

EGTA-PROYE

TS8.6

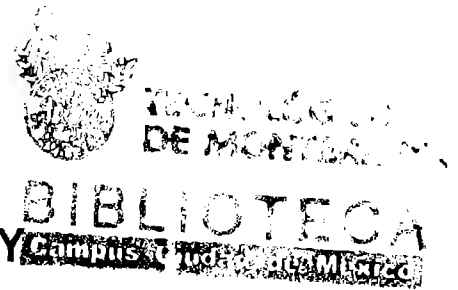
G6S

2005

rnb10766593



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**



Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de
Monterrey

Campus Ciudad de México

División de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

Diseño de un sistema SCADA para la planta de tratamiento del ITESM CCM

Autores:	Abraham González Serrano	954684
	Héctor Meza Ramos	954882
	Carlos Sánchez Ramírez	954900

Asesor:	M. Israel Macías Hidalgo
----------------	---------------------------------

México D.F. Mayo de 2005

AGRADECIMIENTOS

Abraham González Serrano:

A mi mamá por su gran amor, confianza y su apoyo a lo largo de toda mi vida, todo lo que soy o espero ser se lo debo a mi madre.

A mi familia, quienes me motivaron a perfeccionar favorablemente este proyecto.

A Sandy que me apoyó en todo momento, gracias por tu paciencia y tus detalles.

A Vania, que con su creatividad nos ayudó a realizar nuestro poster.

A mis amigos y amigas, quienes han sido mi apoyo y una parte importante en mi vida.

A mis profesores, quienes a través de su experiencia me guiaron a lo largo de toda la carrera y aportaron su conocimiento para mi formación académica.

A los ingenieros de Schneider Joseph Recamier, Juan Carrizales y Sergio Ramírez, que nos ayudaron en el desarrollo del proyecto.

Héctor Meza Ramos:

A mi mamá por su amor y apoyo constantes a lo largo de mi vida, por ser mi gran fuente de inspiración.

Al viejo por que fue parte importante en mi vida.

A mi hermana que siempre estuvo pendiente de mis estudios

A mi tío Héctor, que siempre me ha apoyado, y ha estado pendiente de mi.

A Gloria, por ser parte fundamental en mi vida, gracias por tu amor.

A toda mi familia, que siempre estuvo a mi lado, y me apoyó en todo momento.

A mis amigos, quienes han sido parte fundamental en el desarrollo de mi vida.

A mis profesores, quienes han puesto un granito de arena, contribuyendo con su conocimiento.

A los ingenieros de Schneider, que nos ayudaron en el desarrollo del proyecto.

A todas aquellas personas que siempre me apoyaron y que estuvieron a mi lado.

Carlos Sánchez Ramírez:

A mi familia, quienes me motivaron a concluir satisfactoriamente este proyecto y mi carrera. Su apoyo me ha servido para lograr todo lo que me he propuesto.

A Jocel, gracias por tu motivación para hacer las cosas mejor.

A los ingenieros Joseph Recamier, Juan Carrizales y Sergio Ramirez, quienes nos apoyaron al máximo para presentar un prototipo.

A los profesores del ITESM CCM que me enseñaron a lo largo de la carrera lo indispensable para aplicarlo en la vida profesional.

Y a todos aquellos colaboradores que en algún momento nos resolvieron dudas y nos facilitaron el trabajo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Operación actual de la Planta de Tratamiento.....	3
1.1.1 Funcionamiento del sistema de cárcamos y de agua tratada.....	4
1.1.2 Funcionamiento ordinario del sistema de cárcamos y Planta de Tratamiento.....	4
1.1.3 Distribución del agua tratada.....	5
1.1.4 Funcionamiento del sistema de cárcamos y Planta de Tratamiento en caso de lluvia.....	6
1.2 Definición del problema.....	6
1.3 Objetivo General.....	7
1.3.1 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcances y Limitaciones.....	8
1.6 Metodología de trabajo.....	8
2. SISTEMAS SCADA.....	9
2.1 Ventajas y desventajas de la automatización.....	9
2.2 Pirámide de automatización.....	11
2.3 Definición de sistema SCADA.....	12
2.4 Necesidad de un sistema SCADA.....	14
2.5 Funciones de un sistema SCADA.....	14
2.6 Lógica de escalera.....	15
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	16
3.1 Diseño.....	16
3.2 Aplicaciones de la Terminal de Diálogo.....	27
3.2.1 Páginas de alarma.....	27
3.3 Construcción.....	28
3.4 Pruebas.....	31
3.5 Análisis financiero.....	32
4. CONCLUSIONES.....	35
4.1 Perspectivas y trabajo a futuro.....	37
5. COMENTARIOS.....	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	39
7. ANEXOS.....	40
ANEXO A.....	41
ANEXO B.....	56
ANEXO C.....	63
ANEXO D.....	68
ANEXO E.....	77
ANEXO F.....	79
ANEXO G.....	81

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México, preocupado por el bienestar ambiental como parte de su misión 2015 tiene una Planta de Tratamiento que tiene como objetivo generar diariamente agua tratada para regar los jardines del Campus. La generación del agua tratada se da gracias a la recolección de la materia orgánica y del agua pluvial de todos los edificios del campus.

Uno de los principales problemas es que continuamente las bombas encargadas de la distribución de agua en los cárcamos ubicados alrededor de todo el campus, tienen que ser continuamente monitoreadas por una sola persona en un turno de ocho horas, no siendo esta la única función que realiza durante su jornada laboral, cabe mencionar que este sistema de monitoreo es bastante primitivo, debido a esto existen muchas fallas en los equipos, que en ocasiones, llegan a ser irreversibles generando gastos innecesarios, por este motivo se propone diseñar un sistema de monitoreo, en el cual las principales variables, tales como: corriente, temperatura, humedad y nivel de agua, serán monitoreadas, con la finalidad de determinar el estado en que se encuentran. Con este sistema será posible monitorear 13 bombas a cargo de la Planta de Tratamiento en el campus, en un solo instante. Además permitirá realizar toma de decisiones cuando alguna de las bombas falle, esto es, si se debe cambiar o solo apagar e ir a reparar.

Evidentemente este sistema nos evitará grandes gastos, pues se tiene la ventaja de monitorear completamente en un solo instante todo el sistema de distribución de agua tratada del campus.

1.1 Operación actual de la Planta de Tratamiento

En esta sección, se presentará una breve descripción de cómo opera actualmente la Planta de Tratamiento de aguas residuales, muestra los distintos procedimientos que se llevan a cabo para el manejo y distribución de aguas residuales. A su vez, encontraremos las principales características de los equipos, principalmente de las distintas bombas que se utilizan, así como la distribución de los distintos cárcamos dentro de nuestro campus.

Se presenta el funcionamiento de la planta en eventualidades especiales, tales como la lluvia, evento que ocurre a menudo durante el verano y que provoca cambios en el modo operación por parte de los operadores.

1.1.1 Funcionamiento del sistema de cárcamos y de agua tratada

El agua a tratar química y biológicamente en la Planta de Tratamiento proviene de dos fuentes: Por un lado, de la caída de agua pluvial que es colectada por un sistema distribuido de cárcamos, ubicados en diversas partes del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, mismos que envían el agua colectada a la Planta de Tratamiento o al Cenote, ubicado en el centro del campus.

Por otro, los cárcamos que están distribuidos en puntos estratégicos del campus colectan los desechos orgánicos de los edificios, estos cárcamos se deben supervisar frecuentemente dependiendo de la ubicación, capacidad y uso específico de los mismos.

1.1.2 Funcionamiento ordinario del sistema de cárcamos y Planta de Tratamiento

Como se mencionó anteriormente, los cárcamos que forman parte del sistema de distribución de agua tratada se encuentran en diversos puntos estratégicos del campus y reciben los siguientes nombres:

CÁRCAMO OFICINAS V

CÁRCAMO CALLE

CÁRCAMO PLAZA DAE

CÁRCAMO TEC

CÁRCAMO BIBLIOTECA

CÁRCAMO CAFETERÍA

El cárcamo de Oficinas V se localiza detrás del Centro de Atención y Servicio a Alumnos (CASA), junto a la barda de Avenida Periférico, en este cárcamo llegan los desechos del mencionado edificio. Por lo regular no se revisa ya que no se llena rápidamente en comparación con los que describiremos posteriormente. Este cárcamo se llena de Lunes a Sábado y se manda la carga orgánica del mismo hacia la Planta de Tratamiento hasta el día Domingo.

El cárcamo Plaza DAE se encuentra frente a los baños ubicados en la entrada de Periférico, el contenido orgánico se envía directamente al cárcamo Biblioteca una vez que se encuentra a su nivel máximo de capacidad permitido.

El cárcamo Biblioteca esta ubicado frente al Acceso 2 del estacionamiento, es un cárcamo que presenta un nivel crítico, por su naturaleza de construcción tiene mayor altura que los demás. Requiere de revisión frecuente y su contenido es enviado a un conducto que se ubica en la esquina del estacionamiento (salida Transportec), este ducto envía el contenido posteriormente por gravedad al cárcamo Calle, pasando por un registro (que contiene una compuerta) ubicado detrás del restaurante El Mesón. A este registro llegan los conductos del cárcamo Biblioteca y del Cenote.

El material que pasa por el registro se envía al cárcamo Calle ubicado junto a la caseta de Acceso 3 (detrás de Oficinas IV); tiene dos bombas, una que se encarga de enviar contenido a la Planta de Tratamiento y otra auxiliar que envía agua pluvial

a la calle, pasando primeramente por una compuerta, que se encuentra en el Acceso 3 de autos.

El cárcamo Calle siempre se encuentra en actividad y es el que se llena más rápido porque recibe materia orgánica de Aulas I, Aulas III, Oficinas II, Oficinas de Planta Física y del cárcamo TEC que se encuentra a escasos metros de distancia y que recibe materia orgánica de Oficinas IV. En caso de que se llene se activa la bomba para enviar el contenido a Planta de Tratamiento.

Por ultimo mencionaremos al cárcamo Cafetería, localizado detrás de Aulas IV (en la esquina noroeste del campus) y cuyo contenido llega directamente a la Planta de Tratamiento.

1.1.3 Distribución del agua tratada

El agua tratada que se obtiene en la Planta se envía a tres cisternas diferentes ubicadas en:

1. Planta de Tratamiento
2. Biblioteca
3. Aulas I (frente a objetos perdidos)

El proceso de llenado de las dos últimas se lleva a cabo por medio de un ducto que les envía agua tratada proveniente de la cisterna de la Planta de Tratamiento. El envío de agua hacia estas cisternas es simultáneo, sin embargo, existe una compuerta cerca del Cenote que permite llenar únicamente la cisterna ubicada en Biblioteca. No existe forma de llenar sólo a la cisterna de agua tratada localizada en Aulas I.

El Cenote tiene una capacidad de 150 m³ como máximo y en caso de llegar a ese nivel se activan dos bombas ubicadas junto a él, una de ellas canaliza agua hacia la calle y la otra se utiliza para lo mismo, solo que se activa en caso de requerir un desalojo rápido del agua contenida en el Cenote, previniendo así un desbordamiento del mismo en caso de lluvia. En época de seca se aprovecha la absorción del subsuelo.

El control de estas bombas, que canalizan el agua tratada, se tiene frente a la Cafetería planta baja de Oficinas III. También existe la Subestación de Aulas I, localizada en el jardín entre Aulas I y Oficinas II, desde este lugar se controla el nivel de la bomba para riego de la cisterna ubicada junto a Aulas I. Este sistema es manual y el flujo que controla tiene como punto final de recorrido los aspersores de riego de jardines del centro - norte del campus.

El control de la bomba del cárcamo ubicado junto a Biblioteca se encuentra en el mismo lugar y se encarga de regar los jardines de la zona sur del campus.

1.1.4 Funcionamiento del sistema de cárcamos y Planta de Tratamiento en caso de lluvia

En caso de lluvia, se cierra la válvula del Mesón para no recibir materia orgánica procedente de cárcamo Biblioteca y se abre la Compuerta del Acceso 3 para permitir la salida de agua de lluvia de la escuela hacia la calle, misma que se envía con la bomba de 5 HP desde el Cenote, cuidando que no entre agua de la Calle ya que si llueve mucho, llega a entrar agua del drenaje en lugar de salir de la escuela, de ser así, se cierra y se envía el agua a Planta de Tratamiento directamente por medio del cárcamo Cafetería, ubicado detrás del edificio de Aulas IV.

En la entrada de autos del Acceso 3 del campus, se encuentra una compuerta que sirve para evitar, al igual que el Registro, la entrada de flujo externo en caso de lluvia.

En caso de lluvia, se activa la bomba de 10 HP del cárcamo Cafetería para enviar la materia orgánica a la Planta de Tratamiento. Este cárcamo es el de mayor capacidad en el campus, por ello, si se tiene pronosticada alguna lluvia se procede a vaciarlo antes de que ocurra ésta para que en el momento que comience a llover se encuentre vacío y sirva de almacenamiento de agua pluvial que posteriormente se envía a la Planta de Tratamiento.

Solo existe un caso extremo y se presenta cuando ya no hay cupo para tratar agua de lluvia, porque se llenan los depósitos, cisternas y planta de tratamiento, además de que no es un caso deseable porque el Ph del agua de lluvia modifica la composición química y biológica de las bacterias utilizadas para tratar el agua. Lo que se hace en este caso de sobrellevo de agua pluvial es conectar manualmente dos mangueras desde la Planta de Tratamiento hacia la Avenida Periférico, adonde se envía el agua excedente por medio de una compuerta y una bomba.

Es lógico que si llueve no es necesario regar los jardines del campus, actividad que se realiza diariamente por las noches con agua tratada a través de una red de tuberías que se alimentan de las cisternas de agua tratada antes mencionadas. En este caso de lluvias lo que se realiza es una disminución en el tiempo de regado nocturno o se regala a personas que lo solicitan y mandan por ella en pipas, contribuyendo así con el mejoramiento del ambiente de la comunidad que se encuentra viviendo cerca del campus.

1.2 Definición del problema

Actualmente el sistema de monitoreo utilizado en la Planta de Tratamiento resulta ser arcaico y genera altos costos de mantenimiento. Este monitoreo de las distintas bombas es realizado por tres operadores, cada uno de ellos en un turno de ocho horas. Ellos llevan una bitácora del estado actual de la corriente de cada una de las bombas, así como el chequeo de los sensores tanto de temperatura como de humedad. La determinación de si el motor esta trabajando con sobrecarga es un tanto subjetiva, pues depende del punto de vista de cada operador y no de las especificaciones de cada una de las bombas. El sistema resulta ser ineficiente, provocando continuas fallas en el equipo y generando gastos de más.

1.3 Objetivo General

Diseñar un sistema de supervisión, control y monitoreo remoto para la Planta de Tratamiento del ITESM CCM.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Aprender a utilizar el sistema de monitoreo SCADA, la importancia e implementación de las redes industriales en un proyecto de automatización, aprender a trabajar dentro del ambiente de PLC's, así como su programación y simulación. SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).
- Prevenir fallas del sistema en tiempo real con la finalidad de disminuir costos en cuanto a mantenimiento y reparación de equipo.
- Llegar a la simulación del sistema propuesto, es decir, una vez obtenido el proceso de operación de la planta, y haber definido las variables de entrada y salida, así como el hardware necesario para el sistema, comprobar su funcionamiento mediante la simulación del mismo.
- Evaluar la factibilidad del proyecto, es decir, después de tener el diseño completo, y realizar las cotizaciones del equipo que se va a utilizar, concluir que tan factible es llegar a desarrollarlo en un futuro.

1.4 Justificación

Actualmente, el sistema eléctrico de control que se tiene en la Planta de Tratamiento resulta ser ineficiente, provocando continuas fallas en el equipo y generando gastos innecesarios. La tendencia mundial es llevar a cabo el monitoreo de variables en forma automatizada, de tal manera que se simplifique el trabajo, se disminuyan costos y se mejore la eficiencia en el monitoreo de cada una de las bombas. Esta automatización surge a raíz de la necesidad de facilitar las operaciones de la planta y sobre todo la toma de decisiones.

“Los sistemas que están tomando auge hoy en día, son los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), que nos permiten recabar información en tiempo real y alertar a los operadores acerca del mal funcionamiento de algún equipo en particular. Además se cuenta con la ventaja de que todos los datos son almacenados para su posterior análisis.”¹

El tiempo de actualización de las variables en pantalla en cualquier terminal SCADA es menor a un segundo, lo cual genera un tiempo de respuesta inmediato.

¹ Miguel Jiménez, Miguel García. *Automatización Industrial*

1.5 Alcances y Limitaciones

El alcance principal será la programación de todos los diagramas lógicos de control para el PLC y módulos de entrada/salida, realizar las simulaciones del sistema en PC y debemos hacer un listado de equipo necesario, además de su cotización, para que cualquier empresa que decida implementar el proyecto tenga acceso a la información y se facilite el trabajo.

La limitación más importante, en este momento, es el no poder adquirir el material para implementarlo en, por lo menos, una bomba. Lo más relevante en este proyecto, es la relación empresa – universidad que permitirá realizar un prototipo a mínima escala de lo que se pretende hacer a futuro. Nuestras simulaciones serán más tangibles y cercanas a la realidad.

La implementación del diseño que se proponga será un gran alcance a futuro que depende, principalmente, de la autorización por parte de Planta Física del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México para invertir en la instalación del mismo.

1.6 Metodología de trabajo

La metodología que hemos seguido durante la realización de este proyecto ha sido la siguiente:

1. Descripción de la operación actual de la Planta de Tratamiento.
2. Encontrar qué procesos, en lo que respecta a distribución de materia orgánica y agua tratada, se pueden automatizar sin cambiar la operación.
3. Elaboración de un diagrama de flujo con los procesos a automatizar y sus condiciones de decisión.
4. Definir las distintas variables a monitorear.
5. Búsqueda del equipo y material necesario para automatizar los procesos seleccionados, haciendo uso de las variables elegidas en el paso anterior.
6. Desarrollo del diagrama a bloques del sistema de automatización.
7. Programar la lógica del proceso con el software indicado para el PLC que se utilizará.
8. Diseño de la interfaz gráfica que servirá como medio de comunicación entre el sistema diseñado y los operadores de la Planta de Tratamiento.
9. Simulación del sistema diseñado.

2. SISTEMAS SCADA

En este capítulo se pretende recabar la información teórica necesaria que sustente el desarrollo de nuestro proyecto. Haremos una revisión acerca de los propios sistemas SCADA, acerca de la automatización, y de los diagramas en escalera, como temas centrales en nuestro proyecto. Este capítulo ayudará a comprender la necesidad y el motivo por el cual se llevará a cabo este proyecto. Sabemos que para la realización de cualquier proyecto es necesario primero llevar a cabo una investigación teórica a fin de conocer a detalle los principales temas que lo envuelven.

2.1 Ventajas y desventajas de la automatización

En general, la automatización pretende incrementar la competitividad de la industria, esta involucra ciertas desventajas, las cuales se deben sopesar, junto con sus ventajas, a la hora de decidir si resulta conveniente embarcarse en un proceso de modernización. Es importante sopesar el número de ventajas sobre el número de desventajas, antes de emprender un proyecto de automatización, pues en ocasiones las desventajas pueden ser mayores, y el proceso de automatización puede no llevarnos a ningún lado favorable.

En la siguiente tabla se presentan las distintas ventajas que un proyecto de automatización nos brinda, contra las distintas desventajas que también nos otorga un proyecto de este tipo. No siempre, en todo proyecto de automatización obtenemos todas las ventajas que en la Tabla 2.1 se presentan, pero tampoco se nos carga todo el número de desventajas, aunque en general y basándose en la tabla, el número de ventajas es muy similar al número de desventajas que un proyecto ofrece.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>1) <i>Aumento de la productividad</i>: incremento de la cantidad de producto por unidad de tiempo.</p> <p>2) <i>Reducción de costos laborales</i>: Disminución de los costos de producción, especialmente los asociados a la mano de obra.</p> <p>3) <i>Mejor calidad del producto</i>.</p> <p>4) <i>Estabilización de las características del producto dentro de las especificaciones requeridas por los clientes</i>.</p> <p>5) <i>Reducción de costos por reprocesamiento de productos rechazados por el departamento de control de calidad</i>. Esto es una consecuencia directa del punto previo.</p> <p>6) <i>Reducción de costos por consumo de energía</i>: los sistemas automatizados pueden incluir un programa de minimización del consumo energético.</p> <p>7) <i>Aumento de la seguridad laboral</i>: las máquinas automatizadas pueden realizar aquellas labores dentro del proceso que, por su naturaleza riesgosa, ponen en peligro la salud de los trabajadores.</p> <p>8) <i>Dignificación del trabajo humano</i>: al sustituir al operador humano por una máquina, éste queda disponible para otras actividades en donde ponga en juego un mayor conjunto de sus posibilidades como ser humano y no con tareas repetitivas o aburridas.</p> <p>9) Se han diseñado máquinas automatizadas que pueden desempeñarse en actividades dentro del proceso de producción que el hombre no está en capacidad de realizar, bien sea porque los requerimientos exceden su fuerza física, su destreza manual o su capacidad de atención, estas máquinas realizan tareas durante las veinticuatro horas del día, con muy pocas interrupciones.</p> <p>10) <i>Flexibilidad de producción</i>: Un sistema automatizado puede reducir apreciablemente los tiempos que se consumen elabora una amplia gama de productos.</p> <p>11) <i>Integración</i>: Los nuevos equipos y dispositivos empleados en la automatización industrial permiten su interconexión en redes de comunicación de datos, de tal forma que toda la planta puede estar integrada dentro de una extensa red (similar a una red de computadoras), que abarque desde el nivel más bajo (detectores ubicados al nivel de las máquinas de producción), hasta los más altos (gerencias de producción, mantenimiento, gerencia general, etc.) Inclusive, mediante la conexión a Internet, se puede tener acceso remoto a la planta y detectar su estado actual, nivel de producción, cuáles maquinarias están en actividad o paradas, etc.</p>	<p>1) <i>Resistencia al cambio</i>: Los operadores de planta e incluso los gerentes, a menudo ven los procesos basados en una mayor automatización, con un cierto rechazo inicial. Este puede conducir incluso a la pérdida total del nuevo sistema automatizado y la vuelta al antiguo.</p> <p>2) <i>Falta de conocimientos</i>: Resulta difícil (incluso para los expertos) mantenerse al día con las innovaciones de la automatización moderna. Como consecuencia, los gerentes encargados de la toma de decisiones finales en cuanto a adquisición de nuevos equipos o modernización de los mismos, muchas veces no están al tanto de los últimos desarrollos y de las posibilidades y ventajas que estos pueden aportar a sus procesos productivos.</p> <p>3) <i>Inversión inicial elevada</i>: dada su sofisticación, los equipos y maquinarias automatizadas suelen tener un costo mayor, lo cual, a veces puede hacer injustificable un proceso de automatización.</p> <p>4) <i>Ausencia de personal capacitado o que pueda ser entrenado satisfactoriamente en estas nuevas tecnologías</i>.</p> <p>5) <i>Si se dispone de personal capaz de adaptarse a los nuevos equipos automatizados, siempre se tendrá la necesidad de capacitario</i>.</p> <p>6) <i>Dependencia tecnológica</i>: al ser más sofisticada la maquinaria, el productor puede verse obligado a mantener contratos exclusivos de mantenimiento con el proveedor de la tecnología.</p> <p>7) <i>Obsolescencia</i>: La tecnología de automatización vive dentro de un rápido y constante proceso de innovación y mejoramiento. Por lo tanto, una costosa inversión en automatización hecha el día de hoy, con la cual adquirimos la última tecnología disponible (haciéndonos altamente competitivos), puede quedar totalmente obsoleta a la vuelta de apenas diez años e incluso menos.</p> <p>8) <i>Escasez de recurso humano especializado</i>: Resulta difícil conseguir personal especialistas en automatización en el mercado de trabajo, especialmente en países de desarrollo.</p> <p>9) <i>Limitaciones de las máquinas automatizadas frente al operador humano</i>: a pesar de todos los desarrollos tecnológicos, aún persisten áreas en donde el hombre supera ampliamente a la máquina. Por ejemplo, el ser humano aprende mucho mejor de la experiencia, es capaz de tomar decisiones acertadas, incluso sin contar con la totalidad de la información, etc.</p> <p>10) <i>Imposibilidad de automatizar debido a la ausencia de detectores adecuados para la aplicación</i>: Todavía existen actividades en el campo de la sensorica que permanecen exclusivamente reservadas para los seres humanos, como por ejemplo, la detección crítica de olores y sabores, acabado final de piezas artesanales, estado de sujeción del producto, etc.</p>

Tabla 2.1. Ventajas y desventajas de la automatización

2.2 Pirámide de automatización

La incorporación de los avances tecnológicos proporciona: Aumento de la productividad, aumento de la calidad del producto, disminución del tiempo de respuesta a cambios del mercado, reducción significativa de costos, como principales ventajas.

