros de conexión importantes después de una conexión exitosa. Para la estación local respectivamente, la dirección IP GPRS asignada por el proveedor de servicios móviles se almacena junto con el número de estación de la llamada tabla de enrutamiento.

Mientras que la conexión no se interrumpe por el proveedor de servicios móviles, los datos pueden ser enviados desde la estación local a la estación central y viceversa.

3.1.4 ENLACE GPRS DEL SERVIDOR SINAUT MICRO SC CON UNA DIRECCIÓN IP DINÁMICA

Una estación, compuesta de una CPU S7-200 y el módem MD720-3, se debe conectar a través de un enlace GPRS con un servidor SINAUT MICRO SC. Para

la parametrización del módem, se necesita una dirección IP localizable por el servidor a través de INTERNET.

En la Figura 3.15 describe cómo una estación remota crea un enlace con un servidor SINAUT MICRO SC utilizando una dirección IP dinámica.

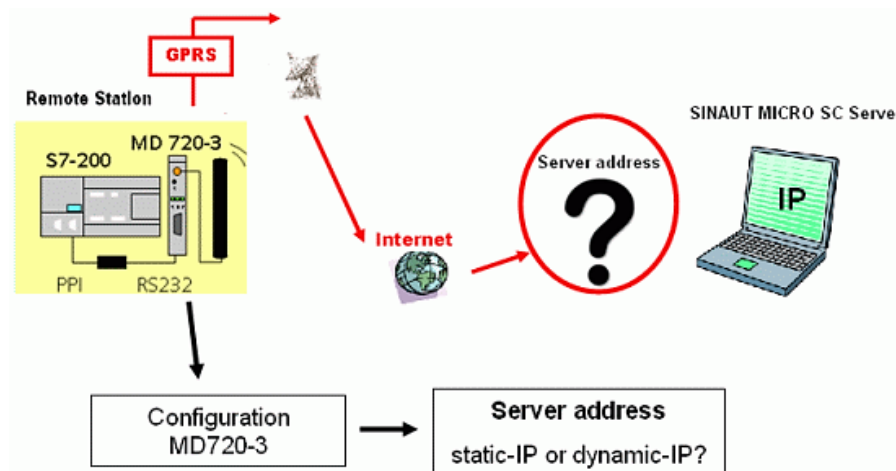


Figura 3.15 Descripción de funcionamiento de la estación local.

a. IP, nombre del HOST (HOSTNAME) Y DNS

Para comunicar con un PC en Internet, su dirección IP debe ser conocida. Ésta es asignada al PC por cada proveedor durante el proceso de registro en INTERNET. Puede ser estática, es decir, se ajusta una sola vez y es siempre la misma. Pero puede ser dinámica, es decir, cambia regularmente. Un PC también puede ser localizable a través de su nombre de Host (por ejemplo, "tesisjk-gprs.dyndns.org"). Para ello, la dirección IP asignada se debe corresponder con el nombre de Host. Esta correspondencia la realiza el sistema de nombres de dominios (DNS). Un servidor DNS proporciona esta lista de asignaciones. Si se modifica la dirección IP del PC, se actualiza automáticamente la entrada en el servidor DNS. El PC sigue por tanto siendo localizable a través de su nombre de Host. Este procedimiento

también se le conoce como DynDNS (sistema de nombres de dominios dinámico).

El PC2 puede localizar al PC1 a través de su dirección IP actual (path rojo) o a través de su nombre de Host (path azul). La localización a través del nombre de Host sólo se puede realizar cuando existe una asignación en el servidor DNS y éste es conocido en el sistema que consulta (figura 3.16).

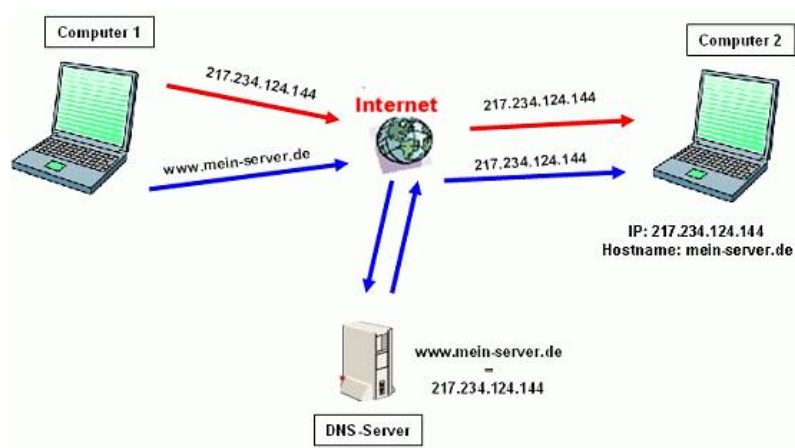


Figura 3.16 IP, nombre del Host, DNS

b. Módulo WDC_INIT

El módulo WDC_INIT (figura 3.17) de la librería SINAUT MICRO SC realiza la inicialización del módem. Éste conoce los parámetros para crear un enlace GPRS y el enlace con el servidor.

- IP_ADDRESS_CS: Dirección IP o nombre del Host del servidor SINAUT MICRO SC.
- DNS: Dirección IP del servidor DNS del proveedor GPRS.

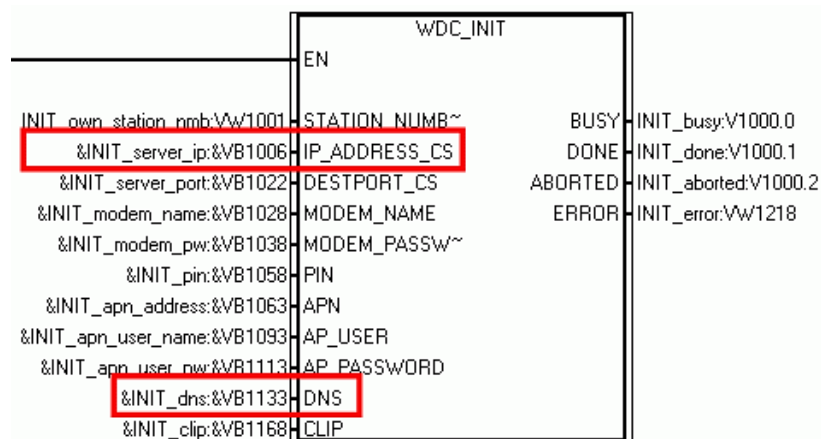


Figura 3.17 WDC_INIT

c. Parametrización de la dirección del servidor

Tal como se ha descrito arriba, existen 2 posibilidades para localizar un PC en Internet. Estas 2 posibilidades también están disponibles en la parametrización del módem.

Parametrización de la dirección IP

Si el servidor SINAUT MICRO SC dispone de una dirección IP estática, la parametrización se debe realizar de la siguiente manera:

- IP_ADRESS_CS: Dirección IP del servidor (por ejemplo: "186.46.73.146")
- DNS: Permanece libre (" ; ")

Parametrización con el nombre del Host

Si el servidor SINAUT MICRO SC dispone de una dirección IP dinámica y está accesible a través de un nombre del Host, la parametrización se debe realizar de la siguiente manera:

- IP_ADRESS_CS: Nombre del Host del servidor (por ejemplo: "tesisjk-gprs.dyndns.org")
- DNS: Dirección IP del servidor DNS del proveedor GPRS (por ejemplo: "200.107.10.52;200.107.60.58")

La dirección IP del servidor DNS está disponible en los datos del proveedor GPRS. En caso de que haya que indicar 2 servidores DNS, éstos se deben separar con un punto y coma (;), por ejemplo "DNS1;DNS2".

En la parametrización con nombre del Host hay que indicar obligatoriamente un servidor DNS, caso contrario no se podrá crear ningún enlace con el servidor SINAUT MICRO SC.

3.1.3 LA ESTACIÓN CENTRAL ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO A LA ESTACIÓN REMOTA

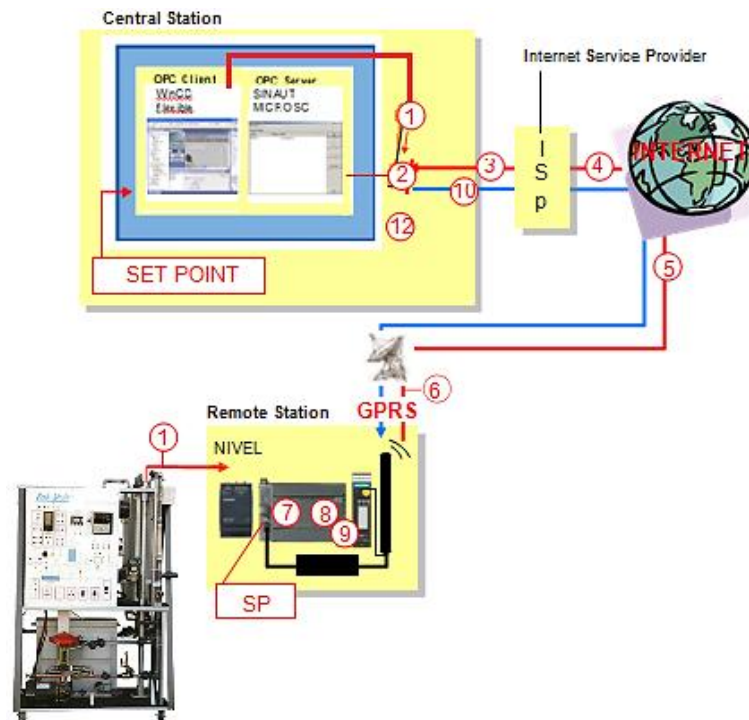


Figura 3.18. Descripción general

1. Cliente OPC una variable se cambia o se actualiza.
2. El cliente OPC transfiere la variable cambiada al servidor OPC de SINAUT MICRO SC
3. SINAUT MICRO SC envía el valor modificado de la estación remota que se asigna a esta variable. La dirección IP actual es lo que toma de la tabla de enrutamiento.
4. El proveedor de servicios de Internet envía el nuevo valor de proceso a la INTERNET.
5. En el programa de Internet los datos se envían al proveedor de servicios móviles.
6. El proveedor de servicios de móvil envía los datos al módem.
7. El valor de proceso se transfiere del módem para el S7-200 a través del cable PC / PPI.
8. El valor del proceso de actualización es recibido por la CPU S7-200 con el bloque S7 "WDC_RECEIVE_FLEX_Px" y asignado a la dirección de la variable.
9. El bloque S7 "WDC_SEND_FLEX_Px" genera un mensaje de reconocimiento y lo transmite al módem.
10. El módem envía el reconocimiento al SINAUT MICRO SC de la estación central.

11. Después de que el reconocimiento ha sido recibido con éxito, SINAUT MICRO SC asigna la calidad "buena" a la variable de transmisión. Si hay un reconocimiento para el trabajo de envío dentro del tiempo de vigilancia de 15 segundos, la calidad "mala" se asigna a la variable correspondiente.

3.1.4 VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS DE PROCESO CON EL CLIENTE OPC

Todos los datos de proceso de la estación local se pueden leer a través del OPC integrado SINAUT MICRO SC mediante la sintaxis que el sigue.

MSC: [**<nombre <Coord> DB1, <Format> <Dirección>**

Además de los datos de proceso configurables por el usuario, el servidor OPC proporciona variables del sistema.

Visualización y modificación de los datos de proceso:

- **Visualización de los datos del proceso:**

VD2000 datos de proceso enviados por la estación remota es recibida por SINAUT MICRO SC y se puede leer, por ejemplo, mediante el sondeo cíclico de un cliente OPC, por ejemplo, WinCC flexible.

- **Cambio de los datos de proceso:**

El cambio de los datos de proceso VD2000 en el cliente OPC es reconocido por el servidor OPC SINAUT MICRO SC, y éste envía el valor cambiado VD2000 a la estación local.

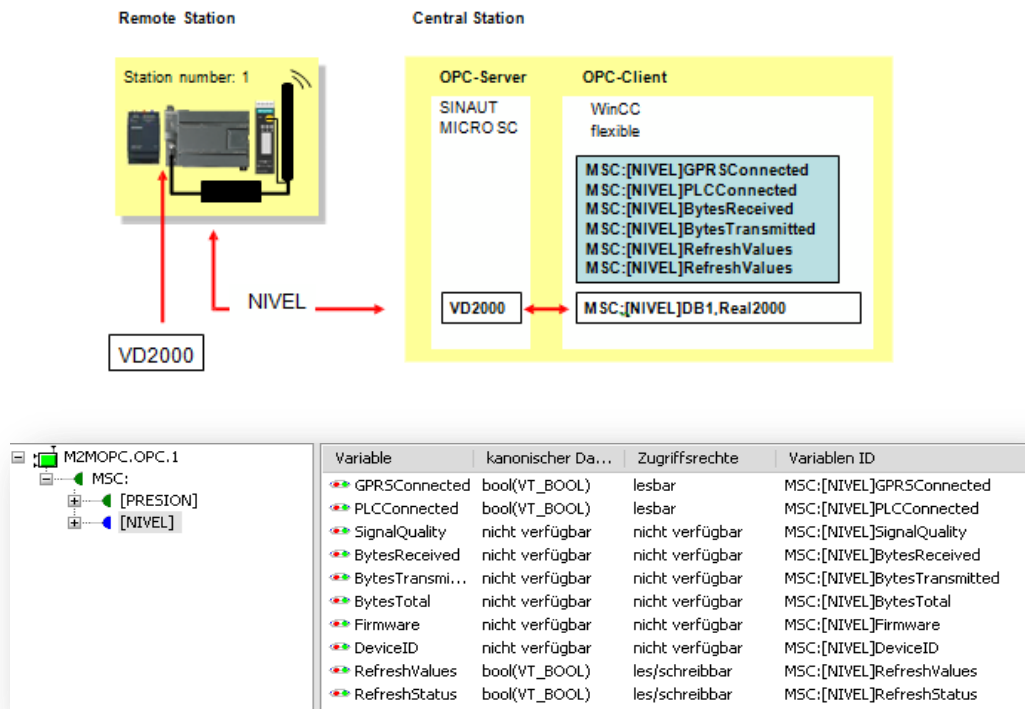


Figura 3.19. Visualización de los datos del proceso

3.2 PRUEBAS ESTACIONES LOCALES.

3.2.1 LA ESTACIÓN LOCAL ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO DE LA ESTACIÓN CENTRAL

El módem MD720-3 sirve como interfaz entre la estación local y la estación central. Transmite datos de la CPU S7-200 a SINAUT MICRO SC a través de GPRS y viceversa.

a. Requisitos para el uso

El funcionamiento del módem MD720-3 requiere una tarjeta SIM con el servicio GPRS lo cual, de manera análoga a un teléfono móvil, debe ser colocado en el interior del módem en la ranura apropiada.

b. Configuración de módem MD720-3

La configuración del módem se realiza mediante el bloque S7 "WDC_CONFIG_FLEX_PX" contenida en el volumen de suministro. Cualquier S7-200 de la CPU de CPU221 a CPU226 se puede utilizar para la configuración.

