



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

**OPLC's Y TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN,  
HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMACIÓN DE LA  
INFORMACIÓN**

**EDGAR JOSUÉ GONZÁLEZ CONSTANZA**

**ASESORADO POR LA INGA. ELIZABETH DOMÍNGUEZ ALVARADO**

**GUATEMALA, ENERO DE 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**OPLC's Y TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN,  
HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMACIÓN DE LA  
INFORMACIÓN**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA**

**POR**

**EDGAR JOSUÉ GONZÁLEZ CONSTANZA**  
**ASESORADO POR: INGA. ELIZABETH DOMÍNGUEZ**  
**ALVARADO**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

**GUATEMALA, ENERO DE 2005**

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### FACULTAD DE INGENIERÍA

#### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Keneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

#### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
EXAMINADOR	Ing. Elizabeth Domínguez Alvarado
EXAMINADOR	Ing. Luís Alberto Vettorazzi España
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **OPLC's Y TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN, HERRAMIENTAS PARA LA AUTOMACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería con fecha 7 de julio de 2003.

Edgar Josué González Constanza

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS Y LA VIRGEN MARÍA**

Por todas las bendiciones recibidas, por guiarme en mi camino y haberme dado fortaleza y no dejarme caer en los momentos más difíciles de mi carrera pero sobre todo por permitirme llegar a este punto de mi vida.

### **A MIS PADRES EDGAR ANIBAL GONZÁLEZ MARTÍNEZ Y MIRNA LISSETH CONSTANZA ALVAREZ DE GONZÁLEZ**

Por todos sus consejos, por su cariño y aprecio, pero sobre todo por el apoyo incondicional que me brindaron en los momentos adversos de mi carrera. A ustedes les debo la vida y todo lo que he logrado en ella.

### **A MIS HERMANOS CINTHIA Y ANIBAL**

Por su apoyo mostrado, pero sobre todo por haber compartido su cariño conmigo. Los quiero mucho hermanitos.

### **A MIS AMIGOS**

Ricardo Girón (Pichón), Héctor Mendía, Walter Minchez, Juan Miguel Indekeu, Luís Alonzo y Ronald Alvarado (Patojo) por todos y cada uno de los proyectos que realizamos juntos lo cual nos ayudo a conocernos y convivir momentos inolvidables de nuestras vidas.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XII
OBJETIVOS	XIV
INTRODUCCIÓN	XV

## 1. LA AUTOMACIÓN EN LA ACTUALIDAD

1.1 Un poco de historia.....	1
1.2 Automatización más retroalimentación.....	3
1.3 Modelo de automatización actual.....	5
1.4 Áreas involucradas en la automatización.....	6
1.4.1 Empleo.....	6
1.4.2 Informática.....	7
1.4.3 Cibernética.....	8
1.4.4 Industria.....	9
1.5 Controladores lógicos programables (PLC).....	10
1.6 Especificaciones técnicas.....	10
1.6.1 Arquitectura de un PLC.....	11
1.7 Programación del PLC.....	12
1.8 Diagrama de Escalera.....	12

## 2. AUTOMACIÓN DE LA INFORMACIÓN

2.1 Teoría de la Información.....	15
2.1.1 Fuentes de información.....	17

2.2	Retroalimentación en la TI.....	19
2.3	Almacenamiento de la información.....	19
2.3.1	Entornos de almacenamiento de la información.....	20
2.3.1.1	Bases de datos.....	20
2.3.1.1.1	Tipos de bases de datos.....	21
2.3.1.2	Internet.....	22
2.4	<i>Business Intelligence</i> .....	22
2.4.1	<i>Data Warehouse</i> .....	23
2.4.2	<i>Data Mining</i> .....	24
<b>3.</b>	<b>OPLC (<i>Operator Panel más Programmable Logic Controller</i>)</b>	
3.1	Características de un OPLC.....	25
3.1.1	Características funcionales.....	26
3.2	Especificaciones técnicas.....	27
3.2.1	Modulo HMI.....	29
3.2.1.1	Panel de operación.....	30
3.2.1.2	<i>Display</i> LCD.....	30
3.2.1.3	Teclado numérico.....	31
3.2.1.4	Pantallas definidas por el usuario.....	31
3.2.2	Modulo PLC.....	32
3.2.2.1	Entradas y salidas discretas.....	33
3.2.2.1.1	Entradas discretas.....	33
3.2.2.1.2	Salidas discretas.....	34
3.2.2.2	Reloj tiempo real y calendario.....	34
3.2.2.3	Puerto de comunicación RS232C.....	35
3.2.2.4	CanBus, GSM/SMS.....	36
3.2.2.4.1	CanBus.....	36
3.2.2.4.2	GSM/SMS.....	38
3.2.2.5	Memoria.....	40

## 4. COMUNICACIONES DE RED Y COMUNICACIÓN CELULAR CON OPLC's

4.1	Control en tiempo real con OPLC.....	43
4.2	Drive DDE ( <i>Dynamic Data Exchange</i> ).....	44
4.3	Cobertura celular GSM.....	44
4.3.1	Subsistemas en GSM.....	45
4.3.1.1	La estación móvil (MS).....	45
4.3.1.2	El subsistema de la estación Base (BSS)....	46
4.3.1.2.1	BTS (" <i>Base Transceiver Station</i> " o Tranceptor de la estación Base).....	46
4.3.1.2.2	BSC (" <i>Base Station Controller</i> " o Controlador de la estación Base).....	47
4.3.1.3	Subsistema de Red (NSS).....	48
4.3.1.4	Centro de operaciones y mantenimiento (NSS).....	48
4.4	GSM-Controller.....	48
4.5	Mensajes SMS.....	49
4.5.1	Apreciación Global de SMS con GSM-Controller.....	49
4.5.1.1	Directorio telefónico SMS.....	50
4.5.1.1.1	Ingresando números en el directorio telefónico.....	50
4.5.2	Especificaciones para mensajes SMS.....	52
4.5.2.1	Creando mensajes de texto SMS.....	52
4.5.2.2	Concatenando variables a los mensajes SMS.....	52
4.5.2.3	Propiedades de los mensajes SMS.....	53
4.5.2.4	Configurar características de los mensajes SMS.....	55



4.5.2.5	Utilización de mensajes SMS en la aplicación.....	56
4.5.2.6	Envío de mensajes desde celulares GSM o desde PC.....	57
4.5.2.6.1	Escribiendo mensajes en teléfonos celulares.....	58
4.5.2.6.2	Verificación del GSM-Controller al recibir mensajes SMS.....	59
4.6	Conexión de OPLC a Internet.....	60
4.6.1	WebPLC.....	60
<b>5.</b>	<b>UN MODELO RENOVADO DE AUTOMACIÓN</b>	
5.1	Análisis del modelo actual.....	63
5.2	Simplificación del modelo utilizando OPLC.....	65
5.2.1	Integración de las BDD al modelo de automatización.....	65
5.2.2	Utilización de Internet en el modelo de automatización.....	68
5.2.3	El modelo de automatización utilizando cobertura celular GSM.	70
5.3	Estructura del modelo renovado de automatización.....	72
<b>6.</b>	<b>IMPLICACIONES Y BENEFICIOS AL IMPLANTAR EL NUEVO MODELO</b>	
6.1	Necesidades de cambio.....	75
6.1.1	Adaptabilidad en las organizaciones.....	76
6.2	Condiciones mercadológicas.....	77
6.2.1	Observación y búsqueda de oportunidad.....	77
6.2.2	Mercado máximo y oportunidad de desarrollo.....	77
6.2.3	Variables que establecen el mercado.....	78
6.3	Condiciones tecnológicas.....	79
6.3.1	Requerimientos y especificaciones.....	80
6.3.2	Tecnología por utilizar.....	81
6.3.3	Personal necesario.....	84

6.3.4	Propuesta de una metodología de desarrollo.....	85
6.4	Beneficios obtenidos al implementar el modelo renovado de automación en su organización.....	87
	COCLUSIONES.....	89
	RECOMENDACIONES.....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	93

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Termostato doméstico	4
2.	El modelo de automatización	6
3.	Diagrama a bloques de un PLC	11
4.	Ejemplo de un diagrama escalera	13
5.	Modelo de cubos en <i>business Intelligence</i>	23
6.	Conexión OPLC – PC vía Puerto RS232C	35
7.	Vista Lateral conexión CANBus	36
8.	Interconexión de varios OPLC en red por CanBus	37
9.	Controlador GSM vista Lateral – Puerto RS232	40
10.	Memoria del OPLC	42
11.	Ventana de configuración de mensajes SMS	51
12.	Ventana Agregar números telefónicos	51
13.	Área para ingresar los mensajes SMS	52
14.	Ventana de selección de operador y direcciones	53
15.	Ventana de propiedades mensajes SMS	54
16.	Estado del área de mensajes al configurar las propiedades	55
17.	Opciones de configuración de mensajes SMS	56
18.	Envío de mensajes SMS	57
19.	Diseño Básico WEBPlc	61
20.	Toma de decisiones en el modelo actual	64
21.	Integración de las bases de datos al modelo de automatización	66
22.	El modelo de automatización utilizando Internet	69
23.	El modelo de automatización utilizando cobertura celular GSM	71
24.	Estructura del modelo renovado de automatización	73

## GLOSARIO

<b>Actuadores</b>	Transforman las órdenes recibidas por la unidad de control en magnitudes físicas mediante una aportación de potencia.
<b>Algoritmo</b>	Secuencia lógica de pasos a seguir para resolver un problema.
<b>Automación</b>	Conjunto de técnicas por medio de las cuales se construyen sistemas activos, capaces de actuar con una eficacia óptima con el uso de informaciones recibidas del medio sobre el que actúan (Es decir, con retroalimentación). Se conoce automación como automatización más retroalimentación.
<b>Automatización</b>	Con este termino se describen sistemas en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano.
<b>Base de datos</b>	Formato estructurado para organizar y mantener informaciones que pueden ser fácilmente recuperadas.
<b>Bases de datos multidimensionales</b>	Base de datos donde se almacena la información histórica y donde su estructura básica son los cubos.

**Bases de datos  
relacionales**

Las bases de datos relacionales son percibidas por los usuarios como un conjunto de variables de relación o de una manera más informal tablas.

**CanBus**

El puerto CanBus permite interconectar varios OPLC en red lo cual da como resultado varios OPLC trabajando como uno solo, es decir, comparte módulos de entrada, módulos de salida y la memoria.

**Captadores**

Su función consiste en recolectar y acondicionar las señales correspondientes a las variables que el sistema controla.

**Codificación**

Transformación de un mensaje expresado en lenguaje claro, según las equivalencias convenidas en un código.

**Código**

Sistema de signos y reglas que permite formular y comprender un mensaje.

***Data Mining***

Minería de datos en Inglés. Combina técnicas estadísticas y de inteligencia artificial para manipular grandes volúmenes de información y localizar patrones y relaciones entre datos.

<b>Data Warehouse</b>	Almacén de datos en inglés. Sistema informático centralizado e integrado de almacenamiento de información, específicamente orientado a la generación de informes para el análisis por parte de los usuarios finales.
<b>Driver</b>	Controlador en inglés. <i>Driver</i> es un componente que ayuda a tener el control de funciones y procedimientos de determinada tarea, encapsulando para esto sus métodos y atributos.
<b>Drive DDE</b>	DDE, Intercambio dinámico de datos, (Dynamic Data Exchange, por sus siglas en inglés). El Drive DDE es un componente incorporado en el OPLC para poder realizar comunicación entre el OPLC y la Computadora.
<b>FTP</b>	Protocolo de transferencia de archivos ( <i>File Transfer Protocol</i> , por sus siglas en inglés).
<b>Gateway</b>	Entrada o puerta de enlace en inglés. Representa una vía de comunicación entre un dispositivo o una red.
<b>GSM</b>	Sistema Global para comunicación móvil, ( <i>Global System for Mobile Communications</i> por sus siglas en inglés). Utiliza una cobertura mundial para comunicaciones celulares.

<b>Hardware</b>	Componentes físicos, electrónicos y mecánicos de un sistema informático.
<b>HMI</b>	Modulo HMI interfaz humana incorporada en el OPLC.
<b>I/O</b>	Entrada / salida ( <i>In / out</i> , por sus siglas en inglés). Hace referencia a la aceptación y transferencia de datos entre dos ordenadores.
<b>Interfaz</b>	Punto de contacto entre el usuario, la computadora y el programa.
<b>ISO</b>	Conjunto de estándares internacionales para el manejo de calidad.
<b>Lenguaje de escalera</b>	Lenguaje general y más utilizado para la programación del Controlador.
<b>M90</b>	Es un innovativo micro-PLC con un panel de operación integrado conformado por una pantalla LCD y un teclado numérico para fácil comunicación entre operador y máquina.
<b>Memoria de programa</b>	Área donde se obtienen las instrucciones cargadas al Controlador.
<b>Mensajes SMS</b>	Los Mensajes SMS son una característica GSM basado en comunicación celular.

<b>OPLC</b>	OPLC es un Panel de Operación más PLC ( <i>Operator Panel más Programmable Logic Controller</i> , por sus siglas en inglés).
<b>PLC</b>	Caja negra que posee un número de entradas y salidas, las cuales se activan de acuerdo con los estados de las entradas en función de un algoritmo de control almacenado en la memoria del aparato.
<b>Protocolo</b>	Conjunto de reglas que establecen la temporización y el formato de intercambio de datos.
<b>Retroalimentación</b>	Capacidad que posee un sistema de auto corrección.
<b>Sensores</b>	Término genérico que designa cualquier equipo que permite adquirir una información.
<b>Software</b>	Conjunto de programas, procedimientos y documentación asociado a un sistema informático
<b>WebPLC</b>	Concepto el cual permite realizar una conexión del OPLC a Internet vía el <i>drive</i> DDE



## RESUMEN

Un aspecto importante para las organizaciones independientemente del área en la que se desempeñen, es la toma de decisiones que ayuden a mejorar tanto su producción como el estado financiero de la empresa. En organizaciones orientadas a la industria ésta no es la excepción, se han planteado modelos que de una manera eficiente logran controlar los procesos que están involucrados dentro de su planta de producción, pero estos no satisfacen todas las necesidades que tienen las personas que conforman la alta gerencia.

La prioridad es tener un sistema de automatización que no solamente controle sus procesos sino también ayude a la toma de decisiones y a la obtención de la información de una forma automática. También lo es tener acceso a la información obtenida desde cualquier parte del mundo y la posibilidad de configurar y monitorear el sistema de manera remota.

De este grupo de necesidades surgen herramientas y tecnologías que se deben integrar para formar un modelo óptimo que satisfaga dichas necesidades. La utilización de herramientas como OPLC (*Operator Panel más Programmable Logic Controller*) el cual se analizará en el capítulo 3, y la utilización de recursos como Internet y cobertura celular GSM que serán descritos en el capítulo 4, proporcionaran los elementos para estructurar un modelo renovado de automatización (Capítulo 5) que integre cada una de estas tecnologías y de ese modo sea factible una retroalimentación gracias a las bases de datos tanto transaccionales como multidimensionales integradas en el modelo.

Es necesario presentar una visión general para las empresas desarrolladoras de *software* que construyan sistemas de este tipo, para que identifiquen tanto tecnología como requerimientos y lo más importante la definición de sus estrategias al momento de obtener el producto final todo esto será caso de estudio en el capítulo 6.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Proveer una metodología de automatización a las empresas orientadas a la industria y toma de decisiones, para que de esta manera puedan combinar la automatización y la obtención de información de sus procesos, de tal forma que posteriormente puedan analizar dicha información y tomar decisiones que ayuden al buen desempeño de sus organizaciones.

### **Específicos**

1. Dar un nuevo enfoque de automatización utilizando la nueva tecnología de PLC's llamados OPLC's.
2. Integrar al modelo de automatización las bases de datos transaccionales y multidimensionales en el nivel de toma de decisiones ( 3er. Nivel del modelo de Automación).
3. Proveer técnicas de conexión de OPLC's en red y conexión de los mismos a Internet por medio de un protocolo específico, y la posibilidad de interacción de OPLC's por medio de teléfonos celulares.
4. Establecer las implicaciones y beneficios al momento de implantar un sistema de este tipo.

## INTRODUCCIÓN

A medida que el tiempo avanza la necesidad de realizar tareas en poco tiempo se ha incrementado considerablemente, si se toma en cuenta que muchas empresas que se dedican a realizar procesos de todo tipo, en los cuales la mano del hombre es el principal medio de control y desarrollo de estos, y en los cuales los márgenes de error y entregas de tareas con tiempos considerables de atraso, se convierten en los principales fundamentos para la automatización de todas las actividades involucradas dentro de la organización, que en la mayoría de los casos se trata de organizaciones que involucran procesos industriales.

Conforme se fue integrando el concepto de automatización, se mejoró el desempeño de las actividades y sobretodo los tiempos de realización, las personas encargadas satisfacían sus necesidades con el simple hecho de controlar sus procesos y creían que con eso era suficiente. Sin embargo las necesidades no mantuvieron un avance constante y estas variaron con el paso de los años ya que de cierta manera necesitaban no solo controlar sus procesos sino también considerar casos extremos y todas las posibilidades que se pudieran dar, de aquí nace el concepto de **automación (automatización más retroalimentación, muchos asocian este término con automatización más teoría de la información)** y la utilización de **Controladores Lógicos Programables (PLC)** que innovaron el control de procesos industriales; ya no solo se controlaban sino que era posible tomar decisiones cuando se presentara determinada situación. De tal manera que se tenía un sistema con determinado nivel de Inteligencia que sustituía de una manera optima el trabajo del hombre tanto en los procesos como en las decisiones que debe tomar al controlar dichos procesos.

Pero debemos considerar que las necesidades siempre son infinitas y varían con el paso del tiempo. Una organización industrial que tiene prácticamente automatizada toda su área de producción el trabajo va bien y existen pocas situaciones de atraso de tiempo, pero si alguien ajeno a la planta desea saber cómo va la producción forzosamente deberá bajar a la planta y analizar los inventarios y, posiblemente, preguntar al encargado de la planta, de aquí surge una necesidad de un gran nivel de prioridad, el contar con un sistema de automatización que no solo controle los procesos sino también tenga una bitácora y una base de datos en línea que almacene todos los cambios en el desempeño y producción de la planta, para que así sobre la base de esta información el gerente pueda tomar decisiones que ayudaran a mejorar el desempeño de la organización.