El gran número de ventajas que tienen el incorporar las comunicaciones a la producción ha hecho que todos los procesos se integren en un sistema único, lo que complica enormemente el diseño de dicho sistema; los requisitos en las distintas fases de producción con respecto a las redes de comunicación son muy distintos, por ejemplo en la fase de producción se necesita: Tiempo real, inmunidad a ruidos e interferencias, adaptación a riesgos especiales, simplificación del cableado, etc. En la fase de diseño se necesita acceder a grandes cantidades de información, no siendo crítico el tiempo de respuesta. Los Gestores de la empresa necesitarán acceso a bases de datos (producción, calidad, costos), comunicación con los clientes, proveedores, etc.

Por lo tanto la solución es jerarquizar los niveles de comunicación, eligiendo los niveles según sus requerimientos. Se adopta una jerarquización **Piramidal**.

La siguiente Figura 2.1, muestra la jerarquía ya mencionada, la cual se explicará nivel con nivel, mas adelante. Por lo pronto podemos distinguir cuatro niveles principales que van desde el censado de la señal hasta el nivel de gestión antes mencionado.

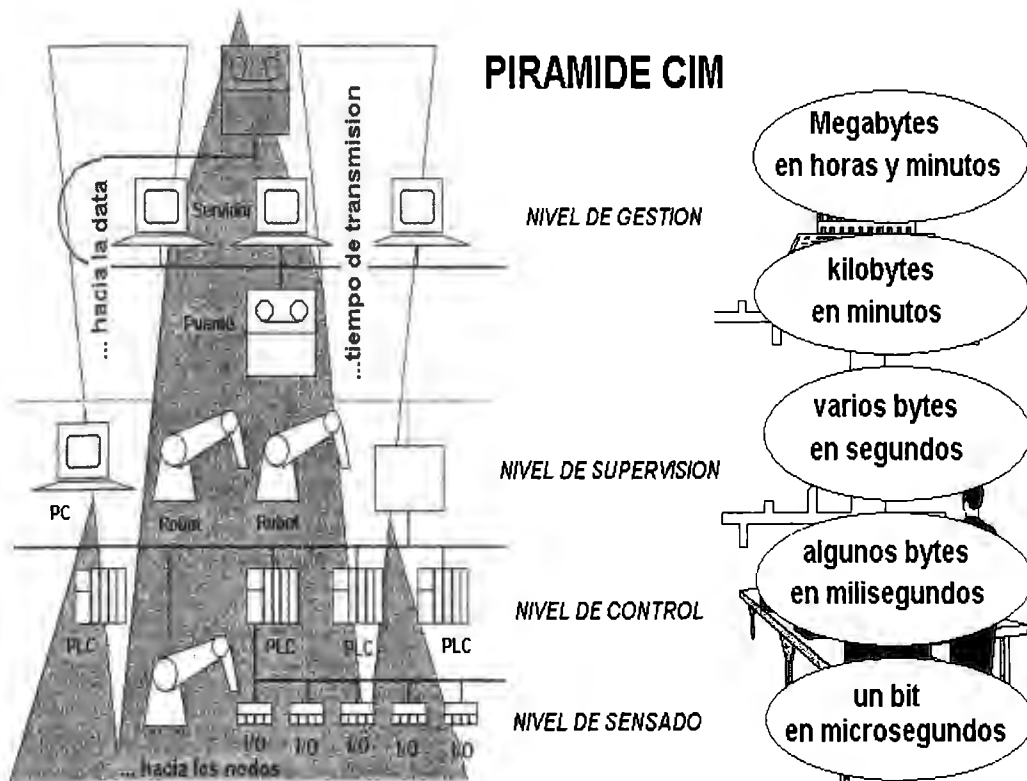


Figura 2.1. Pirámide de los niveles de automatización

Nivel de Acción / Censado (nivel de célula): También llamado nivel de instrumentación. Está formado por los elementos de medida (sensores) y mando (actuadores) distribuidos en una línea de producción. Son los elementos relacionados con el proceso productivo ya que los actuadores son los encargados de ejecutar las órdenes de los elementos de control para modificar el proceso productivo, y los sensores miden variables en el proceso de producción, como por ejemplo: nivel de líquidos, caudal, temperatura, presión, posición. Como ejemplo de actuadores se tienen los motores, válvulas, calentadores.

Nivel de Control (nivel de campo): En este nivel se sitúan los elementos capaces de gestionar los actuadores y sensores del nivel anterior tales como autómatas programables o equipos de aplicación específica basados en microprocesador como robots, o controladores de motor. Estos dispositivos son programables y permiten que los actuadores y sensores funcionen de forma conjunta para ser capaces de realizar un proceso industrial. Los dispositivos de este nivel de control junto con los del nivel inferior de acción/censado resultan ser suficientes como para realizar procesos productivos por sí mismos.

Nivel de Supervisión (nivel de planta): En este nivel es posible visualizar cómo se están llevando a cabo los procesos de planta, y a través de entornos **SCADA** poseer una "imagen virtual de la planta" de modo de que ésta se puede recorrer de manera detallada, o bien mediante pantallas de resumen ser capaces de disponer de un "panel virtual" donde se muestren las posibles alarmas, fallos o alteraciones en cualquiera de los procesos que se llevan a cabo.

Nivel de Gestión (nivel de fábrica): Este nivel se caracteriza por: Gestionar la producción completa de la empresa, comunicar distintas plantas, mantener las relaciones con los proveedores y clientes, proporcionar las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa. En el se emplean PC's, estaciones de trabajo y servidores de distinta índole.

2.3 Definición de sistema SCADA

"Un SCADA es un sistema basado en computadoras que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador"². Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la Tabla 2.2 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS) (Estas Características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, son típicas).

² Stuart A. Boyer. *Scada : supervisory control and data acquisition*

ASPECTO	SCADAs	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA

Tabla 2.2 Algunas diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: El fenómeno físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, Ph, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores. Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por la computadora digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de hacer referencia estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transientes y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda a la computadora a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, set point de un controlador, etc.

2.4 Necesidad de un sistema SCADA

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- a) El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- b) El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- c) La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- d) La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- e) Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.
- f) La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador.

2.5 Funciones de un sistema SCADA

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- a) Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- b) Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- c) Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- d) Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

2.6 Lógica de escalera

El esquema más popular de programación de PLC's se denomina de "Lenguaje de Escalera". Fue implementado para emular los diagramas que los ingenieros eléctricos empleaban para describir circuitos lógicos basados en relevadores. Existen varios lenguajes para PLC's asociados con un creciente número de modelos.

El primer lenguaje de programación para PLC's, considerado de bajo nivel, fue el "Lenguaje de Escalera". Se utiliza este lenguaje, así como el "lenguaje Booleano" que se basa en los mismos principios del álgebra booleana. Este último utiliza mnemónicos (AND, OR, NOT, NAND, etc.) enteramente equivalentes al Lenguaje de Escalera.

En la Figura 2.2 se muestran ejemplos que describen los elementos básicos del lenguaje de escalera. Especifican funciones simples aplicadas a un PLC.

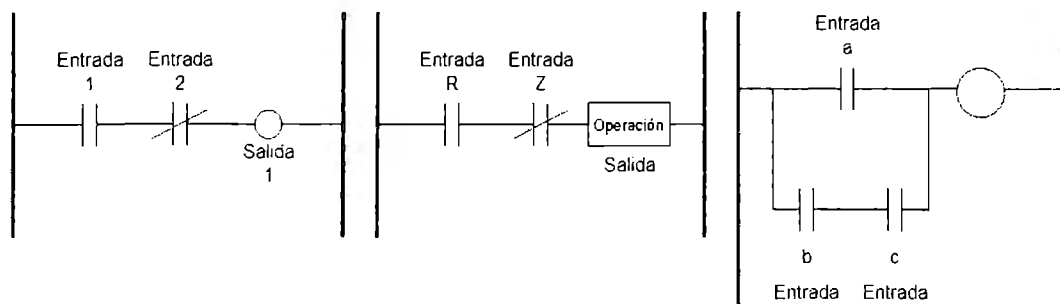


Figura 2.2 Diagrama en lenguaje de escalera

En general, la escritura de programas en este formato recuerda peldaños de una escalera. Se proponen en la parte de la izquierda de cada peldaño las condiciones que deben cumplirse. En la parte de la derecha se ubican las salidas que deben ajustarse. En la gráfica de la izquierda de la Figura 2.2, los dos primeros símbolos representan señales de entrada. Su notación recuerda a contactos; el primero normalmente abierto, el segundo normalmente cerrado. La salida puede corresponder a una señal digital que activa un relevador o enciende un motor, cuando la condición impuesta por las señales de entrada sea válida.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo presentamos los distintos procedimientos que llevamos a cabo para obtener nuestros resultados. Así mismo se presenta la serie de resultados finales que obtuvimos en el desarrollo de nuestro proyecto, una ligera explicación de cómo llevamos a cabo la construcción de un prototipo y además, la explicación de las distintas pruebas realizadas para satisfacer la validez del funcionamiento de nuestro diseño.

3.1 Diseño

Nuestro diseño se basa en conservar el funcionamiento actual de la planta y de los cárcamos, haciendo supervisiones en tiempo real, tomando decisiones adecuadas y oportunas que eviten desgaste en las bombas para generar el correcto funcionamiento del sistema en general.

Con la ayuda de los operadores de la Planta de Tratamiento conocimos las especificaciones del equipo que utilizan actualmente, la ubicación de los cárcamos y sus respectivos centros de control (ver Figura 3.1 y Tabla 3.1).

	B.1. Cafetería	B.2. Cafetería	B.C. Calle	B.C. Tec	B.C. Biblioteca	B.C. Oficinas V
Corriente	29 A - 36 A	15 A	15 A	7A	14 A	15A
Potencia	10 HP	5 HP	15 HP	3.5 HP	4 HP	10 HP
Diámetro tubería	10"	10"	10"	6"	10"	6"

	B.C. Plaza DAE	B.1. Cenote	B. 2. Cenote	B. Auxiliar
Corriente	6 Amax - 1.9 Amin		6 Amax - 1.9 Amin	
Potencia	10 HP	5 HP	10 HP	5 HP
Diámetro tubería	3"	3"	3"	3"

B = Bomba C = Cárcamo

Tabla 3.1 Especificaciones de las bombas del campus

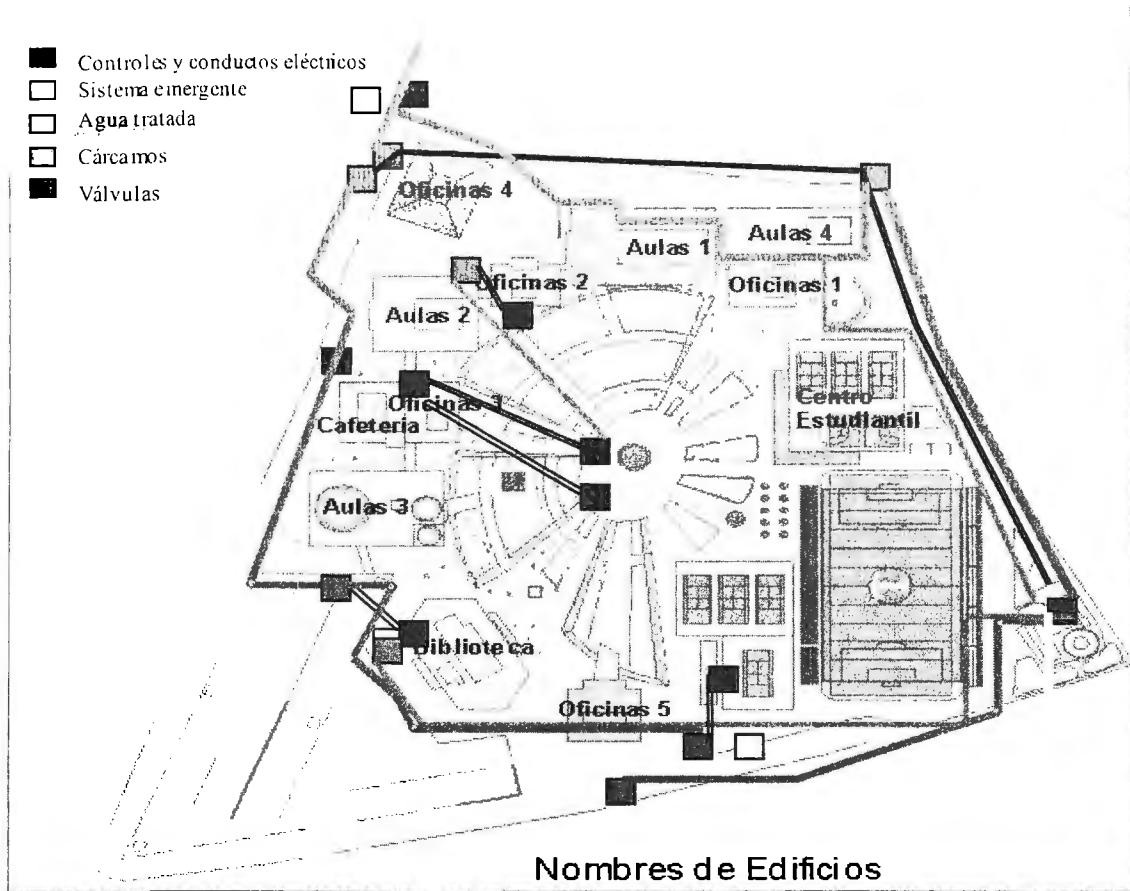


Figura 3.1 Actual sistema de distribución de agua tratada y materia orgánica

Nos dimos cuenta que se pueden automatizar algunos de los procesos que realiza la Planta de Tratamiento de nuestro campus, de los cuales elegimos el de distribución de agua tratada y materia orgánica.

Para facilitar la programación lógica de control, describimos en diagramas de flujo este proceso de distribución de agua y el de operación de las bombas sumergibles (ver Figuras 3.2 y 3.3).

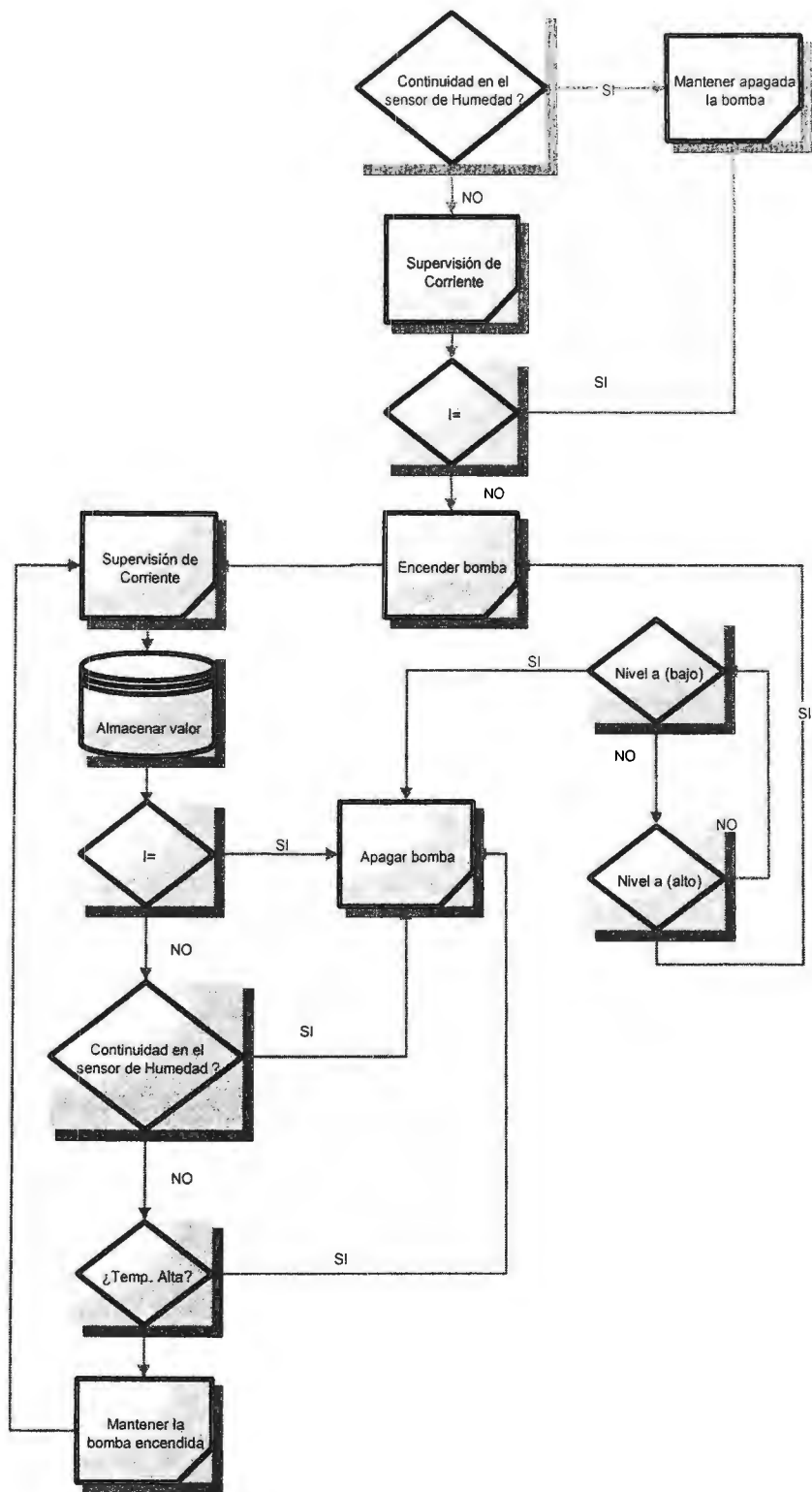


Figura 3.2 Distribución de los cárcamos y control en el campus

El sistema que se implementará se enfoca en primer lugar en las bombas sumergibles de los cárcamos y cisternas de agua tratada (ver Figura 3.1), estas bombas actualmente tienen dos sensores, uno de temperatura y uno que detecta la presencia de humedad. En caso de que se detecte una temperatura alta o humedad dentro de la bomba se apagará el motor de la misma inmediatamente y se reportará al operador en turno para que prosiga a reparar el daño.

Se estará supervisando la corriente en las fases de alimentación de los motores, si la corriente supera el nivel máximo permitido por la bomba en cuestión se apagará inmediatamente para evitar una contingencia mayor.

Además, un punto importante será supervisar los niveles máximos y mínimos permitidos por los cárcamos o cisternas; los niveles son diferentes para cada lugar en cuestión porque no todos los cárcamos son de la misma capacidad. Por tanto, se cuidará el nivel máximo para enviar el contenido orgánico o de agua pluvial al lugar que corresponda, siempre y cuando el destino se encuentre con disponibilidad suficiente en lo que se refiere a capacidad.

El nivel mínimo se supervisa de igual manera porque las bombas no deben trabajar en vacío, de ser así se dañan.

Los cambios realizados en el funcionamiento actual del sistema son la implementación de sensores de corriente en la sección de arranque de motores y la programación de la toma de decisiones porque es importante conservar dos tipos de control para el encendido y apagado de las bombas, uno automático que se hace con el PLC y la interfaz HMI y el otro es el control manual que se asemeja al que utilizan actualmente.

Las señales que se utilizaran en el sistema son discretas, a excepción de la corriente y provienen de diversas partes del campus, la lista se muestra a continuación:

Variables de motores

1. HUMEDAD: Sensor normalmente abierto que se cierra con la presencia de humedad
2. TEMPERATURA: Sensor normalmente cerrado que se abre con temperatura alta del motor
3. ENCENDIDO DEL MOTOR
4. APAGADO DEL MOTOR
5. CORRIENTE: Verificación de que la corriente este dentro del rango especificado por el fabricante de la bomba.
6. ALARMA DE FALLO DE MOTOR: Aviso ante alguna contingencia de operación en el motor

Variables de cárcamos

7. NIVEL BAJO EN EL CARCAMO
8. NIVEL ALTO EN EL CARCAMO

Señales de modo de operación del sistema

9. SEÑALES DE MODO MANUAL: El operador tiene completo control sobre el funcionamiento del sistema.
10. MODO AUTOMÁTICO: Los PLC's controlan la distribución de agua tratada y materia orgánica
11. MODO DE LLUVIAS: Modo especial de operación de forma automática pero con variables distintas a las del modo de operación automático.

Señal de alerta

12. ON/OFF DE ALARMA SONORA

Señal de control de válvulas (3 válvulas en el Campus)

13. ON/OFF DE LA APERTURA O CIERRE DE VALVULAS: Estas válvulas son las que permiten desechar agua pluvial al drenaje de la calle.

La manera en que las distintas señales serán adquiridas y a su vez manipuladas, es de la siguiente manera:

Se encontrará ubicado en la Planta de Tratamiento un PLC Telemecanique Modicon Premium TSX P575634M (ver Anexo A), unidad que puede manejar hasta 2,040 señales de entrada/salida, cuenta con dos slots PCMCIA que permiten adaptar al PLC memoria externa y conexiones para redes o buses. Este PLC será el encargado de manejar 6 bombas que actualmente tienen sus controles en ese lugar (Tec, Cafetería, Calle, Oficinas V y la cisterna de agua tratada de la Planta de Tratamiento), además de abrir y cerrar una válvula, que permite sacar el agua de origen pluvial hacia el drenaje de la calle. La conexión de estos equipos hasta la Planta de Tratamiento se hace mediante un conducto que recorre la parte norte – oriente del campus (ver Figura 3.4).

Como variables de entrada se tienen, los sensores de humedad, temperatura y sobre corriente; la señal de automático, donde el PLC toma el control absoluto de la distribución de agua; el modo manual, donde el operador puede manipular el estado de las bombas y el modo apagado, caso para dar mantenimiento al sistema.

Finalmente los niveles alto y bajo, completan el número total de variables de entrada por bomba, que es de ocho.

Al manejar 13 motores de bombas se manejan un total de 104 señales en el PLC. Estas señales se consideran de entrada. Cabe mencionar que todas las señales a utilizar son del tipo discreto a excepción de la corriente.

En cuanto a señales de salida, consideramos que serán las de accionamiento de compuertas, encendido de alarmas de luz, encendido de una alarma sonora, y el arranque / paro de las bombas. En total resultan 43 salidas.

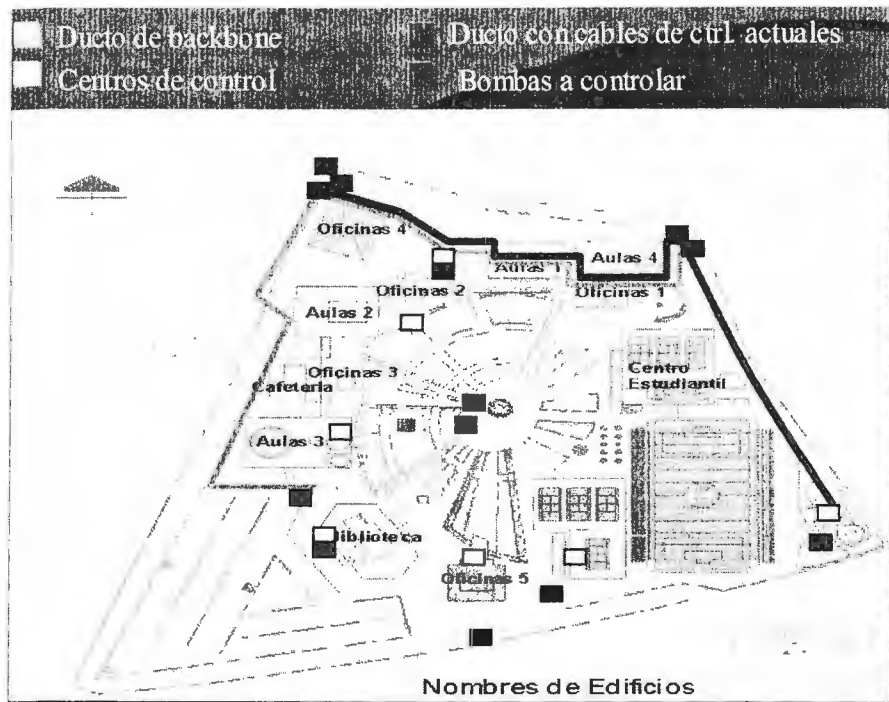


Figura 3.4 Sistema de cárcamos controlados desde la Planta de Tratamiento (conducto azul) y backbone del ITESM CCM (conducto naranja)

Todas las señales, tanto de entrada como de salida se envían a unidades Advantys STB (ver anexo B), que son plataformas modulares de entradas y salidas en las que se cablean los sensores para que envíen en estas unidades sus resultados. Estas unidades Advantys se interconectan con una unidad Ethernet y es por este medio que el PLC central recibe los datos.