- Dirección IP estática del servidor SINAUT MICRO SC.
- Puerto del servidor SINAUT MICRO SC.
- El nombre del módem asignado automáticamente por la conexión SINAUT MICRO SC.
- La contraseña para esta conexión se define en el SINAUT MICRO SC
- El número del PIN de la tarjeta SIM, si la solicitud de PIN está activada en la tarjeta SIM.
- El nombre del Punto de acceso del proveedor de servicio móvil que define el nodo de la red a Internet GPRS.
- El usuario o la contraseña de la APN.
- Visión general de los parámetros de configuración más importantes (dirección objetivo lógico, APN).

| | Símbolo | Tipo var. | Tipo de datos | Comentario |
|-------|----------------|-----------|---------------|--|
| | EN | IN | BOOL | |
| LD0 | IP_ADDRESS_CS | IN | DWORD | IP Address of the server (central station) |
| LD4 | DESTPORT_CS | IN | DWORD | TCP/IP port of the server (default: 26862) |
| LD8 | MODEM_NAME | IN | DWORD | GPRS modem user name |
| LD12 | MODEM_PASSWORD | IN | DWORD | GPRS modem user password |
| LD16 | PIN | IN | DWORD | GSM PIN |
| LD20 | APN | IN | DWORD | AccessPointName (GPRS provider) |
| LD24 | AP_USER | IN | DWORD | APN login user name |
| LD28 | AP_PASSWORD | IN | DWORD | APN login password |
| LD32 | DNS | IN | DWORD | DNS1{;DNS2} |
| LD36 | CLIP | IN | DWORD | CLIP 3x3, separated by semicolons (;) |
| | | IN | | |
| | | IN_OUT | | |
| L40.0 | BUSY | OUT | BOOL | Active |
| L40.1 | DONE | OUT | BOOL | Successfull done |
| L40.2 | ABORTED | OUT | BOOL | Ended with error |
| LW41 | ERROR | OUT | WORD | Errornumber |


```

Initializes the serial port 0 and MD720-3 configuration
WDC_CONFIG_FLEX_P0
Version: 1.20
Date: 19.08.2008
  
```

Figura 3.20. Bloque del sistema para la configuración del módem.

Una vez terminada la configuración, ya no se requiere el programa de configuración para el espacio de memoria y puede ser reemplazado por el programa de la aplicación. (Ver el programa en el ANEXO H)

3.2.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDEM MD720-3 CON LA CPU S7-200 Y EL PROGRAMA DE CONFIGURACIÓN

Abrir el proyecto de configuración de la estación local de acuerdo con el puerto de la CPU utilizada.

Utilizar STEP 7 Micro / WIN para desplazarse a la Bloque de datos "GPRS_NIVEL".

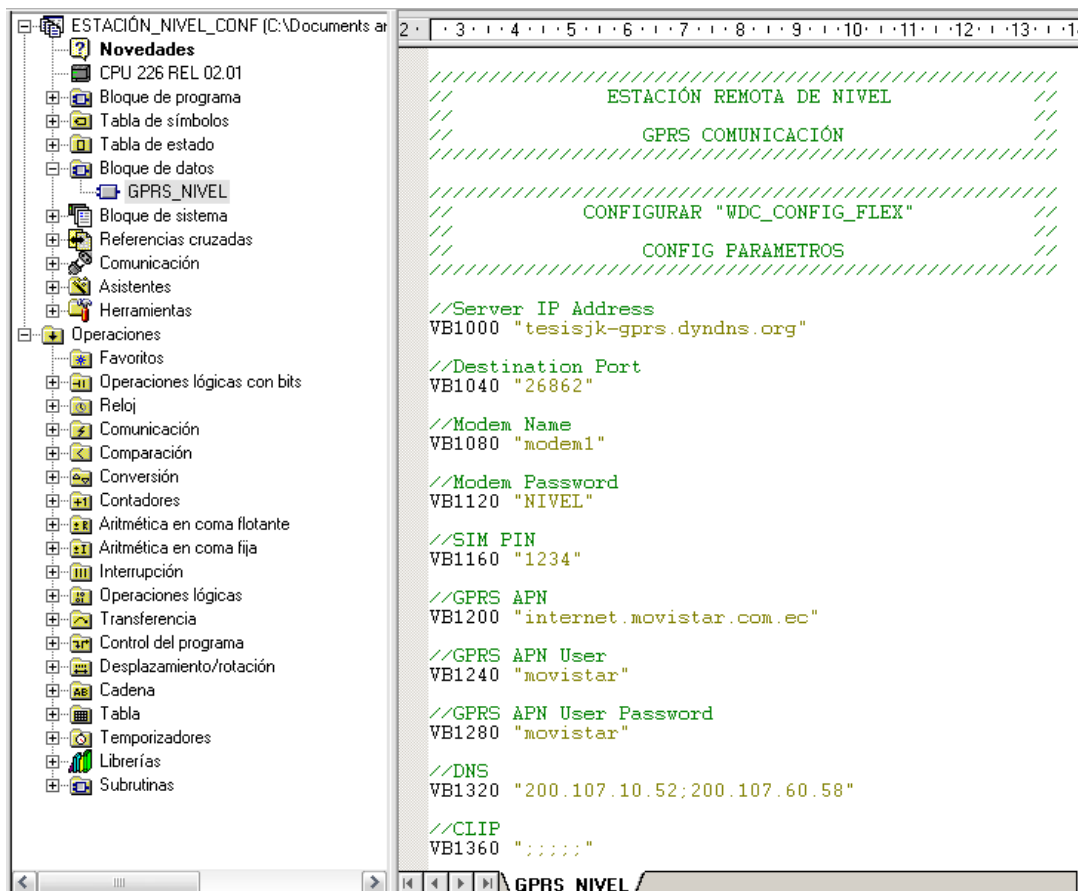


Figura 3.21. Bloque de datos de la configuración del módem.

- Cambiar la dirección IP utilizada actualmente ya sea por la dirección IP estática de su conexión a Internet o por el nombre de dominio.

```
// Server IP Address  
CONFIG_INIT_IP_Address  
"123.45.67.89"
```

- Introducir el puerto, que ha sido seleccionado en SINAUT Micro SC.

```
// Destination Port  
CONFIG_INIT_Dest_Port  
"26862"
```

- Introducir el nombre del módem, con el que se configuro en SINAUT Micro SC.

```
// Modem Name  
CONFIG_INT_Modem_Name  
"modem1"
```

- Introducir la contraseña del módem, con el que se configuro en SINAUT Micro SC.

```
// Modem Password  
CONFIG_INT_Modem_Password  
"NIVEL"
```

- Introducir el PIN de la tarjeta SIM utilizada. Se recomienda que desactive la consulta PIN. En este caso, introduzca el valor "0000".

```
// SIM PIN
```

```
CONFIG_INIT_SIM_PIN
```

```
"1234"
```

- Introduzca la dirección APN (Access Point Name) de su proveedor. Este es el acceso de la red GPRS a la INTERNET.

```
// GPRS APN
```

```
CONFIG_INIT_GPRS_APN
```

```
"internet.movistar.com.ec"
```

- Además del APN, algunas compañías de móviles requieren un nombre de usuario, en cuyo caso sustituya el valor del parámetro por el de su proveedor de servicios móviles.

```
// GPRS APN User
```

```
CONFIG_INIT_GPRS_APN_User
```

```
"movistar"
```

- Además del usuario del APN, se requieren una contraseña del proveedor de servicios móviles.

```
// GPRS APN User Password.
```

```
CONFIG_INIT_GPRS_APN_User_Password
```

```
"movistar"
```

- Ingrese aquí su servidor DNS de su proveedor.

Si utiliza una dirección IP estática para su estación central puede dejar este campo vacío (“ ; ”). Si utiliza un "Domain Name Server" en lugar de la dirección IP estática, al menos una (máximo dos) direcciones DNS deben ser introducidas en este parámetro.

- Cuando el uso de nombres de dominio:

```
// DNS
CONFIG_INIT_DNS
"200.107.10.52;200.107.60.58"
```

- Cuando no utilice los nombres de dominio:

```
// DNS
CONFIG_INIT_DNS " ; "
```

- Si se utiliza teleservicio, puede introducir aquí hasta tres números de teléfono autorizados para una llamada de datos para el Teleservicio. También puede usar partes de números de teléfono junto con un "*" para la autorización de acceso.

```
//CLIP
WDC_INIT_Clip_Numbers "+593992945809" ó ";;;;;"
```

- Cargar el proyecto en la CPU S7-200.

La configuración del módem se ha completado, si la salida "DONE" en el bloque de WDC_CONFIG_FLEX_P0 es "1".

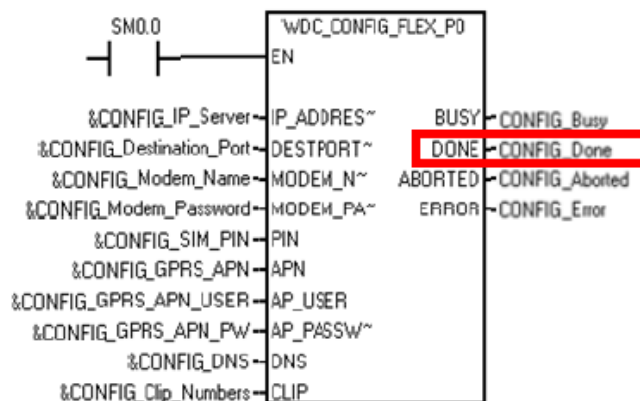


Figura 3.22 Bloque WDC_CONFIG_FLEX_P0

3.2.3 INICIALIZACIÓN, ENVIÓ Y RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE PROCESO DEL MÓDEM MD720-3 CON LA CPU S7-200 Y EL PROGRAMA DE CONFIGURACIÓN

Después de configurar el módem SINAUT MD720-3 con el bloque de configuración WDC_CONFIG_FLEX_P0 de SINAUT Micro SC para MicroWIN Step 7 y ser cargado al PLC S7-200 CPU 226 se procederá a configurar y cargar el programa de usuario.

- Abrir el proyecto de usuario de la estación local de acuerdo con el puerto de la CPU utilizado.
- Utilizar STEP 7 Micro / WIN para desplazarse al Bloque de datos "GPRS_NIVEL".

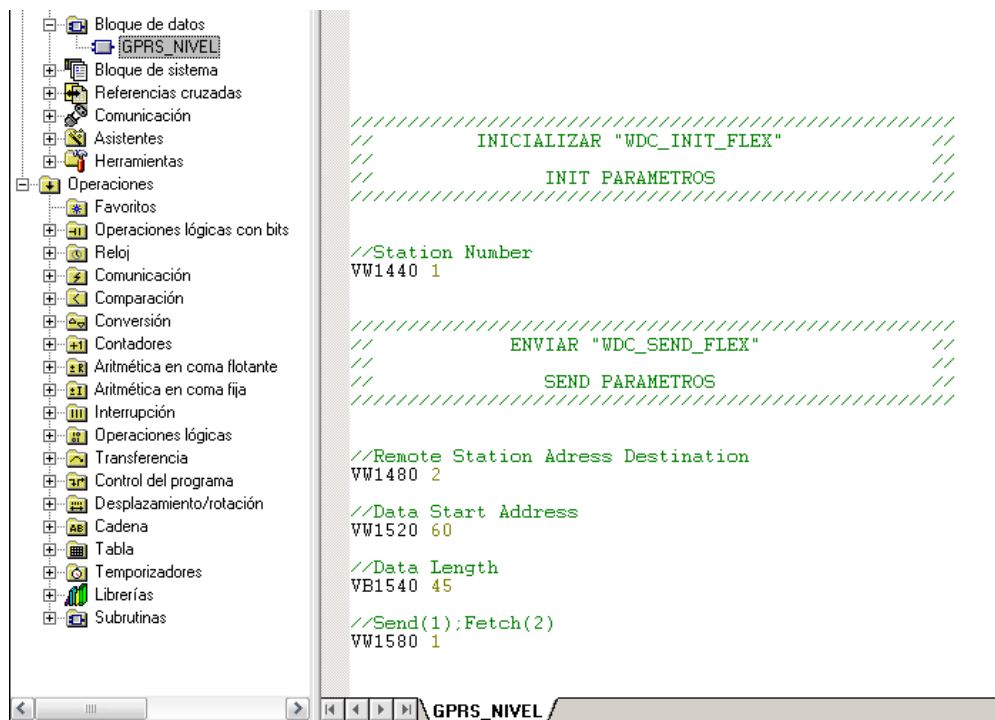


Figura 3.23 Bloque de datos

- Introducir el número de la estación que ha sido seleccionado en SINAUT Micro SC.

```
// Station Number
WDC_INIT_Station_number
"1"
```

| | Símbolo | Tipo var. | Tipo de datos | Comentario |
|------|----------------|-----------|---------------|--------------------------------------|
| | EN | IN | BOOL | |
| LW0 | STATION_NUMBER | IN | WORD | Logical address of the local station |
| | | IN | | |
| | | IN_OUT | | |
| L2.0 | BUSY | OUT | BOOL | Active |
| L2.1 | DONE | OUT | BOOL | Successfull done |


```

Initializes the serial port 0 and the GPRS library
WDC_INIT_FLEX_P0
Version: 1.20
Date: 19.08.2008

```

Figura 3.24 Bloque de sistema WDC_INIT

El módulo inicia la librería GPRS, la interfaz en serie del PLC, así como la del Módem GPRS.