El realizar conexiones a bases de datos, acceso a Internet y conexiones de Red entre PLC se convierte en una base importante para la realización del sistema antes mencionado. Por tal razón, así como las necesidades cambian y cada vez son mayores, la tecnología de los antiguos PLC a cambiado y a dado lugar a los nuevos PLC llamados **OPLC (Operator Panel + Programmable Logic Controller)**, los cuales pueden soportar las conexiones necesarias para facilitar la obtención de información de una manera remota y de esta manera el análisis y toma de decisiones.

Con la ayuda de los OPLC y su nueva tecnología es factible **automatizar la información** y mejorar aún más el desempeño y control de las organizaciones orientadas a la industria.

# 1. LA AUTOMACIÓN EN LA ACTUALIDAD

La Automatización es un sistema diseñado para usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas antes solo efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano.

## 1.1 Un poco de historia

La fabricación automatizada surgió de la relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación.

La división del trabajo (esto es, la reducción de un proceso de fabricación o de prestación de servicios a sus fases independientes más pequeñas) se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro **Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones** (1776). En la fabricación, la división del trabajo permitió incrementar la producción y reducir el nivel de especialización de los obreros.

La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hacia la automatización. La simplificación del trabajo permitida por la división del trabajo también posibilitó el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos del trabajador. A medida que evolucionó la tecnología de transferencia de energía, estas máquinas especializadas se motorizaron, aumentando así su eficacia productiva. El desarrollo de la tecnología energética también dio lugar al surgimiento del sistema fabril de producción, ya que todos los trabajadores y máquinas debían estar situados junto a la fuente de energía.

La máquina de transferencia es un dispositivo utilizado para mover la pieza que se está trabajando desde una máquina herramienta especializada hasta otra, colocándola de forma adecuada para la siguiente operación de maquinado. Los robots industriales, diseñados en un principio para realizar tareas sencillas en entornos peligrosos para los trabajadores, son hoy extremadamente hábiles y se utilizan para trasladar, manipular y situar piezas ligeras y pesadas, realizando así todas las funciones de una máquina de transferencia. En realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola.

Un aspecto importante que fue el punto de partida para crear las bases del concepto de automación es la retroalimentación ya que los expertos concuerdan con que **automación es: automatización más retroalimentación** (Para muchos automatización más teoría de la información).

Antes de analizar el concepto de automación es necesario conocer adecuadamente lo que se entiende por retroalimentación.

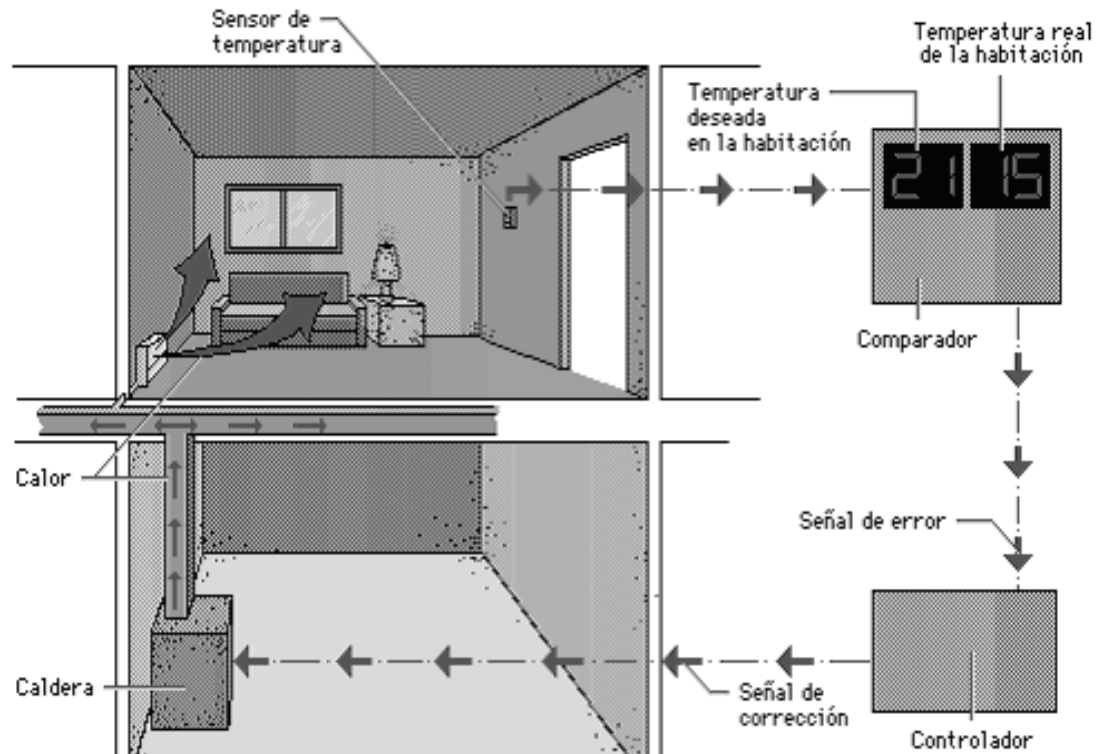
## **1.2 Automatización más retroalimentación**

Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de retroalimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de auto corrección. Un ciclo o bucle de retroalimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, un tamaño o una velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable.

El principio de retroalimentación se utiliza desde hace varios siglos. Un notable ejemplo es el regulador de bolas inventado en 1788 por el ingeniero escocés James Watt para controlar la velocidad de la máquina de vapor. El conocido termostato doméstico es otro ejemplo de dispositivo de retroalimentación.



**Figura 1. Termostato doméstico**



**Fuente:** Azcapotzalco. Pagina de Internet, <http://zeus.uam.mx/labre/serv02.htm>

En la fabricación y en la producción, los ciclos de retroalimentación requieren la determinación de límites aceptables para que el proceso pueda efectuarse; que estas características físicas sean medidas y comparadas con el conjunto de límites, y que el sistema de retroalimentación sea capaz de corregir el proceso para que los elementos medidos cumplan la norma. Mediante los dispositivos de retroalimentación las máquinas pueden ponerse en marcha, pararse, acelerar, disminuir su velocidad, contar, inspeccionar, comprobar, comparar y medir. Estas operaciones suelen aplicarse a una amplia variedad de operaciones de producción, por ejemplo el fresado, el embotellado y el refinado. Ahora que conocemos el concepto de retroalimentación estamos listos para definir lo que es automatización.

Automación es un conjunto de técnicas por medio de las cuales se construyen sistemas activos, capaces de actuar con una eficacia óptima con el uso de informaciones recibidas del medio sobre el que actúan (es decir, con retroalimentación). Un sistema de este tipo utiliza sensores (perfecta analogía con los sentidos del cuerpo humano) para recibir la información del exterior; de esta forma la procesa y realiza las tareas especificadas.

### **1.3 Modelo de automatización actual**

En un sistema de automatización desde la perspectiva de sistemas se trabaja con tres niveles, físico, enlace y control de decisión. La integración de estos tres niveles caracteriza a una automatización completa, y con ello se logra una auto adaptación en condiciones diferentes.

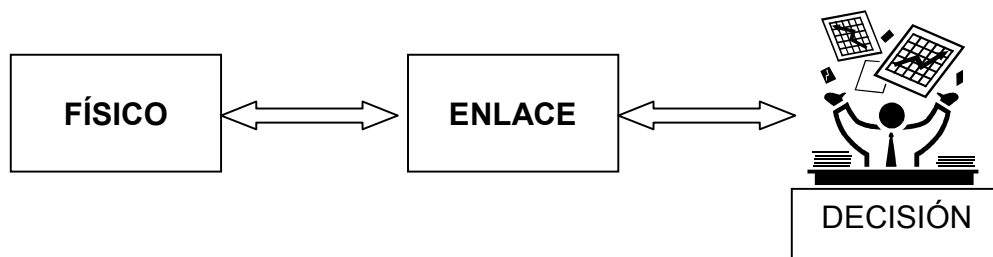
La forma en que funciona cada nivel es la siguiente:

**Físico**, aquí se encuentran todos los dispositivos de *hardware*, los cuales deben cumplir con la característica de establecer relaciones entre subsistemas diferentes y heterogéneos. Tales dispositivos dirigen su atención a variables de entrada y a los instrumentos de salida (Interacción con el ambiente externo).

**Enlace**, nivel en el cual se involucra el software con papeles de interfaz, siendo el medio por el cual el nivel de decisión ve materializadas sus acciones. Normalmente, estas son aplicaciones que interactúan con los dispositivos físicos y tienen acceso a los datos de dichos dispositivos.

**Decisión**, este concepto va ligado ampliamente con la información que fluye entre los distintos componentes los cuales se retroalimentan, de señales de entrada. Este nivel es el encargado del buen funcionamiento de los niveles anteriores (físico y enlace) ya que es el encargado de decidir cuándo y cómo se ejecutan las acciones.

**Figura 2. El modelo de automatización**



## 1.4 Áreas involucradas en la automatización

### 1.4.1 Empleo

La automatización ha contribuido en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados. También ha permitido incrementar la producción y reducir los costes, poniendo automóviles, refrigeradores, televisiones, teléfonos y otros productos al alcance de más gente.

Sin embargo, no todos los resultados de la automatización han sido positivos. Algunos observadores argumentan que la automatización ha llevado al exceso de producción y al derroche, que ha provocado la alienación del trabajador y que ha generado desempleo. De todos estos temas, el que mayor atención ha recibido es la relación entre la automatización y el paro. Ciertos economistas defienden que la automatización ha tenido un efecto mínimo, o

ninguno, sobre el desempleo. Sostienen que los trabajadores son desplazados, y no cesados, y que, por lo general, son contratados para otras tareas dentro de la misma empresa, o bien en el mismo trabajo en otra empresa que todavía no se ha automatizado.

Hay quienes sostienen que la automatización genera más puestos de trabajo de los que elimina. Señalan que aunque algunos trabajadores pueden quedar en el paro, la industria que produce la maquinaria automatizada genera más trabajos que los eliminados. Para sostener este argumento suele citarse como ejemplo la industria informática. Los ejecutivos de las empresas suelen coincidir en que aunque las computadoras han sustituido a muchos trabajadores, el propio sector ha generado más empleos en fabricación, venta y mantenimiento de ordenadores que los que ha eliminado el dispositivo.

Por el otro lado, hay líderes sindicales y economistas que afirman que la automatización genera paro y que, si no se controla, llevará a la creación de un vasto ejército de desempleados. Sostienen que el crecimiento de los puestos de trabajo generados por la administración pública y en los sectores de servicio han absorbido a quienes han quedado desempleados como consecuencia de la automatización, y que en cuanto dichos sectores se saturen o se reduzcan los programas gubernamentales se conocerá la auténtica relación entre la automatización y el desempleo.

#### **1.4.2 Informática**

El advenimiento del ordenador o computadora ha facilitado enormemente el uso de ciclos de retroalimentación en los procesos de fabricación. En combinación, las computadoras y los ciclos de retroalimentación han permitido el desarrollo de máquinas controladas numéricamente y centros de maquinado

(máquinas herramientas que pueden realizar varias operaciones de maquinado diferentes).

Otro avance que ha permitido ampliar el uso de la automatización es el de los sistemas de fabricación flexibles (FMS). Los FMS han llevado la automatización a las empresas cuyos bajos volúmenes de producción no justificaban una automatización plena. Se emplea una computadora para supervisar y dirigir todo el funcionamiento de la fábrica, desde la programación de cada fase de la producción hasta el seguimiento de los niveles de inventario y de utilización de herramientas.

### **1.4.3 Cibernética**

La cibernética se desarrolló como investigación de las técnicas por las cuales la información se transforma en la actuación deseada. Esta ciencia surgió de los problemas planteados durante la II Guerra Mundial al desarrollar los denominados cerebros electrónicos y los mecanismos de control automático para los equipos militares como los visores de bombardeo.

Esta ciencia contempla de igual forma los sistemas de comunicación y control de los organismos vivos que los de las máquinas. Para obtener la respuesta deseada en un organismo humano o en un dispositivo mecánico, habrá que proporcionarle, como guía para acciones futuras, la información relativa a los resultados reales de la acción prevista. En el cuerpo humano, el cerebro y el sistema nervioso coordinan dicha información, que sirve para determinar una futura línea de conducta; los mecanismos de control y de autocorrección en las máquinas sirven para lo mismo. Por tal razón la cibernética cumple con el concepto de retroalimentación el cual constituye el concepto fundamental de la automatización.

#### **1.4.4 Industria**

Muchas industrias están muy automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones, y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente. También los ferrocarriles están controlados por dispositivos de señalización automáticos, que disponen de sensores para detectar los convoyes que atraviesan determinado punto. De esta manera siempre puede mantenerse un control sobre el movimiento y ubicación de los trenes.

No todas las industrias requieren el mismo grado de automatización. La agricultura, las ventas y algunos sectores de servicios son difíciles de automatizar. Es posible que la agricultura llegue a estar más mecanizada, sobre todo en el procesamiento y envasado de productos alimenticios. Sin embargo, en muchos sectores de servicios, como los supermercados, las cajas pueden llegar a automatizarse, pero sigue siendo necesario reponer manualmente los productos en las estanterías.

Cada una de estas industrias utiliza máquinas automatizadas en la totalidad o en parte de sus procesos de fabricación. Como resultado, cada sector tiene un concepto de automatización adaptado a sus necesidades específicas. En casi todas las fases del comercio pueden hallarse más ejemplos. La propagación de la automatización y su influencia sobre la vida cotidiana constituye la base de la preocupación expresada por muchos acerca de las consecuencias de la automatización sobre la sociedad y el individuo.

Con el proceso de automatización nace el uso de controladores de procesos los cuales tiene como misión el control y monitoreo de cada una de las actividades realizadas por las organizaciones industriales, continuemos este capítulo con el estudio de dichos controladores.

### **1.5 Controladores Lógicos Programables (PLC)**

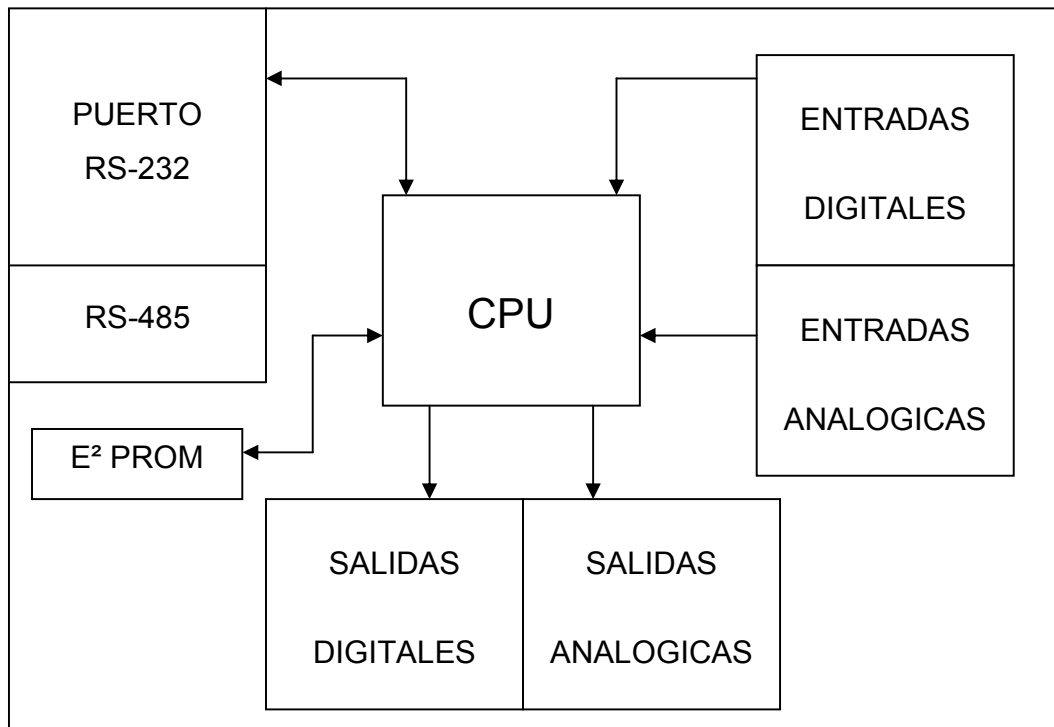
Un PLC es una caja negra que posee un número de entradas y salidas, que se activan de acuerdo con los estados de las entradas en función de un algoritmo de control almacenado en la memoria del aparato. Está diseñada de tal forma que puede controlar en tiempo real y tiene la característica de controlar los procesos en forma secuencial.

### **1.6 Especificaciones técnicas**

El PLC interactúa con los datos que recolecta por acciones externas al PLC los datos son recolectados por un conjunto de elementos denominados captadores. Estos se procesan y generan una serie de órdenes que se transmiten a la máquina o proceso a través de los actuadores.

En un PLC, las instrucciones se almacenan en una memoria conocida como “memoria de programa” de la cual se van accediendo una tras otra las instrucciones. Una vez finalizada la lectura del programa, se desarrolla la actualización de los estados de las salidas, transfiriendo a estas los resultados obtenidos en las evaluaciones de las instrucciones; este proceso se repite infinitamente hasta que se apague o se reinicie el PLC.

**Figura 3. Diagrama a bloques de un PLC**



### **1.6.1 Arquitectura de un PLC**

Como toda máquina electrónica digital programable el PLC tiene una arquitectura definida constituida básicamente por las siguientes partes:

- Unidad Central de Procesos (CPU)
- Sistema de entradas / salidas

Con estos dos elementos el PLC se considera un equipo operativo, pero existen otros componentes periféricos, los cuales son:

- Fuente de alimentación
- Unidad de programación



- Unidades de dialogo y de *Test* (Existen por medio del *software*)
- Impresoras
- Visualizadores
- Terminales

## **1.7 Programación del PLC**

Básicamente el lenguaje general y más utilizado con PLC es el lenguaje de escalera (*ladder*). Existen varias formas de diseñar un diagrama lógico de escalera, se plantean las siguientes sugerencias para realizar dichos diagramas.

1. Analizar el sistema y realizar una representación del mismo.
2. Determinar la secuencia de operaciones.
3. Dibujar el diagrama lógico de escalera.