Al recibir el PLC información de estos dispositivos, procesará la información recibida y en base a la lógica que se le programe, genera una respuesta lógica (ver Anexo C) que es enviada de nuevo a la unidad de salida del modulo Advantys para que active, desactive o modifique el funcionamiento de la bomba en cuestión por medio de arrancadores de motor.

Los módulos estarán instalados en diversos puntos del campus, en total se manejarán 4 "esclavos" encargados de las bombas que se encuentran fuera de la Planta de Tratamiento y que no tienen su centro de control cableado hacia la planta. Los esclavos censarán las mismas señales de entrada.

De acuerdo a la distribución geográfica de las bombas y de los centros de control, que es donde se tienen registros de energía eléctrica para alimentar a los equipos, se decidió que la administración de las bombas externas se haga de la siguiente forma (ver Figura 3.5 y Tabla 3.1):

Modulo 1 Ubicación: Aulas I, junto a Objetos Perdidos.	1 bomba de cisterna de agua tratada de Aulas I
Modulo 2 Ubicación: Oficinas III, frente a El Mesón.	2 bombas del Cenote que hacen fluir el agua pluvial hacia el drenaje de la calle.
Modulo 3 Ubicación: Atrás de la Biblioteca.	2 bombas, una del cárcamo Biblioteca y otra de la cisterna de agua tratada de Biblioteca.
Modulo 4 Ubicación: Plaza DAE, junto a Oficinas Santander.	1 bomba de cárcamo de Plaza DAE.

Tabla 3.1 Distribución de esclavos en el campus y bombas que controlan.

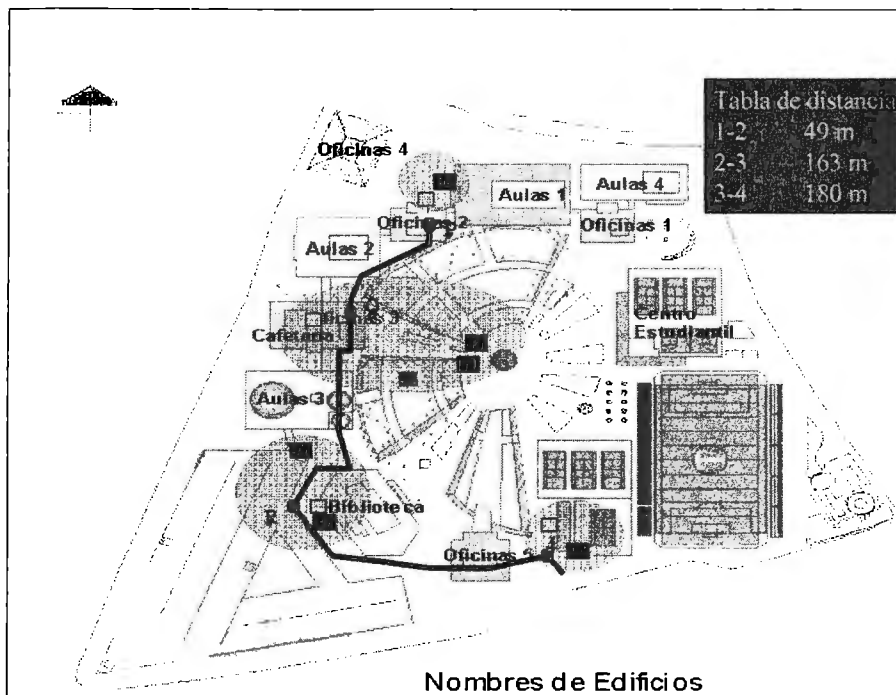


Figura 3.5 Ubicación de los centros de control con las unidades de entrada y salida

Tomando en cuenta la cantidad y el tipo de señales que supervisará el sistema diseñado, propusimos un esquema de comunicación para poder solucionar el tiempo de respuesta ante alguna eventualidad (ver Figura 3.6). La empresa francesa Schneider Electric nos ha ayudado a realizar un diseño acorde a las necesidades y la infraestructura de la escuela.

La distribución geográfica fue un aspecto determinante para el diseño, decidimos utilizar el estándar ETHERNET para la comunicación con el control que se encontrará en la planta de tratamiento.

En el caso de los esclavos con entradas y salidas que se localizarán fuera de la planta de tratamiento decidimos intercomunicarlos con el mismo estándar.

La tecnología Ethernet es popular porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría de los usuarios. La norma Ethernet fue definida por el Instituto para los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) como IEEE Standard 802.3.

Adhiriéndose a la norma IEEE, los equipos y protocolos de red pueden ínter operar eficazmente.

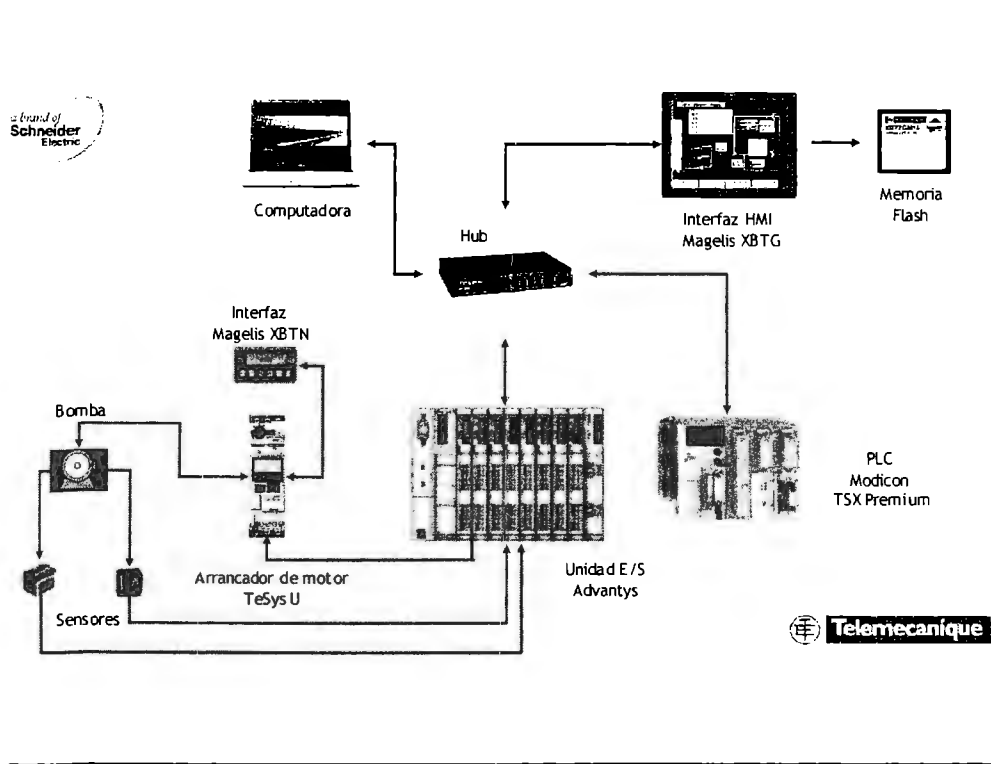


Figura 3.6 Implementación del sistema automático

Una de las primeras cosas que debimos investigar fue el trayecto que recorrerá el cableado Ethernet de nuestro sistema para que interconecte al PLC que se ubicará en la Planta de Tratamiento con los cuatro esclavos de diversos puntos el campus.

La primera propuesta fue utilizar el backbone de fibra óptica del ITESM CCM, que recorre la parte poniente – norte del campus, sin embargo, esto no será posible ya que la ruta mencionada se encuentra a su máxima capacidad.

La alternativa para solucionar este problema es utilizar la tubería que conduce cables de comunicación por el centro y sur del campus (ver Figura 3.5), esta decisión aminora costos de instalación por las siguientes razones:

- El trayecto que recorre es cercano a los centros de control que hemos elegido.
- Se tiene acceso a registros de la tubería, lo que permite instalar repetidores en caso de requerirlo.
- Gracias a las nuevas instalaciones del CEDETEC, se tiene otra tubería de comunicación que permitirá llevar los cables del sistema hasta la Planta de Tratamiento, sin tener que invertir mucho dinero en lo que respecta a instalación de cableado.

El cable a utilizar para la comunicación vía Ethernet será de **par trenzado no apantallado UTP Cat 5**, haciendo uso así de la infraestructura de la escuela que no tiene saturación de usuarios en comparación con la red inalámbrica de la misma.

El cable de Categoría 5 es el de mejor calidad y ofrece soporte para la transmisión de hasta 100 Mbps.

Uno de los objetivos planteados para este proyecto fue “hacer la simulación del sistema propuesto”, es decir, una vez obtenido el proceso de operación de la planta y haber definido las variables de entrada y salida, teniendo conocimiento del hardware necesario para el sistema, queríamos comprobar su funcionamiento utilizando software especializado.

Este objetivo es el que más tiempo ha demandado, hemos utilizando software especializado, específicamente:

- Vijeo Designer 4.2
- Concept 2.6
- Unity Pro XL V1.0.1

El asesoramiento para manejar el mencionado software lo adquirimos en el Instituto Schneider Electric México.

Estos programas nos están ayudando en la realización de la lógica de control de funcionamiento y la interfaz gráfica del sistema diseñado.

La interfaz gráfica de usuario es necesaria para operar equipo de control, por esta razón el programa Concept 2.6 ha sido establecido como una aplicación de Windows. El programa esta dividido en secciones que corresponden a la estructura lógica.

“La configuración de herramientas de Concept 2.6 activa objetos (funciones de bloques, escalones y transiciones) para ser seleccionados, insertados y movidos fácilmente en forma gráfica”³.

Existen varias formas de programar las lógicas de control, cada modalidad tiene diversas características, dependiendo de las habilidades del usuario en lo que

³ Schneider Electric. *Concept User Manual Version 2.6*. Volume 1.

respecta a programación y a las necesidades específicas del sistema es la modalidad que se elige, las opciones son las siguientes:

SFC	Sequential Function Chart
FBD	Function Block Diagram
LD	Ladder Diagram
LL984	Ladder Logic 984
IL	Instruction List

Por la experiencia que tenemos en el Laboratorio de Control para realizar nuestras prácticas en diagramas escalera, elegimos realizar la mayor parte de nuestro diseño lógico con la opción LD.

La cantidad de renglones que utilizamos para la programación de diagramas escalera es grande, sin embargo para ahorrarnos espacio de trabajo se pueden simplificar nuestras lógicas con la opción SFC, que es algo parecido a los diagramas lógicos con compuertas en sistemas digitales.

Cabe mencionar que este programa Concept 2.6 sólo lo utilizamos para simular nuestras lógicas de control, una vez que tuvimos la certeza de que operaban correctamente, trasladamos estas mismas lógicas de control al programa Unity Pro XL V1.0.1, que es un lenguaje utilizado para programar los PLC Premium de Telemecanique (ver Anexo C).

La interfaz de diálogo hombre - máquina Magelis (ver Anexo D) visualizará la información mediante métodos gráficos desplegando las funciones principales de un proceso industrial:

- Exhibición de datos.
- Modificación de los parámetros de control del sistema.
- Uso de comandos discretos para la modificación del sistema de control.

La terminal de diálogo MAGELIS cuenta con las siguientes características:

- Pantalla LCD (Liquid Crystal Display) alfanumérico
- Tamaño 12"
- Pantalla de Matriz Gráfica de color, tipo touchscreen
- Software de configuración basado en ambiente de programación Windows
- La terminal de diálogo se configura con el mismo software y el mismo procedimiento de configuración.
- La terminal gráfica usa una biblioteca de símbolos que permite al programador desarrollar las pantallas requeridas para sus necesidades, páginas animadas.
- Se permitirá la comunicación con una amplia gama de PLC's, por medio de sus protocolos de comunicación.

3.2 Aplicaciones de la Terminal de Diálogo

En la interfaz Magelis que estará instalada en la Planta de Tratamiento, "se podrá realizar un diálogo entero entre el usuario y el proceso que se esta automatizando.

Se desarrollará una aplicación basada en la necesidad del usuario:

Control del proceso: Monitoreo de la producción y Mantenimiento preventivo.

Perspectivas del Usuario: Comunicación con el operador y Nivel de la aplicación.

Información desplegada: Estructura del programa, estructura de los datos, eliminación de errores, actualizaciones."⁴

Estas características determinarán cada aplicación que deberá ser estructurada y seleccionar la terminal de dialogo mas adecuada, en base a una serie de páginas, que formarán una estructura con toda una aplicación. Cada página podrá contener:

- 1) Texto alfanumérico estático
- 2) Diferentes campos utilizados para:
 - Mostrar valores que indican el estado de sistema de control.
 - Incorporar parámetros para operar el sistema de control (modificación de bit, de palabras o dobles palabras, de puntos de palabras flotante, o de una secuencia del ASCII).
 - El formato del despliegue de información puede ser binario, decimal, hexadecimal, o alfanumérico.

3.2.1 Páginas de alarma

Las páginas de alarma indican los fallos del proceso. La ventaja de las páginas de alarma reside en su visualización por acontecimientos:

- En la explotación. Cuando aparece un fallo, normalmente es la consecuencia de otros fallos. El terminal muestra, gracias a los niveles de prioridad, el fallo más importante, el que representa más riesgos para el proceso. La hora y la fecha de todos los fallos quedan registradas.
- En el mantenimiento. El terminal graba de forma secuencial (FIFO) la aparición de los fallos (histórico), lo que facilita la búsqueda del origen del fallo.

El programa Vijeo Designer es un software que crea proyectos de interfaces Hombre-Maquina desarrollado por Schneider (ver Anexo E). "Se pueden correr aplicaciones de usuario en una variedad de computadoras, plataformas y ambientes dependiendo de las necesidades de usuario, permite crear displays de pantalla avanzados con gráficas y animaciones para todos los requerimientos del usuario, desde lo más simple a lo más sofisticado, reduciendo al máximo las tareas de programación."⁵

⁴ Schneider Electric México. *Especificación de terminales de dialogo.*

⁵ Idem

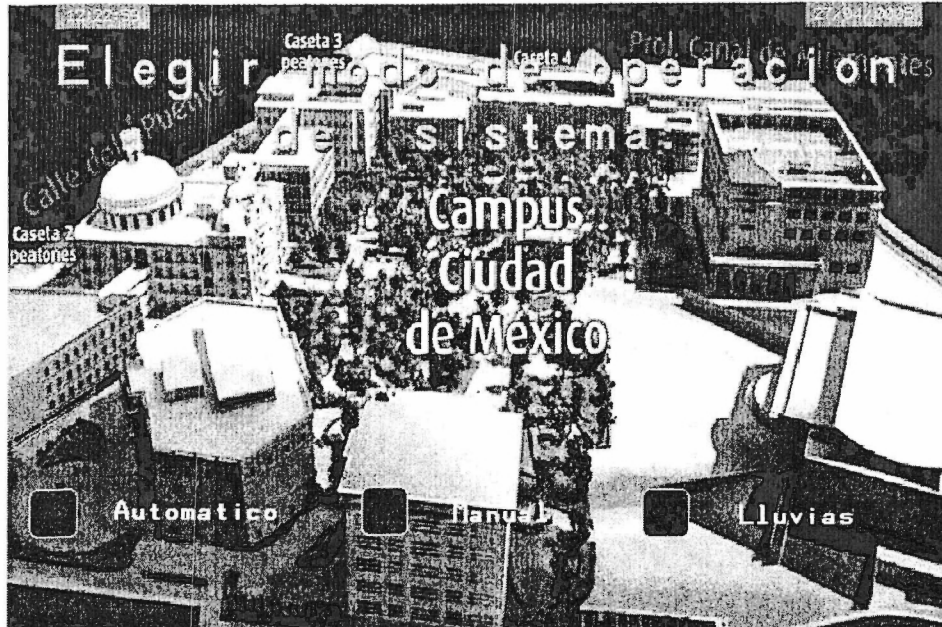


Figura 3.8 Pantalla que muestra los modos de operación del sistema

Se muestra un mapa que despliega la ubicación de las bombas dentro del campus, este mapa permite visualizar si se activa una alarma en caso de detectar alguna señal de los sensores de los motores de las bombas, estas señales pueden ser la consecuencia de detección de humedad, temperatura, sobrecarga de corriente, entre otras fallas (ver Figura 3.9).

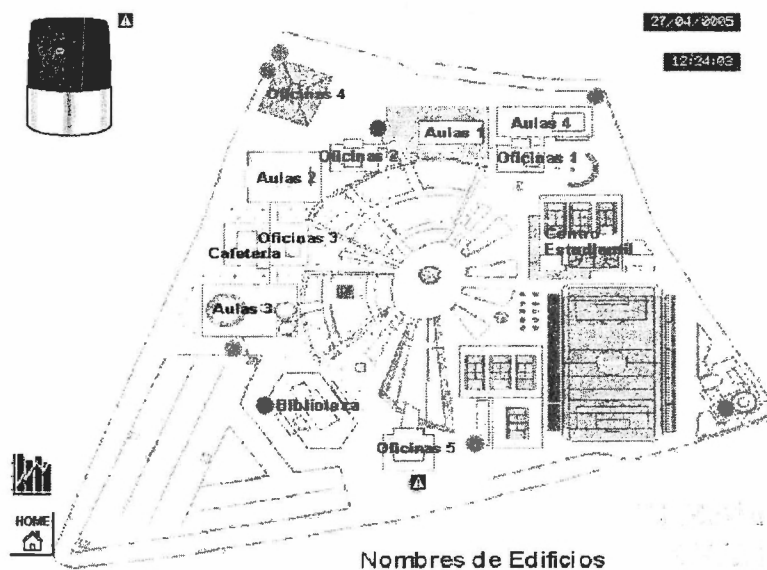
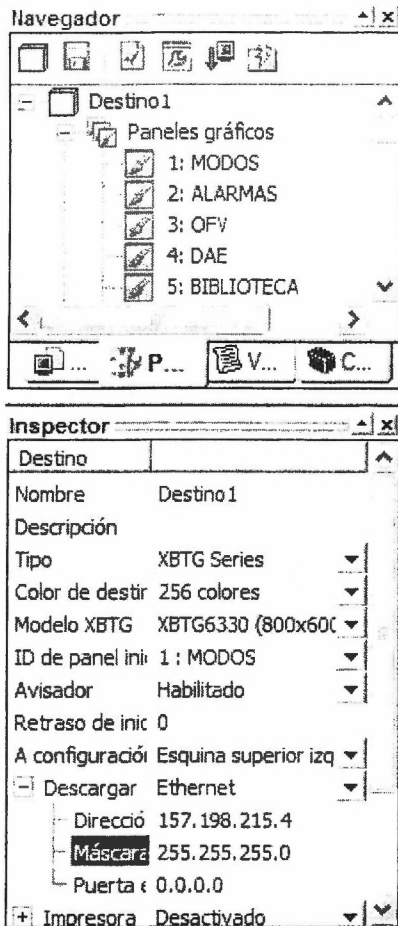


Figura 3.9 Mapa que muestra la ubicación exacta de las fallas en caso de activarse algún sensor



La manipulación del programa Vijeo Designer no es sencilla, deben hacerse muchas configuraciones y además hemos tenido que declarar gran cantidad de variables debido a que así lo demanda el diseño, aspecto que debemos considerar para no confundirnos posteriormente durante su manipulación (ver Figura 3.10).

Los resultados se pueden observar en la Figura 3.11, que muestra un diseño tentativo de la interfaz de alarmas y de la supervisión de alguna bomba específica, respectivamente. Cabe mencionar que estas pantallas se pueden perfeccionar y/o complementar, dependiendo de las necesidades del usuario y del sistema.

Figura 3.10 Panel de configuración de la interfaz gráfica en Vijeo Designer

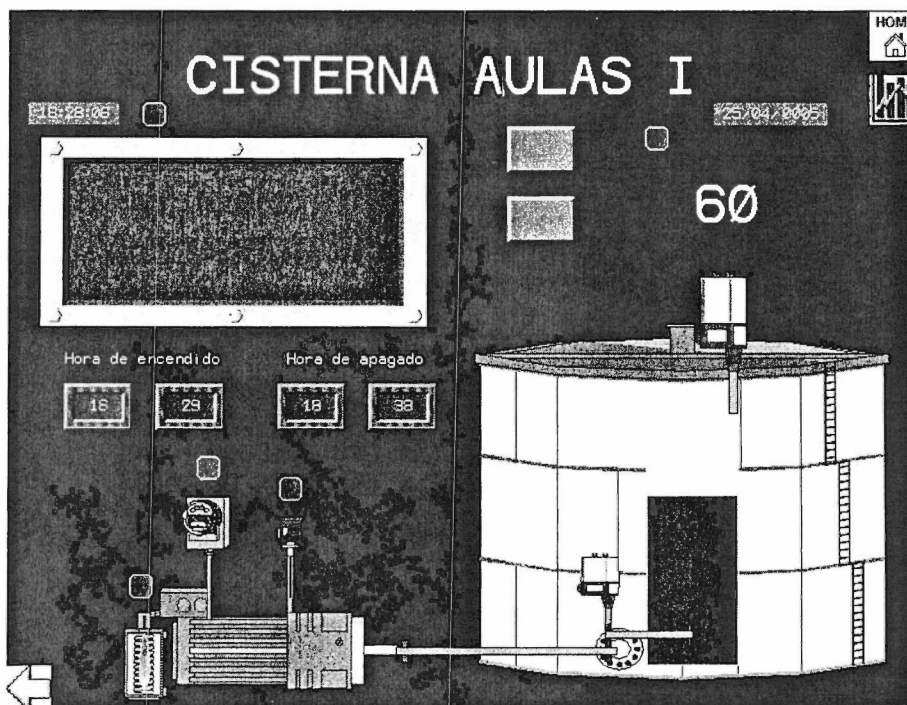


Figura 3.11 Pantalla que permite visualizar el estado de una bomba

3.4 Pruebas

Una vez terminadas las secciones gráficas y lógicas, procedimos a simular la operación del sistema, tomando en cuenta diversas fallas, contingencias y modalidades de operación para verificar el funcionamiento idóneo, a partir de estas pruebas fuimos detectando vulnerabilidad en el diseño, lo que nos condujo a un perfeccionando del mismo.

Las pruebas consistieron en realizar las simulaciones en la computadora que utilizamos para programar, en el área de prueba de la lógica de control se tenía un simulador en Concept 2.6 que permite visualizar en diversos colores como va funcionando el sistema conforme se activan o desactivan las señales de entrada y salida. En caso de simular el programa en Unity Pro, se tenía la misma herramienta.

Cabe mencionar que para poder simular estos programas era necesario conocer las direcciones exactas de cada una de las señales de entrada para obtener resultados rápidamente (ver Figura 3.12).

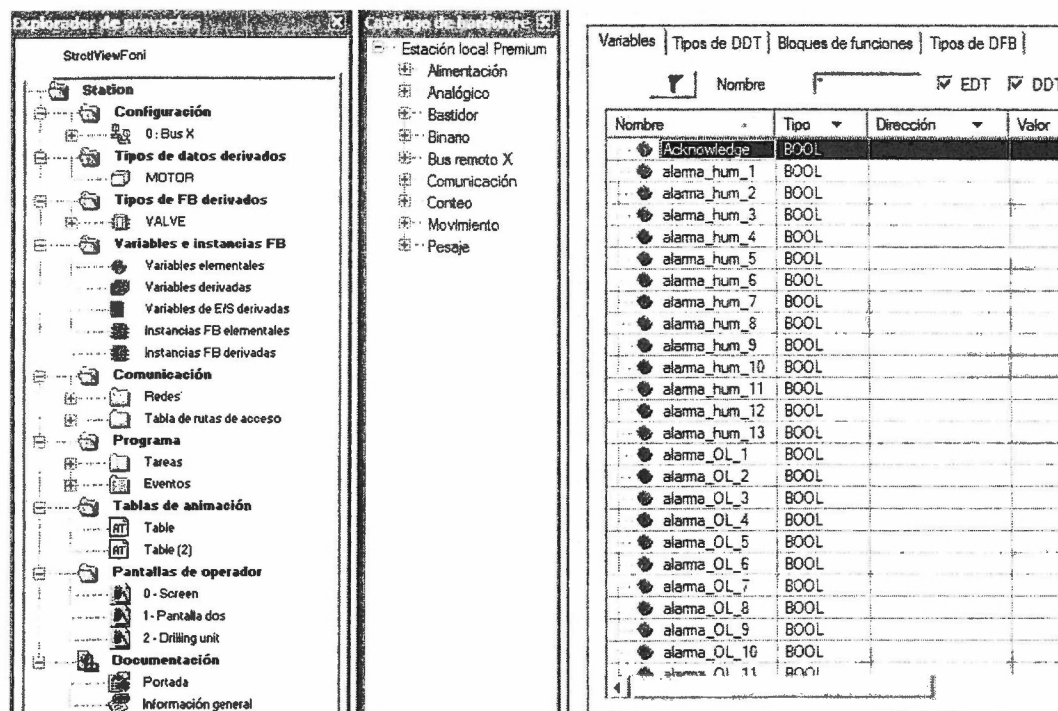


Figura 3.12 Declaración de variables en Unity Pro XL V1.0.1

En el aspecto de la simulación gráfica en el programa Vijeo Designer se tiene la opción de comunicar las señales con el PLC para hacer pruebas de comunicación en tiempo real y generar salidas en el arrancador de motor o en su defecto en lámparas.