- Introducir los parámetros de envío permitiendo que se lleve al cabo el proceso de envío del valor del proceso.

| | Símbolo | Tipo var. | Tipo de datos | Comentario |
|-------|------------------------|-----------|---------------|---|
| | EN | IN | BOOL | |
| L0.0 | START | IN | BOOL | Start data read or write job |
| LW1 | REMOTE STATION ADDRESS | IN | WORD | Address of the remote station to send to or to read from |
| LW3 | DATA_START | IN | WORD | Start address of the data to send or to read |
| LB5 | DATA_LENGTH | IN | BYTE | Length of the data to send or to read |
| LW6 | COMMAND | IN | WORD | 1: Send data, 2: Read data |
| LD8 | CURRENT TIME | IN | DWORD | Memory address of the current time (8 Byte), 0 if no RTC is available |
| | | IN | | |
| | | IN_OUT | | |
| L12.0 | BUSY | OUT | BOOL | Active |
| L12.1 | DONE | OUT | BOOL | Successfull done |
| L12.2 | ABORTED | OUT | BOOL | Ended with error |
| LW13 | ERROR | OUT | WORD | Error number |


```

Sends all requests and replies to any remote stations
WDC_SEND_FLEX_P0
Version: 1.20
Date: 19.08.2008

```

Figura 3.25 Bloque de envío WDC_SEND_FLEX_P0.

El proceso de envío inicia al momento que el parámetro “SEND_STAR” detecta un flanco positivo. Durante el proceso de

envío cada paso de dicho proceso es monitoreado. En caso de que uno de los pasos no pueda ser realizado o falle, el parámetro “SEND_STATUS” registra un número decimal representando el paso en el cual se presentó el error y el proceso de envío es interrumpido. Si el proceso no concluye exitosamente, este es cancelado y el bit “SEND_ABORTED” se activa; por ejemplo si durante el envío del mensaje la conexión entre el S7-200 y el módem es interrumpida.

Se configura la dirección lógica de la estación local, a la que se deben enviar los datos y de los datos que se deben leer, el índice del primer byte de datos, para ser enviados o leídos y la longitud de datos o cantidad de bytes, para ser enviados o solicitados, dependiendo del comando que se aplique al enviar o solicitar datos del proceso.

- Introducir los parámetros en el bloque recibido permite que se lleve a cabo el proceso de recepción del valor de proceso, recibe el mensaje entrante y copia el bloque de datos recibido en la dirección indicada.

| | Símbolo | Tipo var. | Tipo de datos | Comentario |
|-------|----------------------|-----------|---------------|---|
| | EN | IN | BOOL | |
| LD0 | NEWTIME | IN | DWORD | Buffer to write a received timestamp to, can be 0 if no RTC is supported |
| LW4 | RECVBUFFER_START | IN | WORD | Start of memory block allowed for data reception |
| LW6 | RECVBUFFER_LENGTH | IN | WORD | Length of memory block allowed for data reception |
| | | IN | | |
| | | IN_OUT | | |
| LW8 | REMOTESTATIONADDRESS | OUT | WORD | Address of the sending station |
| LW10 | DATA_START | OUT | WORD | Startaddress of changed values |
| LB12 | DATA_LENGTH | OUT | BYTE | Length of changed values |
| L13.0 | NEWTIME_RECEIVED | OUT | BOOL | Indicates the reception of a new timestamp (still copied into the given buffer) |

Handles the receive buffer

WDC_RECEIVE_FLEX_P0

Version: 1.20
Date: 19.08.2008

Figura 3.26 Bloque de recepción WDC_RECEIVE_FLEX_P0.

El proceso de recepción inicia el momento que el parámetro “RECV_STAR” detecta un flanco positivo. Para reconocer un valor en la tarjeta SIM, el bloque “WDC_RECEIVE_FLEX_P0” debe estar activo durante el proceso. Mientras menor sea el tiempo en el cual se llama al bloque de recepción, de manera más rápida se reconocen los nuevos valores.

- Cargar el proyecto en la CPU S7-200.

3.2.4 LA ESTACIÓN REMOTA ENVÍA LOS DATOS DE PROCESO DE LA ESTACIÓN CENTRAL

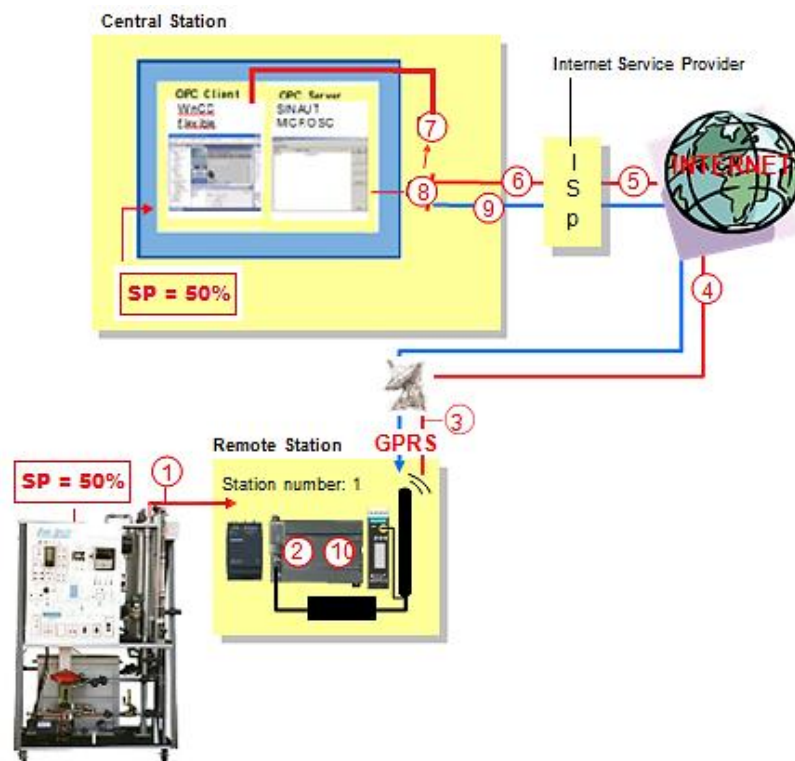


Figura 3.27 Descripción general

1. Los datos de las estaciones locales de Nivel y Presión son leídos por los controladores de la estación local a través de interfaz analógica. Los valores de proceso en esta son simulados por una variable.

2. S7-200 envía el valor del proceso mediante una llamada al bloque S7 "WDC_SEND_FLEX_Px" con detalles de:
 - Dirección lógica de la estación central de destino.
 - Dirección de variables y longitud en bytes para ser enviado.
3. El módem procesa el valor de la variable y lo envía al proveedor de servicio móvil a través de GPRS.
4. El proveedor de servicio móvil reenvía el valor de la variable a la INTERNET. La interfaz entre el proveedor de servicios móviles y de Internet se conoce como un punto de acceso.
5. El Internet enruta el valor de la variable al proveedor de servicios de Internet de la Estación Central.
6. El proveedor de servicios de Internet de la estación central transfiere el valor de la variable en el servidor SINAUT MICRO SC de la Estación Central.
7. El servidor OPC de SINAUT MICRO SC proporciona los datos de proceso recibidos a la OPC cliente (sistema HMI).
8. Después de la recepción exitosa, SINAUT MICRO SC envía un reconocimiento al módem en la estación local.
9. El módem envía el reconocimiento a la CPU S7-200.
10. El bloque S7 "WDC_RECEIVE_FLEX_Px" recibe el reconocimiento. El bloque S7 "WDC_SEND_FLEX_Px" informa posteriormente al programa de usuario del éxito del procedimiento de envío completado.

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.3.1 ESTACIÓN DE NIVEL

En la Estación Local de Nivel del Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica de Ejercito Extensión Latacunga el rango de medición que se emplea es de (5 a 15) inH₂O, previamente establecidos con el calibrador FLUKE 744.

Los rangos dispuestos para el control y monitoreo de nivel bajo (LOW) y nivel alto (HIGH) se encuentran entre (5 a 7) y (12 a 15) inH₂O respectivamente. (Ver graficas en el ANEXO E).

La Estación Central se encarga del control y monitoreo de las variables de entrada y salida de la estación remota, es decir, controlando el Set Point (SP) y monitoreando el Process Value (PV) y el Control Value (CV) de la estación.

3.3.2 ESTACIÓN DE PRESIÓN

En la Estación Local de Presión del Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica de Ejercito Extensión Latacunga el rango de medición que se emplea es de (10 a 30) PSI, previamente establecidos con el calibrador FLUKE 744.

Los rangos dispuestos para el control y monitoreo de presión baja (LOW) y presión alta (HIGH) se encuentran entre (10 a 14) y (26 a 30) PSI respectivamente. (Ver graficas en el ANEXO F).

La Estación Central se encarga del control y monitoreo de las variables de entrada y salida de la estación remota, es decir, controlando el Set Point (SP) y monitoreando el Process Value (PV) y el Control Value (CV) de la estación.

3.3.3 ESTACIÓN CENTRAL

a. Comunicación GPRS con las Estaciones Remotas de Nivel y Presión

La comunicación para establecer la Red Industrial con tecnología inalámbrica se basa en una red GPRS, es decir, se enlazan la Estación Central con las Estaciones Locales de Nivel y Presión del Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Escuela Politécnica de Ejercito Extensión Latacunga.

La Estación Central mediante la comunicación inalámbrica basada en una red GPRS se encarga del control y monitoreo de las variables de entrada y salida de las estaciones locales, es decir, controlando el Set Point (SP) y monitoreando el Process Value (PV) y el Control Value (CV) de las estaciones de Nivel y Presión.

La comunicación GPRS del módem SINAUT MD720-3 con el OPC Server SINAUT Micro SC es monitoreada y controlada por el OPC Cliente WinCC como se puede observar en la figura 3.28.

| COMUNICACIÓN | | |
|---|--------|---------|
| | NIVEL | PRESIÓN |
| <u>ESTADO DEL MÓDEM</u> | Online | Online |
| <u>ESTADO DEL PLC</u> | Online | Online |
| <u>INTENCIDAD DE SEÑAL DE LA ANTENA</u> | 31 | 31 |
| <u>CICLO DE TRANSMISIÓN</u> | 60 | 30 |
| <u>NÚMERO DE BYTES RECIBIDOS DEL MÓDEM</u> | 7756 | 6571 |
| <u>NÚMERO DE BYTES ENVIADOS POR EL MÓDEM</u> | 10302 | 9876 |
| <u>TOTAL DE BYTES ENVIADOS Y RECIBIDOS POR EL MÓDEM</u> | 18058 | 16447 |

Figura 3.28 Comunicación GPRS entre la Estación Central y las Estaciones Locales.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La comunicación inalámbrica basada en equipos SIEMENS permite la fácil interacción entre el usuario y las estaciones locales de Nivel y Presión que componen dicha red, ya que estos se encuentran agrupados e interconectados en un carril DIM que permite la utilización de los mismos de una forma organizada.
- La utilización de las estaciones locales de Nivel y Presión permite realizar el control de procesos industriales, para complementar el uso del sistema SINAUT de SIEMENS en simulación de aplicaciones reales.
- Los equipos de hardware y software SIEMENS utilizados para la implementación de la red de comunicación inalámbrica, permiten una instalación en un espacio reducido, suministro de energía mediante fuentes comúnmente usadas (110VAC y 24VDC), interconexión de equipos sin cableado innecesario, programación del proceso y envío y recepción de datos mediante lógica LADDER muy utilizada en la programación de PLCs y visualización del proceso mediante una interfaz gráfica muy amigable con el usuario.
- El autómatas programable SIEMENS S7-200 posee un diseño compacto, el cual es perfecto para su adaptación en procesos pequeños que requieren monitoreo y control de un número pequeño de variables tipo análogas; y

por lo tanto es adecuado para la implementación de una red industrial con tecnología inalámbrica basada en una red GPRS.

- El módem SIEMENS MD720-3, junto a la antena QUADBAND ANT794-4MR como accesorio, permite la transmisión de datos a través de la red de telefonía móvil, mediante envío y recepción de mensajes y la recepción de llamadas para realizar teleservicio; adicionalmente, permite la transmisión de datos vía GPRS. Por lo que constituye el equipo de comunicación inalámbrica idóneo para la implementación.
- Las funcionalidades del software STEP 7 MicroWIN, facilitan la programación para el control del proceso industrial, así como la recepción y envío de datos. Su programación en lógica LADDER hace más amigable su programación junto a las librerías GPRS utilizadas.
- El software SIEMENS SIMATIC WinCC posee todas las herramientas necesarias para la realización de una interfaz óptima y completa que permita la visualización del proceso de las estaciones remotas y de la estación central. Herramienta óptima para complementar la red de comunicación inalámbrica basado en SIEMENS.
- La utilización de envío y recepción de datos vía GPRS es una solución óptima para el monitoreo y control de estaciones remotas, ya que permite el mantenimiento y diagnóstico remoto, así como la notificación inmediata de fallas con bajos costos operativos y acceso permanente a zonas geográficamente distantes por la utilización de la red GSM - GPRS .
- El uso de envío y recepción de datos basado en la red GPRS es una alternativa de fácil implementación para el monitoreo y control de estaciones locales ya que utiliza tarjetas SIM disponibles en el mercado y

de fácil adquisición. De manera que representa una solución viable y útil en la implementación de la red industrial con tecnología inalámbrica.