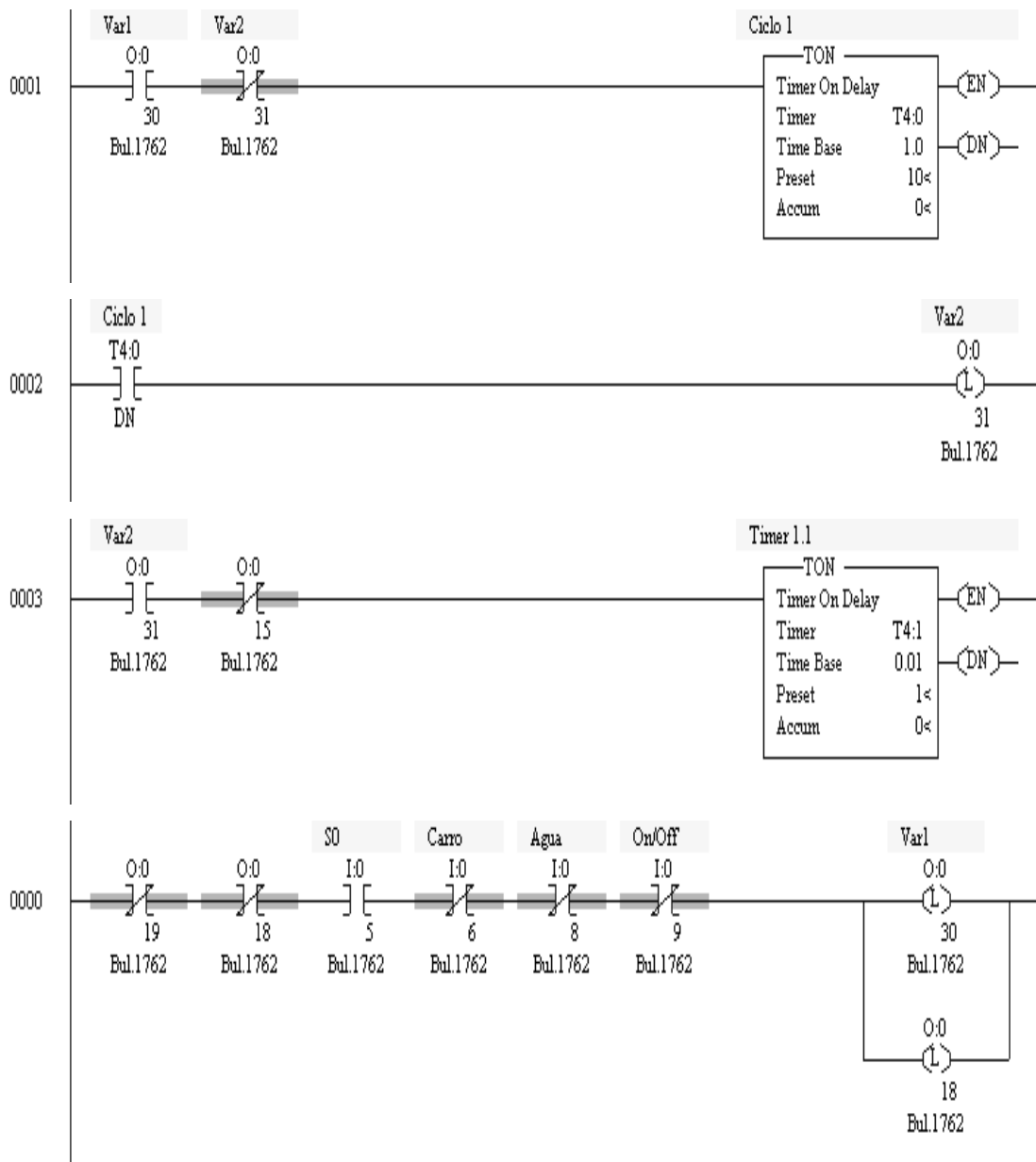
### **1.7.1 Diagrama de escalera**

Un diagrama de escalera consta de dos líneas verticales llamadas barras de bus o carriles de energía, y líneas horizontales, llamadas escalones o líneas lógicas. Los escalones contienen uno a varios contactos normalmente abiertos y contactos normalmente cerrados.

Los escalones horizontales son llamados algunas veces líneas de bifurcación. Estas líneas de bifurcación pueden ser un escalón singular o pueden utilizarse en la conexión “*OR*” como escalones paralelos o pueden formar bloques intermedios de circuitos “*OR*” cuando es necesario.

Cuando es verdadero lógicamente, estos circuitos permiten a la instrucción de salida a la derecha determinando cuándo y cómo se ejecutan tales instrucciones.

**Figura 4. Ejemplo de un diagrama escalera**



Entre las posibilidades que ofrece el diagrama de escalera se tiene los siguientes dispositivos lógicos:

- Entradas.
- Salidas.
- *Relay*.
- *Timer*.
- Contadores.
- Comparadores.
- *Latch*.

Ahora en la actualidad los PLC han evolucionado considerablemente y las facilidades que proporcionan son enormes; todo esto será caso de estudio en los siguientes capítulos.

## 2. AUTOMACIÓN DE LA INFORMACIÓN

### Teoría de la información

La transmisión de datos no es tan rápida como quisiéramos, los dispositivos de almacenamiento no tienen capacidad ilimitada, las cantidades muy grandes de datos son poco manejables. Lo que menos deseamos es que la mitad de los datos que recibimos, encima, no sirvan para nada. Sería interesante reducir la cantidad de datos, pero sin perder *información*.

La teoría de la información nos muestra, entre otras cosas, el camino a seguir para determinar la cantidad de información útil de unos datos y para comprimir la información de manera que los datos se representen de una manera eficiente. Uno de los aspectos importantes en la teoría de la información es la codificación que es la forma en que las computadoras entienden y transmiten la información es decir en forma de códigos que son interpretados por las máquinas.

El problema de la codificación puede aparecer como una cuestión trivial; nada más lejos de la realidad. Cuando se habla de computadoras como máquinas capaces de tratar automáticamente la información (realmente lo que manipulan son representaciones simbólicas de dicha información), se está haciendo referencia a multitud de posibles procesamientos, entre los que se pueden indicar:

- **Adquisición automática de información**, lo que implica su traducción o codificación a fin de lograr una representación de dicha información en el interior de la computadora.

- **Procesamiento automático de la información**, que es en principio el objetivo buscado para la construcción de las computadoras.
- **Almacenamiento de la información**, ya que quizás la información introducida y/o procesada no es requerida en el mismo instante en el que ya se encuentra disponible después de su tratamiento.
- **Transferencia automática de la información**, permitiendo así la comunicación de dicha información entre distintos sistemas de computación o seres humanos.
- **Representación** de la información transferida y/o procesada en un formato inteligible o útil para el ser humano u otra máquina.

Llegado este punto, introducir el concepto de **código** es inmediato, ya que no es más que el establecimiento de una correspondencia entre la información por representar y el conjunto de símbolos que la representen.

El siguiente paso es unir los conceptos de fuente de información con el de código, con lo que se obtendrá un modelo que proporciona a su salida información ya codificada, es decir, lista para ser transformada y/o transferida por una computadora. En este punto entra en juego un parámetro muy importante en el mundo real: el **coste** y la **eficiencia económica**. Así, se pueden indicar las siguientes consideraciones:

- Conviene utilizar códigos que sean eficientes en cuanto al coste de transmisión; para transmitir un mensaje se debería utilizar su representación codificada de la manera más breve.
- Conviene utilizar códigos que permitan almacenar la información utilizando el menor espacio posible.

- También es muy importante la creación de códigos seguros, es decir, que mantengan la información del mensaje original accesible sólo a aquellos usuarios autorizados.

### 2.1.1 Fuentes de información

Una fuente de información es un elemento que entrega información, como pueden ser una persona hablando, una computadora entregando datos. La visión de la persona hablando (por ejemplo), nos puede servir para ver los elementos más importantes en la emisión de la información. La información viaja sobre la voz de la persona (como una onda de presión). La voz es lo que llamamos señal, que es el soporte de la información. Pero es el hombre quien emite la voz, y es el hombre la verdadera *fente de información*.

Esto se puede formalizar con unas definiciones más rigurosas. Una **fente de información** es un elemento que entrega una señal, y una **señal** es una *función* de una o más *variables* que contiene información acerca de la naturaleza o comportamiento de algún fenómeno. Es decir, vamos a considerar señal tanto al fenómeno físico que transporta la información como a la función matemática que representa a ese fenómeno.

Las fuentes de información se clasifican basándose en el tipo de señal que entregan. Se pueden clasificar, *según el tipo de variable independiente* (tiempo) en:

- **Fuentes de tiempo continuo:** la función está definida para cualquier valor de la variable independiente.
- **Fuentes de tiempo discreto:** la función sólo está definida para un conjunto contable de instantes de tiempo.

Pero se pueden clasificar también *según el rango de valores* que cubren las señales. En este caso los tipos de fuentes de información serán:

- **Fuentes continuas o de amplitud continua:** el valor de la función toma un rango continuo de valores.
- **Fuentes discretas o de amplitud discreta:** el valor de la función sólo toma un conjunto finito de valores. A cada uno de estos valores lo llamamos *símbolo*. El conjunto de todos los símbolos se suele llamar *alfabeto*.

Estas dos clasificaciones son ortogonales, es decir, existen fuentes continuas de tiempo continuo, fuentes continuas de tiempo discreto, fuentes discretas de tiempo continuo y fuentes discretas de tiempo discreto. Aunque en la práctica sólo se encuentran dos tipos: las llamadas fuentes analógicas, que son fuentes continuas de tiempo continuo; y las llamadas fuentes digitales, que son fuentes discretas de tiempo discreto.

Las fuentes digitales se suelen clasificar según la relación que tenga un símbolo con los que le preceden de la siguiente manera:

- **Fuentes sin memoria:** los símbolos son estadísticamente independientes entre sí. De esta manera, los símbolos que hayan aparecido hasta el momento no van a condicionar al símbolo presente ni a posteriores.
- **Fuentes con memoria:** la aparición de los símbolos no es estadísticamente independiente. Es decir, si han aparecido  $M-1$  símbolos, el símbolo  $M$ -ésimo está condicionado por los anteriores.

## **Retroalimentación en la TI**

Se define la realimentación (*feed-back*) como el proceso en virtud el cual al realizar una acción, con el fin de alcanzar un determinado objetivo, se realimenta las acciones previas de modo que las acciones sucesivas tendrán presente el resultado de aquellas acciones pasadas.

## **Almacenamiento de la información**

Si examinamos la naturaleza que nos rodea veremos que todo en ella es información: el código genético de los seres vivos, la estructura y propiedades de los minerales, la variación de los ciclos lunares, la fotosíntesis, etcétera. Si bien la información es algo que está intrínsecamente unido al mundo de lo conceptual, no deja de ser una construcción humana.

En el mundo actual, donde se producen cambios rápidos, la cultura necesita aprender y mejorar comportamientos y debe tener una nueva serie de propuestas que sean una promesa para el futuro. Un mundo donde la comunicación con el vecino tenga el mismo costo que la comunicación con el otro extremo del planeta, hará desaparecer las fronteras, y cambiará las relaciones entre las personas y en particular entre los profesionales.

Para almacenar la información, previamente debe ser codificada y digitalizada por medio de un programa de computadora adecuado. El sistema de codificación a seguir dependerá del tipo de información de que se trate, así como de los programas que se utilicen para su manipulación.



### 2.3.1 Entornos de almacenamiento de Información

Los almacenes de información electrónica constituyen buenas fuentes de información, por lo que cada vez son más utilizados para satisfacer estas necesidades. En este tema se estudia el funcionamiento y las ventajas de los almacenes de información electrónica más habitualmente utilizados. Estos son los discos ópticos, las bases de datos, las bibliotecas digitales e Internet.

Los discos ópticos son un tipo de soporte físico para almacenar información, las bases de datos son entornos de almacenamiento y acceso a la información que pueden guardarse, por ejemplo, en discos ópticos o accederse a través de Internet, las bibliotecas digitales son almacenes de documentos accesibles a través de Internet y, finalmente, Internet es un mecanismo de acceso, algunos de cuyos servicios (web, FTP, correo electrónico, etc.), constituyen excelentes sistemas de almacenamiento de información.

#### 2.3.1.1 Bases de datos

Podemos definir una **base de datos** como un conjunto de información estructurada que ha sido almacenada en formato digital y que se refiere a un mismo tema, por ejemplo, a una organización, una materia o un problema determinado.

Además, las bases de datos incorporan un programa que permite la gestión automatizada de la información almacenada. Este tipo de programas se denominan **Sistemas de Gestión de Bases de Datos** (SGBD) y permiten la creación, utilización y consulta de las mismas.

Las bases de datos pueden contener información en forma de texto, información numérica, imágenes, etc. y contener datos sobre personas, organizaciones o empresas, productos, libros, etc.

Cuando decimos que la información contenida en una base de datos se encuentra estructurada, queremos decir que se almacena en **registros** de datos. El registro es la unidad básica de información de la base de datos y almacena la información relacionada con cada uno de los elementos de que consta. Por ejemplo, en una base de datos bibliográfica en la que se almacena la información relativa a los artículos publicados en diversos congresos y conferencias, cada registro almacenará la información sobre un artículo.

#### **2.3.1.1.1 Tipos de bases de datos**

Desde el punto de vista del tipo de información almacenada, podemos diferenciar dos tipos básicos de bases de datos: referenciales y fuente.

Las **bases de datos referenciales** contienen información secundaria sobre los elementos que almacenan, es decir que referencian a los elementos y no los contienen.

Las **bases de datos fuente** almacenan el contenido completo de los documentos a los que se refieren o la información final a la que se va a acceder. Tienen la ventaja con respecto a las referenciales de que no se restringen a indicar cómo localizar el documento, sino que nos proporcionan su contenido completo. A su vez se distinguen tres subtipos de bases de datos fuente:

- Las **bases de datos textuales** contienen los textos completos de documentos, con la incorporación en muchos casos de recursos gráficos para la presentación de la información.
- Las **bases de datos numéricas** contienen datos estadísticos o factuales sobre alguna materia.
- Las **bases de datos multimedia** contienen documentos en los que podemos encontrar no sólo el texto, sino también sonido, imágenes fijas o en movimiento.

#### **2.3.1.2 Internet**

En una definición estricta Internet no es un sistema de almacenamiento de información, sino un mecanismo para acceder a ella e intercambiarla. Sin embargo, en último término sí que podemos decir que el conjunto de la información accesible por Internet constituye un inmenso almacén de información. El uso de los distintos servicios de Internet, tales como páginas web o repositorios FTP que nos permite la publicación y puesta a disposición de información, constituye la fuente de información más importante de la actualidad. Y no sólo eso, sino que a través de Internet podemos acceder de modo remoto a los catálogos de una gran cantidad de bibliotecas y centros de documentación, a un gran número de bases de datos de distintos tipos, a información actualizada de los mercados financieros, a las versiones electrónicas de los artículos publicados en distintas revistas, a miles de textos electrónicos incluyendo libros, legislación o informes técnicos, etc.

## ***Business intelligence***

*Business intelligence* es un término referido a un tipo de aplicaciones y tecnologías informáticas especializadas en:

- Capturar datos de negocio desde fuentes posiblemente heterogéneas.
- Depurarlos, consolidarlos, elaborarlos y almacenarlos.
- Proveer acceso a dichos datos para su análisis.

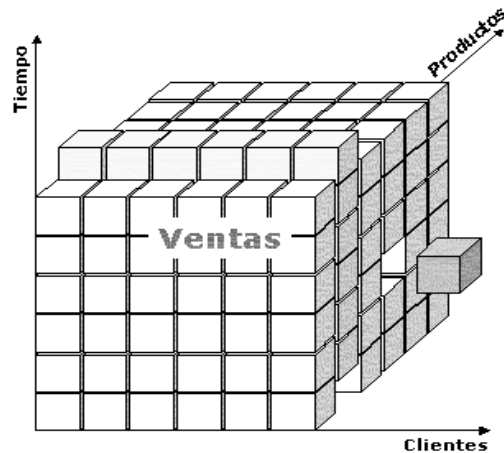
para **asistir en los procesos de toma de decisiones**.

## ***Data warehouse***

Las organizaciones de hoy reconocen y entienden el valor de contar con información adecuada para tomar decisiones de negocios. Estudios recientes han confirmado que, empresas que han incorporado una cultura sistemática de medición del desempeño obtienen un retorno sobre la inversión significativamente mayor. Los modelos organizativos actuales, basados en la delegación, y focalizados en las estrategias del negocio, hacen que las organizaciones se vertebran en torno a la información de gestión. Los ciclos de negocio cada vez más rápidos exigen una creciente calidad en las decisiones, lo que a su vez requiere información de mayor calidad y más oportuna: en “la punta de los dedos”. La esencia de las tecnologías de *business intelligence* es el *data warehouse*.

Un *data warehouse* - almacén de datos - es un sistema informático centralizado e integrado de almacenamiento de información, específicamente **orientado a la generación de informes para el análisis** por parte de usuarios finales. Su objetivo: **facilitar la toma de decisiones de gestión**.

**Figura 5. Modelo de cubos en *business intelligence***



La **información** puede obtenerse **de los distintos sistemas existentes** en cada departamento de la organización, y puede abarcar cualquier temática **sin limitación de detalle, volumen ni antigüedad.**

### ***Data mining***

Un *data warehouse* abre las puertas a las técnicas de *data mining*. Las aplicaciones de *data mining* combinan **técnicas estadísticas y de inteligencia artificial** para manipular grandes volúmenes de información y **localizar patrones y relaciones entre datos**, lo cual puede tener aplicaciones tan diversas como:

- segmentación de clientes
- detección de fraude
- predicción del comportamiento de clientes (ejemplo predecir la propensión un determinado cliente a causar baja en un futuro inmediato, o a responder bien a una campaña de *marketing*)
- etc.

Ahora que ya hemos considerado aspectos tanto de automatización actual y la teoría de la información, podemos empezar a considerar los aspectos de la automatización del futuro es decir automatización donde es involucrada tanto Internet como la comunicación celular e integración de las bases de datos tanto relacionales como multidimensionales entre otros aspectos. Esto será el centro de estudio en los posteriores capítulos.

### **3. OPLC (OPERATOR PANEL MÁS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)**

#### **3.1 Características de un OPLC**

**OPLC** significa *Operator Panel* más **PLC**, es decir que se tiene integrado un PLC y una interfaz humana (HMI) como un solo equipo. Esta nueva generación de PLC's no ciegos es lanzada al mercado en el 2000 por una empresa israelita quien tradicionalmente proveía tecnología electrónica para tanques y misiles del ejercito de su país, lo cual nos da una buena idea de la resistencia que puede ser probada en estos equipos, así como lo sofisticado de su tecnología y fabricación.

Hasta ahora, veíamos a los PLC's como equipos ciegos que requerían de un HMI, una *hand held* o elementos externos de maniobra tales como pulsadores, selectores, luces piloto, contadores y *timers*, para que los operarios pudieran interactuar con el PLC y el programa contenido en el mismo. El cambio más determinante es que todo eso puede pasar a ser historia antigua cuando se trabaja con un OPLC, ya que de la misma forma que se trabaja con las poderosas y muy costosas HMI, se puede diseñar múltiples *displays*, donde el operario puede interactuar con el PLC y manejar el sistema, maquina o edificación desde su extraordinariamente sencilla pero potente HMI ya incorporada.