En caso de que se detectara alguna anomalía procederíamos a corregir el error de programación o configuración, sin embargo, muchas de las veces lo que se hacía era pensar en la actitud que podrían tener los usuarios de nuestro sistema y eso nos

ayudaba a programar decisiones lógicas que evitaran un mal funcionamiento del mismo.

Como trabajo extra se armó un prototipo con equipo Telemecanique que mostraba el funcionamiento que tendría el sistema general en caso de que se implemente en la Planta de Tratamiento (ver Figura 3.13), este prototipo es material industrial muy robusto que garantiza el buen funcionamiento de nuestro diseño lógico y gráfico.



Figura 3.13 Prototipo armado para simular los programas realizados

Sin embargo, se presentaron dificultades de configuración y comunicación en el equipo, tuvimos que trabajar en conjunto con tres ingenieros de la empresa Schneider Electric para aprender a configurar los equipos correctamente, tarea que llevo poco mas de un mes de trabajo, estudio y experimentación.

3.5 Análisis financiero

En la Tabla 3.2 se presentan los precios de los diferentes equipos de la marca Telemecanique, con los que se podrá implementar nuestro proyecto. Esta cotización fue hecha por la empresa Schneider Electric México.

Los precios de los equipos que aquí se presentan están en dólares americanos y sin I.V.A. Se tomó el 15 % de impuesto como lo indica la ley, y el dólar a una tasa de \$11.21 por dólar. A continuación la tabla:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
5	Telemecanique Advantys STBNIP2212	\$ 253	\$ 1,265
5	Telemecanique Advantys STBDDO3600	\$ 50	\$ 250
5	Telemecanique Advantys STBDDO3610	\$ 42	\$ 210
5	Telemecanique Advantys STBPDT3100	\$ 25	\$ 125
13	Telemecanique TeSys LUCM05BL	\$ 750	\$ 9,750
1	Telemecanique Modicon Premium TSX P575634M	\$ 9,217	\$ 9,217
71	Telemecanique Modicon Premium TSX PSY2600	\$ 459	\$ 459
1	Telemecanique Magelis XBTG6330	\$ 9,050	\$ 9,050
	OTROS GASTOS	\$ 500	\$ 500
		SUMA	\$ 30,836
		I.V.A.	\$ 4,624
		TOTAL	\$ 35,460
		M.N.	\$ 397,505.48

Tabla 3.2 Cotización del material y equipo requerido

La inversión inicial para el desarrollo de nuestro sistema de acuerdo con la cotización, y la conversión a moneda nacional asciende a la cantidad de **\$397,505.48**

Considerando ahora que cada bomba se debe mandar a mantenimiento preventivo en un periodo aproximado de seis meses y que se cuenta con 13 bombas dentro de la planta, hablamos de que por un año se requiere de mantenimiento preventivo alrededor de **26 veces**. Según datos de la planta el costo aproximado por bomba de este mantenimiento es de **\$3,500**. Esto significa un gasto de **\$91,000**. En el anexo G se muestra una guía en la que se señala un estudio para la protección de motores eléctricos, por medio de la cual nos basamos para justificar el periodo de mantenimiento que tendrán las bombas del sistema a monitorear.

Con la presencia de nuestro sistema de monitoreo, estas bombas serán enviadas a este mantenimiento una vez al año cuando más, por lo que los gastos serían de la mitad, es decir, **\$45,500 al año**, quedando los otros **\$45,500** como ahorro.

Por otro lado en un año se mandan a mantenimiento correctivo alrededor de **7 bombas** y el costo por bomba de este mantenimiento es de aproximadamente **\$7,000**. Por lo que obtenemos gastos por reparación de **\$49,000**.

Debido al monitoreo actual, una bomba llega a quedar sin compostura en un periodo de un año. Nuestro sistema en tiempo real, permitirá alargar el tiempo de vida útil de cada bomba a por lo menos 10 años. El costo de una bomba de 10 HP, según datos del personal de la Planta, es de **\$40,000**. Si se logra obtener el tiempo de vida de 10 años, con la ayuda de nuestro sistema, el gasto sería de **\$4,000** con un ahorro de **\$36,000** por año, en promedio.

Finalmente el ahorro que se tendrá por cambio de equipo, como contactores, relevadores, cable para las bombas, revisión de sensores es de aproximadamente **\$10,000** al año. Al sumar estas cantidades tenemos un ahorro anual equivalente a **\$140,500**.

Para obtener el período de recuperación de la inversión inicial dividimos la inversión que fue de **\$ 397,505.48** entre el ahorro anual que asciende a **\$140,500.00** y nos da **2.83 años**. Esto quiere decir que aproximadamente en un periodo **menor a tres años** se habrá recuperado la inversión inicial. A partir de ese año se comenzarían a obtener ganancias de un monto igual al ahorro anual.

4. CONCLUSIONES

En este capítulo se describirán las principales experiencias que obtuvimos en la realización de nuestro proyecto, así como las conclusiones más importantes, que tenemos al haber desarrollado este sistema de control y supervisión. Así mismo se enumerarán las principales ventajas que nuestro sistema tiene comparado con lo que en la actualidad presenta la planta. Se hablará acerca del costo y de las posibles ventajas económicas, para finalmente cerrar con el trabajo a futuro que puede ser realizado, en cuanto a automatización se refiere.

Con la presencia de nuestro sistema una de las principales ventajas en cuanto a la operación de la misma es que los trabajadores tendrán más tiempo para realizar otras actividades. Es importante resaltar que la importancia de nuestro sistema radica en la supervisión y la toma de decisiones de control en tiempo real, evitando los rondines de los trabajadores, que en variadas ocasiones no detectan a tiempo determinada falla, por el hecho de que tienen que estar revisando continuamente las trece bombas distribuidas a lo largo del campus. Este trabajo es realizado por una sola persona en un turno de ocho horas.

Nuestro sistema permitirá la supervisión de todas las bombas al mismo tiempo, en tiempo real, durante las 24 horas. También es importante destacar que con la presencia del sistema diseñado y debido a su naturaleza el operador es capaz de interactuar con el mismo y dependiendo del modo de operación, puede llegar a formar parte del lazo de control. Aunque es evidente que nuestro sistema sustituye a un alto porcentaje de la fuerza laboral no calificada, reduciendo la participación de los salarios en total de costos de producción, las principales razones para implementarlo no incluyen necesariamente la reducción del costo del trabajo.

Con el sistema diseñado se tomarán medidas en tiempo real y se harán automáticamente las gráficas necesarias para llevar un control estadístico, reemplazando las bitácoras en papel que actualmente utilizan.

Se gastará menos en mantenimiento porque el sistema evitará contingencias de funcionamiento, la vida útil de los equipos se aumentará significativamente.

Contribuiremos a mejorar el desempeño de la Planta de Tratamiento siendo nuestro sistema una herramienta para los operadores que les permitirá hacer actividades que no hacían antes por falta de tiempo.

Pretendemos disminuir los costos de mantenimiento con equipo tecnológico de calidad y con la programación de decisiones pertinentes. Nuestro sistema contribuirá de manera directa a la disminución de costos, tanto preventivos como correctivos.

Las principales razones por las que nuestro sistema logrará la disminución de estos costos son: eliminación del error humano, eliminación de la negligencia de los operadores, es decir, en muchas ocasiones, las bombas son forzadas a trabajar, aun

cuando los sensores, principalmente el de humedad detecte fallas en la bomba. Las bombas son obligadas a trabajar, hasta que prácticamente quedan completamente dañadas. Nuestro sistema no permitirá el trabajo de los motores si se marca algún tipo de alarma, reduciendo de esta manera los costos de reparación. Por otro lado la presencia de equipo como los arrancadores ayudan a mejorar el uso de la energía y hacerlo más eficiente, controlando los picos de corriente que tienen los motores al arranque.

Es igualmente importante destacar que el equipo que se utiliza tiene un periodo de vida prolongado, además de que se pretende maximizar el tiempo de útil de las bombas presentes en la planta que es aproximadamente de 10 años.

El diseño que entregaremos tendrá que ser completo y lo suficientemente claro para que posteriormente una empresa experta en implementación lo instale.

Este diseño hará que el sistema evolucione favorablemente porque tiene la ventaja de utilizar elementos que se encuentran en la planta actualmente.

De acuerdo al análisis financiero que se llevo a cabo en la sección anterior, es evidente que el proyecto es completamente costeable, pues el tiempo de recuperación de la inversión es relativamente corto, haciendo de nuestro proyecto, un proyecto atractivo desde el punto de vista económico. Sabemos que la parte económica es de gran importancia para decidir acerca de la implementación o la no-implementación del mismo, de ahí la importancia de los datos que se observan en el análisis y la importancia de llevar un registro financiero de nuestro equipo.

De igual manera, es importante destacar el vínculo que se logró entre universidad y empresa, en este caso con Schneider Electric, durante el desarrollo de este proyecto. Es importante destacar la disposición que la gente de la empresa tuvo para con nuestro proyecto y destacar que el proyecto se pudo aterrizar a algo un poco más real, gracias al equipo que Schneider nos prestó y de esta manera hacer una demostración más tangible acerca de la importancia y la utilidad que nuestro sistema puede otorgarle a la planta. Nos parece importante que futuras generaciones logren vincularse con la industria, pues finalmente después de este trabajo nuestra competencia será fuera de las aulas, será sin duda alguna dentro de la industria.

Finalmente destacar que el sistema de distribución con que cuenta actualmente la planta es arcaico e ineficiente, por las razones antes explicadas, por lo que la implementación de este proyecto significaría un paso adelante en cuanto a desarrollo tecnológico se refiere, convirtiéndose en una planta vanguardista desde el punto de vista tecnológico.

4.1 Perspectivas y trabajo a futuro

Es importante señalar que este proyecto no llega a su fin. El proyecto tiene mucho de dónde sacar, existen algunas otras aplicaciones que en un futuro pueden ser llevadas a cabo. La continuidad al mismo es de gran importancia y permitirá la plena modernización de la Planta de Tratamiento.

Entre las principales aplicaciones que se pueden llevar a cabo en un futuro destacan principalmente dos: La primera de ellas es la automatización del módulo químico biológico, bajo el mismo esquema de trabajo, para ello se debe tomar en consideración que el PLC seleccionado está completamente sobrado, es decir, tiene una capacidad en cuanto a procesamiento y al número de entradas, analógicas como digitales mucho mayor con el propósito de expandir este sistema. Esta es la razón más importante por la cual se ha elegido uno de los procesadores más caros que existen en el mercado, pues la finalidad que tenemos es que la inversión inicial sea total y no se tenga que reinvertir para poder llevar a cabo esta automatización.

De igual manera estos procesos podrán visualizarse en la pantalla touch screen seleccionada, con el propósito de seguir un esquema en cuanto a visualización de los procesos.

El segundo trabajo que se puede llevar a cabo en un futuro, no muy lejano quizá, es la implementación del diseño. La implementación depende de varios factores entre los principales destaca el interés de la gente de la Planta de Tratamiento para llevar a cabo la misma, tomando en cuenta consideraciones como la inversión inicial pero también el tiempo en que se recupera esa inversión. Se sugiere llevar a cabo la implementación de la automatización total de la planta, es decir el procedimiento en cuanto al tratamiento del agua y además el procedimiento para la distribución de la materia orgánica alrededor del campus.

Es importante destacar que en un futuro se puede llevar a cabo un estudio acerca de la eficiencia y manejo de energía, para contemplar los grandes ahorros que no sólo se tendrán por disminución de los costos de reparación y de mantenimiento, si no que en variadas ocasiones la presencia de un sistema de control automático permite la disminución de gastos en cuanto a consumo y demanda de energía. Debido a estas razones se propone un análisis y una comparación entre lo que es el consumo y demanda de energía actual de la planta, y el consumo y demanda de energía de la planta con el sistema propuesto.

5. COMENTARIOS

El desarrollo de este proyecto en el transcurso de dos semestres de estudio ha sido gratificante para nosotros, porque hemos aprendido cosas que nos servirán en nuestro trayecto profesional, aprendimos a trabajar como un buen equipo de trabajo, a administrar bien el tiempo para entregar las cosas a tiempo, en ocasiones nos regañábamos entre nosotros mismos, pero eso nos hacia reconocer los errores que teníamos cada uno de nosotros y aprendimos a corregirlos.

La relación empresa – universidad de la que formamos parte nos enseñó aspectos de la vida profesional que desconocíamos, los ingenieros del Instituto Schneider Electric nos encaminaron hacia un camino que retomaba los conocimientos que obtuvimos en la universidad y nos ayudaron a saber aplicarlos en algo real y tangible, como lo es nuestro sistema SCADA.

El trabajo hecho lo hemos realizado con gusto y una motivación permanente de querer realizar el mejor proyecto de nuestra generación, los resultados han sido mejores de lo que en un principio habíamos planteado, el apoyo que se nos ha dado, aunque en ocasiones es limitado, ha servido para bien del mismo proyecto.

Hicimos nuestro mejor esfuerzo por hacer las cosas bien y a tiempo para cumplir con los requerimientos que se nos pedía tanto en la escuela como en la empresa con la que trabajamos. Creemos que nuestro trabajo servirá para motivar a otros equipos de trabajo a vincularse con la industria, porque esto genera mayor conocimiento, y lo mejor de ello es que es conocimiento aplicado a la vida real.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado Lara, Erik Alejandro. **Automatización de una planta de tratamiento de aguas residuales**. México. 2002
- Carmen D'Sousa. **Sistemas De Control**. cecidsousa@cantv.net
<http://www.monografias.com/trabajos11/sisco/sisco.shtml> 01/septiembre/2004
- Lawrence T, Amy. **Automation systems for control and data acquisition**. North Carolina, USA. 1992. ISBN 155617390
- Miguel Jiménez, Miguel García. **Automatización Industrial**
<http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml#apli> 01/septiembre/2004
- Ostoia Montes, Angélica. **Estudio de factibilidad para la instrumentación y automatización en línea de la planta de tratamiento de aguas residuales Chapultepec**. México. 1999
- Planta de tratamiento ITESM CCM **Instrucciones técnicas y formatos**.
08/septiembre/2004
- Schneider Electric México. **Especificación de terminales de dialogo**.
Noviembre/2002
- Schneider Electric. **Concept User Manual Version 2.6**. Volume 1.
Diciembre/2004
- Stuart A. Boyer. **SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition**. 3ra. Edición. USA. 2004. ISBN 1556178778

7. ANEXOS

En esta sección se presentan diversos documentos que complementan la información presentada en este proyecto:

- Manual de usuario de la interfaz gráfica que se encontrará en la Planta de Tratamiento.
- Hojas de especificaciones del equipo con el que se trabajó e implementó el prototipo.
- Diagramas lógicos de control que contendrá el PLC.

ANEXO A:
MODICON PREMIUM TSX

Micro automation platform

TSX 37-05 PLCs

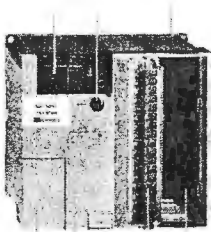
Presentation

The TSX 37-05 PLC comprises a rack which integrates ~ 100/240 V power supply, a processor including a 11 Kword memory (program, data and constants), 1 Flash EPROM backup memory, a TSX DMZ 28DR discrete I/O module (16 inputs and 12 relay outputs) and an available slot.

The available slot can accept:

- 1 standard format discrete I/O module of any type.
- 2 half format discrete I/O, safety, analog I/O or counter modules.

Description



The TSX 37-05 PLC comprises:

- 2-slot rack.
- Centralized display block.
- Terminal port (TER) (Uni-Telway Master/Slave or Modbus slave protocol).
- Cover for accessing the power supply terminals.
- Discrete module with 16 inputs and 12 outputs, placed in the first slot (positions 1 and 2).
- Cover for accessing optional battery.
- Available slot.
- Reset button.

Selection

Selection of modules to be inserted in addition to the 16-input/12-output module present at rack no. 1

Type of module to be inserted		Max number of modules		Format		Connection	
		1	2	Standard	Half	Connector	Term.blk
Discrete Inputs/Outputs	8 inputs						
	12 inputs						
	32 inputs						
	4 outputs						
	8 outputs						
	32 outputs						
	16 inputs/outputs						
	28 inputs/outputs						
	64 inputs/outputs						
Preventa safety module							
	Analogue I/O						
Counter/positioning channels	4 or 8 inputs						
	2 or 4 outputs						
	4 inputs and 2 outputs						
	1 incremental code channel						
	2 incremental code channels						
	1 absolute encoder channel						

■ Insertion possible

Micro automation platform

TSX 37-08 PLCs

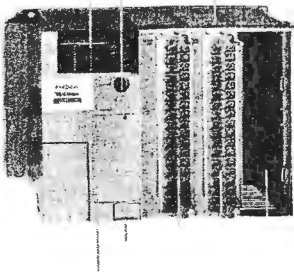
Presentation

The TSX 37-08 PLC comprises a rack which integrates ~ 100/240 V power supply, a processor including a 11 Kword memory (program, data and constants), 1 Flash EPROM backup memory, 2 TSX DMZ 28DR discrete I/O modules (16 inputs and 12 relay outputs) and an available slot.

The available slot can accept:

- 1 standard format discrete I/O module of any type.
- 2 half format discrete I/O, safety, analog I/O or counter modules.

Description



The TSX 37-08 PLC comprises:

- 3-slot rack.
- Centralized display block.
- Terminal port (TER) (Uni-Telway Master/Slave or Modbus slave protocol).
- Cover for accessing the power supply terminals.
- Two discrete modules with 16 inputs and 12 outputs, placed in the first and second slot (positions 1 to 4).
- Cover for accessing optional battery.
- Available slot.
- Reset button.

Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México
Biblioteca

Selection

Selection of modules to be inserted in addition to the 16-input/12-output module present at rack no. 1

Type of module to be inserted		Max number of modules		Format		Connection	
		1	2	Standard	Half	Connector	Term.blk
Discrete Inputs/Outputs	8 inputs						
	12 inputs						
	32 inputs						
	4 outputs						
	8 outputs						
	32 outputs						
	16 inputs/outputs						
Preventa safety module	28 inputs/outputs						
	64 inputs/outputs						
Analog I/O	4 or 8 inputs						
	2 or 4 outputs						
	4 inputs and 2 outputs						
Counter/positioning channels	1 incremental code channel						
	2 incremental code channels						
	1 absolute encoder channel						

Insertion possible

Micro automation platform

TSX 37-10 PLCs

Presentation

Compact and modular TSX 37-10 PLCs differ in their supply voltage and the type of discrete I/O module fitted in the first slot.

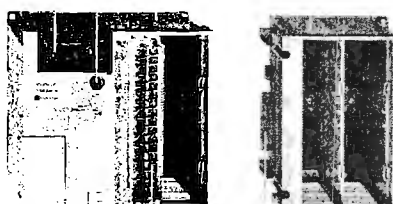
Each TSX 37-10 configuration comprises a rack which integrates a power supply (≈ 24 V or $\sim 100/240$ V), a processor including a 14 Kword RAM memory (program, data and constants), a Flash EPROM backup memory, a real-time clock, a discrete I/O module (28 or 64 I/O) and an available slot. A TSX RKZ 02 mini extension rack enables the number of slots to be increased by 2 (4 positions).

Each available slot can accept:

- 1 standard format discrete I/O module of any type.
- 2 half format discrete I/O, safety, analog I/O or counter modules.

Also, TSX 37-10 PLCs can connect to the Ethernet network TCP/IP or to a Modem via the TSX ETZ 410/510 external stand-alone module.

Description



TSX 37-10 PLCs and the TSX RKZ 02 mini extension rack comprise:

- 2-slot base rack.
- Centralized display block.
- Terminal port (TER) (Uni-Telway or Modbus Master/Slave protocol).
- Cover for accessing the power supply terminals.
- 28 or 64 discrete I/O module, placed in the first slot (positions 1 and 2).
- Cover for accessing optional battery.
- Mini extension rack with 2 available slots -(positions 5 to 8).
- LED showing presence of ≈ 24 V.
- Power supply terminals protected by removable cover, to connect an auxiliary ≈ 24 V power supply if PLCs are supplied with $\sim 100/240$ V.
- Earth terminal.
- Connectors to the base PLC.
- Reset button.

Selection

TSX 37-10 base PLC selection

Power supply	I/O module integrated in 1st slot				Connection		Reference
	Number of inputs	Number of outputs	Connector	Term.blk			
≈ 24 V	16	2	Relay			TSX 37 10 128DT1	
		2	Solid state			TSX 37 10 128DTK1	
	32	16	Relay			TSX 37 10 128DR1	
		16	Solid state			TSX 37 10 164DTK1	
$\sim 110/240$ V	16	2	Relay			TSX 37 10 028AR1	
	16	2	Solid state			TSX 37 10 028DR1	

Selection of modules to be inserted (3 slots available, that is a maximum of 6 positions)

Type of module to be inserted	Maximum number of modules (1)				Format		Connection	
	1	2	4	6	Stand.	Half	Connect.	Term.blk
Discrete Inputs/Outputs	8 inputs							
	12 inputs							
	32 inputs			(2)				
	4 outputs							
	8 outputs							
	32 outputs			(2)				
	16 inputs/outputs			(2)				
Preventa safety module	28 inputs/outputs		(2)					
	64 inputs/outputs		(2)					
AS-i bus or I/O extension	(3)							
Analog I/O	4 or 8 inputs							
	2 or 4 outputs							
Counter/positioning channels	1 or 2 incremental encoder channels							
	1 absolute encoder channel							
Communication	Ethernet TCP/IP or external Modem					External module		

Possible selection or insertion

- (1) With TSX RKZ 02 mini extension rack.
- (2) This includes a standard format module to be inserted in the 1st slot of the PLC.
- (3) The remote discrete I/O extension modules and AS-i bus modules are installed in position 4 which means that their use is mutually exclusive.

Micro automation platform

TSX 37-21/22 PLCs

Presentation

Modular TSX 37-21/22 PLCs differ in their supply voltage and/or the possibility of fast counting and analogue functions integrated on the base.

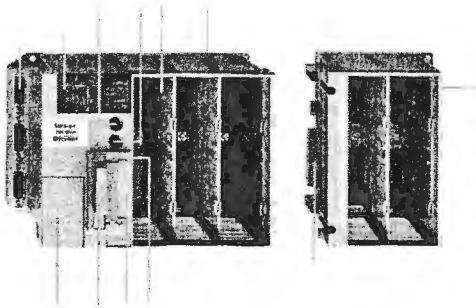
Each PLC comprises: a 3-slot rack which integrates a power supply (\sim 24 V or \sim 100/240 V), a processor including a 20 Kword RAM memory (program, data and constants), 1 Flash EPROM backup memory, 2 slots for a PCMCIA card (1 communication card and 1 memory extension card of 64 Kwords maximum) and a real-time clock. A TSX RKZ 02 mini extension rack enables the number of slots to be increased by 2 (4 positions).

Each available slot can accept:

- 1 standard format discrete I/O module.
- 2 half format discrete I/O, safety, analog I/O or counter modules.

Also, TSX 37-21/22 PLCs can connect to the Ethernet network TCP/IP or to a Modem via the TSX ETZ 410/510 external stand-alone module.

Description



TSX 37-21/22 PLCs and the TSX RKZ 02 mini extension rack comprise:

- 3-slot base rack (positions 1 to 6).
- Slot reserved for a standard format module.
- Centralized display block.
- Terminal port (TER) (Uni-Telway or Modbus Master/Slave protocol).
- Man-machine interface port labeled AUX.
- Slot for a memory extension card.
- Cover for accessing the power supply terminals.
- Slot for a communication module.
- On TSX 37-22, connectors for integrated analogue and counter functions.
- Mini extension rack with 2 available slots (positions 7 to 10).
- LED showing voltage presence of \sim 24 V.
- Power supply terminals protected by removable cover, to connect an auxiliary \sim 24 V power supply if PLCs are supplied with \sim 100/240 V.
- Earth terminal.
- Connectors to the base PLC.
- Reset button.