- La utilización de la red GPRS junto con el software SINAUT MICRO SC, también representa una solución óptima para el monitoreo y control de estaciones locales ya que permite el monitoreo simultáneo de hasta 256 estaciones y conexión permanente entre las estaciones locales y la estación central gracias al uso de la red GPRS. Además que SINAUT MICRO SC incorpora un servidor OPC integrado que permite la visualización del proceso en una interfaz gráfica como SIEMENS SIMATIC WinCC.
- El uso de SINAUT MICRO SC permite mantener costos relativamente bajos, ya que permite configurar el tiempo de transmisión de datos. Sin embargo, dependiendo del volumen de datos e intentos de conexión fallidos con el servidor se puede generar un volumen considerable de datos con costo adicional.
- Para la utilización de SINAUT MICRO SC se requiere el uso de tarjetas SIM especiales dedicadas a la transmisión de datos, las cuales no son tan asequibles actualmente en el mercado y poseen un costo mensual adicional al costo del volumen de datos que se consume. De esta manera, el uso de SINAUT MICRO SC es muy útil en el monitoreo y control remoto en grandes industrias; sin embargo no es tan viable en pequeñas industrias o para uso didáctico.
- El presente documento incorpora una guía completa para conocer y dominar el uso de SINAUT MICRO SC en el monitoreo y control de estaciones locales vía GPRS.

4.2 RECOMENDACIONES

- Leer e involucrarse con el uso los equipos utilizados en la red de comunicación con tecnología inalámbrica para así, evitar fallas o daños producidos por posible manipulación indebida.
- Involucrarse con las librerías utilizadas, para la comunicación GPRS, antes de usarlas en cualquier aplicación. De esta manera se puede realizar un programa óptimo que cumpla con los requerimientos deseados en cada aplicación.
- Después de varias pruebas fallidas con el uso de la librería GPRS, se recomienda apagar el PLC y volver a descargar el programa, ya que algunas variables internas usadas en los subprogramas de los bloques de la librería quedan “seteados” con algún valor y no permiten que el ciclo continúe con éxito.
- Para la aplicación GPRS, se recomienda, primero descargar el programa al PLC antes de abrir la aplicación de la interfaz en WinCC, ya que caso contrario se presentará un error el cual indica que el puerto está siendo utilizado por otra aplicación y no es posible descargar el programa.
- Si no se posee experiencia con el servicio GPRS, se recomienda, en la ventana de configuración de SINAUT MICRO SC, seleccionar el tipo de monitoreo mediante sincronización del reloj de tiempo real del PLC, con un intervalo de 15 minutos.
- Se recomienda primero asegurarse de la ubicación de las entradas de alimentación en los equipos, para evitar conexiones erróneas. También se recomienda revisar el uso de las estaciones locales de Nivel y Presión, para evitar su mal uso.

- Es conveniente utilizar una IP estática para la configuración del módem MD720-3 ya que si utilizamos una IP dinámica con un HOSTNAME obligatoriamente tenemos que cambiar la IP cada vez que reiniciemos la comunicación.
- Es necesario verificar si la dirección de puerto utilizada por el OPC Server SINAUT Micro SC se encuentra libre de acceso, caso contrario definir una excepción para el puerto en el FIREWALL de Windows.
- Es aconsejable para la terminación de la configuración de las estaciones locales en el OPC Server SINAUT Micro SC cerrar la interfaz de usuario de la configuración del OPC, para así guardar todos los parámetros de configuración.

ENLACES BIBLIOGRAFICOS

- DAVID ROLDAN, “Comunicaciones Inalámbricas”.
Consultado en la Biblioteca de la Escuela Politécnica del Ejército.

- AQUILINO RODRÍGUEZ PENIN, “Comunicaciones Industriales”, 2008.
Consultado en la Biblioteca de la Escuela Politécnica del Ejército.

- ANTONIO CREUS SOLÉ, “Instrumentación Industrial”.
Consultado en la Biblioteca de la Escuela Politécnica del Ejército.

- REDES INDUSTRIALES INALÁMBRICAS
<http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=92547803&url=e2dafa303f1a5c7172583b89d8efc20>

- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE
http://www.grupo_master.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20

- AUTÓMATA SIEMENS S7-200
<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simat/Documentos/S7200ManualSistema.pdf>

- SINAUT MICRO SC
<http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/telecontrol/software/Pages/Default.aspx#Descripci%c3%b3n>

- WINCC
http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf

- ANTENA ANT794-4MR
<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=WW&language=en&nodeid=10036153&tree=CatalogTree®ionUrl=%2f#B&activetab=product&>
- MÓDEM MD720-3
<http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/sic-telecontrol/gsm-modems-router/md720-3/Pages/md720-3.aspx>
- CONTROL PID
http://www.automatas.org/hardware/teoria_pid.htm

ANEXOS

ANEXO A HOJA TÉCNICA DE LA ANTENA ANT794-4MR

ANEXO B HOJA TÉCNICA DEL MÓDEM MD720-3

ANEXO C ESCALAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE PRESION.

ANEXO D ESCALAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE NIVEL.

ANEXO E GRÁFICAS DEL HMI DE LA ESTACIÓN DE NIVEL.

ANEXO F GRÁFICAS DEL HMI DE LA ESTACIÓN DE PRESIÓN.


ANEXO G CONEXIÓN DEL MÓDULO ANALÓGICO EM235.

ANEXO H PROGRAMA DE LA APLICACIÓN.

ANEXO I DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ESTACIÓN DE PRESIÓN.

ANEXO J DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ESTACIÓN DE NIVEL.

ANEXO K GLOSARIO.

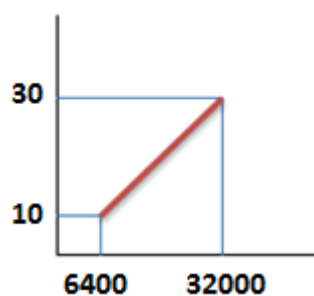
| ANEXO A | HOJA TÉCNICA DE LA ANTENA ANT794-4MR | A-1 |
|---|---|---|
|  | | <p>ANTENA OMNIDIRECC. PARA REDES GSM (2G) Y UMTS (3G), OMNIDIRECCIONAL; RESISTENTE A LA INTEMPERIE PARA INTERIORES Y EXTERIORES; CABLES DE CONEXION DE 5M UNIDO FIJAMENTE A LA ANTENA; CONECTOR SMA; INCL. ESCUADRA DE FIJACION, TORNILLOS, TACOS</p> |
| Radiofrecuencias | | |
| Tipo de la red de radiotelefonía móvil / compatible / GSM | | Sí |
| Tipo de la red radiotelefonía móvil / compatible / UMTS | | Sí |
| Frecuencia de funcionamiento | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 850 MHz | | Sí |
| <ul style="list-style-type: none"> • 900 MHz | | Sí |
| <ul style="list-style-type: none"> • 1800 MHz | | Sí |
| <ul style="list-style-type: none"> • 1900 MHz | | Sí |
| <ul style="list-style-type: none"> • 2200 MHz | | Sí |
| Datos eléctricos | | |
| Característica de radiación | | omnidireccional |
| Ganancia | | 0 dB |
| Relación de ondas estacionarias VSWR / máxima | | 2 |
| Número de conexiones eléctricas / de la antena | | 1 1 |
| Potencia de emisión / máxima | | 20 W |
| Condiciones ambientales admisibles | | |
| Temperatura ambiente / durante el funcionamiento | | -40...+70 °C |
| Grado de protección IP | | IP65 |
| Diseño, dimensiones y pesos | | |
| Anchura | | 24 mm |
| Altura | | 193 mm |
| Profundidad | | 24 mm |
| Diámetro | | 24 mm |
| Peso neto | | 310 g |
| Longitud del cable / del cable de antena | | 5 m |
| Material / de la envoltura exterior | | PVC rígido, resistente a la radiación UV |



SINAUT MODEM MD720-3 GSM/GPRS; MODEM TELEF. MOVIL CON INTERFAZ RS232; PARA LOS SERVICIOS GSM. CSD, GPRS, SMS; GSM CUATRIBANDA; INTERFAZ DE COMANDOS AT; RESPETAR HOMOLOG. POR PAISES! ESTAB. AUTOM. CONEXIONES GPRS; INCL. GENDER CHANGER PARA ADAPTADOR RS232/PP1; MANUAL EN CD EN ALEMAN E INGLES

| | |
|--|---|
| Velocidad de transf. | |
| Tasa de transferencia | |
| <ul style="list-style-type: none"> con transferencia GSM | 9600 bit/s |
| Interfaces | |
| Número de conexiones eléctricas | |
| <ul style="list-style-type: none"> para red interna para red externa para alimentación de tensión | 1 1 1 |
| Conexión WAN | |
| Tipo de la red de radiotelefonía móvil / compatible | |
| <ul style="list-style-type: none"> GSM | Sí |
| Tipo del servicio de radiotelefonía móvil / compatible | |
| <ul style="list-style-type: none"> GPRS | Sí |
| Tensión de alimentación, consumo, pérdidas | |
| Tipo de tensión / de la tensión de alimentación | DC |
| Tensión de alimentación | 24 V |
| <ul style="list-style-type: none"> mínima máxima | 12 V 30 V |
| Potencia activa disipada / típica | 5 W |
| Condiciones ambientales admisibles | |
| Temperatura ambiente | |
| <ul style="list-style-type: none"> durante el funcionamiento durante el almacenamiento | -20...+60 °C -25...+85 °C |
| Humedad relativa del aire / a 25 °C / durante el funcionamiento / máxima | 95 % |
| Grado de protección IP | IP40 |
| Diseño, dimensiones y pesos | |
| Profundidad | 114 mm |
| Altura | 99 mm |
| Anchura | 22,5 mm |
| Peso neto | 150 g |
| Funciones del producto / Gestión, programación, configuración | |
| Función de producto | |
| <ul style="list-style-type: none"> CLI gestión basada en web | No No |
| Protocolo / es soportado | |
| <ul style="list-style-type: none"> Telnet HTTP HTTPS | No No No |
| Normas, especificaciones y homologaciones | |
| Norma | |
| <ul style="list-style-type: none"> de FM sobre zonas EX | EN 55024, EN 55022 clase A, EN 61000-6-2 II 3G Ex nA IICT4 Ge |
| Certificado de aptitud | Las homologaciones actuales pueden consultarse en http://www.siemens.com/simatic-net/ik-info |
| <ul style="list-style-type: none"> aplicaciones ferroviarias según EN 50155 | No |

ESTACIÓN DE PRESIÓN



Process value

$$m = \frac{30 - 10}{32000 - 6400}$$

$$m = \frac{20}{25600}$$

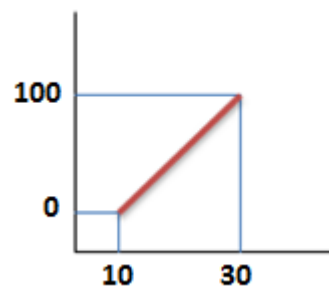
$$m = 0,00078125$$

$$10 = (0,00078125)(6400) + b$$

$$b = 5$$

$$y = (0,00078125)(x) + 5$$

Set point



$$m = \frac{100 - 0}{30 - 10}$$

$$m = \frac{100}{20}$$

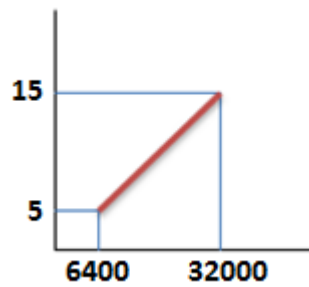
$$m = 5$$

$$0 = (5)(10) + b$$

$$b = -50$$

$$y = (5)(x) - 50$$

ESTACIÓN DE NIVEL



Process value

$$m = \frac{15 - 5}{32000 - 6400}$$

$$m = \frac{10}{25600}$$

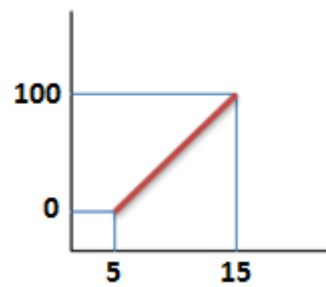
$$m = 0,000381$$

$$10 = (0,000381)(6400) + b$$

$$b = 2,5$$

$$y = (0,000381)(x) + 2,5$$

Set point



$$m = \frac{100 - 0}{15 - 5}$$

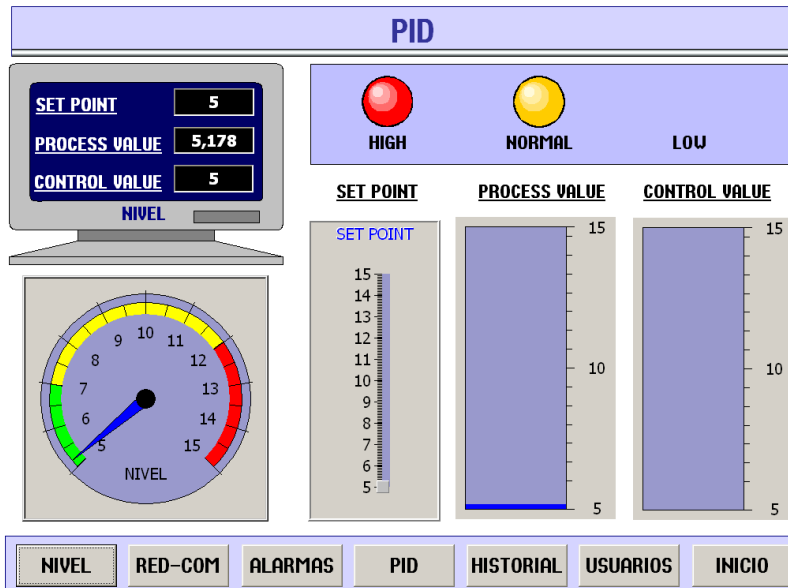
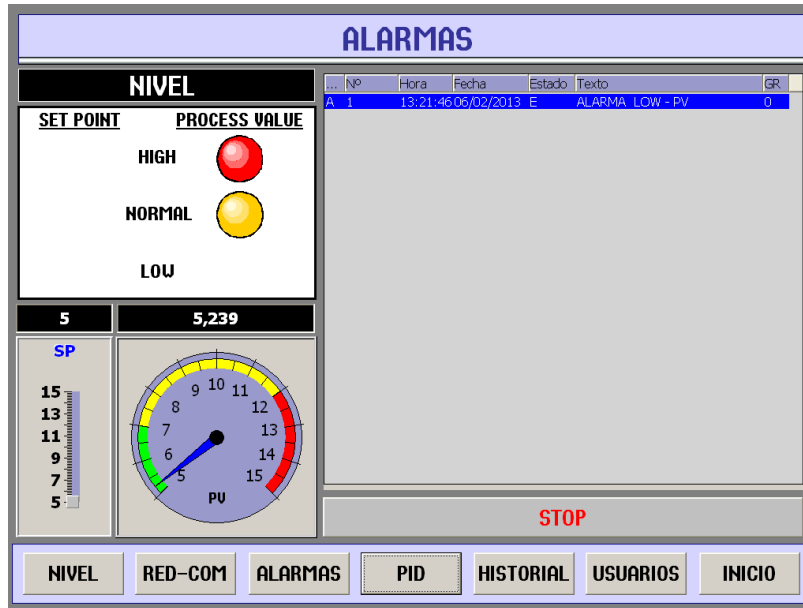
$$m = \frac{100}{10}$$