El OPLC incluye un nuevo concepto de programación PLC orientado a objetos donde no es necesario conocer o memorizar previamente, como se denominaron los I/O, ya que el propio software lo hace, este *software* es el

mismo que se usa para el diseño de los *displays* de la HMI, utilizando la misma base de datos.

### **3.1.1 Características funcionales**

Los OPLC reúnen una serie de características funcionales que permiten crear un nuevo paradigma en el uso de los PLC a nivel industrial y también en las muy buscadas aplicaciones de edificaciones inteligentes. Se debe tener muy claro que se está hablando de un micro PLC, que puede hacer lo que harían PLC's más grandes, junto a una HMI, pero con diferencias de costos y tecnología incomparables.

A continuación se muestra a detalle un listado de características funcionales de los OPLC.

- Manejo de entradas y salidas discretas clásicas de todo PLC.
- Manejo de entradas de alta velocidad de hasta 10 kHz.
- Manejo de salidas de alta velocidad (solo en algunos modelos) de hasta 5 Khz.
- Instalable en el frente del Tablero en formatos estándar como el M90 que viene en formato de 1/4 DIN (96 x 96 mm)
- Reloj de tiempo real soportado por batería de litio.
- Uno o dos puertos seriales de entrada RS-232.
- Posibilidad de integrarlos en redes de hasta 63 OPLC's via CANBUS
- Drive DDE y OPC para el desarrollo de interfaces con PC's en Excel, Access o Visual Basic / C, etc.



- Maneja entradas y salidas analógicas (-10 a 10 V, 0-5 V)
- Disponible modelos con entrada para termopares.
- Expandibles hasta 64 o 128 I/O según la familia.
- Varios modelos por familia con diferentes tipos y cantidades de I/O
- Incluye 4 u 8 lazos PID por OPLC según el modelo.
- Firmware actualizable para incorporar los futuros desarrollos del fabricante a los nuevos modelos.
- Función de *Datalogger* programable para hacer hasta 1000 registros
- Series con posibilidad de configurar 2do. puerto serial a MODBUS.
- HMI con capacidades de texto y números en las familias pequeñas (M90 y M91) y con capacidades gráficas, animaciones y teclas funcionales en las familias superiores (Visión 230, 260 y 120). Posee su propia librerías de gráficos, pero es posible desarrollar propias gracias a que la pantalla gráfica es de formato libre y permite insertar imágenes desarrolladas por nosotros tipo BIT MAP (Paint).
- Acceso remoto vía MODEM externo convencional o via MODEM inalámbrico celular GSM pudiendo intercambiar mensajes en protocolo estándar SMS.

## **Especificaciones técnicas**

Ahora que ya conocemos las características tanto específicas como funcionales de los OPLC podremos considerar las especificaciones técnicas de estos.

Un OPLC está constituido básicamente de la misma manera que un PLC normal a diferencia de otras características que se podrán apreciar en la lista siguiente.

Dividiremos al OPLC en el módulo HMI y el PLC específico.

### **HMI**

- Panel de operación integrado
- *Display* LCD, de 16 caracteres iluminado.
- Teclado numérico completo de 15 teclas.
- Hasta 80 pantallas definibles por el usuario.
- Hasta 50 variables HMI, modificación de textos, números, datos, fechas, horas y valores de timers.
- Hasta 2K de texto.

### **PLC**

- 16 I/O digitales (configuración mínima).
- Entrada de alta velocidad incorporada.
- Reloj de tiempo real y calendario (con batería de mantenimiento de 7 años de duración).
- Puerto de comunicación RS232C.

- Puerto de comunicación CanBus, GSM/SMS, MODBUS, MODEM Access.
- 256 bits de memoria.
- 256 registros de memoria de 16 bits.
- 64 *timers*.

Además de las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente se tienen módulos que pueden ser agregados y que añadirán nuevas características al OPLC que los hará mucho mas robustos y más funcionales ya que de esta manera pueden soportar operaciones y conexiones mucho más grandes.

A continuación se muestran las características adicionales de los OPLC.

- Entradas digitales (pnp/npn).
- Salidas relé.
- Entradas analógicas.
- Salidas analógicas.
- Entradas PT100.

### **3.2.1 Módulo HMI**

El módulo HMI (Interfaz Humana) incorporado en el OPLC es la característica mas sobresaliente que diferencia a los PLC de los nuevos OPLC ya que inicialmente estas HMI estaban constituidas por interfaces independientes al PLC como *hand helds*, pulsadores, selectores, *timers* etc. Lo cual implicaba que el costo de un sistema con PLC fuera demasiado alto.

Con esta nueva característica es posible interactuar con el PLC sin necesidad de tener algún dispositivo extra, ya que provee salidas a pantalla las cuales pueden ser programadas por el usuario considerando variables de texto, fecha, números, etc. De la misma forma es posible programar el OPLC sin necesidad de utilizar una computadora ya que éste ofrece un teclado especial en el cual se tienen funciones asignadas y se pueden cargar a la memoria del OPLC de la misma manera como se hacía con los PLC tradicionales.

### **3.2.1.1 Panel de operación**

El panel de Operación permite cargar al OPLC instrucciones que servirán como límite en la aplicación en la que está involucrado el controlador.

De esta manera permitirá interactuar con el ambiente externo y con los resultados generados por las funciones básicas del OPLC. A continuación se muestra una lista con las funciones que se pueden realizar con el panel de operación.

- Tiempos
- Cantidades a producir
- Códigos de falla
- Códigos de producto
- Longitud de corte
- Mediciones
- Niveles

### **3.2.1.2 *Display* LCD**

La pantalla LCD permite el monitoreo de estados de entradas, salidas, *timers*, comunicaciones, entradas analógicas, contadores etc. Esto permite el análisis del estado del OPLC en sus diferentes funcionalidades sin necesidad de realizar aplicaciones extras que estén verificando y mostrando el estado de estos todo el tiempo lo cual implicaba perdida tanto en tiempo como en dinero.

### **3.2.1.3 Teclado numérico**

El teclado incluido en el OPLC permite asignación de funciones genéricas específicas de los PLC como lo son las siguientes.

- Contacto abierto
- Contacto cerrado
- Entradas
- Salidas
- *Relay*
- *Timer*
- Contadores
- Selectores

El teclado está formado por 16 teclas, a cada cual se les asigna una de las operaciones mencionadas anteriormente, de esta forma es posible programar el OPLC desde el teclado integrado al controlador.

#### **3.2.1.4 Pantallas definidas por el usuario**

El OPLC permite definir mensajes de salida los cuales son desplegados en la pantalla del controlador cuando se presenta una situación definida. Por ejemplo, supongamos que se necesita que el OPLC muestre un mensaje cuando se ha llegado a cierto nivel de llenado en un tanque subterráneo por la dificultad que provoca la verificación de lo anterior lo mejor es asignar un mensaje cuando se active la salida del sensor que detecta el nivel de llenado. De esta forma solo se modifica el mensaje y se asocia a la salida respectiva.

#### **3.2.2 Módulo PLC**

El módulo PLC es exactamente el mismo concepto que los PLC tradicionales pero al tratarse de los OPLC se tienen características y funcionamientos renovados que no se encontraban en los tradicionales PLC.

Un PLC se puede definir como una caja negra que posee un número de entradas y salidas, las cuales se activan de acuerdo con los estados de las entradas en función de un algoritmo de control almacenada en la memoria del controlador.

Los elementos que llegan a la unidad de control son recolectados por un conjunto de elementos denominados captadores; estos son procesados por la unidad central de control la cual genera una serie de órdenes que se transmiten a la cual genera una serie de órdenes que se transmiten a la máquina o proceso a través de los actuadores.

La función de los captadores consiste en recolectar y acondicionar las señales correspondientes a las variables que el sistema controla.

La función de los actuadores consiste en transformar las órdenes recibidas por la unidad de control en magnitudes físicas mediante una aportación de potencia; entre ellas se tienen: bombas, motores, irrigadores, señales ópticas, etc.

### **3.2.2.1 Entradas y salidas discretas**

El sistema de entradas y salidas de un OPLC se encuentra formado por un conjunto de módulos y estructuras de soporte cuya función principal es la de adaptar la tensión y corriente de trabajo de los captadores y actuadores a la tensión con que trabajan los circuitos electrónicos del OPLC, realiza una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de potencia, generalmente, a través de opto acopladores y proporciona el medio de identificación de esos dispositivos ante el microprocesador.

#### **3.2.2.1.1 Entradas discretas**

Son las encargadas de recolectar la información de las variables del proceso provenientes de los captadores. Las conexiones de los dispositivos de entrada de un OPLC son fácilmente identificables tanto por su pantalla LCD incorporada como por su numeración externa en el módulo correspondiente. Así también se tiene una identificación conocida como relé en donde se puede

apreciar el estado de la entrada es decir si esta activa (hay corriente), o esta desactiva (no hay corriente).

Las entradas discretas son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada que posee únicamente dos estados lógicos encendido y apagado los cuales corresponden a la presencia o ausencia de tensión respectivamente.

#### **3.2.2.1.2 Salidas discretas**

Las salidas son las encargadas de decodificar las señales procedentes del CPU, las amplifican y controlan y con esto activan los dispositivos de salida o actuadores, como irrigadores, ventiladores, motores, etc.

Existen diferentes tipos de salidas discretas, las cuales se diferencian principalmente por el tipo de dispositivo de potencia utilizado para el control, el cual determina el tipo de señal al controlar la intensidad de la misma.

Los tipos de salidas discretas se definen a continuación:

1. Salidas a base de transistores: son de baja potencia y pueden controlar únicamente señales de DC (Corriente directa).
2. Salidas a base de relevadores: por lo general, son de baja potencia y son capaces de controlar señales de AC (Corriente Alterna) y DC (Corriente Directa).



### **3.2.2.2 Reloj tiempo real y calendario**

El OPLC incluye dentro de sus dispositivos internos un *TIMER* el cual tiene como función llevar el control y avance tanto del horario como del calendario.

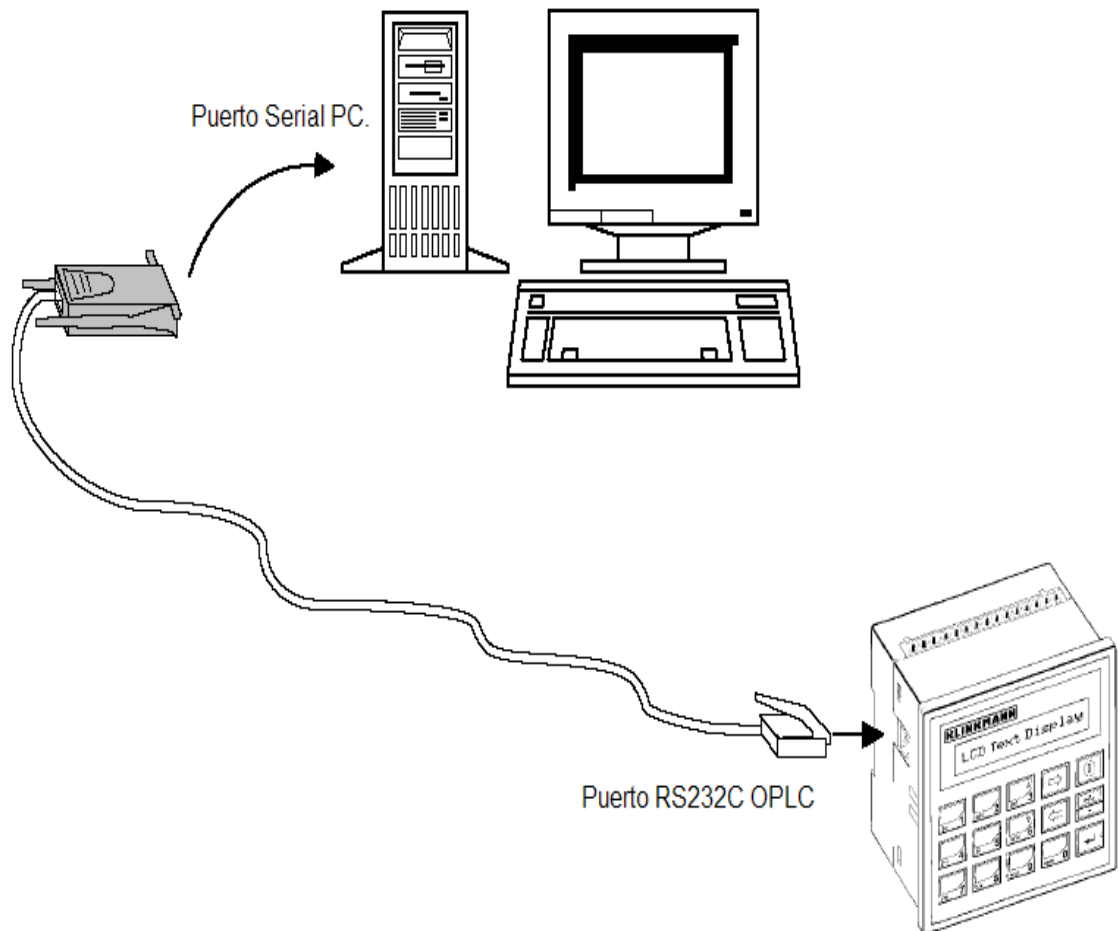
Esta función es muy útil ya que ayuda a tener un mejor control de los cambios de estado en el sistema así también se puede generar una bitácora mas completa y sincronizada lo cual no era posible considerando solo los cambios en los sensores, actuadores y salidas del controlador.

### **3.2.2.3 Puerto de comunicación RS232C**

Este puerto es el encargado de realizar la conexión e interacción con la computadora, básicamente el puerto RS232C es conectado al puerto serial de la computadora, cuando el programa del OPLC es realizado desde una computadora es por este puerto que se carga el programa al OPLC.

Supongamos que necesitamos realizar alguna aplicación en una computadora y necesitamos monitorear el estado del OPLC de igual forma la comunicación se hará por el puerto RS232C de la misma forma que se realizaba con los PLC tradicionales.

**Figura 6. Conexión OPLC – PC vía Puerto RS232C**



#### **3.2.2.4 CanBus, GSM/SMS**

El OPLC ofrece una mejor comunicación con los dispositivos y tecnologías de punta, es posible interconectar OPLC's en red, como también la posibilidad de unirse a la cobertura celular por medio de la *GSM Network*, de esta manera la robustez y el monitoreo de los sistemas de automatización incrementan considerablemente y la disponibilidad de estos es incomparable.

### 3.2.2.4.1 CanBus

El puerto CanBus permite interconectar varios OPLC en red lo cual da como resultado varios OPLC trabajando como uno solo, es decir, comparte módulos de entrada, módulos de salida y la memoria lo cual permitirá manejar aplicaciones con un gran número de dispositivos que involucran la utilización de mayor número de recursos por parte del OPLC.

**Figura 7. Vista Lateral conexión CANBus**

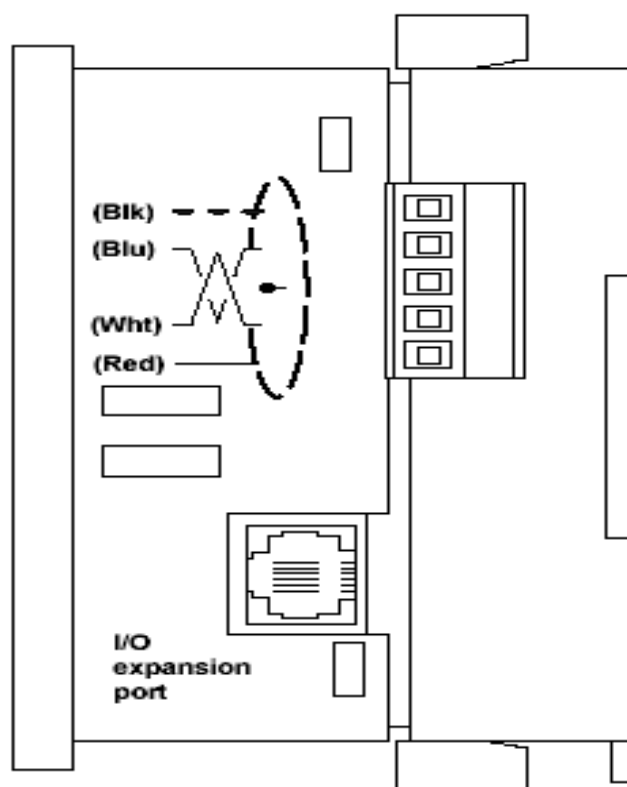
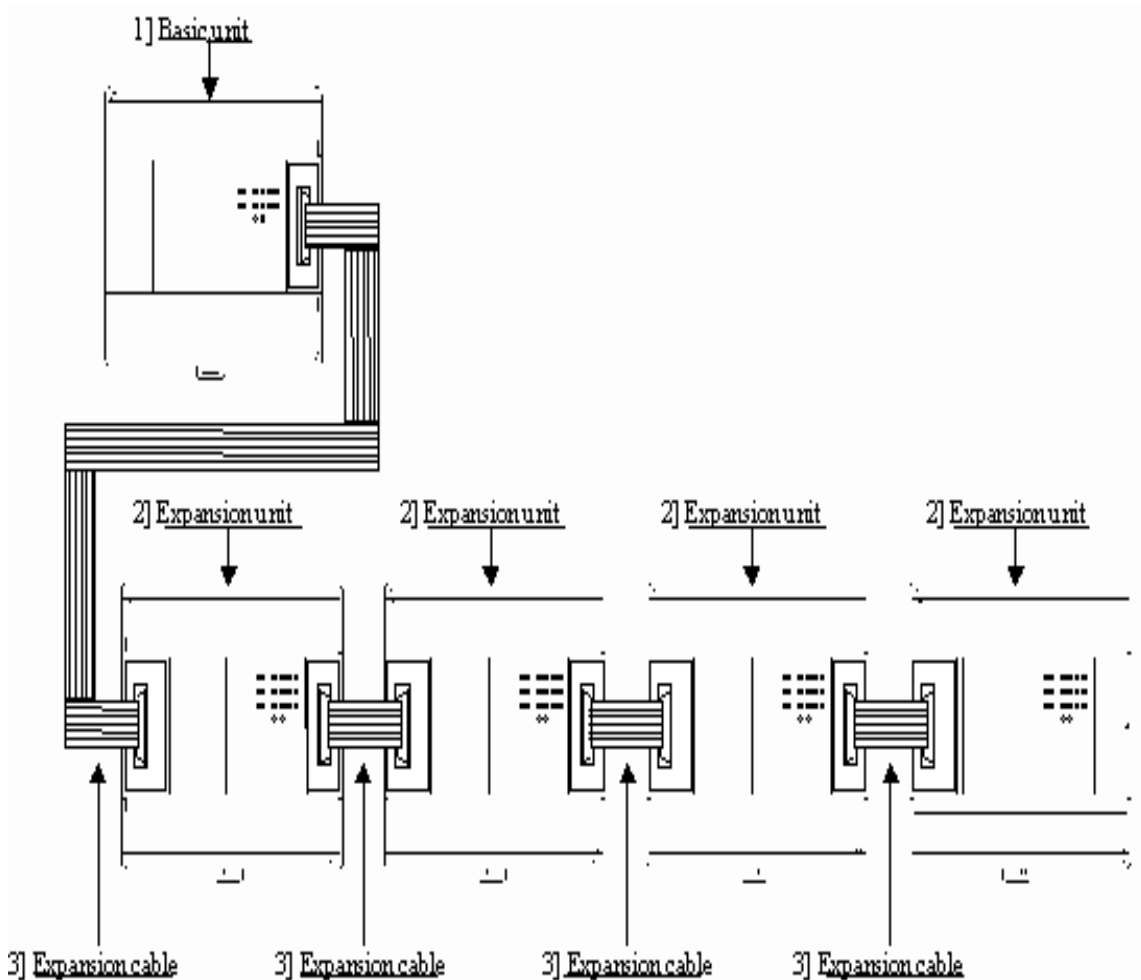


Figura 8. Interconexión de varios OPLC en red por CanBus



En la figura 8 se muestra la interconexión de varios OPLC's en red por medio de CanBus el módulo 1 denominado "*Basic Unit*" es el PLC principal en la red o el PLC donde inicia la red ya que se debe considerar que todos trabajaran como uno solo, en el siguiente módulo 2 denominados "*Expansion Unit*" son los OPLC's que se conectan al *Basic Unit* para formar la red de OPLC's. El *expansion cable* es un cable serial que interconecta los OPLC's.