Selection

Selection of modules to be inserted (5 slots available, that is a maximum of 9 positions)

Type of module to be inserted	Maximum number of modules (1)					Format	Connection	Term.blk
	1	3	4	5	9			
Discrete Inputs/Outputs	8 inputs							
	12 inputs							
	32 inputs				(2)			
	4 outputs					(2)		
	8 outputs					(2)		
	32 outputs				(2)			
Preventa safety module	16 inputs/outputs				(2)			
	28 inputs/outputs				(2)			
	64 inputs/outputs		(2)					
AS-i bus or I/O extension	(3)							
Analog I/O	4 or 8 inputs							
	2 or 4 outputs			(4)				
	2 inputs and 4 outputs			(4)				
Counting/positioning	1 or 2 incremental encoder channels							
	1 absolute encoder channel							
Communication (PCMCIA card on processor)	Uni-Telway							
	Serial link							
	Modbus							
	Modbus Plus							
	Fipway							
Communication	Fipio Agent							
	Ethernet TCP/IP or external Modem					External module		

■ Insertion possible

- (1) With TSX RKZ 02 mini extension rack.
- (2) Comprises a standard format module to be placed in 1st slot of the PLC.
- (3) The remote discrete I/O extension modules and AS-i bus modules are installed in position 4 which means that their use is mutually exclusive.
- (4) With a maximum of 2 (TSX AMZ 600/ASZ 200) modules in the base.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Functions

Discrete Inputs/Outputs

The range of in-rack discrete I/O modules offers several possibilities for meeting requirements:

- Cost-effective connection where a ± 24 V solution is required (mixed I/O modules with HE type 10 connectors for direct connection to pre-actuators in the device using cables with flying leads or direct connection to the TELEFAST2 pre-wired system).
- Connection to the screw terminal block on the front panel of mixed I/O modules.

A set of half format modules enable the PLC configuration to be adapted as closely as possible to the user's requirements in terms of number, range of I/O and type of connection.

For further details, see pages 43051/2 to 43051/13.

The TSX DPZ 10D2A Preventa type safety relay module provides a monitoring function for the emergency stop pushbuttons or limit switches, and is adapted to conform to the safety requirements stipulated in EN 954-1.

For further details, see pages 43308/2 to 43307/5.

Remote discrete I/O extension module

TSX 37-10/21/22 Micro PLCs offer two different possibilities for extending the I/O:

- Either with the TSX STZ 10 remote discrete I/O extension module. The discrete I/O of 4 Nano PLCs can be used at a distance of up to 200m (one of which can be a Nano extension PLC).
These Nano PLCs can be used as remote discrete I/O or local slave PLCs.

For further details, see pages 40056/2 40056/3.

- The AS-i sensor/actuator bus. Micro PLCs are connected to the AS-i bus via an AS-i master module. In this case, the PLC becomes the master station on the bus and manages a maximum of 248 I/O over a distance of up to 100 m (200 m with a repeater).

For further details, see pages 43610/2 to 43613/3.

Analogue I/O and process control

Micro PLCs offer several ways of performing analogue processing:

- For data input or commands which do not need a high resolution level, using I/O integrated in TSX 37-22 PLCs.
- For precise measurement and commands, using TSX AEZ/ASZ/AMZ ●●● half format analogue I/O modules.
- To locate analog I/O remotely via the TSX STZ 10 rackmaster module with TSX 37-10/21/22 PLCs. The latter enables the use of three TSX AMN 400● analog extensions, each equipped with 3 analogue inputs and one analog output.

For further details, see pages 40055/2 and 40055/3, 43053/2 to 43053/7.

Micro PLCs have, as standard, process control functions which can be accessed by the user via the PL7 Micro, PL7 Junior or PL7 Pro programming software.

For further details, see pages 43531/2 and 43531/3, 43100/2 to 43100/17.

(1) I/O TSX AMZ 600 analog modules require a Micro PLC with a ≥ 5.0 operating system installed with ≥ 4.2 PL7 Micro/Junior/ Pro version software.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Counting/positioning

Counter modules Micro PLCs offer several ways of counting:

- Using 500 Hz discrete inputs (2 up/down counter channels with upcounting, downcounting or up/down counting functions, with or without detection of direction of operation).
- 10 kHz counter channels integrated into TSX 37-22 PLC bases (2 10 kHz fast counter channels, with 1 channel having down-counting functions as above).
- Counting/positioning TSX CTZ modules ●A, from 40...500 kHz or TSX CTZ 2B, from 200 kHz...1 MHz (1). These half format modules are inserted in the available slots in the base rack.

For further details, see pages 43054/2 and 43054/7, 43050/2 to 43050/5.

Communication

Micro PLCs offer several possibilities:

- Integrated communication which offers cost-effective dialogue functions via the terminal port for TSX 37-05/08/10 PLCs or via the terminal and man-machine interface ports for TSX 37-21/22 PLCs. These RS 485 type non-isolated links use Uni-Telway Master/slave, Modbus slave or character string. Also TSX 37-10/21/22 PLCs integrate Modbus Master protocol (1).
- PCMCIA format communication card for TSX 37-21/22 PLCs. They have a dedicated slot for the PCMCIA format communication card ("Full-duplex" asynchronous serial link, FIPIO, Uni-Telway, or Modbus/Jbus, Modbus Plus and Fipway network).
- Ethernet TCP/IP 10/100 MHz external modules. The module connects to the terminal port of TSX 37-10/21/22 PLCs and has Uni-TE and Modbus messaging. It allows connection to an external modem using PPP protocol.

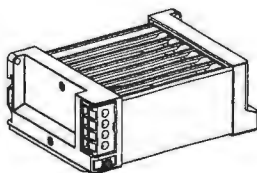
For further details, see pages 43609/2 to 43599/5.

Fan modules

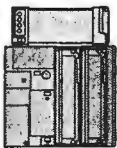
TSX FAN ●●P fan modules installed above Micro PLCs ensure a forced air convection, which creates a uniform ambient temperature within the enclosure and eliminates any hot spots which might exist.

Fan modules are required when the ambient temperature is between 60 °C and 70 °C. Forced ventilation is used to eliminate hot spots (2). Three types of fan module are available: --- 24 V, ~ 110 V and ~ 220 V.

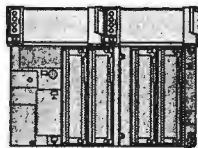
One fan module is required for a TSX 37-05/08/10/21/22 configuration, two fan modules are required for a TSX 37-10/21/22 configuration with the TSX RKZ 02 mini rack.



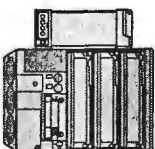
TSX FAN ●●P



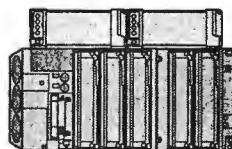
TSX 37-05/10



TSX 37-10 + TSX RKZ 02



TSX 37-08/21/22



TSX 37-21/22 + TSX RKZ 02

(1) The TSX CTZ 1B module or the Modbus slave protocol require a Micro PLC with a ≥ 5.0 operating system installed with ≥ 4.2 PL7 MicroJunior Pro version software.

(2) For an ambient temperature of between 25 °C and 60 °C, the use of fan modules increases the MBTF.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Memory structure

The memory structure of Micro PLCs consists of two distinct zones:

- An internal RAM memory designed to receive the application (data, program and constants) of
 - 11 Kwords for TSX 37-05/08 PLCs,
 - 14 Kwords for the TSX 37-10 PLC,
 - 20 Kwords for TSX 37-21/22 PLCs.
- A Flash EPROM memory of:
 - 12 Kwords for TSX 37-05/08 PLCs,
 - 16 Kwords for TSX 37-10/21/22 PLCsdesigned to back up the application program (11 or 14 Kwords maximum) and to back up 1024 %MW internal words in the event of a battery failure or no battery.

For TSX 37-21/22 PLCs, the internal RAM memory can be extended via a 32 Kword or 64 Kword PCMCIA memory card, either RAM or Flash EPROM. The same memory card incorporates the possibility of containing 128 K words designed to back up recipe or log files.

PCMCIA memory extension cards for TSX 37-21/22 PLCs

These cards can be used to extend the PLC internal memory for storing the application program and constants.

Two types of memory card are available:

- **Battery-backed RAM type memory card**
Used in particular during application program creation and debugging, this card enables all application transfer and modification services in online mode. The memory is backed up by a removable battery integrated in the memory card.
- **Flash EPROM type memory card**
Used when the debugging of the application program is complete, this card enables one global transfer only of the application and avoids the problems of backup via battery.

A third type of card can also be used to store files:

- **Battery-backed RAM type memory card or battery-backed RAM and Flash EPROM**
Used particularly in association with the Modem link, these are used to extend the processor's internal memory, and also to store recipe or log files for later consultation via a telephone link. The RAM memory is backed up by a removable battery integrated in the memory card.

Another type of PCMCIA memory card is available:

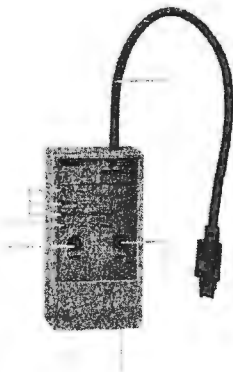
- **Backup type memory card (for TSX 37-21/22 PLCs)**
Previously loaded with the application program, this card is used to reload the application program into the internal RAM memory and the internal Flash EPROM memory of the processor, without requiring the use of a programming terminal.

Program loader

The TSX PGR LDR module is designed to simplify duplicating or updating applications on Nano and Micro PLCs without the need for a programming terminal. An application (15 K words maximum in internal RAM) can be transferred from a PLC in the TSX PGR LDR module (and saved within it), then transferred from the TSX PGR LDR module in a PLC.

The front panel of the TSX PGR LDR module comprises:

- A cord for connecting to the PLC terminal port.
- Four operation indicator LEDs.
- A W/R button which selects the program transfer direction (PLC → module or module → PLC).
- A GO button to start the transfer.
- A Write Only switch which prevents PLC → module transfer.
- A Program Protect switch which protects the PLC application as read-only after the transfer.



Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Application memory

The application memory is divided into memory zones, which are physically shared between the internal RAM memory and the PCMCIA memory card (if the TSX 37-21/22 PLC has a memory card):

- The application data zone which is always in the internal RAM memory.
- The application program zone in the internal RAM memory or on the PCMCIA memory card.
- The constants zone in the internal RAM memory or on the PCMCIA memory card.
- The Flash EPROM zone for the application program backup, the constants and 1 K internal words.
- The file storage zone in the PCMCIA memory card.

If the content of the RAM memory is lost (battery fault or no battery) then the content of the Flash EPROM memory (program, constants and 1 K internal words) is automatically transferred to the internal RAM memory. The backup copy of the application in the Flash EPROM memory requires that the PLC does not have a PCMCIA memory extension card and that the size of the program and the constants does not exceed 16 Kwords.

Two types of application memory organization are possible for Micro PLCs depending on whether the PLC is equipped with a memory extension in the form of a PCMCIA card:

Application in the internal RAM

The application is loaded entirely in the battery-backed internal RAM of the processor with a capacity of:

- 11 Kwords for TSX 37-05/08, shared, for example: as 2 Kwords of application data and 7 Kwords of the program and its constants.
- 14 Kwords for TSX 37-10, shared, for example: as 500 words of application data and 13.5 Kwords of the program and its constants.
- 20 Kwords for TSX 37-21/22, shared, for example: as 4 Kwords of application data and 16 Kwords of the program and its constants.

Application in the internal Flash EPROM

The total volume is equal to the application volume in RAM, limited to 11 Kwords or 15 Kwords, to which the backup of the first 1024 data words (%MW) is added.

Application in the PCMCIA card

The PCMCIA memory card contains the program and the constants. The storage zone for 128 Kword files (available according to the PCMCIA card model) can be used for distributed applications, for storing information which can be consulted remotely via Modem. This zone can also be used for storing manufacturing recipes.

Internal RAM data

The data zone can be extended to 17.5 Kwords, and is only held in the PLC internal RAM.

Data backup

The first 1024 words are backed up by the PLC internal Flash EPROM memory. PL7 Micro/Junior/Pro software aids the application designer in the management of the structure and the occupation of memory space for Micro PLCs.

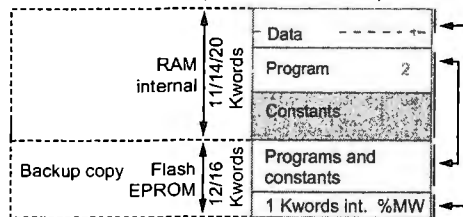
Application protection

Whatever the PLC's memory structure is: application in internal RAM or on the PCMCIA card, it is possible to protect the structure to prohibit access (reading or program modification) in online mode using PL7 Micro/Junior/Pro software.

Backup application

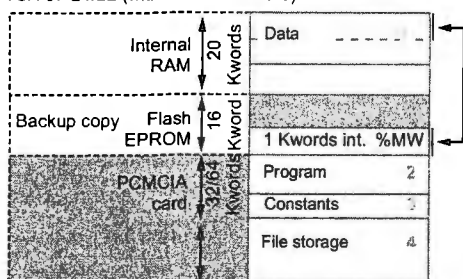
Micro TSX 37-21/22 PLCs make it possible to save the 32 K words maximum application (programs and constants) on a Backup TSX MFP BAK 032P memory card. The internal RAM memory can thus be reloaded with the contents of this Backup memory card. This Backup function is not available if the application runs on a PCMCIA RAM or Flash EPROM memory card.

TSX 37-05/08/10/21/22 (without PCMCIA card)



- Application data (17.5 Kwords maximum).
- Descriptor and executable code for tasks.
- Constant words, initial values and configuration.

TSX 37-21/22 (with a PCMCIA card)



- Application data (17.7 Kwords maximum).
- Descriptor and executable codes for task.
- Constant words, initial values and configuration.
- According to the PCMCIA card model.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Centralized display

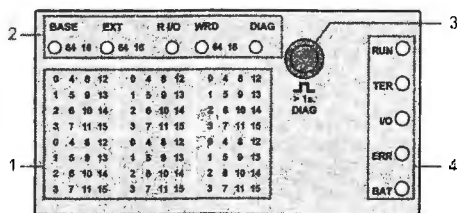
Micro PLCs are equipped with a display block which groups together centrally all the data required for the control, diagnostics and maintenance of the PLC and all its modules, as well as simple man-machine interface functions.

The centralized display provides:

- Display of the local or remote I/O channel states (I/O of Nano PLCs).
- Display of devices on the AS-i bus and AS-i bus diagnostics (see page 42718/2).
- Display of diagnostics of faulty channels or modules.
- Display of internal data:
 - bits,
 - bit strings,
 - word strings,
 - program variables (active steps, application information, etc).
- 4-digit multiple digital display.

Description

The centralized display block comprises:



Three blocks of 32 LEDs representing the slots in which the modules are installed in the base rack or mini extension rack.

An information line consisting of LEDs which show the display operating modes.

A command push button which provides access to the various display operating modes.

Five LEDs:

- RUN, PLC run/stop,
- TER, traffic on the terminal port,
- I/O, I/O fault,
- ERR, processor or application fault,
- BAT, battery fault or no battery.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Micro PLCs have been developed to conform to the national and international standards concerning electronic devices for industrial control systems:

- Specific requirements for programmable controllers: functional characteristics, resistance, robustness, safety, etc. IEC 61131-2, CSA 22-2, UL 508.
- Merchant navy requirements from the main European bodies: BV, DNV, GL, GOST, LR, RINA, RRS.
- European directives (low voltage, electromagnetic compatibility), CE marking.
- Electrical qualities and self-extinguishing capacity of insulating materials: UL 746C, UL 94, etc. See page 43311/3.

Environmental characteristics (characteristics common to all Micro PLC components)

Temperature				
Operation		°C	0...+60 (+5...+55 conforming to IEC 61131-2), 0...+70 with TSX FAN ventilation modules	
Storage		°C	-25...+70 (conforming to IEC 61131-2)	
Relative humidity				
Operation			10 %...95 %, without condensation	
Storage			5 %...95 % conforming to IEC 61131/2 without condensation	
Altitude				
		m	0...2000	
Mechanical withstand				
Resistant to vibrations			Conforming to IEC 68-2-6, Fc test	
Resistant to shocks			Conforming to IEC 68-2-27, Ea test	
Resistant to electrostatic discharge				
Withstand to electrostatic discharge			Conforming to IEC 1000-4-2, level 3 (1)	
Resistance to HF interference				
Resistant to electromagnetic fields			Conforming to IEC 1000-4-3, level 3 (1)	
Resistant to rapid transient bursts			Conforming to IEC 1000-4-4, level 3 (1)	
Resistant to shock waves			Conforming to IEC 1000-4-5	
Resistant to damped oscillatory waves			Conforming to IEC 1000-4-12	
Resistance to LF interference			Conforming to IEC 61131-2	
Power supply characteristics				
Type of power supply			power supply ~	power supply ≡
Primary				
Voltage	Nominal	V	~ 100...240	≡ 24
	Limit (including ripple)	V	~ 90...264	≡ 19.2...30V possible up to 34 V for 1 hr per 24 hrs
Frequency	Nominal (limit)	Hz	50-60 (47-63)	
Current	Nominal input	A	≤ 0.7 (~100 V), ≤ 0.3 (~240 V)	
	Inrush (2)	A	≤ 60	
Micro-breaks	Accepted duration		≤ 1/2 period, repetition ≥ 1 s	
			≤ 10 ms, repetition ≥ 1 s	
Secondary				
Power	Total useful (typical)	W	24 (32 peak)	16 (18 peak)
Output currents	≡ 5 V output	A	2.8 (3.2 peak)	2.8 (3.2 peak)
	Output ≡ 24 VR (for relay outputs)	A	0.5 (0.6 peak)	-
	≡ 24 V output sensors	A	0.4 (0.6 peak)	-
Protection integrated on the outputs against	Overloads		Yes	Yes
	Short-circuits		Yes	Yes
Isolation				
Dielectric resistance	Primary/secondary	V rms	2500 - 50/60 Hz	No isolation, 0 V internal connected to the PLC ground

(1) Minimum level in the test conditions defined by the standards.

(2) Values to be taken into account when starting up several devices at the same time or when sizing protection devices.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Processor characteristics

Type of PLC		TSX 37-05	TSX 37-08	TSX 37-10	TSX 37-21	TSX 37-22
Functions						
I/O	Max. no. (without remote)	60/92 (1)	120/184 (1)	124/184 (1)	160/248 (1)	
	Max. no. (Nano remote I/O)	–	–	200/264 (1)	236/328 (1)	
	Max. no. (remote I/O on AS-I bus)	–	–	340/404 (1)	376/468 (1)	
	Max. no. of modules 28/32 channels	2	3	4	5	
	Max. no. of 64 channel modules	1	1	2	3	
Safety	Max. no. of Preventa modules	2	2	6	8	
Analog	Max. no. of modules	2 (max. 16 I or 8 O)			4 (max. 32 I or 16 O)	
	No. of integrated channels	–			9 (8 I and 1 O)	
Counting/positionin (2)g						
	Max. no. of modules	2	2	2 (3)	4 (3)	
	No. of integrated channels	–	–	–	–	2
	No. of channels on discrete inputs	2	–	–	–	–
	Max. no. of modules	2	2	2 (3)	4 (3)	
Communication						
	Integrated channels (terminal port)	1 RS 485 channel (Uni-Telway master/slave Modbus slave or character mode)		1 RS 485 channel (Uni-Telway master/slave Modbus master/slave or character mode)		
	No. of PCMCIA card	–			1	
Real-time clock						
		–			1	
Memory						
	Internal RAM which can be backed up	Kwords	11	11	14	20
	PCMCIA memory card	Kwords	–			32/64 + 128 (file storage)
	Max. memory size	Kwords	11	–	14	64
Application structure						
	Master task	1			–	
	Fast task	1			–	
	Event processing	8			16 (where 1 has priority)	
Execution time (standard instructions)						
	Boolean instruction	µs	0.25	0.25	0.25	0.13 (0.19 with PCMCIA card)
	numerical instruction	µs	4.81	4.81	4.81	4.50
Execution time for 1 k instructions						
	100 % Boolean	ms	0.33	0.33	0.33	0.17 (0.25 with PCMCIA card)
	65 % Boolean and 35 % numerical	ms	4.08	4.08	4.08	3.71 (3.76 with PCMCIA card)
PLC types						
Memory capacity						
	PCMCIA card		–	–	–	32 Kwords 64 Kwords
	Data (% MWI)	Kwords	1 (4)	1 (4)	1 (4)	1 (4) 17.5 17.5
	Constants (% KWi)	Kwords	128 (4)	128 (4)	128 (4)	128 (3) 128 (3) 128 (3)
	File storage	Kwords	–	–	–	128 128
	Program Ladder (LD)					
	100 % Boolean	kinst.	2	2	4	6.6 13.5 28.1
	65 % Boolean and 35 % numerical	kinst.	1.1	1.1	2.1	3.9 8.8 18.6
	List (IL)					
	100 % Boolean	kinst.	2.5	2.5	5.1	8.5 17.2 35.9
	65 % Boolean and 35 % numerical	kinst.	1.2	1.2	2.4	4.4 10 21
	Structured Text (ST)					
	100 % Boolean	kinst.	1.6	1.6	3.4	5.6 11.5 23.9
	65 % Boolean and 35 % numerical	kinst.	1.2	1.2	2.4	4.4 10 21
System overhead						
		ms	1.9	1.9	1.9	1.6 2.3 2.3

(1) 1st value for connection via terminal block, 2nd value via HE 10 type connector.

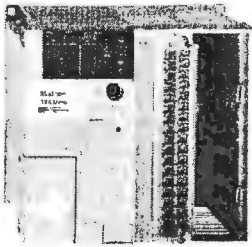
(2) Maximum number of counting/positioning channels, see page 43054/2.

(3) TSX CTZ ●● counting/positioning modules, only in the Micro base.

(4) Default size, can be extended, but will have an adverse effect on the size of the application program.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs



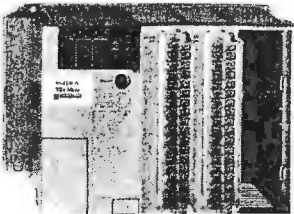
TSX 37 05/10 ●28●●1

Basic TSX 37-05/08 PLC configurations (1 slot available)

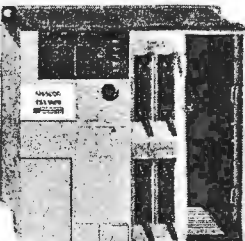
Power supply	Integrated memories		Integrated memory Discrete I/O modules		Reference (1)	Weight kg
	RAM	Flash EPROM	Type	Connection		
~ 100...240 V	11 Kwords + data memory	12 Kwords	1 modules with 16 I --- 24 V, 12 O relay	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 05 028DR1	2.370
			2 modules with 16 I --- 24 V, 12 O relay	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 08 056DR1	2.720

Basic TSX 37-10 PLC configurations (1 slot available)

Power supply	Integrated memories		Integrated memory Discrete I/O modules		Reference (1)	Weight kg
	RAM	Flash EPROM	Type	Connection		
--- 24 V	14 Kwords + data memory	15 Kwords	16 I --- 24 V 12 Solid state O 0.5 A	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 10 128DT1	1.870
			16 I --- 24 V 12 O relay	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 10 128DR1	1.900
			16 I --- 24 V 12 Solid state O 0.5 A	Via HE 10 type connector	TSX 37 10 128DTK1	1.740
			32 I --- 24 V 32 Solid state O 0.1 A	Via HE 10 type connector	TSX 37 10 164DTK1	1.820



TSX 37 08 056 DR1



TSX 37 10 164DTK1

~ 100...240 V	14 Kwords + data memory	15 Kwords	16 I ~ 115 V 12 O relay	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 10 028AR1	1.910
			16 I --- 24 V 12 O relay	Via screw terminal block (supplied)	TSX 37 10 028DR1	1.910

Basic TSX 37-21/22 PLC configurations (3 slots available)

Supply	Integrated memories		Integrated functions	Reference (1)	Weight kg
	RAM	Flash EPROM			
--- 24 V	20 Kwords + data memory	5 Kwords	-	TSX 37 21 101	1.720
			8 analog inputs 0-10 V 1 analog output 0-10 V 1 Up/down counter 10 kHz 1 counter 10 kHz	TSX 37 22 101	1.750
~ 100...240 V	20 Kwords + data memory	15 Kwords	-	TSX 37 21 001	1.720
			8 analog inputs 0-10 V 1 analog output 0-10 V 1 Up/down counter 10 kHz 1 counter 10 kHz	TSX 37 22 101	1.750



TSX 37 22 ●01

Mini extension rack

Capacity	Use	Number maximum	Reference	Weight kg
2 slots (possibility of 4 positions)	PLCs TSX 37-10/21/22	1 mini rack per PLC	TSX RKZ 02	0.630



TSX RKZ 02

Documentation

Micro base and module installation manual See page 43901/2
 (1) Product supplied with multilingual installation guide: English, French, German, Italian and Spanish.