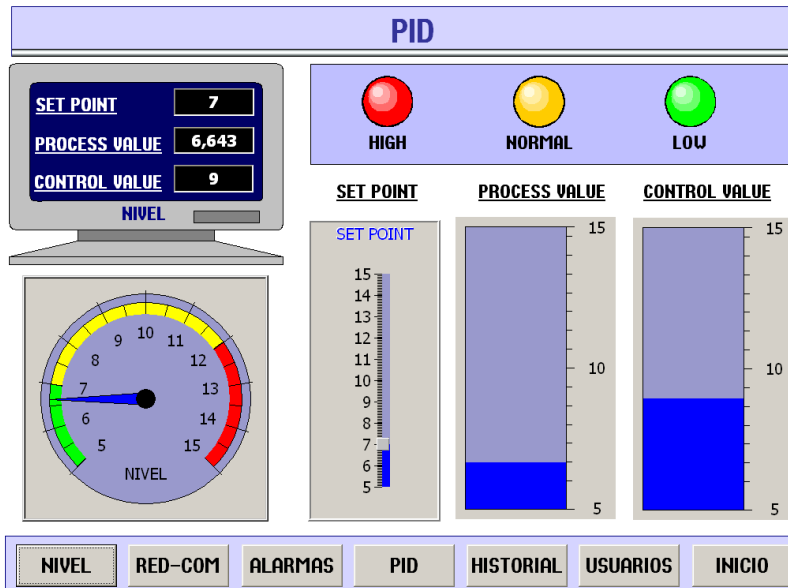
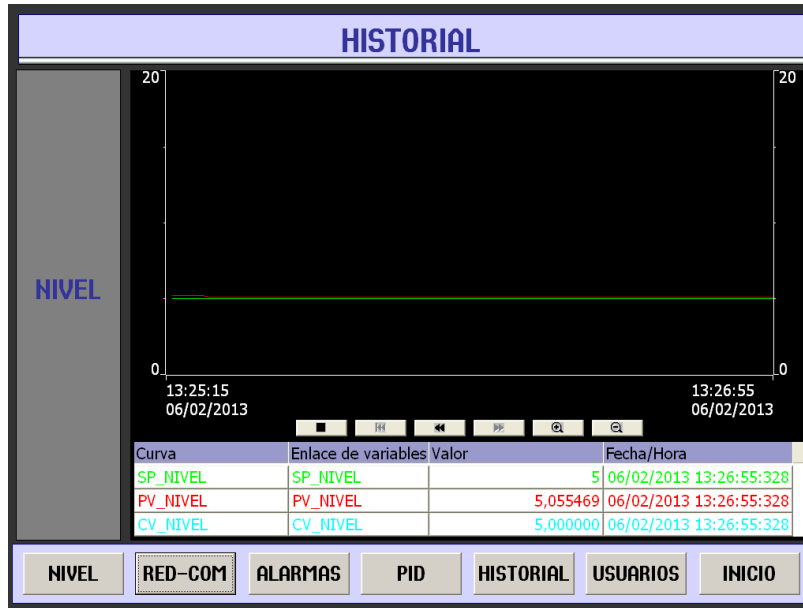
$$m = 10$$

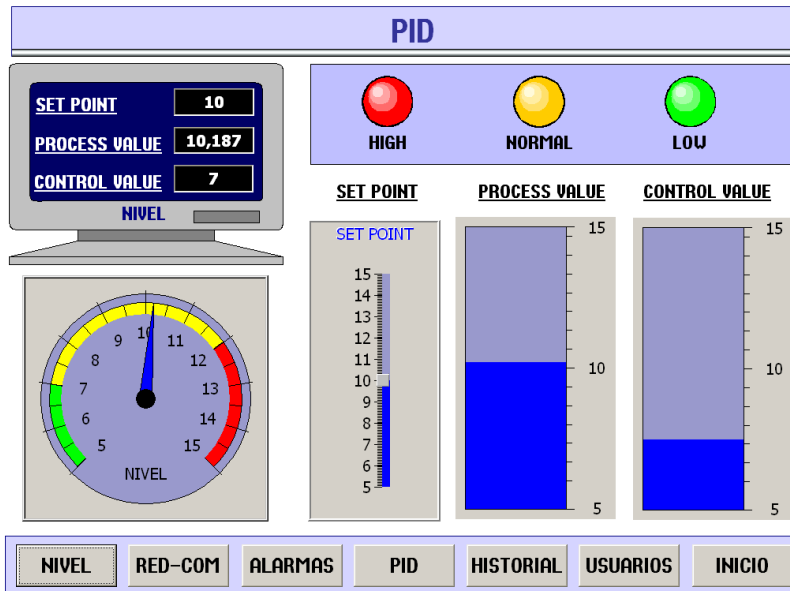
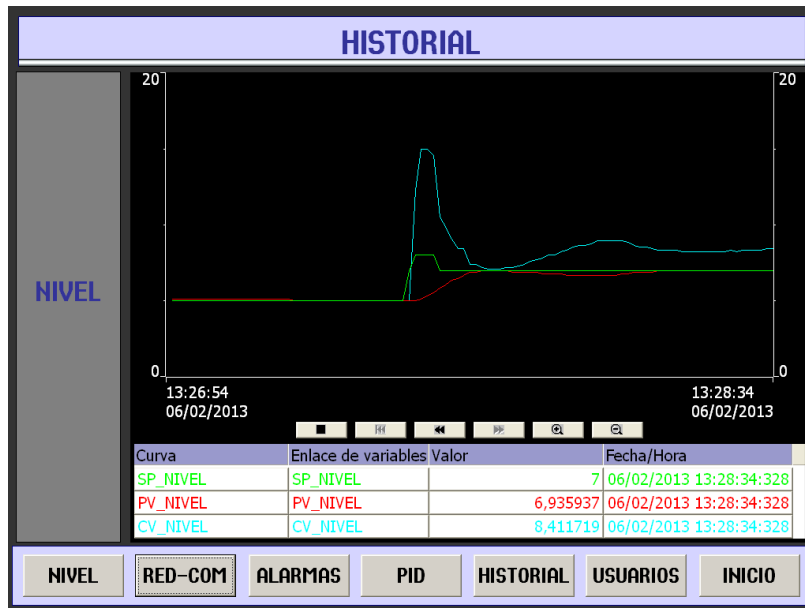
$$0 = (10)(5) + b$$

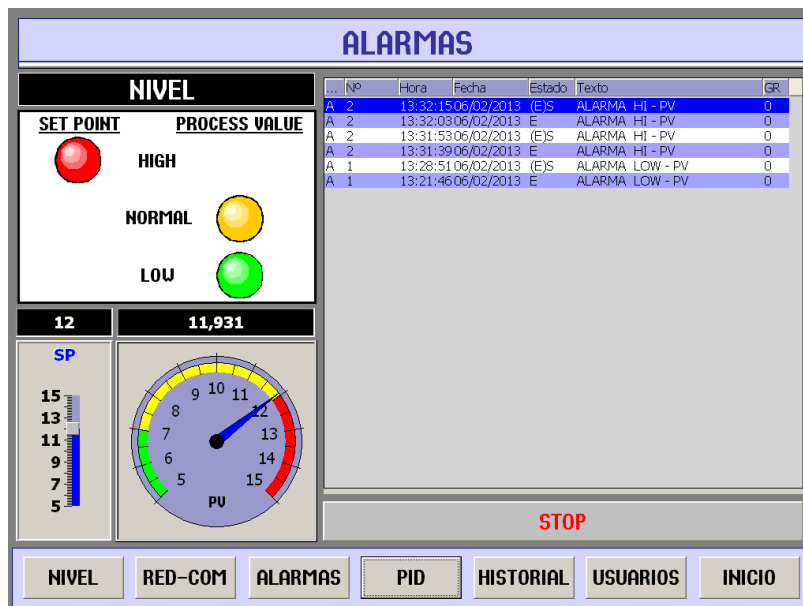
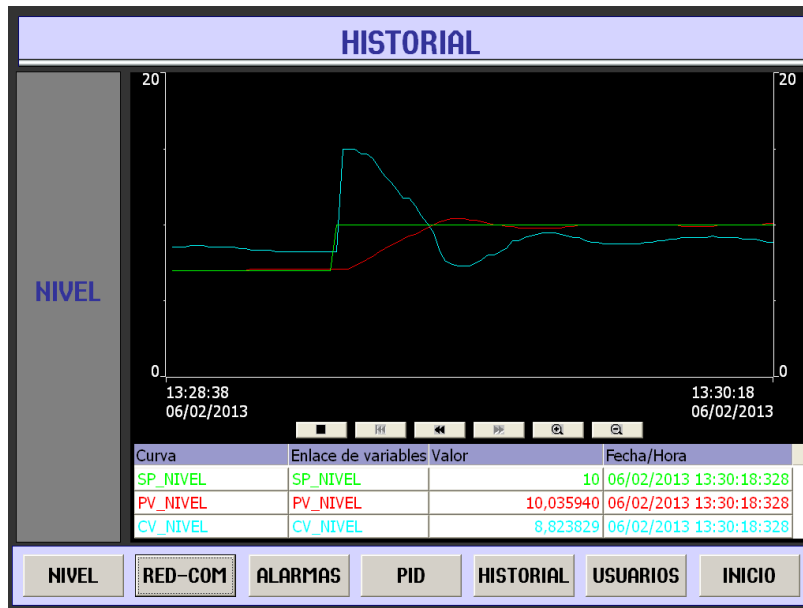
$$b = -50$$

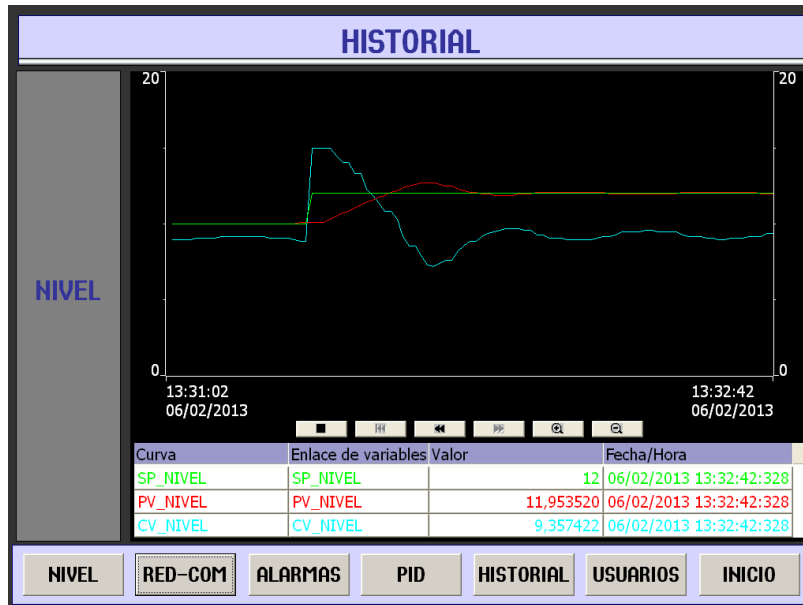
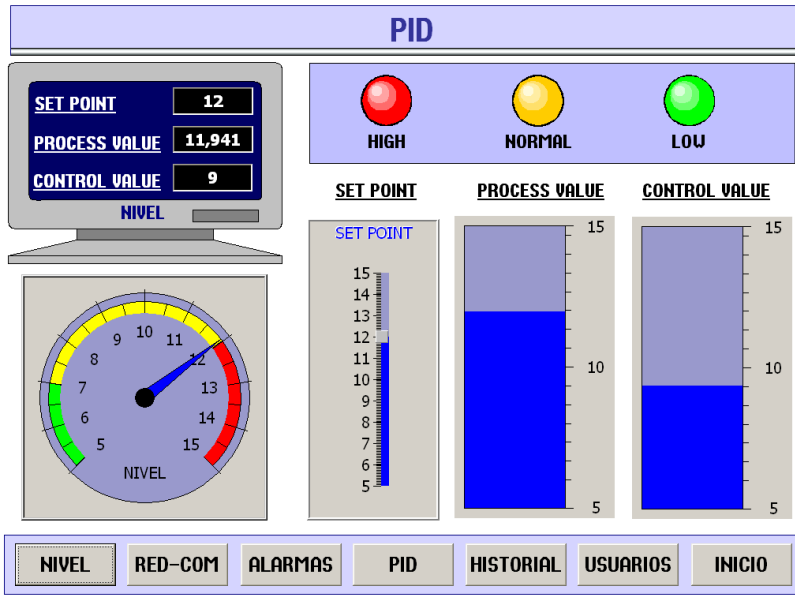
$$y = (10)(x) - 50$$