La red CAN Bus usa un cable convencional de cuatro conductores, que va de terminal en terminal CAN Bus, con una longitud máxima de 1000 metros (en total) sin necesidad de amplificadores, conectores especiales, ni nada particular o extra.

Con la Red CAN Bus podemos conectar hasta 63 OPLC's, e intercambiar datos entre todos ellos, sin importar que sean de diferentes modelos, e incluso diferentes familias de OPLC lo cual era bastante complicado con los tradicionales PLC incluso cuando se trataba del mismo modelo de PLC.

Se pueden tener 63 equipos, cada uno con bases de datos de 64 o 128 I/O, que nos pueden generar una red de supervisión y control de más de 4000 variables, solo tenemos que conectar 4 cables, darle una dirección a cada OPLC del 1 al 63, además puedo tomar valores de más de 1000 registros internos de cada uno de los OPLC's, lo cual nos lleva a la posibilidad de hablar en tiempo real de mas de 63.000 variables disponibles para cualquiera de los 63 equipos de la red.

#### **3.2.2.4.2 GSM/SMS**

Imaginemos que recibimos una llamada en nuestro teléfono de casa o celular una madrugada o un fin de semana diciéndonos que determinada máquina se detuvo y nadie más que nosotros sabremos que hacer para ponerla a funcionar.

Los OPLC's introducen una novedosa forma de abordar este problema, mediante la adición del accesorio opcional denominado MODEM GSM y la programación de comandos vía protocolo SMS.

Es decir, usando la red de telefonía celular GSM es posible programar la recepción y envío de ordenes y mensajes desde y para el OPLC desde cualquier lugar del mundo.

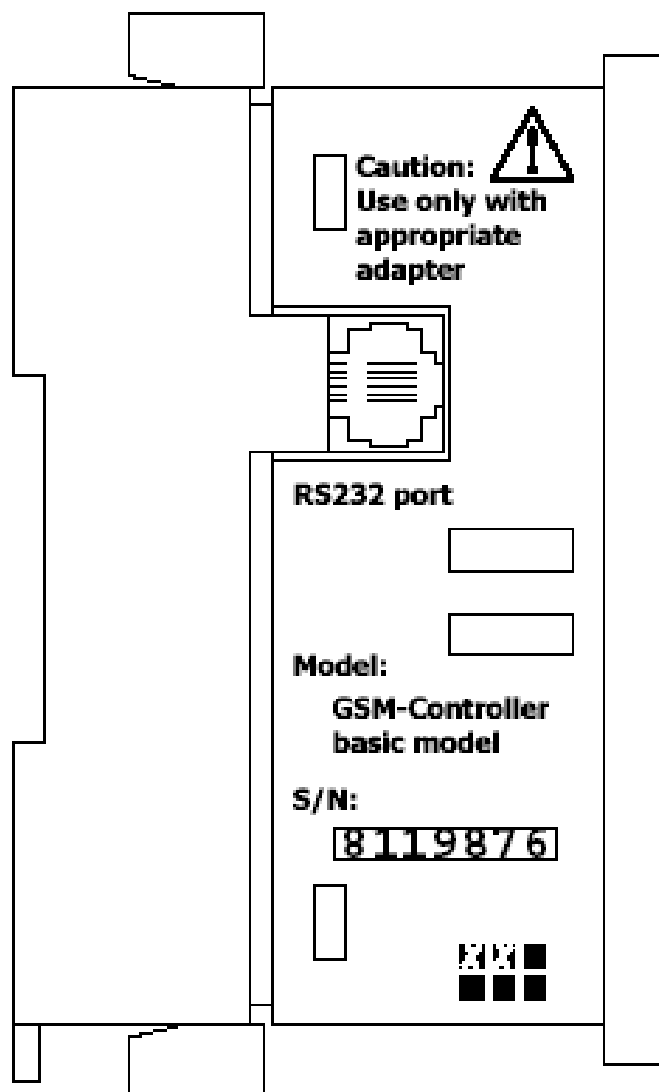
No hace falta tener redes especializadas y dedicadas, de alto costo y de arquitectura tediosa con comunicación *ON-Line* 100% del tiempo para poder manejar sistemas de OPLC's a distancia.

¿Qué hace falta para poder aprovechar esto? Los elementos necesarios son:

- a) MODEM GSM que será conectado el puerto RS-232 del OPLC
- b) Compra de línea celular GSM (SIM) para incorporárselo al MODEM GSM del proveedor de este servicio en su área.
- c) Al menos un celular GSM con línea y con sistema de mensajes de texto tipo SMS para interactuar con el OPLC.
- d) Programar en el OPLC los mensajes de I/O de mensajes de texto SMS que se relacionaran con bits y palabras del programa del OPLC.
- e) Programar en el OPLC el (los) números de teléfono GSM que tendrán acceso al OPLC y las claves de acceso que estos usuarios deberán marcar para entrar al OPLC a ejercer alguna acción de control remota.

Con esto podemos desarrollar acciones remotas de control como: *start/stop*, *reset*, cambio de *set-points*, cambios de valores de alarma, etc. y desde el punto de vista de información se puede obtener el valor de cualquier variable de la base de datos del OPLC y presentarla en la pantalla del celular como información muy valiosa para el usuario.

**Figura 9. Controlador GSM vista Lateral – Puerto RS232**



### 3.2.2.5 Memoria

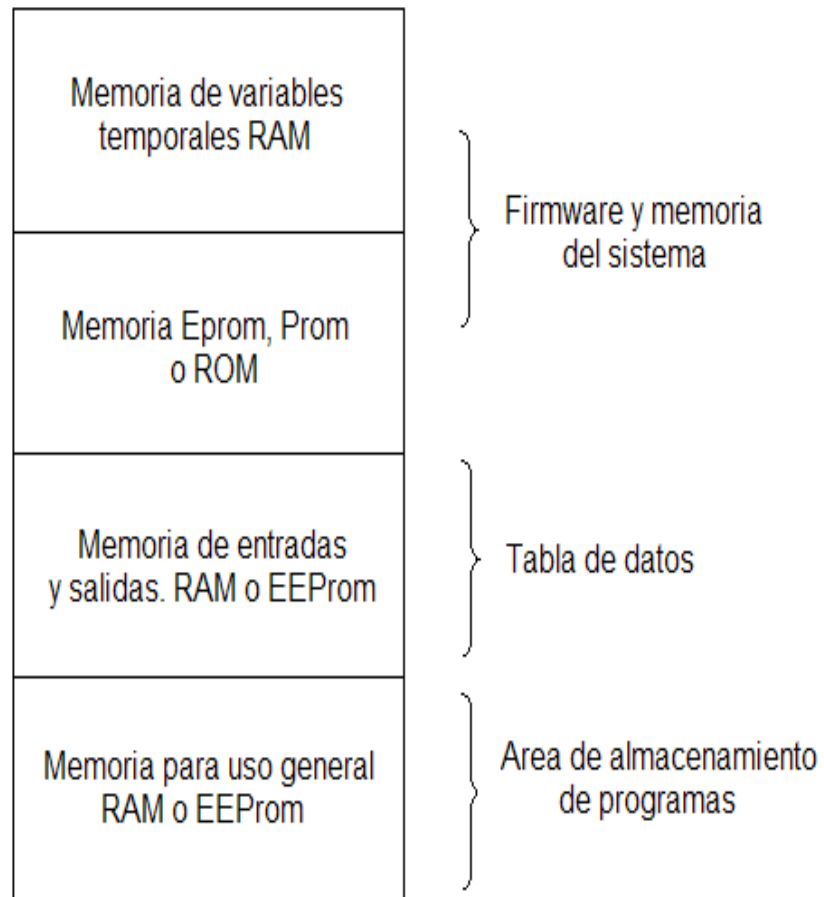
La memoria del OPLC es el dispositivo que permite almacenar la información en forma de bits. Aquí es donde se almacenan los valores de las entradas, salidas, *timers*, contadores, secuenciadores, etc.

Existen diferentes tipos de memorias con características particulares.

1. RAM: memoria de acceso aleatorio o de lectura / escritura, permite realizar los procesos de lectura y escritura por medio de señales eléctricas, pero la información almacenada desaparece al perderse la alimentación de corriente eléctrica.
2. ROM: memoria de solo lectura, los datos son grabados en el momento de fabricación y su contenido es permanente; es decir, la información se mantiene durante una falla de alimentación de energía.
3. PROM: memoria programable de solo lectura, del tipo permanente, los datos pueden ser grabados en forma eléctrica una sola vez, luego es imposible su modificación.
4. EPROM: memoria borrable y eléctricamente programable, permite grabar la información eléctricamente y puede ser borrada a través de la exposición a los rayos ultravioleta, ante una falla en la alimentación de energía la información no se pierde.
5. E<sup>2</sup>PROM: memoria del tipo permanente la cual permite el borrado y grabado de la información de forma eléctrica, su velocidad de acceso es mucho menor en el caso de la memoria RAM.



**Figura 10. Memoria del OPLC**



**Fuente:** Mazariegos, Jorge Armin. Automación industrial con PLC un enfoque sistémico. Pag. 35

En este momento ya conocemos tanto la funcionalidad como las características principales de un OPLC en el capítulo 4 representa con profundidad las conexiones en red, Internet y la cobertura celular GSM utilizando el protocolo SMS.

## **4. CONEXIONES DE RED Y COMUNICACIÓN CELULAR CON OPLC'S**

### **Control en tiempo real con OPLC**

Uno de los aspectos más importantes en la automatización es el control en tiempo real, es decir, que las actividades dentro de la planta o en la oficina se hagan cuando realmente sea necesario y en el tiempo en que se debe hacer. Una de las maneras de lograr esto, es haciendo que de manera automática no se despilfarre el uso de los servicios de la planta, como el agua del acueducto, aguas tratadas o de enfriamiento, gas, electricidad etc.

En otras oportunidades cuando por condiciones naturales, o por períodos de recesión, en las plantas no se trabaja 365 días al año, ni 24 horas al día, había muchos equipos dentro y fuera de ella, que debían ser atendidos en cuanto a su encendido y apagado para optimizar el uso de los servicios y por ende de los recursos. En muchas plantas es el vigilante o el conserje al que se le delega esta actividad, lo cual raya en el límite de la irresponsabilidad y no de quien ejecuta la acción, sino del que la delega.

En este terreno, los OPLC's son increíblemente útiles, ya que todos sus modelos poseen reloj de tiempo real con interfaz a la PC de programación, permitiéndole seleccionar horas, minutos, segundos, día de la semana, del mes, mes del año y año, para activar y desactivar equipos. Podemos crear para varias maquinarias, sistemas y controles, rutinas muy simples pero

PODEROSAS, que generan DINERO en buena cantidad para nuestra empresa, por efecto de ahorros en el uso de los servicios.

### ***Drive DDE (Dynamic Data Exchange)***

DDE significa *Dynamic Data Exchange* (Intercambio dinámico de datos), es un protocolo cliente / servidor para enviar mensajes de Windows y por lo tanto es asíncrono, nos permite de una manera rápida y directa crear una interfaz entre el OPLC y la computadora puede ser realizada con múltiples herramientas, pero hay que tomar en cuenta que está pensado y estructurado para herramientas Windows como Office, lenguajes de programación como Visual Basic, Visual C, para la creación de aplicaciones cada vez más sofisticadas y con esto se pueden generar soluciones a la medida de los usuarios con un poco de trabajo de programación.

A diferencia de los PLC tradicionales en donde el DDE tenía que ser programado o adquirido con costos elevados los OPLC ya tienen integrado su propio *drive* DDE listo para utilizarlo sin tener que realizar complejos componentes que conforman el *Drive* DDE.

La idea del *drive* DDE es poder interactuar con el OPLC desde la computadora es decir poder monitorear o cambiar algunos estados del OPLC por ejemplo Activar alguna Salida desde la PC.

Para fines de la automatización DDE, es ideal permitir que un programa monitoree a otro, debido a que ningún programa se ejecuta en el contexto de los otros así que no pueden interferir uno con otro (la comunicación en el nivel de enlace se hace con el E<sup>2</sup>PROM del OPLC).

## **Cobertura celular GSM**

GSM (*Global System for Mobile Communications*) es la tecnología de comunicación celular utilizada exitosamente a nivel mundial, ofreciendo a los usuarios una excelente experiencia tecnológica en más de 183 países donde opera.

### **4.3.1 Subsistemas en GSM**

Se pueden identificar los siguientes subsistemas dentro de GSM: la estación móvil (*movil station* o MS), el subsistema de la estación base ("*Base Station Subsystem*" o BSS), el subsistema de red (*network switching subsystem* o NSS) debe gestionar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a otro tipo de redes (como puede ser la PTSN), o a otras estaciones móviles. Además, tendríamos el centro de operaciones y mantenimiento (*operation and sevice subsystem* u OSS). Las MS, BSS y la NSS forman la parte operacional del sistema, mientras que el OSS proporciona los medios para que el operador los controle.

#### **4.3.1.1 La estación movil (MS)**

La estación móvil representa normalmente la única parte del sistema completo que el usuario ve. Existen estaciones móviles de muchos tipos como las montadas en automóviles, y los equipos portátiles, pero quizás las más desarrolladas sean las terminales de mano.

Una estación móvil además de permitir el acceso a la red a través de la interfaz de radio con funciones de procesado de señales y de radio frecuencia, debe ofrecer también una interfaz al usuario humano (un micrófono, altavoz,

display y tarjeta, para la gestión de las llamadas de voz), y/o una interfaz para otro tipo de equipos (computadora personal o máquina de fax).

Otra parte dentro de la estación móvil es el módulo de identificación del abonado (*subscriber identity module* o SIM), que es un nombre muy restrictivo para las diversas funciones que este permite. El SIM es básicamente una tarjeta, que sigue las normas ISO que contiene toda la información relacionada con el abonado almacenada en la parte del usuario de la interfaz de radio. Sus funciones, además de la capacidad de almacenar información, están relacionadas con el área de la confidencialidad.

#### **4.3.1.2 El subsistema de la estación base (BSS)**

El BSS incluye dos tipos de máquinas: el BTS (*base transceiver station* o transceptor de la estación base), en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio, el BSC (*base station controller* o controlador de la estación base), en contacto con los conmutadores del NSS.

##### **4.3.1.2.1 BTS (base *transceiver station* o transceptor de la estación base)**

Un BTS lleva los dispositivos de transmisión y recepción por radio, incluyendo las antenas, y también todo el procesamiento de señales específico a la interfaz de radio. Los BTSs se pueden considerar como complejos módems de radio, con otras pequeñas funciones. Un BTS típico de la primera generación consistía en unos pequeños armarios (de 2 m de alto y 80 cm de ancho) conteniendo todos los dispositivos electrónicos para las funciones de

transmisión y recepción. Las antenas tienen generalmente unas pocas decenas de metros, y los armarios se conectan a ellas por unos cables de conexión.

Un BTS de este tipo era capaz de mantener simultáneamente 3 ó 5 portadoras de radio, permitiendo entre 20 y 40 comunicaciones simultáneas. Actualmente, el volumen de los BTS se ha reducido mucho, esperándose un gran avance en este campo dentro de GSM.

Un componente importante del BSS, que está considerado en la arquitectura canónica de GSM como que forma parte del BTS, es la TRAU (Unidad Transcoder y Adaptadora de Velocidad). La TRAU es el equipo en el cual se lleva a cabo la codificación y decodificación de la voz (fuente), así como la adaptación de velocidades en el caso de los datos.

#### **4.3.1.2.2 BSC (*base station controller* o controlador de la estación base)**

Es el encargado de toda la gestión de la interfaz de radio a través de comandos remotos sobre el BTS y la MS, principalmente, la gestión de la localización de los canales de tráfico y de la gestión del *handover*. El BSC está conectado por un lado a varios BTSs y por otro al NSS (más específicamente a un MSC).

Un BSC es en definitiva un pequeño conmutador con una gran capacidad de cómputo. Sus funciones principales, como ya hemos dicho son la gestión de los canales de radio y de los *handovers*. Un BSC típico consiste en uno o dos armarios, y puede gestionar hasta algunas decenas de BTSs, dependiendo de su capacidad de tráfico.

El concepto de la interfaz entre el BSC y el MSC (NSS) se le conoce como interfaz A, y se introdujo al principio de la elaboración del estándar GSM. Solamente después se decidió estandarizar también la interfaz entre el BTS y el BSC, y se le llamó interfaz Abis, sin tener nada que ver con la interfaz A.