Micro automation platform

TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Memory extension cards (PCMCIA type 1)

Extension for application memory

Description	Use	Memory size		Reference	Mass kg
		Application	File storage		
RAM memory	PLCs TSX 37-21/22	32 Kwords	-	TSX MRP 032P	0.030
		64 Kwords	-	TSX MRP 064P	0.030
Flash EPROM Memory	PLCs TSX 37-21/22	32 Kwords	-	TSX MFP 032P	0.025
		64 Kwords	-	TSX MFP 064P	0.025
Backup card(1)	PLCs TSX 37-21/22	32 Kwords	-	TSX MFP BAK 032P	0.025



TSX MRP 032P

Extension for application memory and file storage in RAM memory

These cartridges are used for distributed applications, as well as for storing information which can be consulted remotely via Modem. They can also be used to store manufacturing recipes.

RAM memory	TSX 37-21/22	32 Kwords	128 Kwords	TSX MRP 232P	0.060
		64 Kwords	128 Kwords	TSX MRP 264P	0.060
Flash memory EPROM	TSX 37-21/22 TSX/PMX/PCX Premium	32 Kwords	128 Kwords	TSX MFP 232P	0.060
		64 Kwords	128 Kwords	TSX MFP 264P	0.060

Fan modules

Description	Power supply	Reference	Mass kg
Fan modules (2)	--- 24 V	TSX FAN D2P	0.500
	~ 100...120 V	TSX FAN A4P	0.500
	~ 200...240 V	TSX FAN A5P	0.500



TSX FAN 032P

Separate parts

Description	Use	Unit Weight	Mass kg
Program loader with terminal port conn. cable (length: 0.3 m)	Simplifies duplication, updating or backup of 15 Kwords applications (program) and constants in internal RAM	TSX PRG LDR	0.150
Connection accessories	Discrete I/O	See page 43051/10	-
	Discrete I/O with Telefast 2	See pages 14025/2 and 14025/3	-
	Integrated analog I/O	See page 43051/10	-
	Integrated counter channels	See page 43053/5	-
Backup batteries	TSX 37-05/08/10/21/22 internal RAM	TSX PLP 01	0.030
	Pack of 10	TSX PLP 101	0.320
	RAM type PCMCIA memory - card	TSX BAT M01	0.010
Cover for empty slot (3)	TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs	TSX RKA 01	0.150
Gripper	Memory extension cards (PCMCIA type 1)	TSX P CAP	0.030



TSX PRG LDR

(1) Card previously loaded to enable the Micro application program to be updated without needing a programming terminal (the program must be entirely contained in the internal RAM).

(2) One fan module for a TSX 37-05/08/10/21/22 configuration, two fan modules for a TSX 37-10/21/22 configuration with mini rack TSX RKZ 02. Required for an ambient temperature between 60 °C and 70 °C.

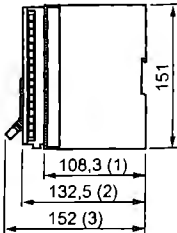
(3) Cover to be mounted in positions which do not hold a module to obtain IP 20 level of protection.

Micro automation platform

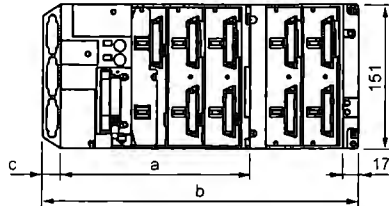
TSX 37-05/08/10/21/22 PLCs

Dimensions, mounting

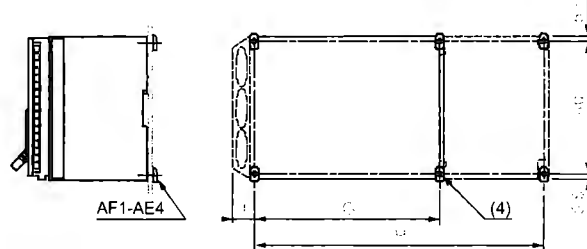
Side view



Front view



Mounting



	a	b	c
TSX 37 05 028DR1	170.3	-	-
TSX 37 08 056DR1	227.9	-	19
TSX 37 10 028/128/164●●1	170.3	282.7	-
TSX 37 21/22 ●01	227.9	341.4	19

TSX 37 05 028DR1
TSX 37 08 056DR1
TSX 37 10 028/128/164●●1
TSX 37 21/22 ●01

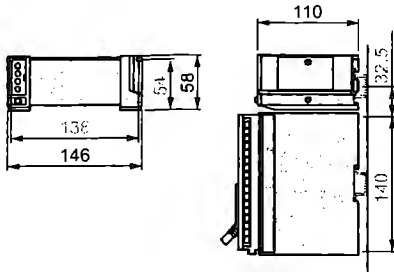
(1) Empty PLC

(2) With screw terminal block

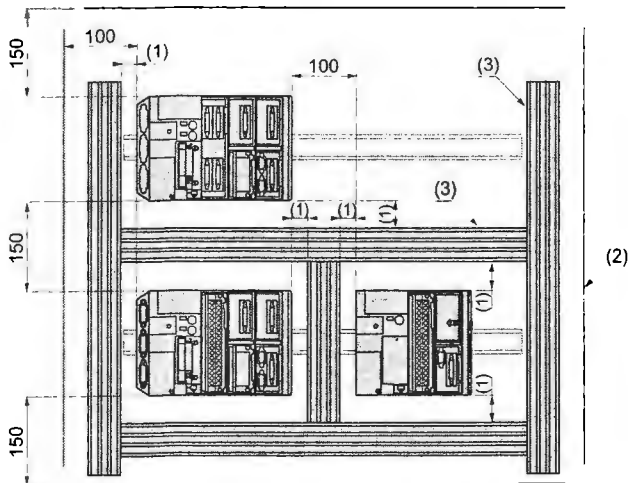
(3) With HE 10 type or SUB-D connectors

(4) Fixing holes for M4 screws

Mounting for TSX FAN ●●P modules



Installation regulations



(1) ≥ 50 mm

(2) Switch gear or enclosure

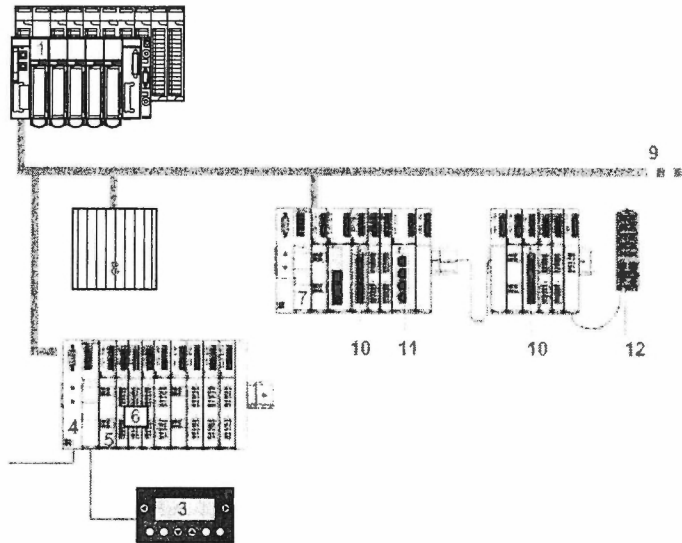
(3) Cable ducting or wiring clip

ANEXO B:
ADVANTYS STB

Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules

Presentation

The STB N●● 2212 and STB N●● 1010 network interface modules, located at the beginning of each island, are gateways for exchanging data between the network or bus master PLC and the Advantys STB automation island. They also enable the configuration of parameters and addressing of installation devices. These settings are stored in the module's internal RAM or Flash memory. Optionally, they can be saved to the STB XMP 4440 removable memory card (32 Kb).



- 1 Fieldbus or network master
- 2 External \pm 24 V power supply
- 3 HMI terminal on Modbus (Magelis XBT range, see page 48324/5)
- 4 Network interface Module "NIM"
- 5 Power Distribution Module "PDM"
- 6 I/O modules
- 7 Second STB island
- 8 Slave PLC
- 9 Bus terminator
- 10 Parallel interface module for Tego application
- 11 Parallel interface module for TeSys model U starter-controller
- 12 Advantys FTB splitter box (or CANopen device)

The Advantys STB offer comprises 7 standard and 5 basic network interface modules, each one dedicated to a specific network or bus:

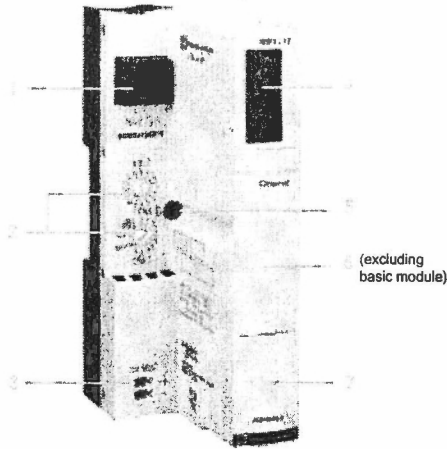
Network or bus	Standard network interface module "NIM"	Basic network interface module "NIM"
Ethernet network	STB NIP 2212	—
CANopen bus	STB NCO 2212	STB NCO 1010
Modbus Plus network	STB NMP 2212	—
Fipio bus	STB NFP 2212	—
INTERBUS bus	STB NIB 2212	STB NIB 1010
Profibus DP bus	STB NDP 2212	STB NDP 1010
DeviceNet network	STB NDN 2212	STB NDN 1010

Power supply for network interface modules

Network interface modules are powered by an external \pm 24 V power supply. They convert this power to \pm 5 V to provide logic power to the Advantys STB I/O modules. Logic power for the I/O modules in each extension segment is provided by that segment's STB XBE 1200 "BOS" module. See page 48320/4.

This built-in 5 V power supply provides up to 1.2 A current. This current can be increased by the addition in the segment (primary, extension) of the auxiliary power supply "CPS" providing up to 1.2 A current (see page 48320/7).

Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules



Description

Network interface modules (except for the INTERBUS STB NIB 2212/1010 module)

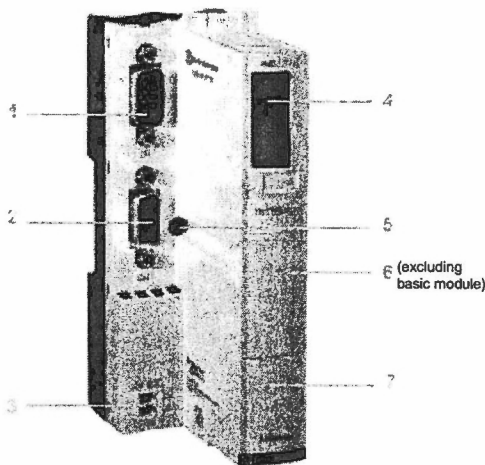
The front panel features the following:

- 1 A connector used to connect the island to the fieldbus. See the various connector types on page 48324/3.
- 2 Two rotary node addressing selectors on the bus or the network.
- 3 An external ± 24 V power connector for the removable screw-type (STB XTS 1120) or spring-type (STB XTS 2120) connector.
- 4 A display block with LEDs for the various island states on the bus: power, communication, send/receive data, errors, etc.
- 5 Locking screw securing the STB N●● 2212 module to the DIN rail.
- 6 A slot for an STB XMP 4440 removable memory card (excluding basic module)
- 7 - Standard module: cover accessing the port used to connect an island setup and configuration PC or an HMI terminal (read/write data), and the Reset button (1). Can also be used to update the firmware for the network interface module.
- Basic module: cover accessing the port used to connect a PC (for updating the firmware for the network interface module only) and the Reset button (1).

INTERBUS STB NIB 2212/1010 network interface module

It is identical to the network interface modules described above except for the INTERBUS connector.

The front panel features the following:



- 1 A 9-pin SUB-D male connector used to connect the input bus cable.
- 2 A 9-pin SUB-D female connector used to connect the output bus cable.
- 3 An external ± 24 V power connector for the removable screw-type (STB XTS 1120) or spring-type (STB XTS 2120) connector.
- 4 A display block with LEDs for the various island states on the bus: power, communication, send/receive data, errors, etc.
- 5 Locking screw securing the STB N●● 2212 module to the DIN rail.
- 6 A slot for an STB XMP 4440 removable memory card (excluding basic module).
- 7 - Standard module cover accessing the port used to connect an island setup and configuration PC or an HMI terminal (read/write data), and the Reset button (1). Can also be used to update the firmware for the network interface module.
- Basic module: cover accessing the port used to connect a PC (for updating the firmware for the network interface module only) and the Reset button (1).

Network interface modules are supplied with a documentation mini-CD-Rom and the STB XMP 1100 bus terminator and are mounted directly on DIN rails.

(1) Pressing the Reset button requires the power to be switched off and then on again.

Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules

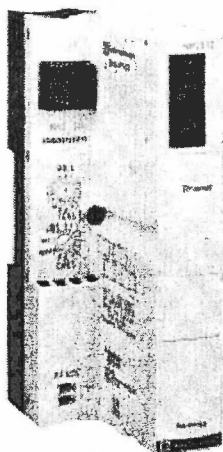
Characteristics

Type of network interface module		STB	NIP 2212	NCO 2212	NCO 1010	NMP 2212	NFP 2212	
Range			Standard	Standard	Basic	Standard	Standard	
Network or bus			Ethernet	CANopen		Modbus Plus	Fipio	
Compliance with bus or network standards			IEEE 802.3	CIA DS-301		modbus.org	EN 50170, Vol 3, Parts 1-3, 2-3, 3-3, 5-3, 6-3 and 7-3	
Power supply voltage		≡ V	24 not isolated					
Input current		mA	700	700	400	700		
Voltage limits		≡ V	19.2...30					
Output voltage to the island logic bus		≡	5.25 V ± 0.21 %					
Output current rating		A	1.2 at ≡ 5V					
Output impedance		mΩ	< 50 to 100 kHz					
Isolation			None (1)					
Immunity to electromagnetic disturbance (EMC)			Yes, according to IEC 61131-2					
Connector type	To bus or network		RJ45 female	9-pin SUB-D male		9-pin SUB-D female	9-pin SUB-D male	
	RS 232 port (configuration and dialog)		HE 13, 8-pin female	HE 13, 8-pin female	(1)	HE 13, 8-pin female		
Max. number of addressable I/O modules	Per island		32	32	12	32		
Number of segments supported	Primary		1					
	Extension		max. 6	max. 6	–	max. 6		
Type of STB network interface module			NIB 2212	NIB 1010	NDP 2212	NDP 1010	NDN 2212	NDN 1010
Range			Standard	Basic	Standard	Basic	Standard	Basic
Network or bus			INTERBus		Profibus DP		DeviceNet	
Compliance with bus or network standards			INTERBus Club		DIN 19245, Parts 1 and 3		Open DeviceNet Vendors Assoc.	
Power supply voltage		≡ V	24 not isolated					
Input current		mA	700	400	700	400	700	400
Voltage limits		≡ V	19.2...30					
Output voltage to the island logic bus		≡	5.25 V ± 0.21 %					
Output current rating		A	1.2 at ≡ 5V					
Output impedance		mΩ	< 50 to 100 kHz	≤ 50	< 50 to 100 kHz	≤ 50	< 50 to 100 kHz	≤ 50
Isolation			None					
Immunity to electromagnetic disturbance (EMC)			Yes, according to IEC 61131-2					
Connector type	To bus or network		Input: 9-pin SUB-D male Output: 9-pin SUB-D female		9-pin SUB-D female		5-pin male connector	
	RS 232 port (configuration and dialog)		HE 13, 8-pin female	(1)	HE 13, 8-pin female	(1)	HE 13, 8-pin female	(1)
Max. number of addressable I/O modules	Per island		32	12	32	12	32	12
Number of segments supported	Primary		1					
	Extension		max. 6	–	max. 6	–	max. 6	–

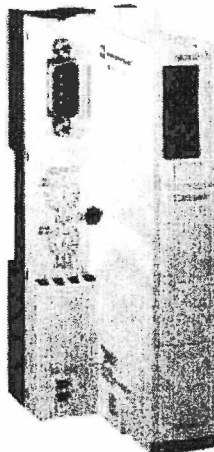
(1) Connection for updating firmware only.

(2) Use a ≡ 24 V SELV (Safety Extra Low Voltage) external power supply.

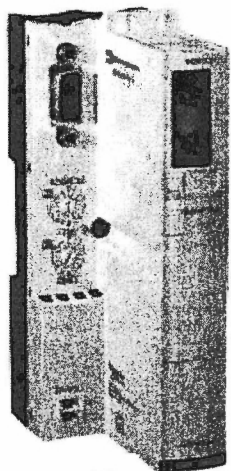
Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules



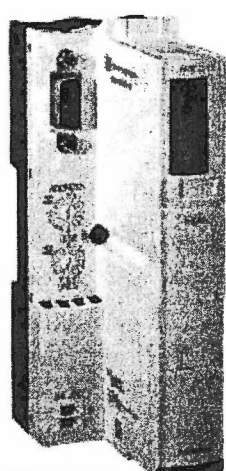
STB NIP 2212



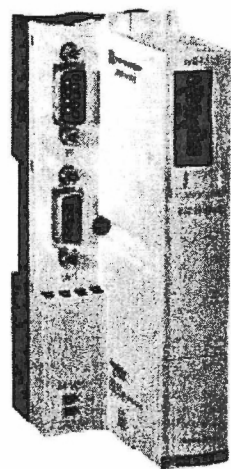
STB NCO 2212/1010



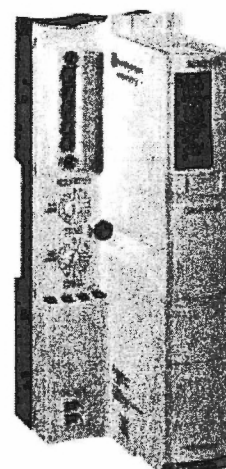
STB NMP 2212



STB NFP 2212



STB NIB 2212/1010



STB NDN 2212/1010

Network interface modules (1)

Description	Range	Power supply voltage	Reference	Weight kg
Ethernet network	Standard	≍ 24 V	STB NIP 2212	0.130
CANopen bus	Standard	≍ 24 V	STB NCO 2212	0.135
	Basic	≍ 24 V	STB NCO 1010	0.135
Modbus Plus network	Standard	≍ 24 V	STB NMP 2212	0.145
Fipio bus	Standard	≍ 24 V	STB NFP 2212	0.145
INTERBUS Bus	Standard	≍ 24 V	STB NIB 2212	0.155
	Basic	≍ 24 V	STB NIB 1010	0.155
Profibus DP bus	Standard	≍ 24 V	STB NDP 2212	0.140
	Basic	≍ 24 V	STB NDP 1010	0.140
DeviceNet network	Standard	≍ 24 V	STB NDN 2212	0.140
	Basic	≍ 24 V	STB NDN 1010	0.140

Separate parts

Description	Use	Sold in lots of	Reference	Weight kg
32 Kb removable memory card (2)	Application backup memory for standard network interface module	1	STB XMP 4440	–
External ≍ 24 V power supply (SELV)	–	–	See page 48325/3	–
Removable connectors for ≍ 24 V power supply (2-pin)	Screw-type	10	STB XTS 1120	0.003
	Spring-type	10	STB XTS 2120	0.003
DeviceNet removable connectors (5-pin)	Screw-type	1	STB XTS 1111	–
	Spring-type	1	STB XTS 2111	–
Configuration software (2)	Dedicated Advantys configuration software	–	See page 48326/5	–
Magelis XBT terminal connection cable (2) (length 2.5 m)	XBT N401/NU400 display units XBT H/HM display units XBT P/E/PM terminals XBT F graphic terminals	–	XBT Z988	0.210
RS 232C connection cable (length 2 m)	XBT G2e30 graphic terminals HE 13 8-pin/SUB-D 9-pin (2) Configuration PC	–	STB XCA 4002	–
User documentation	Multilingual (English, French, German, Spanish and Italian) on CD-Rom	–	STB SUS 8800	–

Replacement parts

Description	Use	Reference	Weight kg
Bus terminator	–	STB XMP 1100	–

(1) All network interface modules are supplied with a English documentation on mini-CD-Rom and bus terminators (STB XMP 1100).

(2) With standard network interface modules only.

Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules



490 NTW 000



AS MBKT 085



TSX FP ACC 12



TSX FP ACC 14



TSX FP ACC 4

Connection accessories

Ethernet network

Description	Fitted at both ends	Length	Reference	Weight kg
Straight shielded twisted pair cable for connecting hubs and switches	2 RJ45 connectors to connect data terminal equipment (DTE)	2 m	490 NTW 000 02 (1)	-
		5 m	490 NTW 000 05 (1)	-
		12 m	490 NTW 000 12 (1)	-
		40 m	490 NTW 000 40 (1)	-
		80 m	490 NTW 000 80 (1)	-

Modbus Plus network

Description	Use	Reference	Weight kg
9-pin SUB-D male connector	Connection of the Modbus Plus connector	AS MBKT 085	-
Modbus Plus junction box	IP 20 device for T connections	990 NAD 230 00	0.230
	IP 65 unit for T connections, supports 1 RJ45 connector on front panel	990 NAD 230 10	0.650
	IP 20 T connector with 2 RJ45 connectors for Modbus Plus cable and one 9 pin SUB-D connector for auxiliary devices	170 XTS 020 00	0.260

Description	Use		Length	Reference	Weight kg
	From	To			
Modbus Plus drop cables	IP 20	IP 20	0.25 m	170 MCI 020 10	-
	170 XTS 020 00	170 XTS 020 00	1 m	170 MCI 020 36	-
	T connector	T connector	3 m	170 MCI 021 20	-
			10 m	170 MCI 020 80	-
STB NMP network interface module	2212	990 NAD 230 00	2.4 m	990 NAD 211 10	0.530
	junction box		6 m	990 NAD 211 30	0.530

Fipio bus

Description	Use	Characteristics	Reference	Weight kg
Female connectors (9-pin SUB-D)	On STB NFP 2212 network interface module	Black polycarbonate IP 20	TSX FP ACC 12	0.040
		Zamak	TSX FP ACC 2	0.080
Bus connection unit	Junction for main cable	Black polycarbonate IP 20	TSX FP ACC 14	0.120
		Zamak IP 65	TSX FP ACC 4	0.660
Drop cables	8 mm, 2 shielded twisted pairs 150 Ω For standard environments	100 m	TSX FP CC 100	5.680
		200 m	TSX FP CC 200	10.920
		500 m	TSX FP CC 500	30.000

(1) Cable compliant with EIA/TIA-568 standard and IEC 1180/EN 50 173 in class D. For UL and CSA 22.1 certified cables, append letter U to the reference.