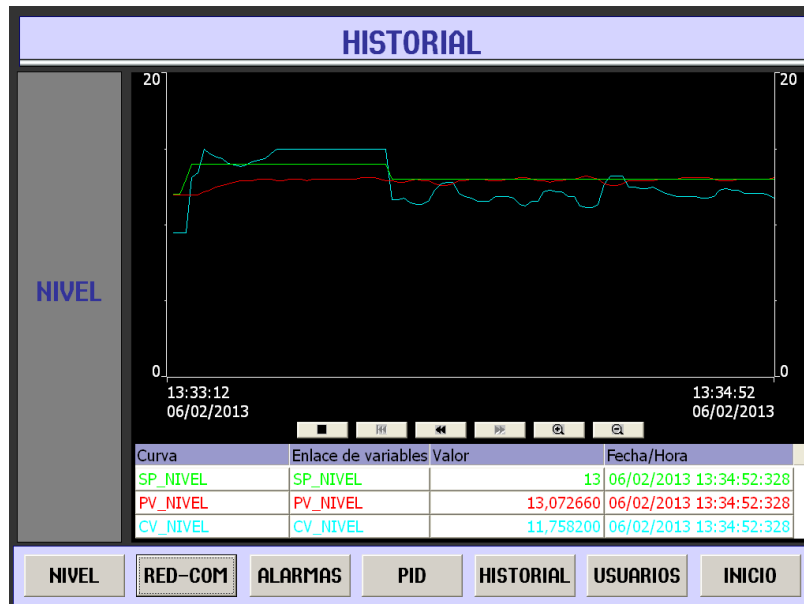


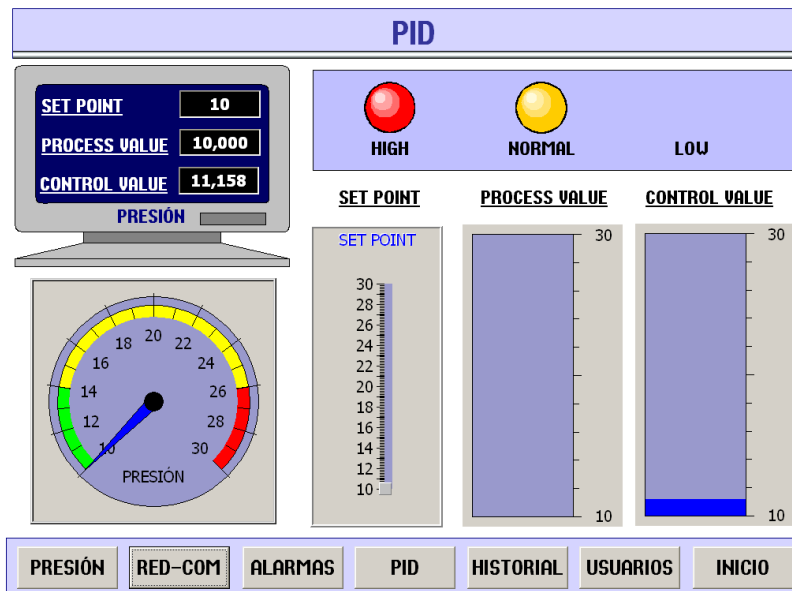
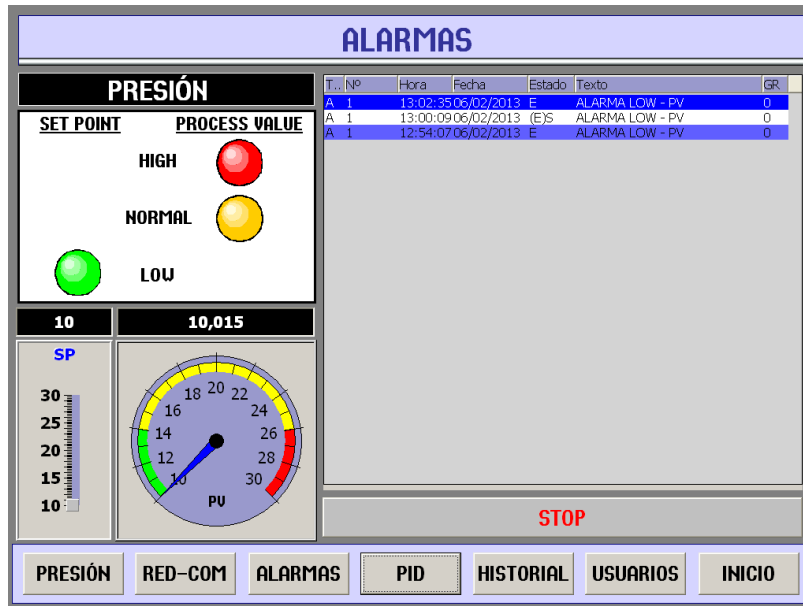


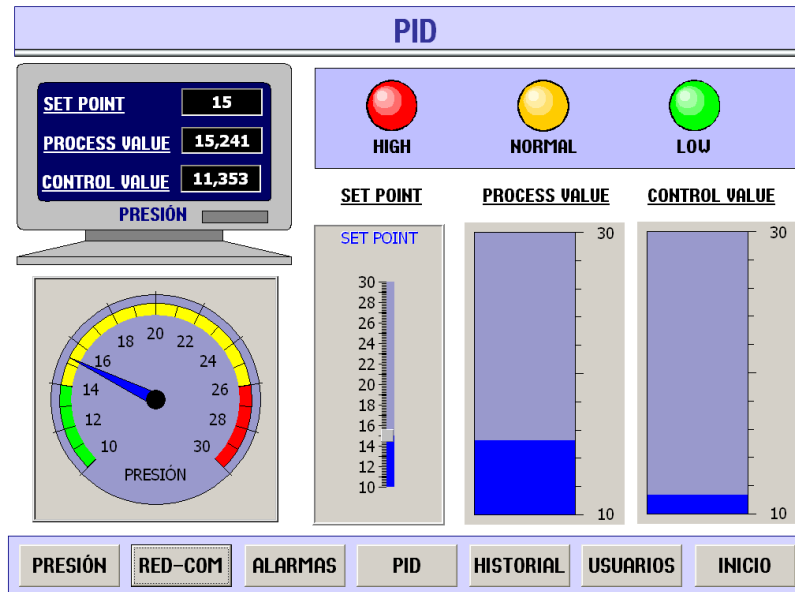
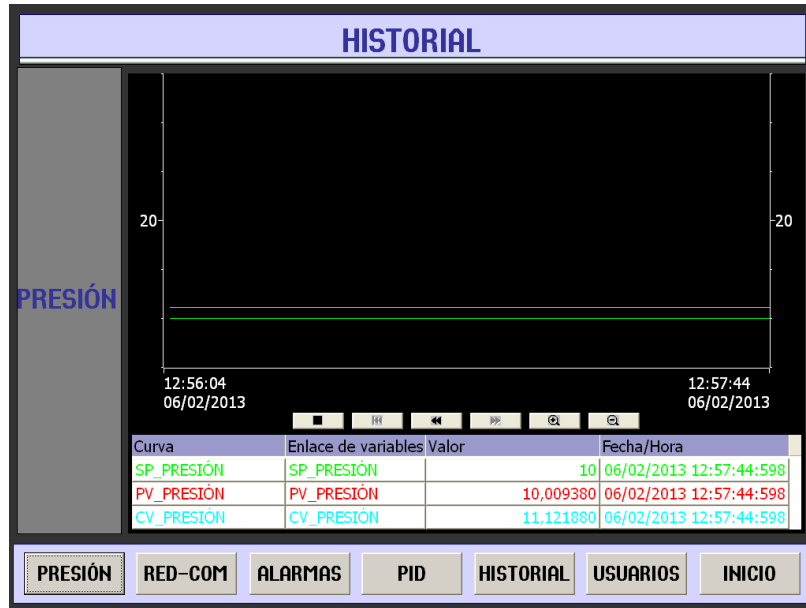


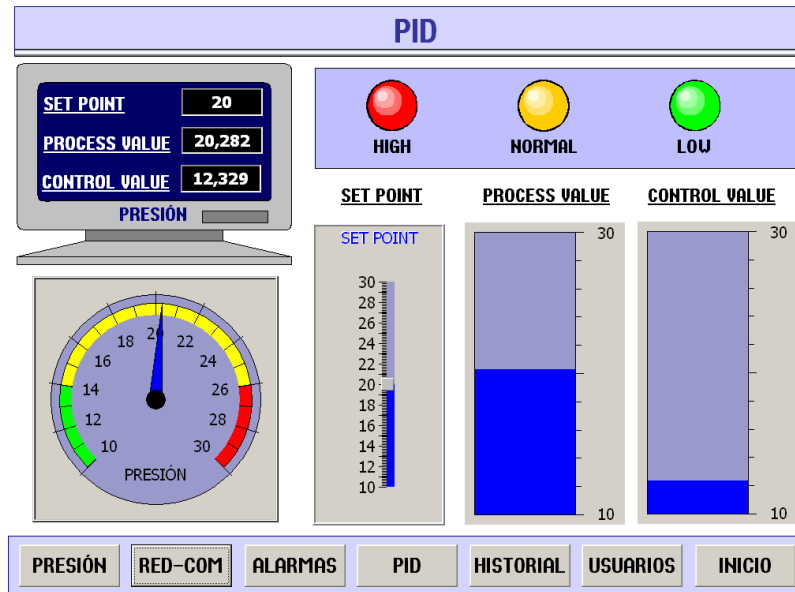
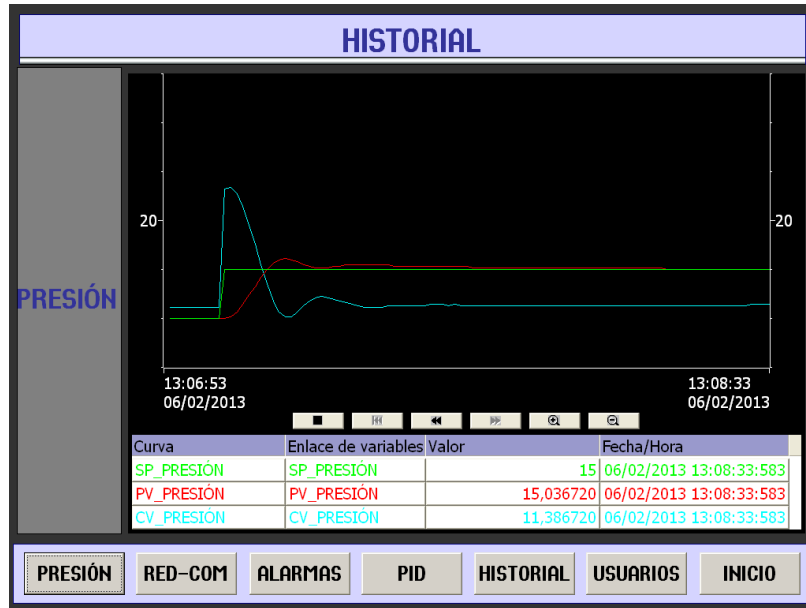


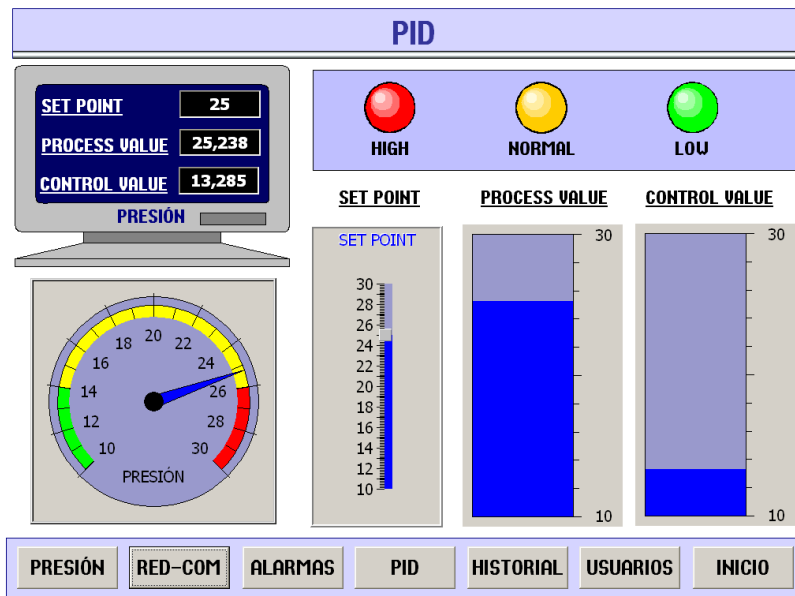
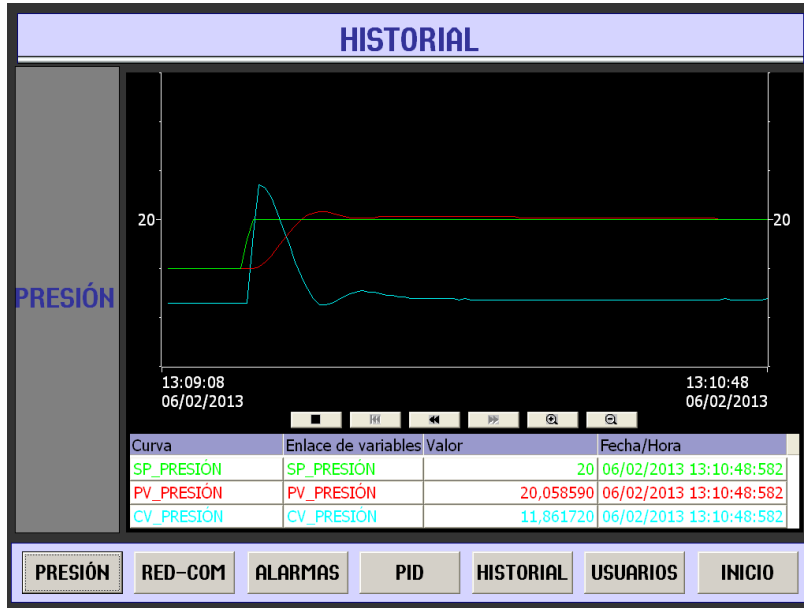