#### **4.3.1.3 Subsistema de red (NSS)**

El NSS incluye las principales funciones de conmutación en GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad. La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones. Dentro del NSS, las funciones básicas de conmutación están realizadas por el MSC (Centro de Conmutación de servicios Móviles), cuya función principal es coordinar el establecimiento de llamadas hacia y desde los usuarios GSM. El MSC tiene interfaces con el BSS por un lado (a través del cual está en contacto con los usuarios GSM), y con redes externas por el otro. La interfaz con las redes externas requiere un *gateway* para la adaptación (funciones de *interworking*), cuya función es más o menos importante dependiendo del tipo de datos y de la red a la que se accede.

#### **4.3.1.4 Centro de operaciones y mantenimiento (OSS)**

El OSS tiene varias tareas que realizar. Todas estas tareas requieren interacciones entre algunas o todas las máquinas de la infraestructura que se encuentran en el BSS o en el NSS y los miembros de los equipos de servicio de las distintas compañías comerciales.

#### **4.4 GSM-Controller**

El GSM-Controller es un micro OPLC que contiene un completo panel de operación integrado. Es un fino dispositivo para control de tareas de oficina, hogar o industria. El GSM-Controller incluye un puerto de expansión CanBus. La ventaja y característica mas importante de este OPLC es la posibilidad de conectarse a la red de telefonía celular GSM y permitir configuraciones vía celular desde cualquier parte del mundo por medio de mensajes SMS. Las especificaciones técnicas y funcionales fueron descritas en el capítulo 3.

#### **4.5 Mensajes SMS**

Los mensajes SMS son una característica de GSM basado en comunicación celular, el *GSM-controller* puede usar mensajes SMS para enviar y recibir datos desde teléfonos celulares o computadora con *software* para *GSM-controller*. Ambos estructuran el texto y las variables de datos que pueden ser comunicadas. Esta característica puede ser utilizada para transmitir datos y para un diagnóstico remoto, es decir, que desde cualquier parte del mundo se pueda tener un análisis de la planta, activar salidas etc.

Se debe conectar el *GSM-controller* al Modem GSM, algunas veces llamado módem IPCelular; se debe tomar en cuenta que otro tipo de módem no soporta la conexión a la red celular.

##### **4.5.1 Apreciación Global de SMS con GSM-Controller**

Para activar el *GSM-Controller* con Mensajes SMS se debe hacer lo siguiente:

1. Crear el directorio telefónico, el cual determinara a donde el *GSM-Controller* puede enviar mensajes SMS.



2. Crear los mensajes SMS.
3. Configurar las propiedades de los mensajes por cada mensaje SMS.
4. Configurar las características de los mensajes SMS.
5. Bajar el proyecto al GSM-*Controller*.
6. Conectar el GSM-*Controller* al modem GSM.

Luego que se hayan realizado estos procedimientos, se podrán utilizar mensajes SMS en la aplicación del OPLC.

Una vez los mensajes SMS hayan sido creados, configurados y cargados al OPLC, éste podrá recibir mensajes SMS desde teléfonos celulares.

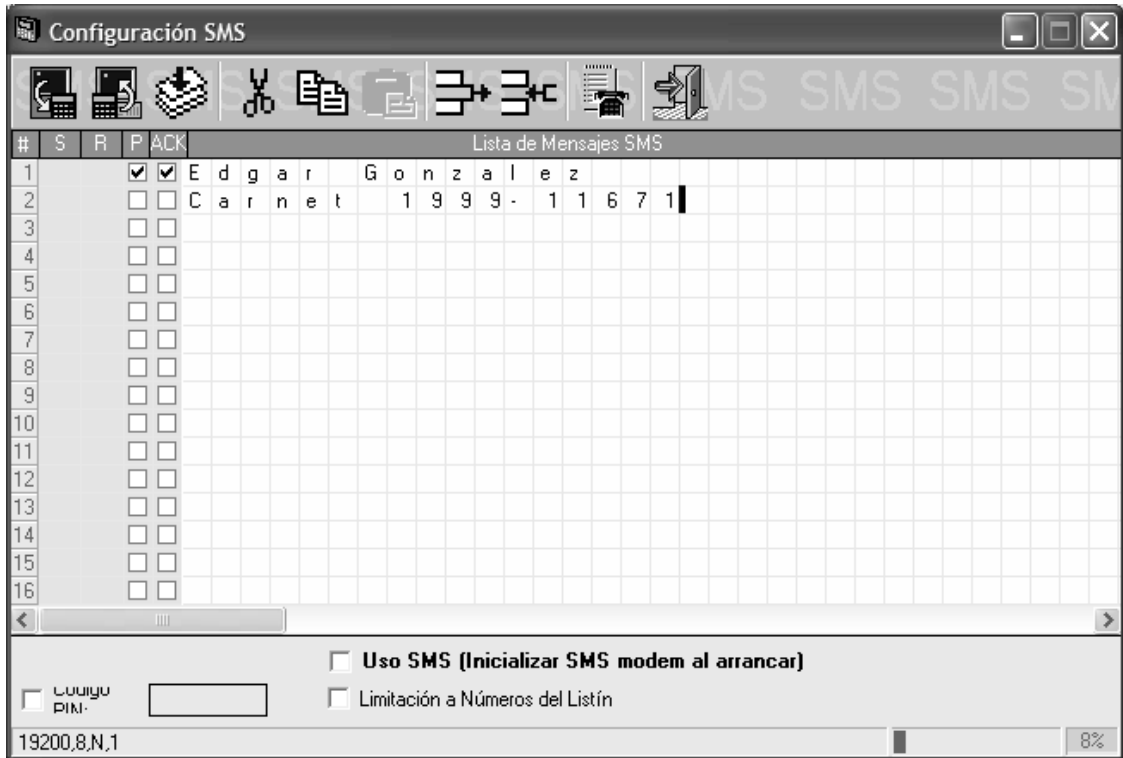
#### **4.5.1.1 Directorio telefónico SMS**

El directorio telefónico SMS es donde se definen los números de teléfonos celulares GSM o el número de módem GSM en la PC, es posible ingresar hasta 6 números telefónicos, cada número telefónico puede tener hasta 18 caracteres. Se puede agregar también una descripción para identificar quien realiza la llamada.

##### **4.5.1.1.1 Ingresando números en el Directorio Telefónico**

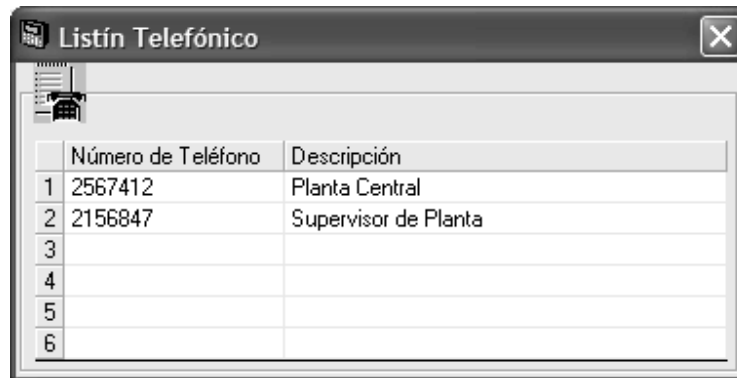
Utilizaremos el *software* para OPLC llamado Unitronics M90 para acceder al directorio telefónico seleccione el menú Controlador dentro de este la opción Configuración SMS.

Figura 11 Ventana de configuración de mensajes SMS



La figura 11 muestra la ventana en donde se puede configurar los mensajes SMS dentro del paquete Unitronics M90 en la opción directorio telefónico podrá agregar los números con los cuales tendrá comunicación el OPLC.

**Figura 12 Ventana agregar números telefónicos**



#### **4.5.2 Especificaciones para mensajes SMS**

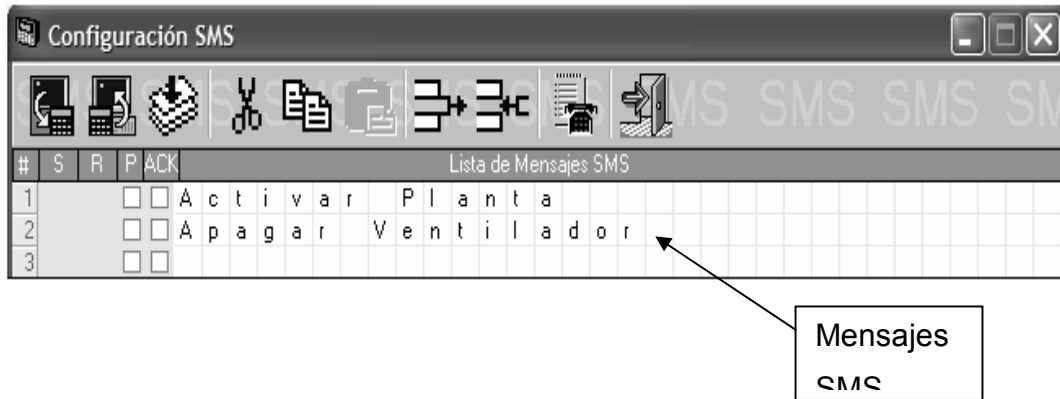
Es posible crear hasta un total de 99 mensajes SMS o un total de un 1k de capacidad de mensajes. Cada mensaje SMS puede contener hasta 140 caracteres, los mensajes SMS pueden incluir texto o variables de datos.

##### **4.5.2.1 Creando mensajes de texto SMS**

Para crear los mensajes SMS debe realizar el siguiente procedimiento.

1. Para abrir el editor SMS debe seleccionar Configuración SMS desde el menú controlador.
2. Para ingresar el texto debe colocarse en una línea en blanco y escribir el texto deseado. Se debe considerar que puede utilizar cualquier carácter o símbolo excepto números ya que estos tienen un uso específico.

**Figura 13 Área para ingresar los mensajes SMS**



#### 4.5.2.2 Concatenando variables a los mensajes SMS

Es posible concatenar hasta 9 variables enteras o listas a los mensajes SMS. Cada variable puede incluir hasta 16 caracteres. Concatenar variables a los mensajes SMS es similar a concatenar variables a un *display* HMI. Sin embargo, la variable realmente debe ser una lista.

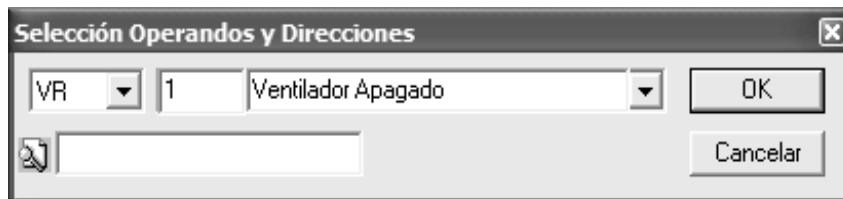
Las variables enteras pueden ser enviadas y recibidas como mensajes SMS. Las variables lista solamente pueden ser enviadas a teléfonos celulares.

Es posible crear *displays* para desplegar los valores de las variables se debe realizar el siguiente procedimiento.

1. Posicionarse con el cursor donde se desea localizar la variable texto.
2. Presione la tecla *SHIFT* mientras presiona la flecha hacia la derecha. Los cuadrados cambiarán de color cada vez que se presiona la flecha hacia la derecha. El primer cuadro desplegará el número de cuadros seleccionados.
3. Soltar la tecla *SHIFT*. Se activará la ventana de selección de operador y dirección.

4. Ingresar el número de variable y la descripción, presionar *OK*.

**Figura 14 Ventana de selección de operador y direcciones**



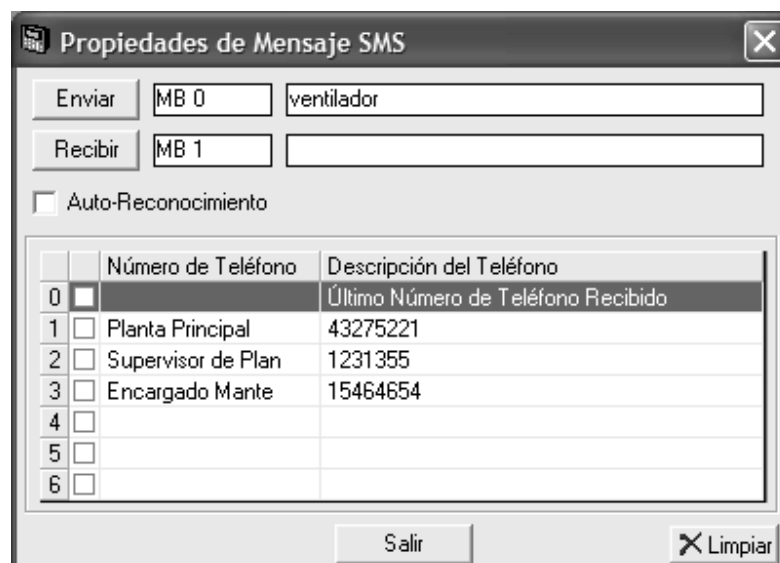
5. El mensaje SMS aparecerá ahora siempre con la variable al lado.

#### 4.5.2.3 Propiedades de los mensajes SMS

Antes de utilizar los mensajes SMS en la aplicación de automatización, se deben configurar las propiedades de estos.

1. Abra la caja de propiedades de los mensajes SMS dando un clic al inicio de la línea del mensaje.

**Figura 15 Ventana de propiedades mensajes SMS**



2. Enlace el mensaje con una variable MB (variables que tiene asociado un texto) presionando el botón enviar. Esto abrirá la ventana de selección de operador y dirección.
3. Seleccione una variable MB y presione *OK*.
4. Repita los pasos 2 y 3 para enlazar las variables MB de recepción de mensajes.
5. Enlace los números de teléfono celular seleccionando los números que desea en la parte inferior de la ventana de propiedades. Es posible seleccionar el último número telefónico recibido. Esto causará que los mensajes SMS sean enviados al origen del último mensaje SMS recibido por el *GSM-Controller*.  
Debe considerar que no es posible editar los números telefónicos mientras configura las propiedades de los mensajes SMS.
6. Cuando se haya finalizado de configurar los mensajes presionar Salir.

**Figura 16 Estado del área de mensajes al configurar las propiedades**



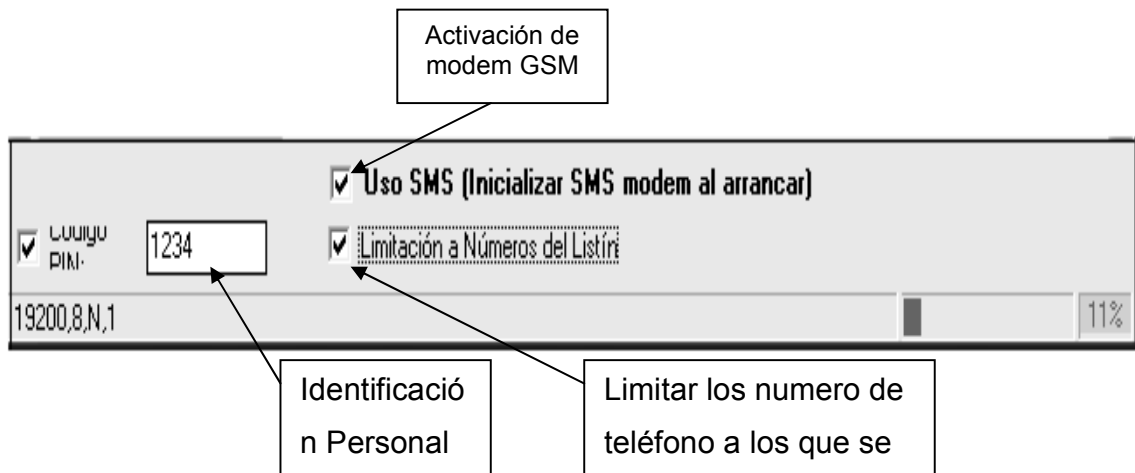
En la figura 16 se muestra el estado de un mensaje al haber configurado las propiedades. En la casilla “S” se tiene asociado la variable MB 0 para el envío de mensajes, en la Casilla “R” se tiene asociado la variable MB 1 para la recepción de mensajes y la casilla “P” nos indica que se tienen asociados números de teléfono celular para el envío de mensajes. Puede también

seleccionar la casilla “ACK” (*Acknowledge message*) el cual realizara un acuse de recibido para verificar que el mensaje a sido enviado satisfactoriamente.

#### 4.5.2.4 Configurar características de los mensajes SMS

En el orden en que se usan las características de los mensajes SMS, usted debe conectar el módem GSM al *GSM-Controller*. Para activar el *GSM-Controller* para usar el módem GSM debe seleccionar “Uso SMS (Iniciar SMS módem al arrancar)”, esto causara que el *GSM-Controller* inicialice el modem GSM al encender el OPLC.

**Figura 17 Opciones de configuración de mensajes SMS**



Además de configurar el módem también puede limitar los números telefónicos para recibir solamente de los números que estén ingresados en el directorio SMS.

#### 4.5.2.5 Utilización de mensajes SMS en la aplicación

Para que el *GSM-Controller* envíe un mensaje, se debe usar una variable *Send MB* para enlazar el mensaje. En la figura 16 la variable *Send MB* es la "0" (cero). Cuando el estado de MB 0 esta en "ON" en la aplicación, ese mensaje será enviado. El estado de MB 0 cambiara automáticamente a "OFF" después que el mensaje haya sido enviado.

La variable de recepción es *Receive MB* 1. cuando este mensaje es recibido por el *GSM-Controller*, el estado de MB 1 cambiara a "ON". El cambio de estado de MB 1 a "OFF" se debe hacer manualmente en la aplicación en el orden en el que se registre el siguiente mensaje recibido.

**Figura 18 Envío de mensajes SMS**





#### 4.5.2.6 Envío de mensajes desde celulares GSM o desde PC

Para enviar mensajes desde celulares GSM se debe:

1. Escribir y bajar los mensajes SMS al *GSM-controller* como se describió en el punto “**Creando mensajes de texto SMS**”.
2. Escribir el mensaje SMS en el teléfono celular.
3. Enviar el mensaje al modem GSM del *GSM-controller*.

Es importante especificar que solamente puede enviar mensajes que hayan sido cargados en el *GSM-controller* ya que solamente estos mensajes podrán ser interpretados. Si el *GSM-controller* es configurado con límite de números telefónicos, los mensajes no llegaran al *GSM-controller* si el número desde donde se envía no esta incluido en el directorio SMS del *GSM-Controller*.