Advantys STB Distributed I/O Solution Network Interface Modules

Connection accessories (continued)

INTERBUS bus

Description	Use	Length	Reference	Weight kg
Installation bus cables	Prefitted cables to connect 2 network interface modules "NIM"	0.110 m	170 MCI 007 00	-
		1 m	170 MCI 100 00	-
Junction interface	To connect inter-station bus to installation bus	-	170 BNO 671 00	-
Inter-station bus cables	-	100 m	TSX IBS CA 100	-
		400 m	TSX IBS CA 400	-

Profibus DP bus

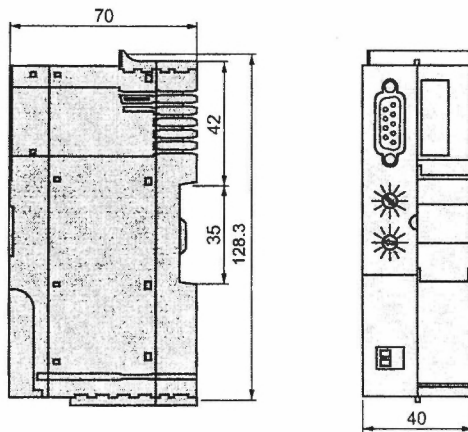
Description	Use	Length	Reference	Weight kg
Connectors for STB NDP 2212 network interface module	Bus terminator	-	490 NAD 911 03	-
	Intermediate connection	-	490 NAD 911 04	-
	Intermediate connection with terminal port	-	490 NAD 911 05	-
Profibus DP connection cables	-	100 m	TSX PBS CA 100	-
		400 m	TSX PBS CA 400	-

DeviceNet network

Description	Use	Type	Reference	Weight kg
Female 5-pin connectors	For STB NDN 2212 network interface module	Screw-type	STB XTS 1111	-
		Spring-type	STB XTS 2111	-

Dimensions

STB No 2212/1010



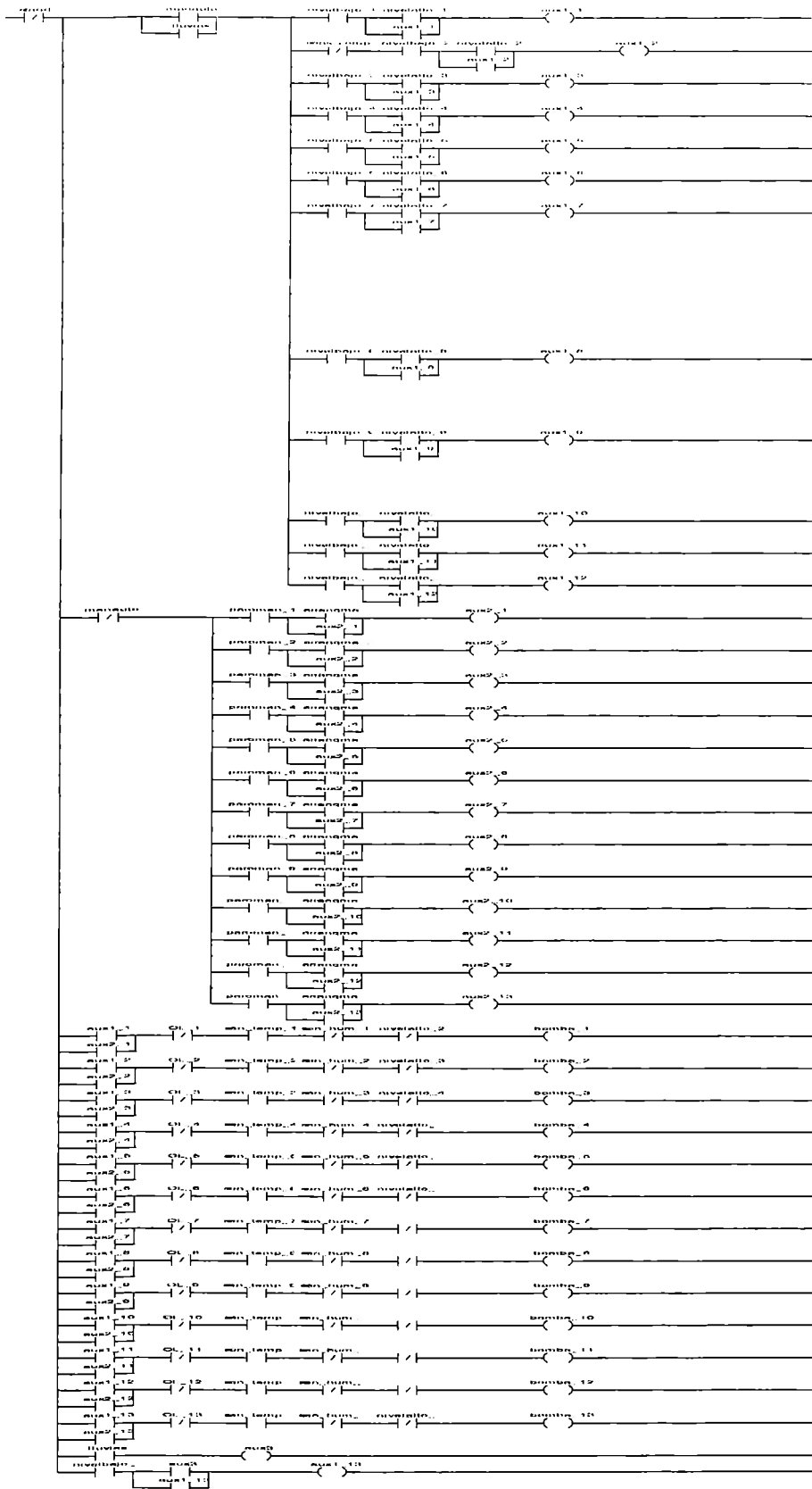
ANEXO C:
PROGRAMA EN LÓGICA DE ESCALERA

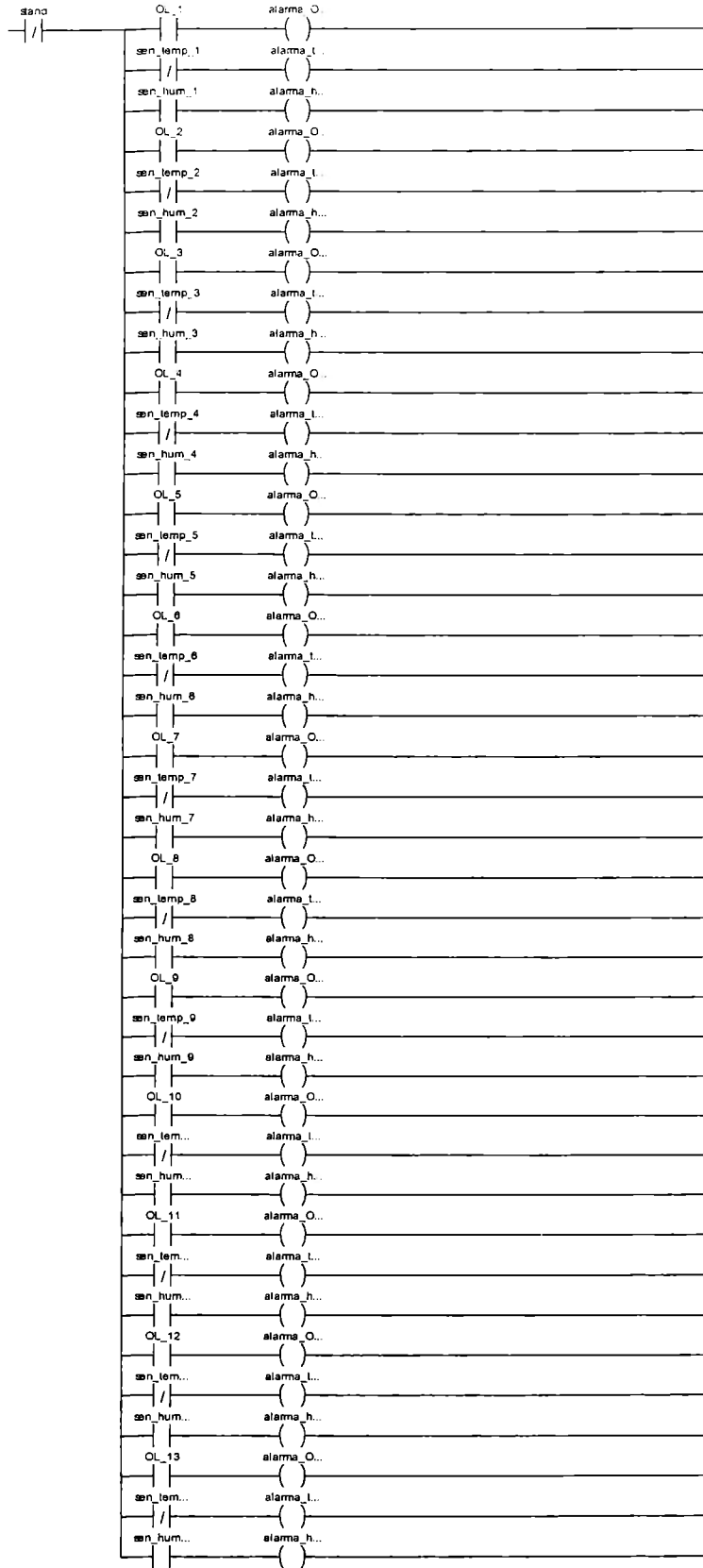
En esta sección se encuentran las referencias que se tomaron en cuenta en la programación de la lógica de control, tales como variables de entrada, salida e internas, asignación de las bombas.

También se anexa el diagrama de escalera propuesto para nuestro sistema.

	UBICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	INTERNAS
BOMBA 1	DAE	1 MAN AUTO	1 BOMBA 1	AUX1_1
BOMBA 2	BIBLIOTECA	2 NIVEL BAJO 1	2 ALARMA OV1	AUX1_2
BOMBA 3	TEC	3 NIVEL ALTO 1	3 ALARMA HUM1	AUX1_3
BOMBA 4	CALLE	4 PARO MAN 1	4 ALARMA TEMP1	AUX1_4
BOMBA 5	CAFE1	5 ARR MAN 1	5 BOMBA 2	AUX1_5
BOMBA 6	OFICINAS V	6 OL 1	6 ALARMA OV2	AUX1_6
BOMBA 7	CISTERNA BIBLIOTECA	7 TEMP 1	7 ALARMA HUM2	AUX1_7
BOMBA 8	CISTERNA AULAS I	8 HUM 1	8 ALARMA TEMP2	AUX1_8
BOMBA 9	CISTERNA PLANTA	9 TEMP LLUVIAS	9 BOMBA 3	AUX1_9
BOMBA 10	BOMBA 1 CENOTE	10 NIVEL BAJO 2	10 ALARMA OV3	AUX1_10
BOMBA 11	BOMBA 2 CENOTE	11 NIVEL ALTO 2	11 ALARMA HUM3	AUX1_11
BOMBA 12	BOMBA AUXILIAR	12 PARO MAN 2	12 ALARMA TEMP3	AUX1_12
BOMBA 13	CAFE2	13 ARR MAN 2	13 BOMBA 4	AUX1_13
		14 OL 2	14 ALARMA OV4	AUX2_1
		15 TEMP 2	15 ALARMA HUM4	AUX2_2
		16 HUM 2	16 ALARMA TEMP4	AUX2_3
		17 NIVEL BAJO 3	17 BOMBA 2	AUX2_4
		18 NIVEL ALTO 3	18 ALARMA OV2	AUX2_5
		19 PARO MAN 3	19 ALARMA HUM2	AUX2_6
		20 ARR MAN 3	20 ALARMA TEMP2	AUX2_7
		21 OL 3	21 BOMBA 3	AUX2_8
		22 TEMP 3	22 ALARMA OV3	AUX2_9
		23 HUM 3	23 ALARMA HUM3	AUX2_10
		24 NIVEL BAJO 4	24 ALARMA TEMP3	AUX2_11
		25 NIVEL ALTO 4	25 BOMBA 4	AUX2_12
		26 PARO MAN 4	26 ALARMA OV4	AUX2_13
		27 ARR MAN 4	27 ALARMA HUM4	AUX3
		28 OL 4	28 ALARMA TEMP4	
		29 TEMP 4	29 BOMBA 5	
		30 HUM 4	30 ALARMA OV5	
		31 NIVEL BAJO 5	31 ALARMA HUM5	
		32 NIVEL ALTO 5	32 ALARMA TEMP5	
		33 PARO MAN 5	33 BOMBA 5	
		34 ARR MAN 5	34 ALARMA OV5	
		35 OL 5	35 ALARMA HUM5	
		36 TEMP 5	36 ALARMA TEMP5	
		37 HUM 5	37 BOMBA 6	
		38 NIVEL BAJO 6	38 ALARMA OV6	
		39 NIVEL ALTO 6	39 ALARMA HUM6	
		40 PARO MAN 6	40 ALARMA TEMP6	
		41 ARR MAN 6	41 BOMBA 6	
		42 OL 6	42 ALARMA OV6	
		43 TEMP 6	43 ALARMA HUM6	
		44 HUM 6	44 ALARMA TEMP6	
		45 NIVEL BAJO 7	45 BOMBA 7	
		46 NIVEL ALTO 7	46 ALARMA OV7	
		47 PARO MAN 7	47 ALARMA HUM7	
		48 ARR MAN 7	48 ALARMA TEMP7	
		49 OL 7	49 BOMBA 7	
		50 TEMP 7	50 ALARMA OV7	
		51 HUM 7	51 ALARMA HUM7	
		52 NIVEL BAJO 8	52 ALARMA TEMP7	
		53 NIVEL ALTO 8	53 BOMBA 8	
		54 PARO MAN 8	54 ALARMA OV8	
		55 ARR MAN 8	55 ALARMA HUM8	

56 OL 8	56 ALARMA TEMP8
57 TEMP 8	57 BOMBA 8
58 HUM 8	58 ALARMA OV8
59 NIVEL BAJO 9	59 ALARMA HUM8
60 NIVEL ALTO 9	60 ALARMA TEMP8
61 PARO MAN 9	61 BOMBA 9
62 ARR MAN 9	62 ALARMA OV9
63 OL 9	63 ALARMA HUM9
64 TEMP 9	64 ALARMA TEMP9
65 HUM 9	65 BOMBA 9
66 NIVEL BAJO 10	66 ALARMA OV9
67 NIVEL ALTO 10	67 ALARMA HUM9
68 PARO MAN 10	68 ALARMA TEMP9
69 ARR MAN 10	69 BOMBA 10
70 OL 10	70 ALARMA OV10
71 TEMP 10	71 ALARMA HUM10
72 HUM 10	72 ALARMA TEMP10
73 NIVEL BAJO 11	73 BOMBA 10
74 NIVEL ALTO 11	74 ALARMA OV10
75 PARO MAN 11	75 ALARMA HUM10
76 ARR MAN 11	76 ALARMA TEMP10
77 OL 11	77 BOMBA 11
78 TEMP 11	78 ALARMA OV11
79 HUM 11	79 ALARMA HUM11
80 NIVEL BAJO 12	80 ALARMA TEMP11
81 NIVEL ALTO 12	81 BOMBA 11
82 PARO MAN 12	82 ALARMA OV11
83 ARR MAN 12	83 ALARMA HUM11
84 OL 12	84 ALARMA TEMP11
85 TEMP 12	85 BOMBA 12
86 HUM 12	86 ALARMA OV12
87 NIVEL BAJO 13	87 ALARMA HUM12
88 NIVEL ALTO 13	88 ALARMA TEMP12
89 PARO MAN 13	89 BOMBA 12
90 ARR MAN 13	90 ALARMA OV12
91 OL 13	91 ALARMA HUM12
92 TEMP 13	92 ALARMA TEMP12
93 HUM 13	93 BOMBA 13
94 NIVEL ALTO	94 ALARMA OV13
PLANTA	
95 STAND	95 ALARMA HUM13
	96 ALARMA TEMP13
	97 BOMBA 13
	98 ALARMA OV13
	99 ALARMA HUM13
	100 ALARMA TEMP13





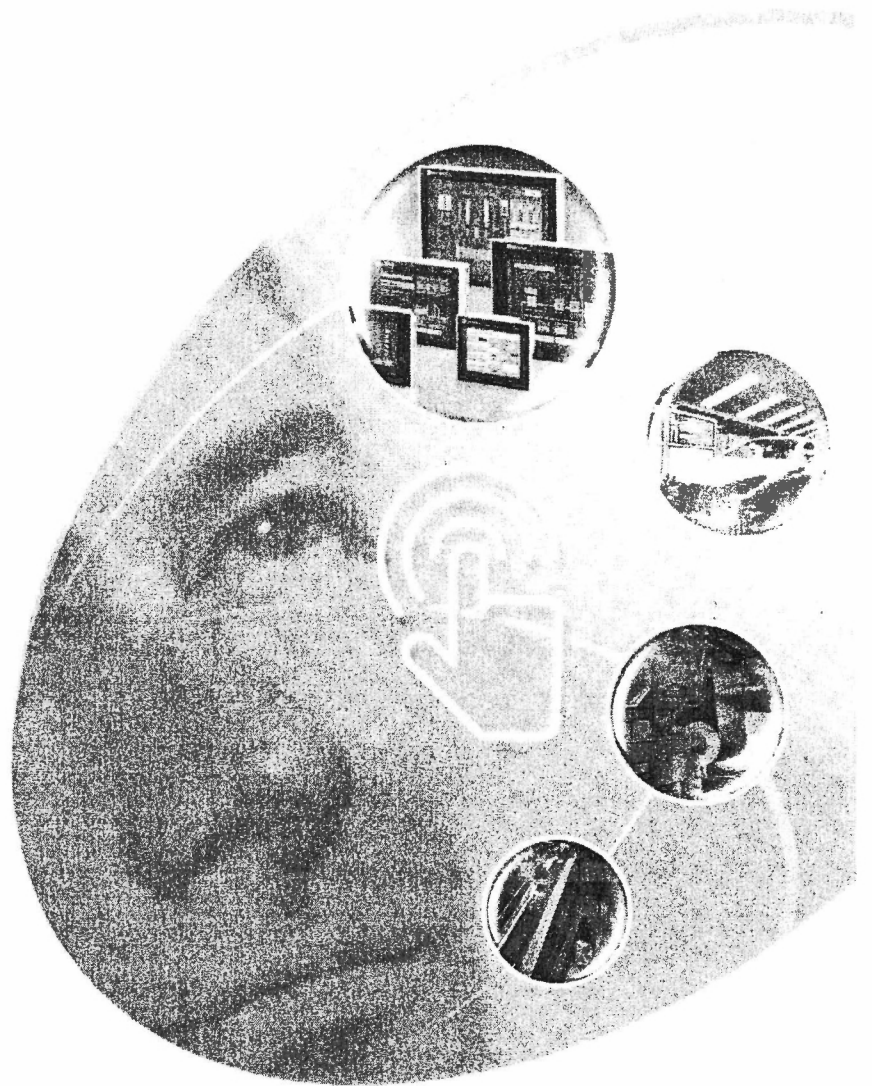
ANEXO D:
MAGELIS XBTG

Graphic terminals with
touch-sensitive screens

Magelis XBT G

designed for

the networked factory

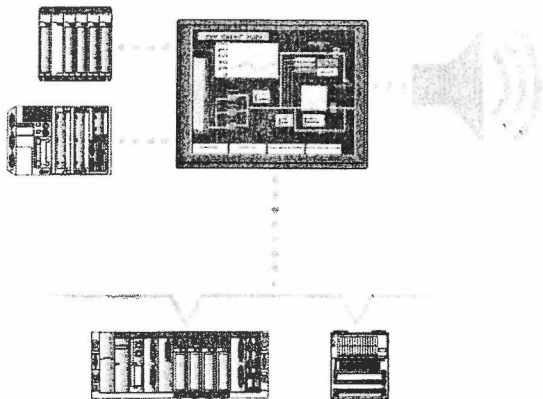


with new information and communication technologies



Magelis XBT G graphic terminals with touch-sensitive screens:

The dialog solution for your production control systems



Welcome to the **Simply Smart*** world
compliments of Telemecanique ...

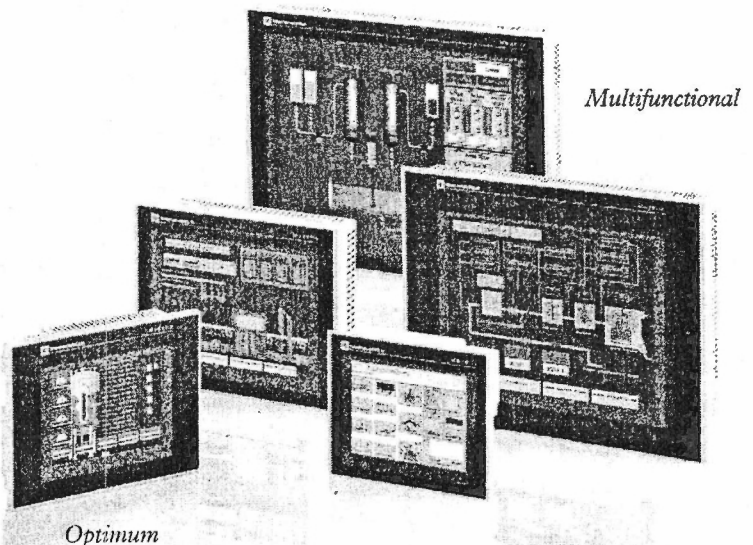
To improve the overall performance
of your production tool, Schneider
Electric is proud to present its new
intelligent terminals from the Magelis
range. Take advantage of this
Telemecanique offer, which supports
the latest information and communica-
tion technologies. Combined with
other Telemecanique devices, it delivers
the ultimate dialog solution with which
to run your control systems.

***Simply Smart**
*more ingenuity and intelligence for
continually improving ease of use.*

**> Take advantage of a product
range that is open to the latest
information and communica-
tion technologies**

All Telemecanique XBT G terminals are
at the cutting edge of technology.

- High level of communication (onboard Ethernet, simultaneous multiple link with Uni-Telway, Modbus, Modbus TCP/IP)
- External data medium (Compact Flash card) for storing production data and backing up applications
- Multimedia data with integrated management of image and sound



> Save configuration and programming time



Telemecanique XBT G terminals can be configured with VijeoDesigner VJD SPUL software in the Windows environment.

VijeoDesigner VJD SPUL software boasts an advanced user interface with many configurable windows, enabling projects to be developed quickly and easily.

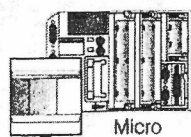
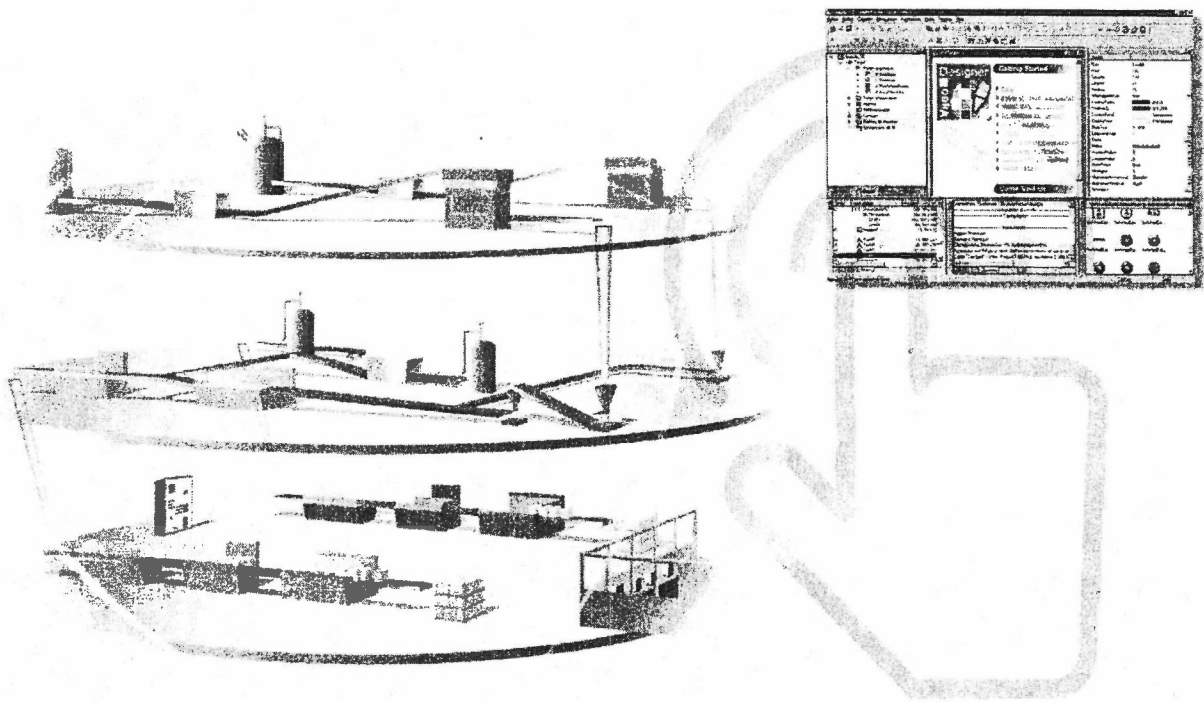
- Browser
- Library of animated graphic objects
- Online help display
- Display of error reports
- Display of object properties
- Display of list of variables

> Take advantage of intelligent information processing

VijeoDesigner VJD SPUL software from Telemecanique allows users to process information in the XBT G terminal, using scripts written in Java.

A wealth of advanced functions is available on the XBT G terminals so that you can process the maximum amount of data with greater speed and reliability, and thus respond to the changing requirements of your enterprise.

- Multiple languages handled (up to 20)
- Management of multiple windows with pop-ups
- Numerous character fonts (Latin, Japanese, Chinese, Cyrillic)
- Logs for alarms and trend charts, etc.