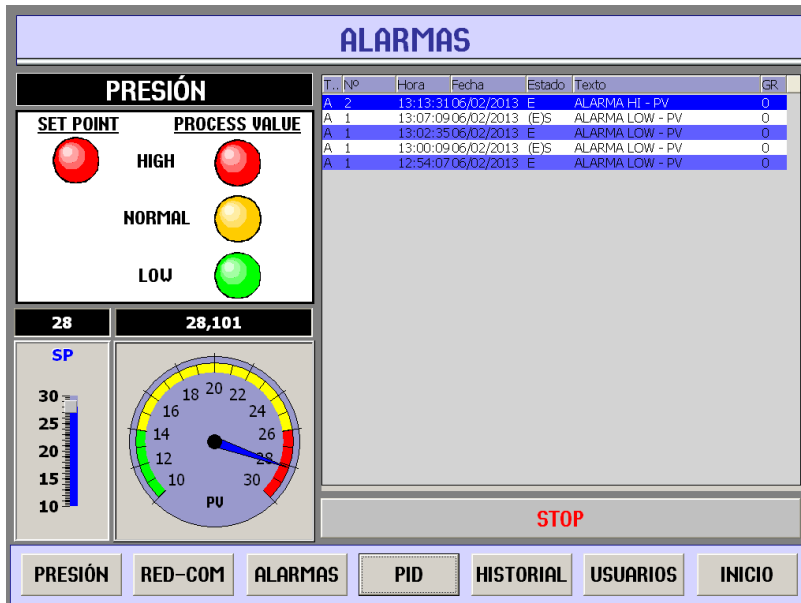
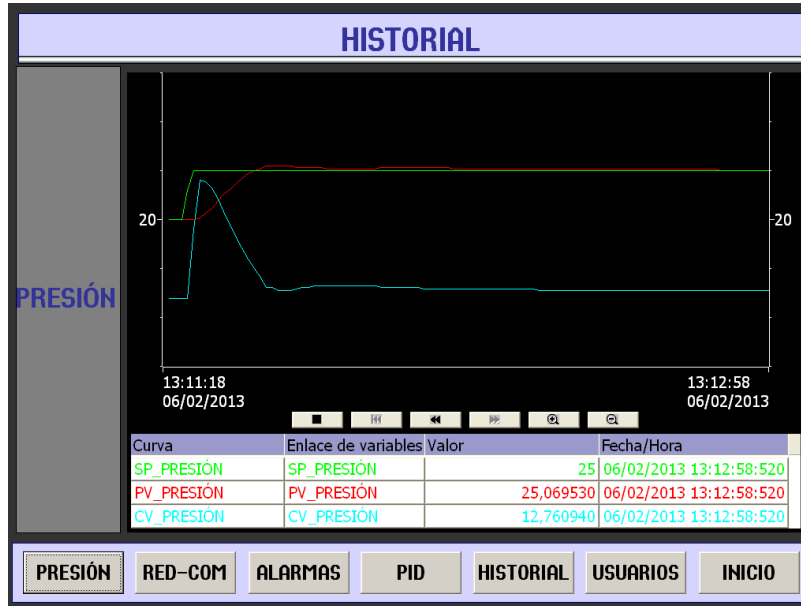


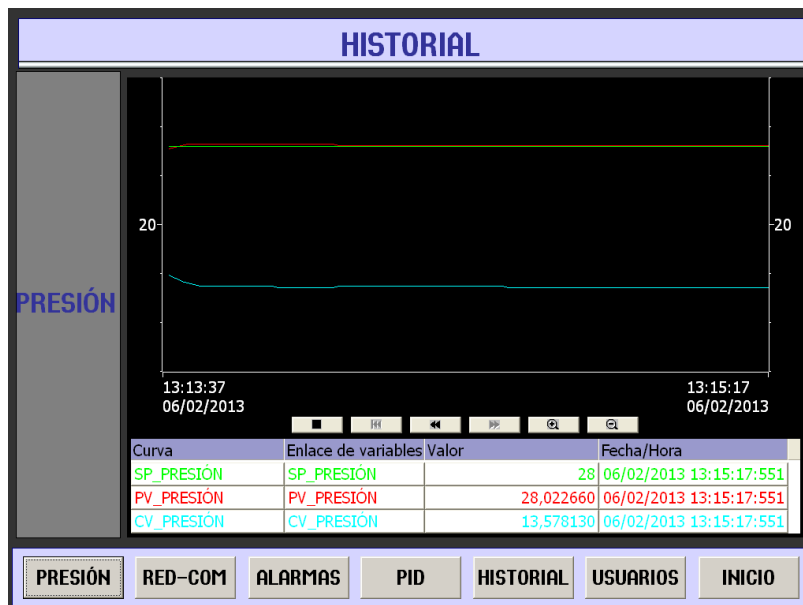
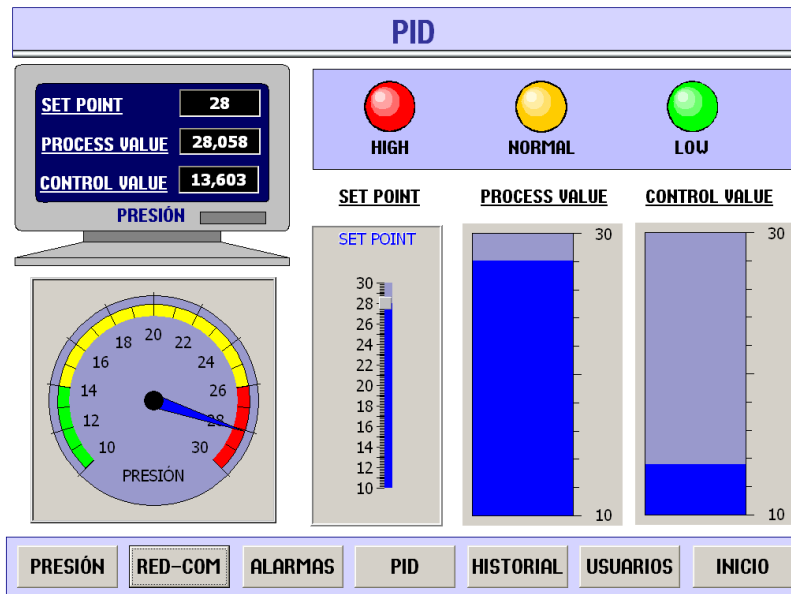


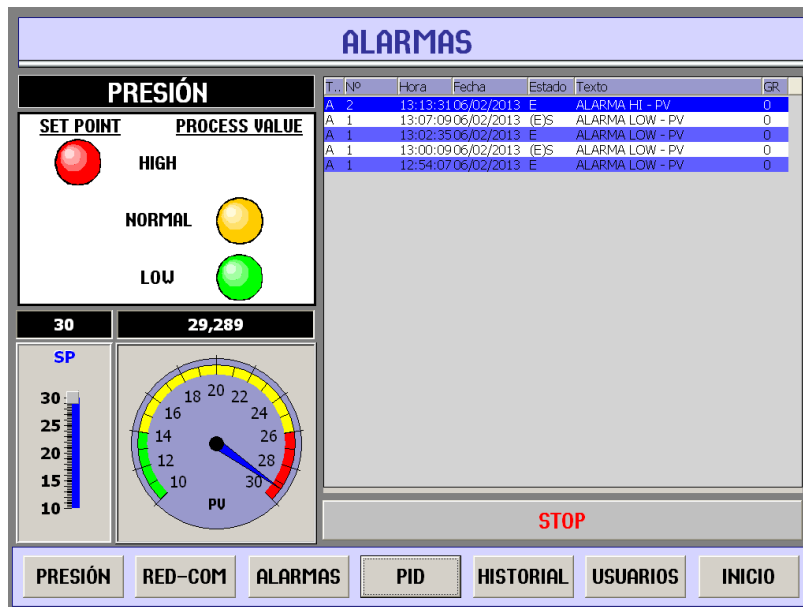
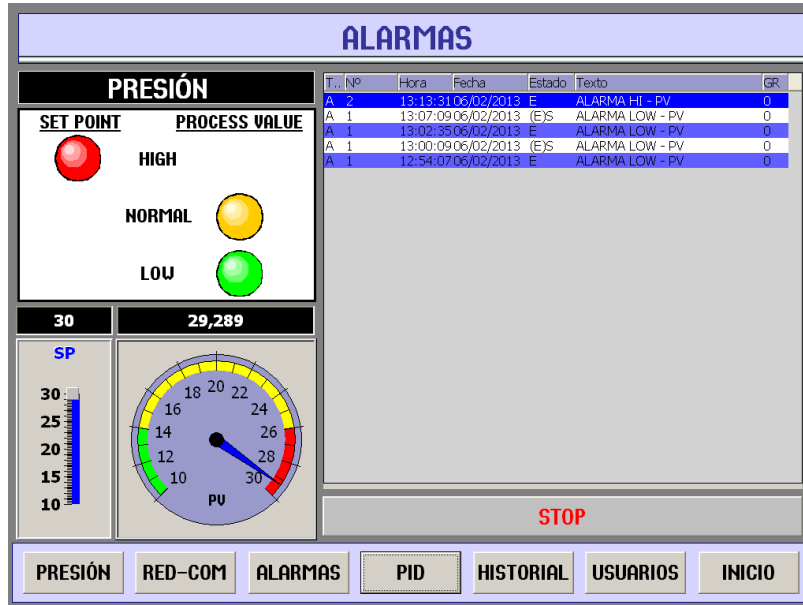