##### 4.5.2.6.1 Escribiendo mensajes en teléfonos celulares

Cuando el mensaje se escriba desde el teléfono celular lo debe escribir utilizando el teclado del aparato, debe asegurarse de lo siguiente:

1. El texto que se escriba en el teléfono celular debe ser idéntico al configurado en *GSM-Controller* en todos sus detalles, espacios en blanco caracteres etc. Debe tomar en cuenta que tanto mayúsculas como minúsculas deben coincidir.
2. Debe separar las variables con el signo “#”, hay que tomar en cuenta que dicho símbolo no cuenta como espacio.
3. La variable del lado del *GSM-Controller* es lo suficientemente grande para soportar el valor ingresado.

Supongamos que hemos configurado un mensaje para cambiar la temperatura de una habitación. El mensaje asociado es: “Cambio de temperatura” y se le concatena la variable entera VR 0. Esta temperatura cambia respecto a la temperatura ambiente y el cambio se ve reflejado en la variable VR 0.

Supongamos que la habitación se encuentra en Guatemala y la persona encargada del mantenimiento de dicha temperatura se encuentra en Europa y se necesita un cambio urgente de temperatura a 15 grados centígrados, el cual no se realizara por las condiciones del clima. El *GSM-Controller* tiene configurado el mensaje, el modem GSM y en su directorio telefónico tiene agregado el número del encargado de mantenimiento.

Bueno bajo estas condiciones no existe ningún problema, solamente el encargado deberá enviar un mensaje desde su celular al módem GSM y la temperatura cambiara, el formato del mensaje es el siguiente:

<b>Cambio de temperatura #15#</b>
-----------------------------------

Como se puede notar, el texto es exactamente igual que el configurado en el *GSM-Controller* por lo cual será adecuadamente interpretado. La variable VR 0 cambiara por el valor que viene encerrado entre el símbolo “#” es decir ahora VR 0 tiene el valor de 15.

Para enviar el mensaje directamente el *GSM-Controller* solamente debe ingresar el número asociado al modem GSM como si se tratara exactamente de un número de teléfono celular GSM cualquiera y enviar el mensaje normalmente.

#### 4.5.2.6.2 Verificación del GSM-Controller al recibir mensajes SMS

Usted puede verificar que el GSM-Controller a recibido su mensaje activando la casilla *Acknowledge* puede hacerlo de la siguiente manera:

1. Seleccione la opción ACK (vea *propiedades de los mensajes SMS*).
2. Utilice su teléfono celular para enviar un mensaje al GSM-Controller (Como el mensaje de ejemplo enviado en el inciso anterior “**Cambio de temperatura #15#**”).
3. El GSM-Controller recibe el mensaje SMS.
4. El GSM-Controller inmediatamente retorna un mensaje a su teléfono celular, junto con el valor actual de la variable.
5. Ahora podrá ver el mensaje SMS en la pantalla de su celular, junto con los cambios en la variable.

**Cambio de temperatura 15**

Ahora el valor de la variable no esta encerrado en el símbolo “#” esto se debe a que no se está asignando un valor, más bien mostrando el valor actual que tiene la variable.

#### 4.6 Conexión de OPLC a Internet

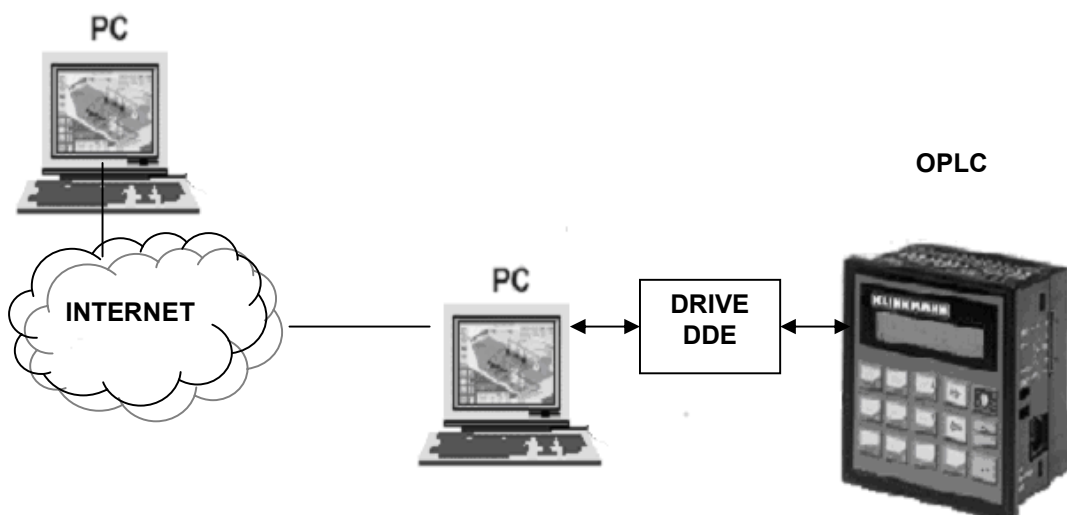
Supongamos que tenemos un OPLC que maneja una serie de variables de nuestros procesos, ejemplo: temperatura y un estado lógico (abierto-cerrado, *on-off*, etc). Y que se repite en varias plantas alrededor de nuestra ciudad, país, o quizás en diversos países. Si la ubicación del encargado de este parámetro

no es fija, lo ideal para dicha persona es monitorear *on-line* en la web el estado de esas variables en múltiples lugares y donde mejor, que en Internet. Lo anterior se conoce como **WEB PLC**.

#### 4.6.1 WEB PLC

Para implementar el concepto de *WEB PLC* es necesario tomar en cuenta el *drive DDE* el cual nos permitirá interactuar con el OPLC y la computadora. Solamente es necesario realizar una aplicación por ejemplo con Visual Basic y paginas dinámicas que nos permitan desplegar los valores de las variables del OPLC y también modificar dichos valores. Entonces solamente se necesita que la computadora que esté conectada al OPLC también se conecte a Internet y listo tenemos la posibilidad de configurar el OPLC desde Internet en cualquier parte del mundo.

**Figura 19** Diseño básico *WEBPlc*



Ahora que conocemos cada una de las características de los OPLC tanto conexiones a Internet como configuraciones vía celular estamos listos para presentar un modelo renovado de automatización considerando todas las posibilidades que nos brinda un OPLC todo esto se desarrollara en el capítulo siguiente.



## 5. UN MODELO RENOVADO DE AUTOMACIÓN

### 5.1 Análisis del modelo actual

Actualmente, la mayoría de los modelos planteados de automatización basan su estructura con una arquitectura de 3 capas, esto está bien en aspectos básicos y generales de automatización. Como una visión general las tres capas o niveles identificados en los modelos son: nivel físico, nivel de enlace y nivel de decisión.

Estos modelos realizan tareas de control y mantenimiento de los procesos (en su mayor parte industriales) y lo logran de cierto modo de una manera eficaz y en mejor tiempo comparado con el trabajo del hombre. Básicamente, éste es el alcance de estos modelos y no integran dentro de sí mismos herramientas que le ayuden a tomar decisiones con base en los datos obtenidos, ni tampoco el tener un acceso remoto a la información del sistema y la posibilidad de realizar cambios sin necesidad de estar dentro del sistema.

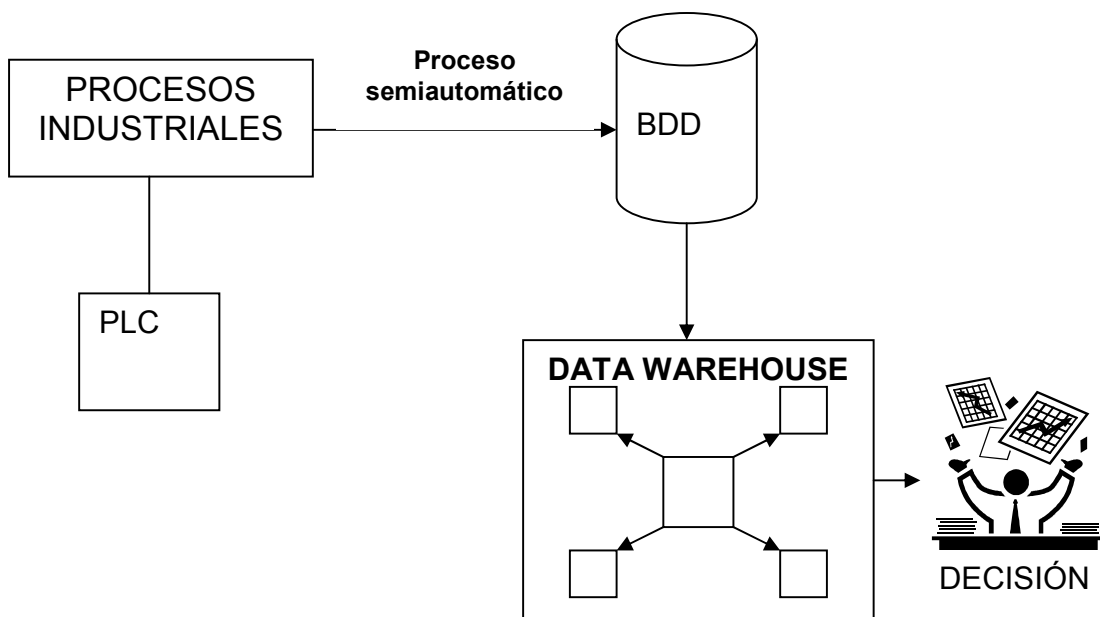
Todo esto nos lleva a dos importantes preguntas ¿Cuentan las organizaciones actuales con herramientas para toma de decisiones dentro de sus sistemas de automatización? y ¿pueden monitorear y controlar sus procesos aun estando lejos de su planta de producción?

La primera pregunta puede responderse de la siguiente manera. Las organizaciones (en su mayoría) cuentan con algún *software* para análisis de la información, el verdadero problema es que este *software* es totalmente independiente del sistema de automatización, lo que nos indica que dicho análisis

no es automático sino más bien semiautomático (en el mejor de los casos), ya que al no estar integrado definitivamente deberá haber algún proceso manual para poder obtener la información y posteriormente analizarla. Lo que generalmente, conlleva a tener atrasos en la producción y pérdidas monetarias.

Con respecto a la segunda pregunta, su respuesta es mucho más sencilla, es muy difícil que alguna organización pueda tener acceso remoto directo a la información de sus procesos y mucho más difícil aun poder realizar cambios en el sistema desde cualquier parte del mundo. Ya que no se conocen las herramientas actuales y sus alcances que tienen para facilitar aun más los procesos industriales.

**Figura 20 Toma de decisiones en el modelo actual**





Uno de los más grandes problemas que provocan la errónea integración de las herramientas de bases de datos es la clásica frase que tienen los programadores de PLC's, La computadora es solo una herramienta para programar el PLC, el PLC hace el trabajo restante, a raíz de esto es que las computadoras generalmente se excluyen de los sistemas de automatización y provocan el realizar trabajo extra para obtener la información que genera el sistema.

Una de las herramientas y conceptos que ayudó en gran manera a optimizar y minimizar el modelo donde se involucra el nivel de decisión es el conocido DDE (*Dynamic Data Exchange*) el cual permite la estructuración del nivel de enlace en el modelo de automatización, pero con el inconveniente que la complejidad de construir un DDE es demasiado alta y el obtener uno implica costos muy elevados de licencias para registrar el componente DDE. Entonces esto arregla el problema de eliminar la parte semiautomática del sistema pero implica costos extras dependiendo del tipo de DDE que se obtenga así serán los costos ya que entre más robusto sea mayor será el gasto en el que se incurra.

### **Simplificación del modelo utilizando OPLC**

Una de las características más potentes de los OPLC es su Drive DDE que viene programado junto con el OPLC lo cual implica un gran ahorro en *software* al momento de implementar nuestro sistema de automatización, así también disminuye la complejidad en la construcción del mismo. Esto facilita de gran manera el poder conectar nuestro OPLC a una PC e interactuar con algunos programas (Visual Basic, Visual C, .Net, etc.) que nos permita realizar programas más completos para el control de nuestros procesos.

## **Integración de las BDD al modelo de automatización**

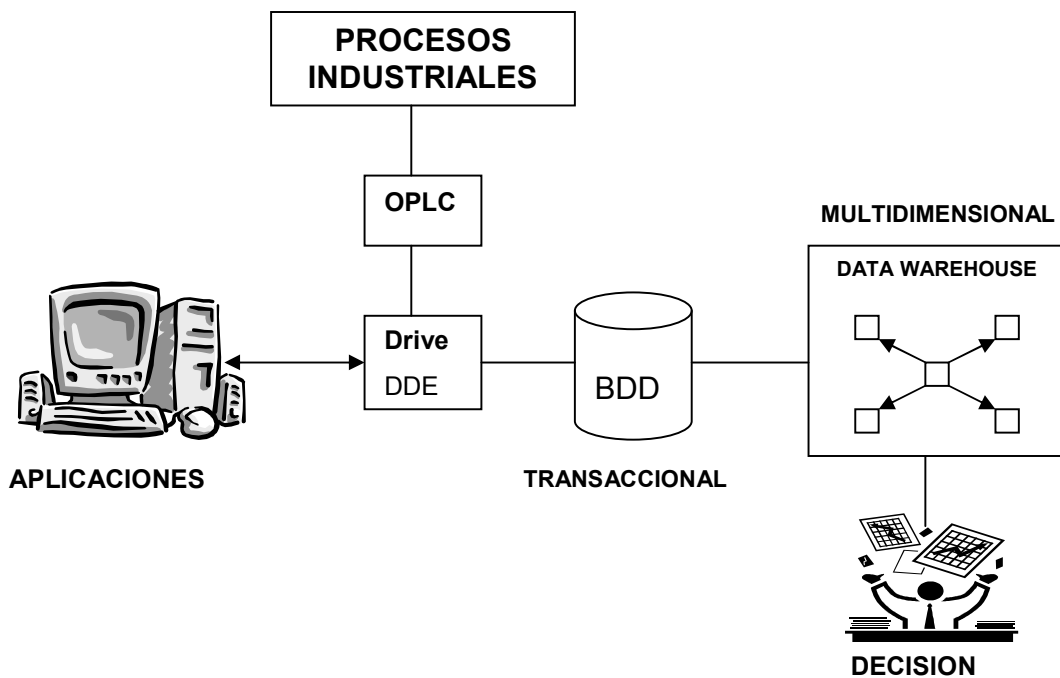
Con el Drive DDE de los OPLC la integración de una base de datos es sumamente fácil, la única dificultad se puede encontrar en la programación directa de la base de datos, pero no es un problema que involucre directamente al sistema que se quiera automatizar.

Solamente se debe programar utilizando tanto las entradas como las salidas del OPLC y utilizar estos datos para crear registros en la base de datos. Por ejemplo en una planta de elaboración de pintura, se podría almacenar la cantidad de tinte que se ha utilizado, la cantidad de agua, el número de cubetas o unidades producidas, número de lotes producidos, unidades desechadas o descartadas etc.

De esta forma es factible y sumamente fácil poder integrar las bases de datos al modelo de automatización. Ya teniendo la base de datos que en este caso es transaccional se podrá también implementar un *data warehouse* para poder realizar el análisis de los datos históricos (el tiempo de actualización del *data warehouse* se ajustara a las necesidades de la organización).

La figura siguiente muestra la integración de las bases de datos tanto transaccionales como multidimensionales.

**Figura 21 Integración de las bases de datos al modelo de automatización**



La figura 21 muestra un modelo de automatización incluyendo en él, Bases de datos las cuales ayudan a mejorar el desempeño de las organizaciones ya que se tiene tanto BDD transaccionales como BDD multidimensionales que ayudaran por medio de los cubos a realizar análisis de los datos históricos y de esta forma poder tomar decisiones correctas que sean de trascendencia para los procesos dentro de la empresa.

Básicamente, el modelo se plantea de la siguiente forma el OPLC controla los procesos tal y como se hacia en los modelos anteriores. Con ayuda del Drive DDE integrado en el OPLC es posible conectarse a una computadora que contendrá todas las aplicaciones tales como: monitoreo del sistema, graficas de desempeño etc, dichas aplicaciones pueden desarrollarse en Visual Basic, Visual C, .NET, C++, etc. Asimismo, el *drive* DDE se conecta a un

servidor de base de datos el cual maneja información como por ejemplo: unidades producidas, número de lotes producidos, unidades desechadas o descartadas etc. La información que se almacene en dicha base de datos dependerá de las necesidades que se tenga en cada organización. El *drive* DDE podrá conectarse por medio de alguna aplicación (Por ejemplo, una aplicación realizada en Visual Basic) a cualquier base de datos como Oracle, SQL Server, Informix, MySQL, etc.

Teniendo debidamente conectado por medio del Drive DDE la base de datos transaccional será factible el incorporar una base de datos Multidimensional construyendo los cubos necesarios para el análisis de los datos históricos de la empresa. Esto ayudará a la gerencia y altos mandos de la organización en la toma de decisiones ya que proporcionará información valiosa acerca del desempeño y tendencias en la producción. Teniendo la base de datos Multidimensional se podrán utilizar aplicaciones como: *Discoverer*, Cognos o *Warehouse Builder*. También es importante la incorporación de una aplicación que ayude a encontrar tendencias y cubos no identificados, es decir, incorporar a la base de datos multidimensional un *data mining*.

Finalmente, en el modelo se presenta la alta gerencia a la cual será transmitida toda la información proveniente tanto de la base de datos transaccional como multidimensional y será la encargada en el modelo de proveer las decisiones convenientes dentro del sistema donde se encuentre.