Twido

Micro

Uni-Telway / Modbus



XBT G

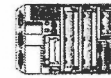
Ethernet TCP/IP



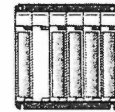
XBT G



Premium



Micro



Quantum

Modbus



XBT G



Momentum



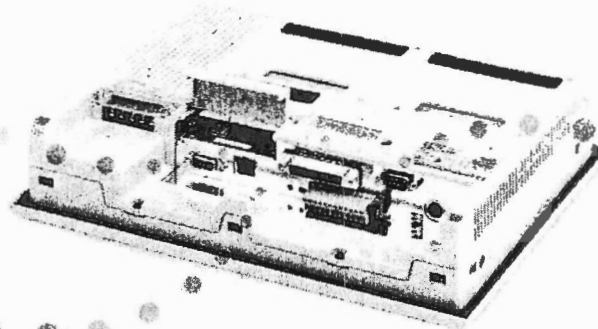
ATV 58

The most extensive and powerful range

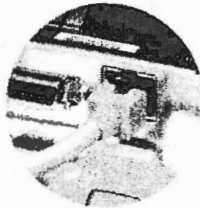
Magelis New Technologies XBT G *graphic terminals from Telemecanique are touch-sensitive products available in a wide range of screen sizes (5", 7", 10", 12") and in various versions (monochrome, color).*



Slot for Compact Flash card



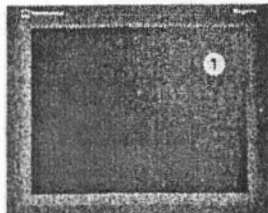
Terminal block for connection of sound output



RJ 45 connector for Ethernet connection (10Base T)

COMPACT

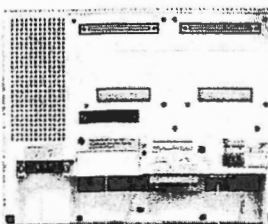
- Maximum connectivity within a compact housing
- Ideal positioning of connectors (on the sides of the product)
- Compact product (slender housing)
- Housing is identical for 10" and 12" screens



2

The front panel comprises:

- 1 A touch-sensitive display screen containing animated synoptics (from 5.7" to 12.1" color)
- 2 A backlight status indicator light



2

The rear panel comprises:

- 1 One screw terminal block for 24 V power supply
- 2 Two expansion unit interfaces 1 and 2 (one only on XBT G5230)*
- 3 One 25-pin female SubD connector for RS232 C or RS485 serial link to PLCs
- 4 One miniDIN connector for application transfer cable
- 5 One 9-pin SubD extension connector for RS232-C serial link
- 6 One printer connector*
- 7 One RJ 45 connector for Ethernet connection (10Base T)
- 8 One slot for Compact Flash card, with cover
- 9 One I/O terminal block for sound output connection



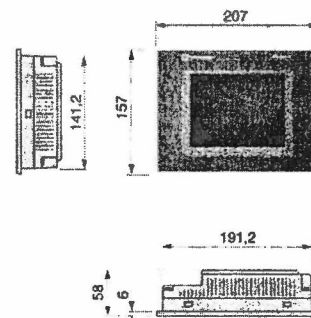
* for future use

of touch-sensitive graphic terminals

- A 5" Optimum monochrome terminal for simple applications.
- A range of 9 multifunctional terminals for applications requiring greater functionality.

> Straightforward maintenance

- Extensive range of shared accessories:
Compact Flash memory card, fixing kit (4 clips and screws), protective sheet, installation gaskets, backlight bulb, transfer cables, connecting cables to the PLCs.
- All the XBT G terminals are supplied with an XBT ZG999 cable adaptor to allow use of the XBT Z9●● cables from the Magelis terminal range.

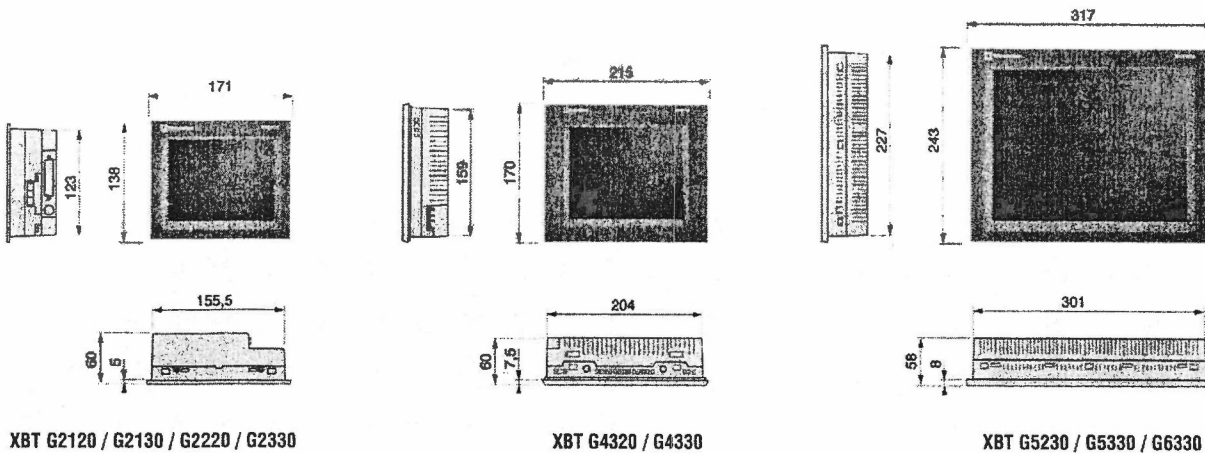


XBT G2110

Terminals	Size in cm W x H x D	LCD type Backlit	Color	Resolution in pixels	Capacity	Touch-sensitive screen	Touch-sensitive zone	Internal Flash memory Application	Compact Flash plug-in card	Operating
XBT G2110	207 x 157 x 58	Monochrome STN	blue mode	320 x 240 (QVA) 5,7"	●	16 x 12 cells	4Mb	—	Magelis	
XBT G2120	171 x 138 x 60	Monochrome STN	black & white	320 x 240 (QVA) 5,7"	●	16 x 12 cells	4Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G2130	171 x 138 x 60	Monochrome STN	black & white	320 x 240 (QVA) 5,7"	●	16 x 12 cells	6Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G2220	171 x 138 x 60	Color STN	64 colors	320 x 240 (QVA) 5,7"	●	16 x 12 cells	4Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G2330	171 x 138 x 60	Color TFT	256 colors	320 x 240 (QVA) 5,7"	●	16 x 12 cells	6Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G4320	215 x 170 x 60	Color TFT	256 colors	640 x 480 (VGA) 7,4"	●	32 x 24 cells	6Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G4330	215 x 170 x 60	Color TFT	256 colors	640 x 480 (VGA) 7,4"	●	32 x 24 cells	8Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G5230	317 x 243 x 58	Color STN	64 colors	640 x 480 (VGA) 10,4"	●	32 x 24 cells	8Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G5330	317 x 243 x 58	Color TFT	256 colors	640 x 480 (VGA) 10,4"	●	32 x 24 cells	8Mb	16 or 32 Mb	Magelis	
XBT G6330	317 x 243 x 58	Color TFT	256 colors	800 x 600 (SVGA) 12,1"	●	40 x 30 cells	8Mb	16 or 32 Mb	Magelis	

> *Reliability of robust products*

- Aluminum housing for better ventilation (cooling) and improved water and dust resistance (5" products)
- Conforms to the following standards and certifications: IEC, UL, CSA, Class 1 Div 2, CE Marking
- Wide range of temperature resistance: 0 ... 50°C



System	Memory										Functions				Communication		
	Processor	Variables per page	Representation of variables	Recipe	Trend chart with log	Alarm with log	Alarm relay	Real-time clock	Data processing via Java scripts	No. of asynchronous serial links	Downloadable protocols	Networks	Printer link	Loudspeaker link			
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	1	**	—	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	1	**	—	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	2	**	Ethernet, IEEE 802.3, 10Base T, RJ45	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	1	**	—	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	2	**	Ethernet, IEEE 802.3, 10Base T, RJ45	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	1	**	—	—	—				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	2	**	Ethernet, IEEE 802.3, 10Base T, RJ45	—	•				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	2	**	Ethernet, IEEE 802.3, 10Base T, RJ45	—	•				
100 MHz RISC CPU	U	*	—	•	•	—	•	•	2	**	Ethernet, IEEE 802.3, 10Base T, RJ45	—	•				

*Texts, images, bar charts, VU meter, button, indicator light, clock, flashing light, keypad, etc. **Uni-Telway, Modbus, Modbus TCP/IP
 U = Unlimited

Designation	Compatibility	Size	References	Weight (kg)
Compact Flash memory cards	All XBT G terminals except XBT G2110	16 Mb	XBT ZGM16	0.100
		32 Mb	XBT ZGM32	0.100
Adaptor for Compact Flash cards	PC with PCMCIA card drive		XBT ZGADT	0.100
Protective sheets	XBT G2110		XBT ZG31	0.200
	XBT G2120/G2130/G2220/G2330		XBT ZG32	0.200
	XBT G4320/G4330 XBT G5230/G5330/G6330		XBT ZG34 XBT ZG36	0.200 0.200

Designation	Used for	References	Weight (kg)
Installation gaskets	XBT G2110	XBT ZG21	0,050
	XBT G2120/G2220/G2130/G2330	XBT ZG22	0,050
	XBT G4320/G4330	XBT ZG24	0,050
	XBT G5230/G5330/G6330	XBT ZG26	0,050
Backlight bulb	XBT G2120/G2130/G2220	XBT ZG12	0,150
	XBT G4320/G4330	XBT ZG14	0,200
	XBT G5230	XBT ZG13	0,100
	XBT G5330	XBT ZG15	0,200
Fixing kit: 4 clips and screws (max. tightening torque: 0.5 Nm)	All XBT G terminals	XBT ZGSET	0,100
Protector for extension connector	All XBT G terminals except XBT G2110	XBT ZGCOV	0,030

Designation	Used		Type of connector	Physical link	References	Weight (kg)
	from	to				
Transfer cables	PC	All XBT G terminals	9-pin SubD/MiniDIN	TTL	XBT ZG915	0,250
Connecting cables to the PLCs	Twido, Nano, Micro, Premium	All XBT G terminals (Com 1 + XBT ZG999)	MiniDIN/25-pin SubD	RS 485	XBT Z968	0,180
	TSX SCY 21600	All XBT G terminals (Com 1 + XBT ZG999)	MiniDIN/9-pin SubD	RS 232	TSXPCX1031	0,250
	Quantum	All XBT G terminals (Com 1 + XBT ZG999)	25-pin SubD/25-pin SubD	RS 485	XBT Z918	0,230
			9-pin SubD/25-pin SubD	RS 232	XBT Z9710	0,210
Connecting cable to the communication bus (Uni-Telway and Modbus)	Momentum (port 1)	All XBT G terminals (Com 1 + XBT ZG999)	RJ45	RS 232	XBT Z9711	0,210
	TSX SCA 62	All XBT G terminals (Com 1 + XBT ZG999)	15-pin SubD/25-pin SubD	RS 485	XBT Z908	0,240
Cable adaptor supplied with all XBT G terminals	All XBT G terminals	Cable XBT ZG9	25-pin SubD/25-pin SubD	RS 485	XBT ZG999	0,030

Compact Flash memory cards



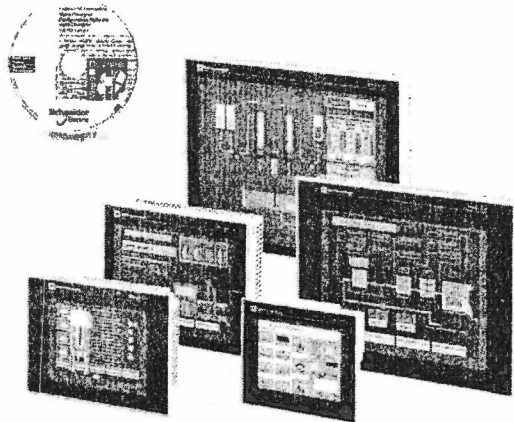
Adaptor for Compact Flash cards



Connecting cables

Magelis XBT G graphic terminals

Choose the ultimate dialog solution. Simple, guaranteed interoperability with Twido, TeSys Model U, Altivar, Advantys STB, Unity, Transparent Ready, Sécuflex, Inductel etc.

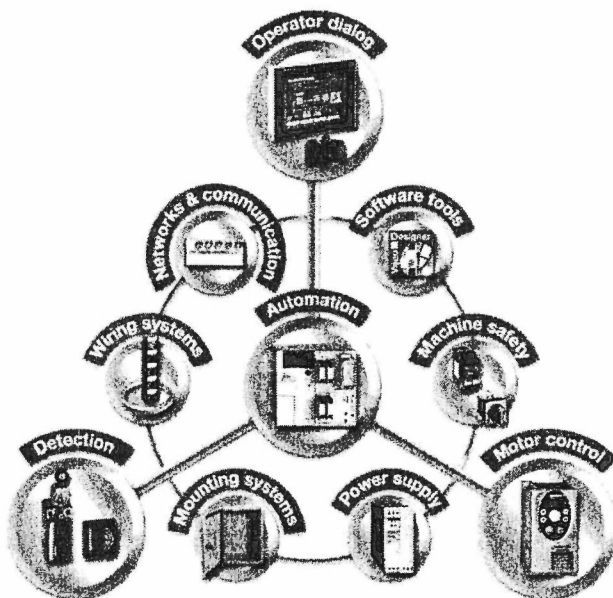


A single partner, a world presence

Permanent, global availability. With more than 5,000 sales offices in 130 countries, you will always find the product range to meet your needs that also conforms to the standards of user countries.

Technical support, wherever you are

Schneider provides technical assistance around the world, with technicians at your service to explore customized solutions.



Schneider Electric Industries S.A.S.

Head office
89, bd Franklin Roosevelt
F - 92500 Rueil-Malmaison
Cedex

The products featured in this document are subject to change or modification at any time with regard to appearance, operation or use. Their description can under no circumstance be deemed to be contractual in nature.

ANEXO E:
VIJEO DESIGNER

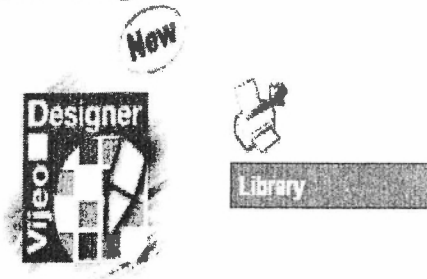


Telemecanique

Software tools ▶ Operator dialog software tools

Vijeo Designer - VJD

Just *click and go*



Simply Smart benefits

Flexible, Vijeo Designer is the ideal design tool for the simplest control application right up to the most complex HMI installations, such as building management system. **Open**, it operates on any PC-compatible machine running Windows 2000 or XP and integrates equally well in Telemecanique solutions and third-party architectures. **Smart**, it offers advanced script functions for customizing your HMI to meet the strictest specifications.

Applications

- Machines builders, simple or complex (automotive, electronic components, pharmaceutical products, chemical).
- Tertiary industry and infrastructure : building, food and beverage, water and waste treatment.

Configuration software for the XBT G graphic terminals

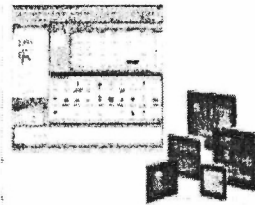
Range description

Vijeo Designer's impressive capability:

- A multi-window, user-friendly design workshop
- Comprehensive online help function
- A complete graphic editor offering interface consistency for simple objects as well as more sophisticated objects
- An expression editor for performing your on-board processing operations in just a few clicks
- A PC simulation (PLC/XBT G)

Flexible, it's packed with turn key solution for HMI standard needs

- Control, graphics, trending, logging/traceability, recipes, on-board processing, etc.
- Multi-lingual, supporting Byzantine and Cyrillic alphabets, as well as Chinese characters



Sophisticated user interface based around 6 configurable windows

ANEXO F:
MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO PARA EL SISTEMA SCADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL ITESM CCM

El sistema consta de una pantalla tipo touch screen, que será la interfaz entre el sistema de control automático y el operario. El contenido de esta pantalla es completamente gráfico, convirtiéndose en un ambiente amigable para el operador en turno.

La aplicación comienza con una pantalla donde se despliegan los tres modos de operación, que son: el modo automático, donde el operador solo tiene acceso a supervisar las alarmas generadas por presencia de humedad, temperatura, exceso de corriente o los niveles de los cárcamos. El modo manual, donde se tiene el plus de poder encender o apagar las bombas desde la pantalla siempre que se cumplan las condiciones en cuanto a nivel y estado de los sensores. Si alguno de los sensores detecta alguna falla en la bomba, esta no podrá ser encendida hasta que se repare la falla. El tercer modo disponible es el modo de lluvias, donde es un modo automático, solo que cuando se tiene algún tipo de lluvia actúan todas las bombas dentro del sistema, con la finalidad de que no se sufra de alguna inundación.

Una vez elegido el modo de operación la aplicación nos lleva a un segundo panel dependiendo del modo elegido. Si se elige el modo automático o el de lluvias, el panel que aparece es el del mapa del campus, el cual contiene la distribución de las bombas a lo largo del campus y que están representadas por pequeños círculos. La diferencia es que en el modo automático solo aparecen 9 bombas disponibles, mientras que en el modo de lluvias aparecen las 13 bombas disponibles en el campus.

Cuando se elige el modo manual, el panel siguiente no es el mismo, en este caso resulta ser un listado de las bombas que se pueden echar a andar desde el panel.

Alguno de estos paneles será en el que la Terminal se encuentre la mayor parte del tiempo. En el instante en el que se genere algún tipo de alarma en determinada bomba, el círculo que representa esa bomba comenzara a falsear y una alarma sonara avisando de esta manera al operador que ha ocurrido un problema en la planta. Para conocer que tipo de problema es, basta con hacer clic en el círculo que parpadea y se desplegará un panel donde se podrá visualizar, el nivel del cárcamo, el sensor de humedad, el de temperatura, y uno más que es el de sobrecarga de corriente.

La alarma puede ser encendida por cualquiera de estos tres sensores. El sensor que cause la alarma comenzara a parpadear y en esta misma pantalla se desplegara un mensaje avisando acerca de que sensor detecto la falla.

Esto ocurre básicamente en los tres modos de operación, pero en el modo manual además se tiene un botón que se encargara del encendido y apagado de la bomba, además tenemos la opción de programar la hora de encendido y apagado del motor, esto con la finalidad de satisfacer las necesidades de la planta en cuanto a riego.

Se tienen disponibles dos botones más:

El primer es el de home, al presionar este botón, la aplicación nos devolverá al panel donde se encuentra el mapa con la distribución de las bombas, mientras el otro botón nos mandara a un registro de estadísticas, donde se guardarán las distintas alarmas que se generaron en un periodo de tiempo determinado.

ANEXO G:
GUIA PARA LA PROTECCION DE MOTORES
ELECTRICOS

GUÍA PARA LA PROTECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS

La información presentada en este documento constituye una sencilla guía a los clientes residenciales, comerciales e industriales pequeños, que estén buscando recomendaciones generales para la protección de motores eléctricos. En este documento se señalan los dispositivos de protección disponibles, que por sus características evitarán que las refrigeradoras, congeladores, equipos de aire acondicionado y otros se dañen por las fluctuaciones o condiciones anormales en el suministro de energía eléctrica.

Las estadísticas indican que las causas de las fallas en los motores eléctricos están clasificadas en:

Sobrecarga	30%	
Pérdida de una fase	14%	
Contaminantes	19%	
Fallas en las balineras		13%
Envejecimiento	10%	
Fallas en el rotor	5%	
Otras causas	<u>9%</u>	
Total	100%	

De las estadísticas anteriores se desprende que prácticamente el 44% de los problemas de fallas en los motores, se debe principalmente al sobrecalentamiento.

Los motores eléctricos utilizados en las residencias, comercio e industria ligera son:

- Compresores para equipo de aire acondicionado
- Equipo de refrigeración
- Máquinas de imprentas
- Bombas
- Maquinaria industrial

Es recomendable que el cliente verifique que estos equipos estén adecuadamente protegidos contra las condiciones del servicio eléctrico que puedan afectar una reducción en la vida útil de dichos equipos o que fallen en forma prematura. Con la adopción de un sistema adecuado de protección se puede ahorrar tiempo y dinero en costosas reparaciones.

CONDICIONES ADVERSAS QUE PUEDEN AFECTAR A LOS MOTORES

El suministro de la electricidad no es infalible, como todo sistema está sujeto a fluctuaciones o condiciones anormales que podrían afectar los motores eléctricos. Por tal razón, es recomendable que usted se asesore con un profesional, en la selección de la protección más adecuada y económica para sus motores. Hay dispositivos que permitirán que sus motores se desconecten automáticamente del sistema, en el momento que presenten condiciones anormales en el suministro de energía eléctrica, que puedan dañar sus motores. El costo de estos dispositivos debe considerarse como un seguro, que evita tener que realizar erogaciones costosas

en reparación, rebobinado o reemplazo del motor, así como la pérdida que sufre el cliente, porque el equipo no está disponible para la producción mientras está en reparación.

Las condiciones que se enumeran a continuación, son factores que pueden afectar adversamente los motores eléctricos:

- Bajo voltaje
- Recierre automático de los circuitos de distribución, el cual es una maniobra normal que realiza la empresa de distribución para restaurar el suministro de electricidad rápidamente
- Desbalances en el nivel de tensión
- Pérdida de una fase del sistema
- Inversión de la fase
- Sobre corrientes
- Sobrecarga (Stalling)

Es posible que no sea necesario proteger sus motores contra todas estas condiciones, pero es recomendable buscar consejo profesional para proteger sus motores de una manera óptima y económica.

Cada dispositivo de protección está diseñado para servir a un propósito específico o satisfacer una necesidad especial. No hay ningún dispositivo de protección único, que por sí solo sea el remedio o la solución para todos los problemas.

Por lo tanto, es esencial realizar un análisis de cada uno de los problemas de protección y que éstos sean entendidos completamente, para que los dispositivos de protección puedan ser utilizados sabiamente y juiciosamente.

Es posible caer en la tentación de ser demasiado precavido y gastar demasiado dinero inútilmente en dispositivos de protección innecesarios, así como ser demasiado conservador y permitir que sus motores se dañen por no haber instalado ninguna protección.

Se puede lograr un balance económico en la selección de una protección adecuada para sus motores eléctricos buscando consejo profesional, sin embargo como guía inicial se presenta a continuación algunas recomendaciones generales.

RESUMEN

A continuación se presenta cuadro resumen con las condiciones adversas más frecuentes que podrían afectar la operación de un motor eléctrico y una guía de los dispositivos de protección diseñados para salvaguardar el motor y su maquinaria asociada. En cada caso el dispositivo se inserta en la línea o circuito del motor a ser protegido.

Los interruptores desconectores y los dispositivos sensores utilizados como protección para los motores eléctricos, están disponibles como una unidad sencilla o una combinación de unidades, dependiendo de la complejidad del esquema de protección.

Condiciones adversas	Efectos	Protección
Bajo voltaje	Esta condición puede causar que el motor trabaje forzado o se detenga y cause sobrecalentamiento. Esto induce que el motor se deteriore o se queme.	El relé de bajo voltaje desconecta el motor de la fuente de energía, con la capacidad de restablecer el suministro cuando el voltaje vuelva a su condición normal.
Recierre automático del sistema de distribución, después de la pérdida inicial	Esta condición es especialmente peligrosa para los motores que operan cargas de compresores. Porque la reenergización de los motores con cargas pesadas puede ocasionar sobrecalentamiento, lo cual induce una disminución en la vida útil del motor o provoca que se queme.	Un relé temporizado podría prevenir la reenergización del motor, cuando se restablece el suministro de energía eléctrica. Este relé debe ser ajustado en el tiempo de tal manera que el compresor regrese a su condición de operación adecuada, antes de que reinicie su operación.
Desbalance en el nivel de tensión	Esta condición ocasiona que la temperatura se incremente en el embobinado del motor, lo que causa una disminución en la vida útil y desperdicio de energía.	Un relé de desbalance trifásico (relé de secuencia negativa) para desconectar la fuente. El ajuste y calibración de este relé requiere de ayuda profesional.
Pérdida de una fase del sistema	Esta es la peor condición de un desbalance de fase. Puede ocurrir cuando un fusible se quema. Esta condición puede causar sobre calentamiento, lo que induce un deterioro en la vida útil del motor. Si esta condición permanece un periodo de tiempo largo, causará que el motor se queme.	Relé de pérdida de fase para desconectar la fuente, hasta que las condiciones vuelvan a la normalidad
Inversión de la fase	Esta condición ocasiona que los motores roten en dirección opuesta, lo cual puede causar lesiones al personal de operación y desperfectos al equipo.	Relé de protección de inversión de fase para desconectar la fuente.
Sobrecorriente	Corrientes excesiva en el circuito provocan sobrecalentamiento y deterioro en la vida útil del motor.	Relé de sobrecorriente para dar una alarma o desconectar el motor de la fuente, hasta que las condiciones vuelvan a la normalidad
Sobrecarga (Stalling)	Esta condición ocurre cuando el motor no tiene la capacidad para mover la carga conectada. Esto causa un calor excesivo en el motor, lo cual induce un deterioro en la vida útil del motor y/o que el motor se queme.	Relé sobrecarga (stalling) para desconectar el motor de la fuente.