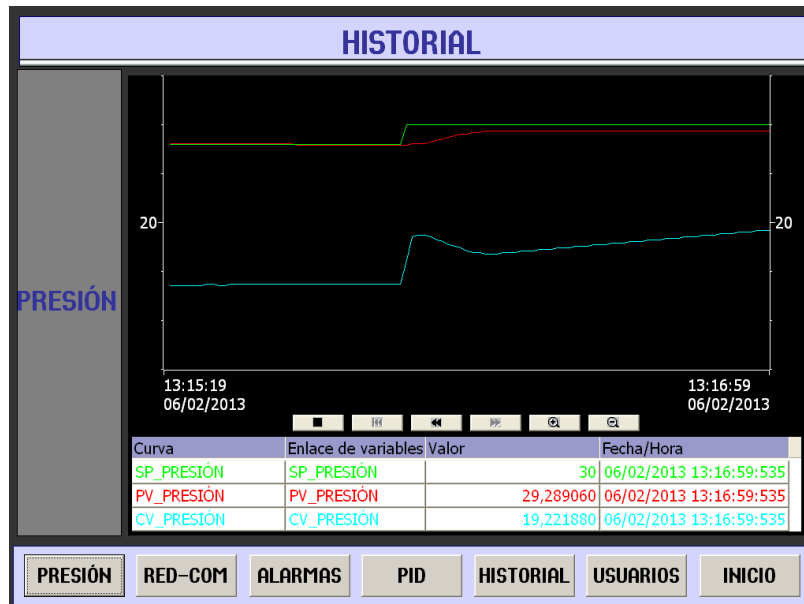


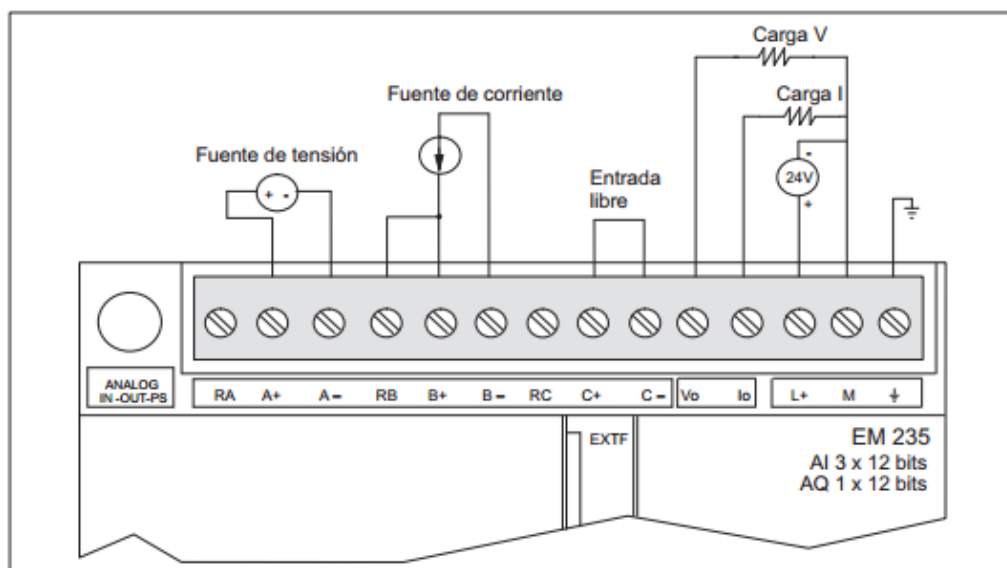


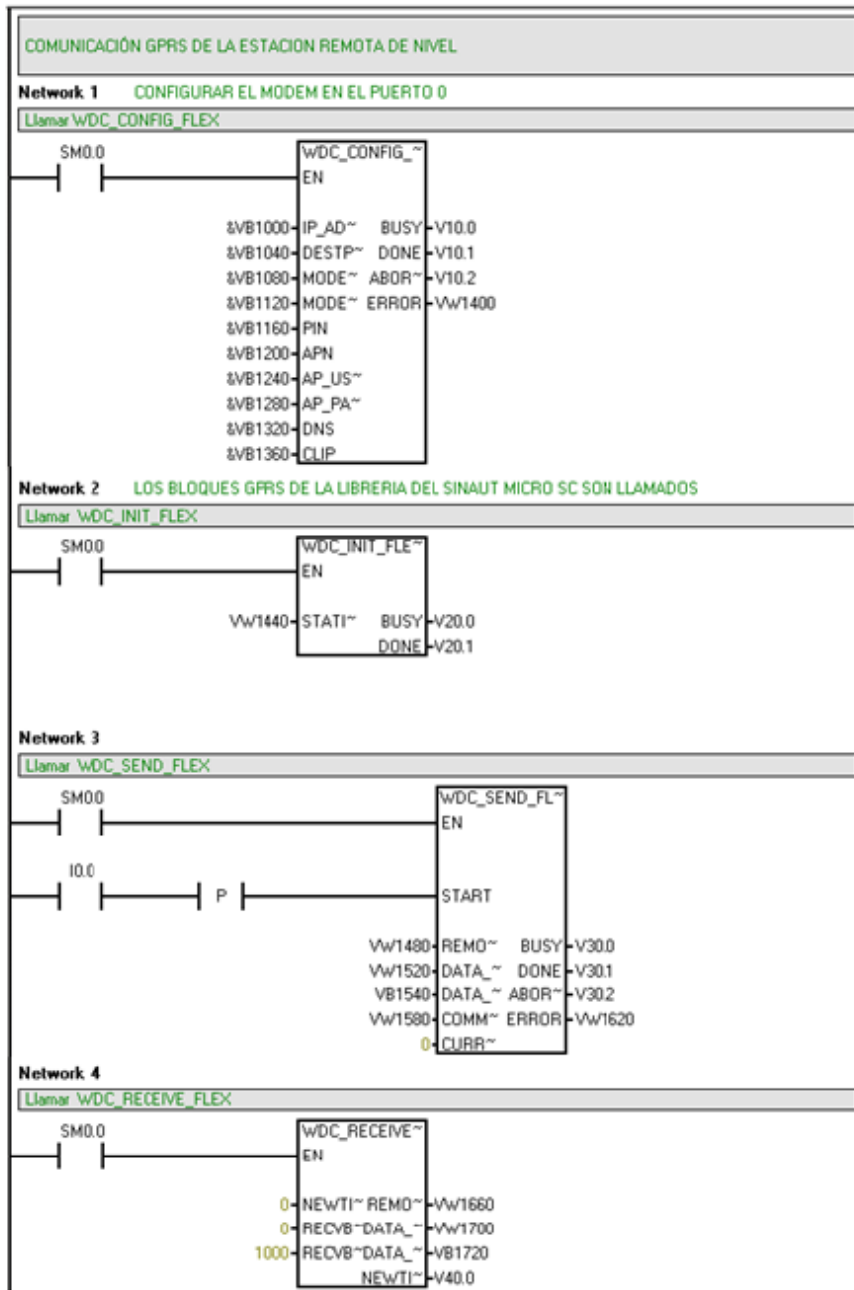


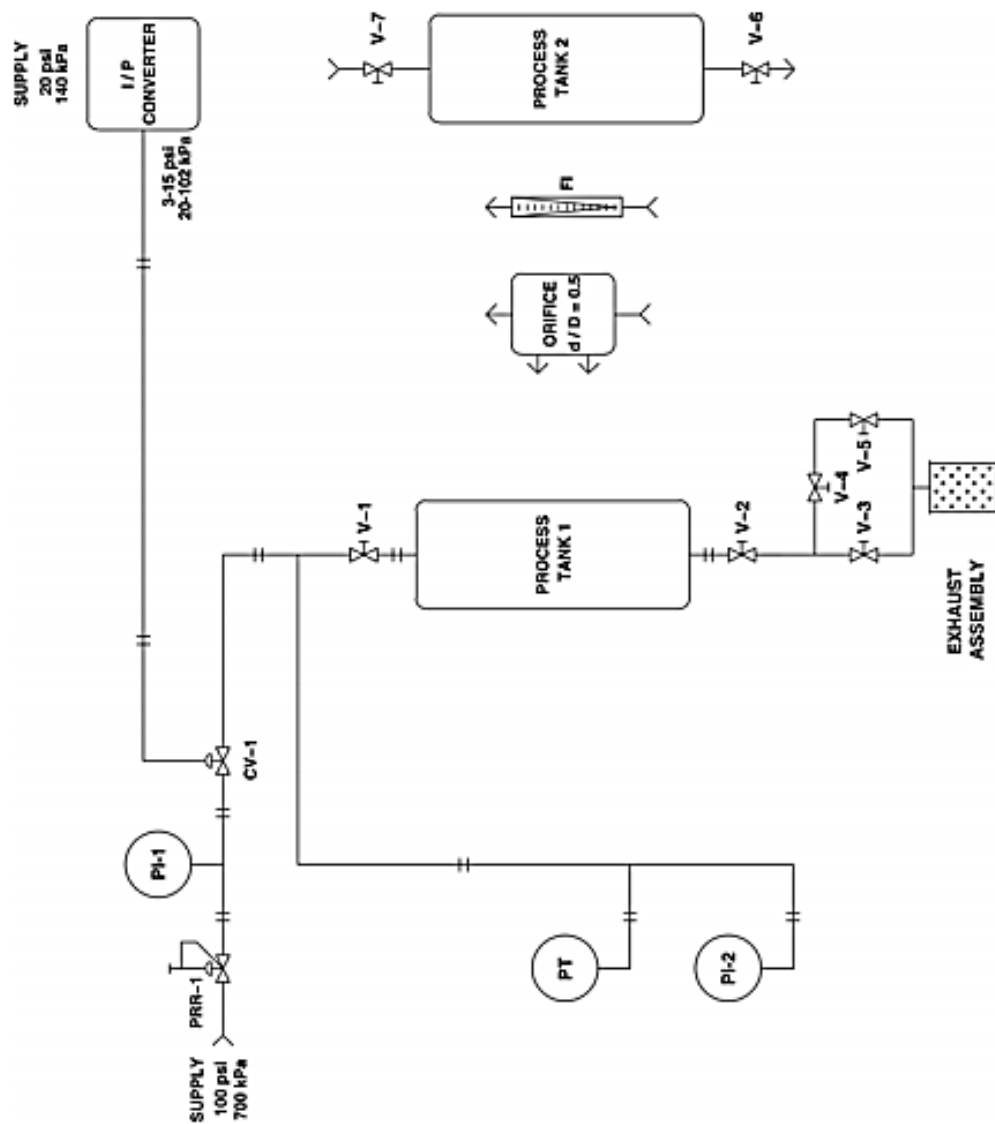


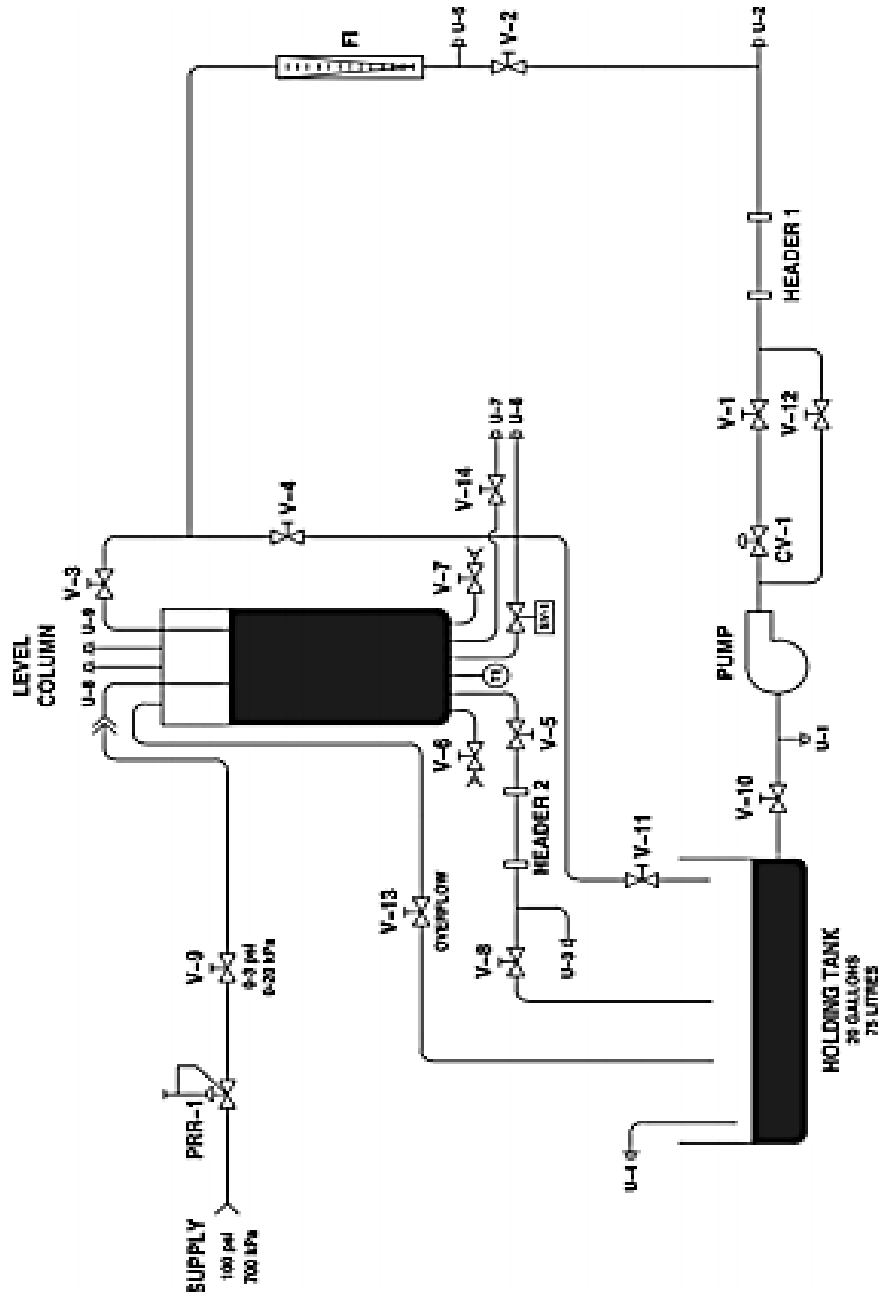












| | | |
|---|-----------------|------------|
| ANEXO K | GLOSARIO | K-1 |
| <p>APN (Access Point Nombre)</p> <p>Access Point Name o Nombre del Punto de Acceso, son los datos para poder acceder a Internet desde el móvil que tiene cada operadora de forma única. En la mayoría de los casos estos datos vienen ya configurados.</p> <p>DDNS (Dynamic Domain Name System)</p> <p>La traducción de DDNS es Sistema Dinámico de Nombres de Dominio. Es una herramienta muy útil cuando nuestra línea ADSL tiene un direccionamiento dinámico, es decir, nuestro proveedor de internet nos asigna una IP pública diferente cada vez que nos conectamos.</p> <p>Dicha función permite configurar el router para asociarlo, mediante un nombre de dominio, a una dirección IP. Esto lo lleva a cabo un servidor que proporciona soporte para DNS con IP dinámica. Elte router únicamente permite trabajar con DynDNS.org.</p> <p>OPC</p> <p>Especifica parámetros para comunicación en tiempo real entre diferentes aplicaciones y diferentes dispositivos de control de diferentes proveedores.</p> <p>TCP/IP</p> <p>TCP/IP son las siglas de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés Transmission Control Protocol/Internet Protocol), un sistema</p> | | |

| ANEXO K | GLOSARIO | K-2 |
|--|----------|-----|
| <p>de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.</p> <p>TCP</p> <p>El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) permite a dos anfitriones establecer una conexión e intercambiar datos. El TCP garantiza la entrega de datos, es decir, que los datos no se pierdan durante la transmisión y también garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el cual fueron enviados.</p> <p>IP</p> <p>El Protocolo de Internet (IP) utiliza direcciones que son series de cuatro números octetos (byte) con un formato de punto decimal, por ejemplo: 69.5.163.59</p> <p>HMI</p> <p>Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (Human Machine Interface) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas, aplicable a sistemas de Automatización de procesos.</p> <p>SCADA</p> <p>Acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo</p> | | |

| | | |
|--|-----------------|------------|
| ANEXO K | GLOSARIO | K-3 |
| <p>real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controlando el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.</p> <p>General Packet Radio Service (GPRS)</p> <p>Servicio en GSM para la transmisión inalámbrica de datos basada en IP. A través de GPRS se establecen conexiones de red, sea con Internet o con redes informáticas privadas. Los datos se transmiten con los protocolos de Internet TCP/IP o UDP/IP.</p> <p>GSM</p> <p>Estándar difundido en todo el mundo para la transmisión inalámbrica de voz, datos, fax y mensajes en forma de texto (SMS). Redes de radiocomunicación basadas en GSM se encuentran en muchos países de la Tierra, estando muy difundidas en Europa, China, América Latina y en extensas zonas de los Estados Unidos, Rusia y África. Según la frecuencia, se diferencian PCS 850MHz, GSM 900MHz, DCS 1800MHz y PCS 1900MHz.</p> <p>Interfaz COM / Puerto COM</p> <p>El término "COM-Port" (Communication Port) designa una interfaz serie (RS232) en un PC que trabaje con Windows. Los programas de aplicación o usuario utilizan puertos COM para la transmisión de datos a diferentes dispositivos, como por ejemplo modems, PCs, terminales, etc.</p> | | |

| | | |
|--|-----------------|------------|
| ANEXO K | GLOSARIO | K-4 |
| <p>Protocolo, protocolo de transmisión</p> <p>Dispositivos que se comunican entre sí tienen que trabajar según las mismas reglas. Tienen que "hablar el mismo idioma". A tales reglas y estándares se les da el nombre de protocolo o, en su caso, protocolo de transmisión. Protocolos utilizados con frecuencia son por ejemplo IP, TCP, PPP, HTTP o SMTP. TCP/IP es el término general que comprende todos los protocolos basados en IP.</p> <p>CSD Circuit Switched Data</p> <p>Servicio en GSM para la transmisión de datos con 9600 bit/s y dúplex completo. Se pueden establecer conexiones con otros dispositivos GSM, modems analógicos o modems RDSI en la red fija. El establecimiento de la conexión puede ser iniciado por ambas partes. Solo se da soporte a conexiones por marcación.</p> <p>PC-PPI</p> <p>Cable ha sido diseñado por Siemens con el propósito de comunicar un PLC con un PC. El cable PC / PPI se conecta al puerto serie del PC, y convierte la señal RS-232 en el protocolo IPP (Interfaz Punto a Punto), con el programa o red de la CPU S7-200.</p> <p>Existen distintos tipos de PLC, por lo que para cada una de estas, se debe verificar el cable correcto mediante la identificación de este en el manual respectivo. Por ejemplo, las CPU S7200 traen un puerto de comunicación serial RS485 que usa el protocolo PPI (Point to Point Interface). Este protocolo</p> | | |

| ANEXO K | GLOSARIO | K-5 |
|--|-----------------|------------|
| <p data-bbox="309 495 1356 584">solamente permite conectar dos dispositivos, por eso se llama interface punto a punto. El PPI está diseñado para conectar el PLC a un SCADA "o" a una HMI.</p> | | |

Latacunga, Junio del 2013.

AUTORÍA

ELABORADO POR:

Karina de los Ángeles Hinojosa León.

CC: 050324156-4

Jairo Santiago Mena Pacheco.

CC: 050245994-4

APROBADO POR:

Ing. Nancy Guerrón.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca

**SECRETARIO ACADÉMICO
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**