### **Utilización de Internet en el modelo de automatización.**

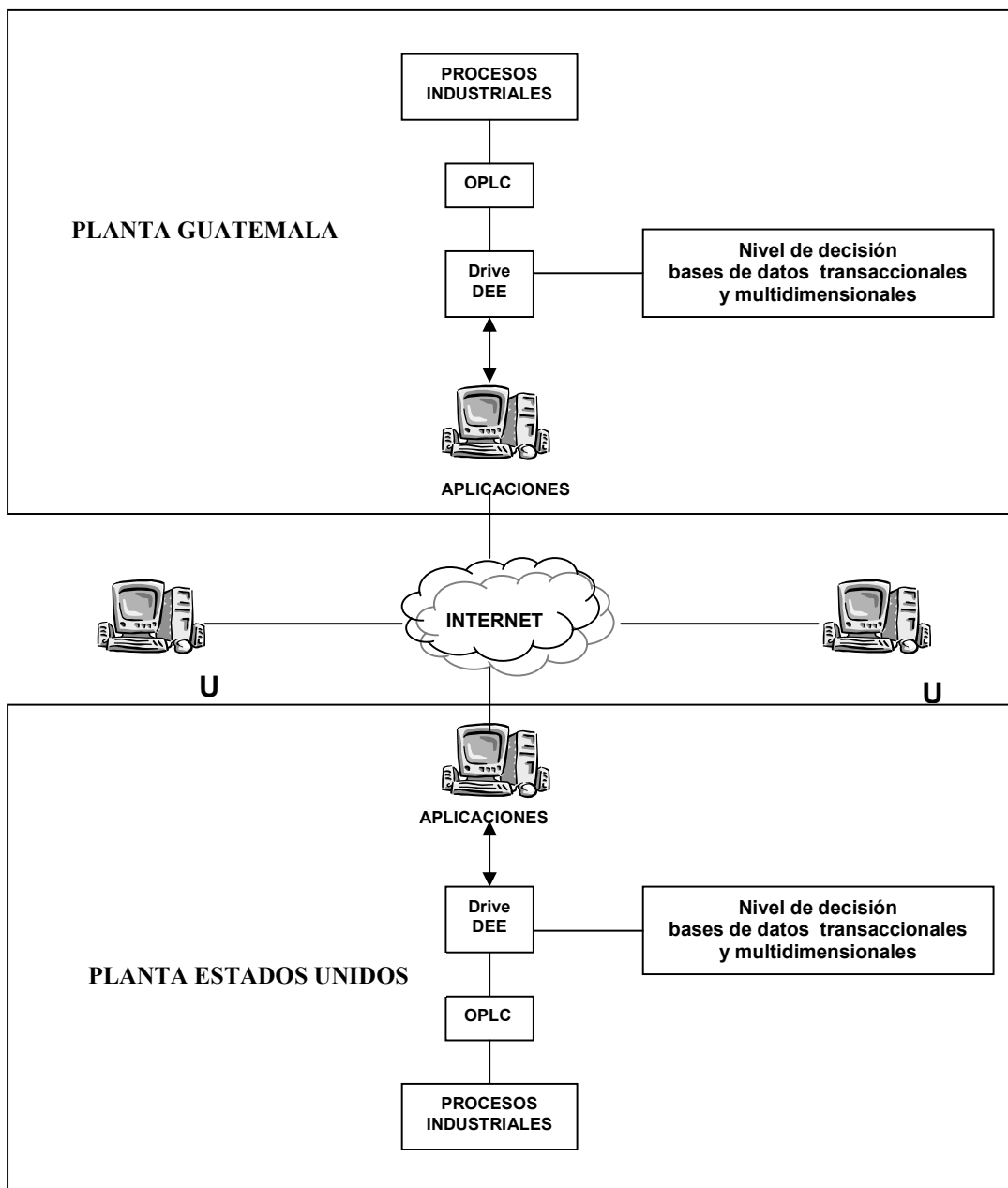
Después de haber planteado el modelo anterior sería interesante plantear la posibilidad de interconectar varias plantas a través de Internet, para tener actualizados los datos en línea y no existan inconsistencias de la información; una vez más, gracias al Drive DDE incorporado en el OPLC, esto es sumamente fácil solamente hay que realizar las aplicaciones orientadas a Internet por ejemplo con ASP, JSP, ASPX, PHP, etc. Bajo estas condiciones será únicamente necesario realizar la conexión del servidor de aplicaciones a Internet y listo podremos tener acceso remoto de nuestra información en cualquier planta y lo más importante en cualquier parte del mundo con solo contar con una conexión a Internet.

La ventaja de tener una conexión a Internet integrada al modelo de automatización es que además de tener acceso a la información, ésta se podrá modificar, es decir, cambiar de estado algunas variables de entrada o salida del OPLC para resolver problemas de urgencia. Se debe considerar la autenticación de usuarios y los permisos y privilegios de cada uno.

Por ejemplo, imaginemos que el supervisor de la planta que está ubicada en Guatemala se encuentra realizando una evaluación en la planta ubicada en Estados Unidos y se presenta una emergencia, se necesita accionar un ventilador pero debido a las condiciones ambientales el OPLC no lo hará. Entonces el encargado de la planta podrá enviar un correo electrónico o realizar una llamada a la planta ubicada en Estados Unidos para alertar al supervisor de lo que está ocurriendo. Debido a que las plantas se encuentran conectadas a través de Internet bastara con que el supervisor se autentique e ingrese al sistema para forzar la activación de dicho ventilador. De esta forma se puede modificar el estado del sistema sin necesidad que el OPLC lo haga

automáticamente y lo más importante sin necesidad de estar dentro de la planta.

**Figura 22 El Modelo de Automación utilizando Internet**



Se debe tomar en cuenta que la arquitectura planteada anteriormente se puede generalizar a varias planas sin importar su número ni ubicación, así también el número de usuarios conectados al sistema puede generalizarse. Dependerá de la aplicación considerar los permisos y la autenticación para garantizar la seguridad e integridad del sistema.

Es importante el considerar en la estructura seguridad como lo son *firewalls* para proteger la conexión a Internet, así mismo los dispositivos de red como *routers, switch, hub*, etc. Todo esto forma parte de la construcción y diseño de la red que en este caso no se toma en cuenta ya que solamente se está analizando el modelo de automatización.

### **5.2.3 El modelo de automatización utilizando cobertura celular GSM**

Anteriormente, se planteo la posibilidad de tener acceso remoto al sistema de automatización por medio de Internet, pero se debe tomar en cuenta la posibilidad de que no se cuente con una conexión en el momento en que se necesite. Así que es necesaria otra posibilidad para monitorear y manipular el sistema de manera remota.

En el capítulo 4 se planteó la posibilidad de utilizar la red de comunicación celular con cobertura GSM (*Global System for Mobile Communications*), tomando en cuenta que con GSM tenemos cobertura mundial, es decir que podemos comunicarnos desde cualquier parte del mundo a través de celulares que cuenten con este tipo de cobertura.

Retomemos el caso anterior en donde el supervisor de la planta de Guatemala se encuentra en Estados Unidos evaluando la planta ubicada en dicho país y se presenta la emergencia planteada anteriormente. Supongamos

que en el momento cuando el supervisor es alertado de la emergencia no tiene la posibilidad de tener una conexión a Internet, pero si cuenta con la posibilidad de enviar un mensaje SMS vía celular con cobertura GSM, su número telefónico esta registrado en el directorio telefónico SMS. Bajo estas condiciones bastara con escribir el mensaje con la misma estructura que tiene el mensaje configurado en el OPLC (*GSM-Controller*) y enviarlo al número que pertenece al MÓDEM GSM el *GSM-Controller* recibirá el mensaje y ejecutará lo que se indique en él y posteriormente, enviará un acuse de recibido para garantizar la recepción y ejecución del mensaje enviado.



**Figura 23 El modelo de automatización utilizando cobertura celular GSM**



**Estructura del modelo renovado de automatización**

Después de describir las diferentes posibilidades que ofrece un OPLC y las diferentes arquitecturas que se pueden construir con base en sus especificaciones técnicas y funcionales se puede construir una versión final de

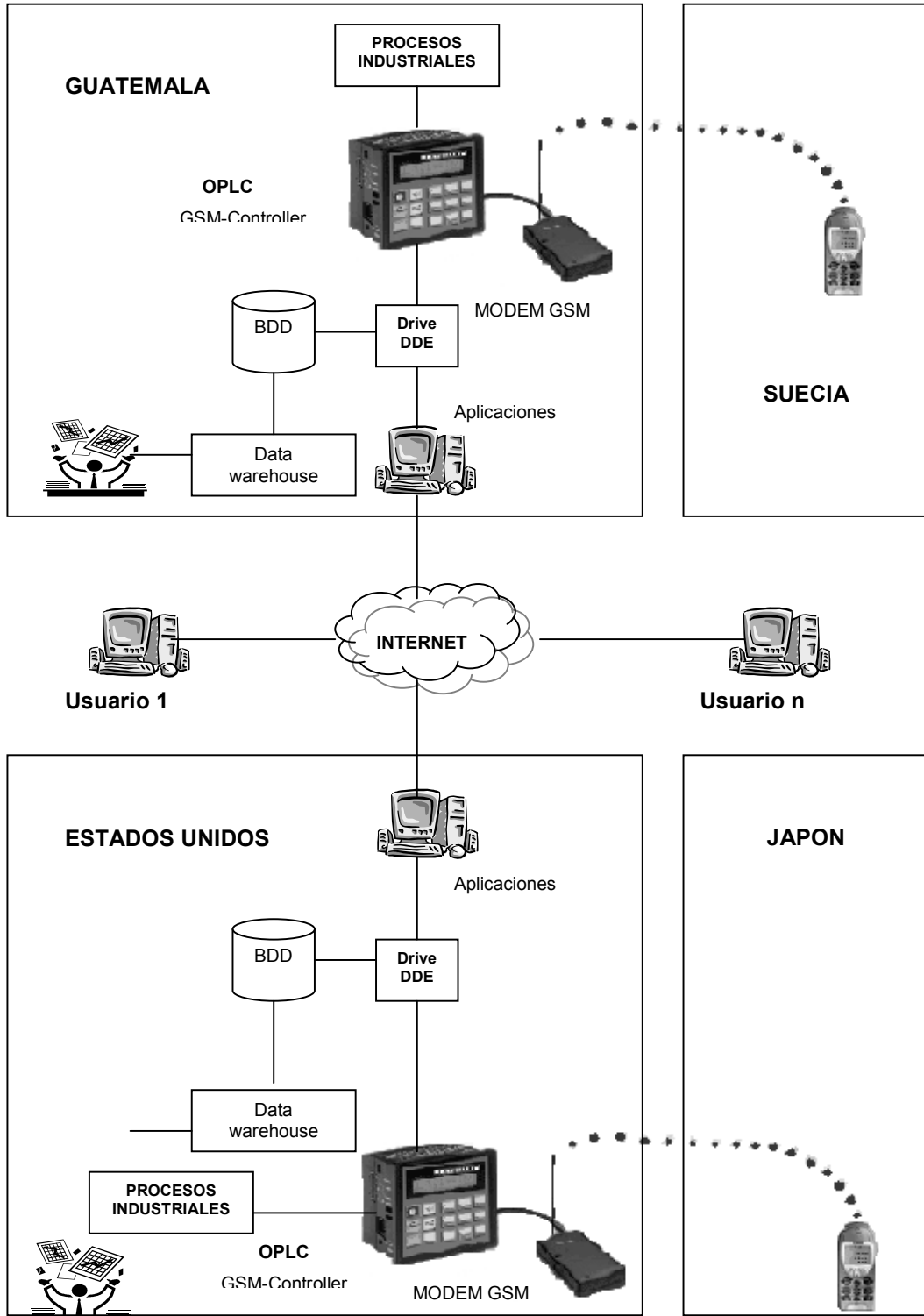
lo que se denomina Modelo renovado de automatización, en donde no solo tomamos en cuenta los procesos como tal, sino también aspectos como almacenamiento de la información, análisis de datos históricos, acceso remoto, configuración a través de Internet e integración de la comunicación celular con cobertura celular GSM.

La importancia de tener un acceso remoto de la información se ve contemplada en este modelo, ya que se ha determinado que es una necesidad de alta prioridad así como el utilizar tecnología de punta dentro de la organización.

Básicamente, el modelo integra cada uno de los modelos presentados en este capítulo, es decir, realiza una fusión del modelo que incluye las bases de datos tanto transaccionales como multidimensionales, también toma en cuenta la posibilidad de conectar varias plantas vía Internet utilizando el *drive* DDE propio del OPLC, del mismo modo se integra el modelo que incluye la conexión a la red celular con cobertura GSM.

Si se toma en cuenta lo anterior se puede deducir que dicho modelo proporcionara robustez enorme en la estructura del mismo, ofreciendo posibilidades inimaginables con los clásicos PLC; el modelo ofrece un control total de todos los procesos tanto dentro como fuera de la organización ya que contempla el configurar y monitorear cada una de las plantas en cualquier parte del mundo gracias a la conexión a Internet y a la comunicación vía celular por medio de la cobertura celular GSM.

**Figura 24 Estructura del modelo renovado de automatización**



Ahora se analiza la necesidad de las organizaciones de utilizar tecnología de este tipo, también identificar cada uno de los requerimientos tanto de *software* como de *hardware* para implementar este modelo. Del mismo modo, es necesario identificar los beneficios y utilidades adquiridas al implantar un sistema que involucre el modelo renovado de automatización. Todo esto será caso de estudio del capítulo final.

## **6. IMPLICACIONES Y BENEFICIOS AL IMPLANTAR EL NUEVO MODELO**

### **6.1 Necesidades de cambio**

A lo largo de toda la investigación y planteo de nuevos modelos, se puede identificar la necesidad de las organizaciones con base en la forma como se construyen sus actuales sistemas, la cual es de cierto modo semiautomático en el área del nivel de decisión. Lo cual genera inevitablemente pérdidas que aunque no son de gran trascendencia para algunas organizaciones es un punto que se debe atacar rediseñando y definiendo nuevas estructuras de trabajo en sistemas de este tipo.

El modelo planteado en el capítulo 5 nos da un punto de partida para iniciar con la revolución en los sistemas de automatización. Ya que dicho modelo contempla todas las necesidades que tienen las organizaciones en la actualidad, la más importante y que se debe recalcar es la posibilidad de integrar en el sistema una obtención de información automática y por consiguiente una forma de análisis de la información inmediata y toma de decisiones que minimice las pérdidas, tanto económicas como de tiempo.

Otro de los factores que se integran en el nuevo modelo es la posibilidad de tener acceso remoto de la información, de tal forma que cada una de las organizaciones podrá tener su información ya sea distribuida o centralizada según sean sus necesidades. Todo esto nos lleva a tener un control total de los sistemas no enfocándose solamente en el área de control de procesos sino también abarcando el área importante de la alta gerencia, toma de decisiones y

generación de ideas en base a la información generada por el sistema de automatización.

### **6.1.1 Adaptabilidad en las organizaciones**

Una de las preguntas que tiene un alto nivel de prioridad para los gerentes y líderes de las empresas es: ¿está preparada mi organización para integrar el nuevo modelo?

Esta pregunta no tiene una respuesta que sea estándar para cualquier organización, de hecho dependerá y variará de una organización a otra. Ya que en esto influyen tanto factores económicos como de preparación del personal. El factor económico tiene una relación directa con el estado actual de la empresa, por eso es importante analizar los estados financieros de la organización y estudiar la estabilidad que esta tenga y medir su nivel de madurez, para concluir si será capaz de soportar el cambio el tiempo que sea necesario sin incurrir en grandes pérdidas. Se debe considerar la posibilidad de no implementar totalmente el sistema de una sola vez, sino abarcar áreas de mayor prioridad para poder seguir con los procesos más importantes y no paralizarlos en grandes períodos de tiempo.

El otro problema identificado más importante es la preparación del personal. Se debe capacitar al personal para la utilización del nuevo sistema. Un factor que muchas veces atrasa la construcción de sistemas de este tipo es la poca colaboración del personal actual, por miedo de perder su trabajo. En este caso se debe hacer ver al personal que ellos forman parte del nuevo sistema y que simplemente se facilitará la realización de su trabajo. Definitivamente, al implantar el sistema muchos procedimientos manuales

dejaran de existir ya que éste es el objetivo de la automatización; pero eso no debe implicar un recorte de personal, mas bien un reubicación o asignación en otras tareas necesarias.

Con todo el planteo anterior surge la oportunidad para empresas desarrolladoras de *software* de desarrollar un nuevo producto de automatización de procesos industriales. Es conveniente analizar estrategias para realizar y llevar a cabo un buen proceso de desarrollo de *software* desde su concepción hasta que el producto este ya en proceso de venta.

## **6.2 Condiciones mercadológicas**

Con base en la necesidad de elegir un mercado para el producto de *software* se llevó a cabo el análisis de segmentación de mercado por medio de la identificación de los factores más importantes; a continuación se describen dichos factores.

### **6.2.1 Observación y búsqueda de oportunidad**

También se han observado las necesidades de las empresas industriales, ya que éstas también crecen constantemente, por lo tanto se ven en la necesidad de manejar de una mejor manera sus servicios así como el manejo de su información.

Tomando en cuenta esto se tiene la oportunidad del desarrollo de esta idea ya que se estaría mejorando las condiciones de las empresas en todo sentido así como también colaborando con el fortalecimiento de las empresas industriales.

### **6.2.2 Mercado máximo y oportunidad de desarrollo**

Tomando en cuenta las necesidades reales de las empresas de automatización de procesos y la oportunidad que se tiene de realizar un proyecto de este tipo. Es necesario identificar el mercado máximo de ventas, tomaremos para esto el mercado de Guatemala. El mercado máximo de ventas que estaría enfocado a las empresas industriales que en datos exactos para Guatemala son: 41,298 empresas industriales según fuentes del Instituto Nacional de estadística (INE), tomando en cuenta que estas empresas industriales, se dividen en mediana y pequeña empresa y en su minoría son empresas grandes, se podría enfocar al segmento de empresas medianas y grandes para la realización del proyecto de *software*.

### **6.2.3 Variables que establecen el mercado**

Tomando en cuenta el tipo de proyecto de *software* que se desea desarrollar, se deben establecer las variables que afecten de manera directa e indirecta el mercado en el cual se desea definir el producto.

Es aconsejable la utilización de una estrategia de crecimiento enfocándola al crecimiento de las ventas, así como de la cuota del mercado, del beneficio o del tamaño de la organización. Ya que esta estrategia se acopla al objetivo principal de desarrollar este proyecto de *software*; básicamente se debe centrar en los siguiente puntos.

- Crecimiento en el seno del mercado industrial, dando así un incremento intensivo de la comercialización de este producto.
- Crecimiento integrado del producto, ya que esta enfocado al sector industrial.



- Luego de asentarse en este segmento de mercado, llevar a cabo un crecimiento por especialización. Esto debe realizarse a largo plazo, enfocándose en un área determinada.

Se debe tomar en cuenta que este producto está orientado hacia el mercado de empresas industriales que tengan la necesidad de utilizar dispositivos de automatización y que deseen controlar dichos dispositivos remotamente. Las variables identificadas bajo estas condiciones son:

- Idealmente orientado a empresas de tamaño grande y mediano.
- Empresas industriales.
- Para empresas que tengan departamentos de producción o similares.
- Para empresas que trabajen con dispositivos de automatización.
- Para empresas que les cuesta llevar control sobre su información desde cualquier punto de su empresa.
- Para empresas que deseen automatizar sus procesos desde las distintas plantas con las que cuente.
- Para empresas que tengan visión de innovar, crecer en el segmento de mercado al que pertenece y mejorar el rendimiento por medio del uso de la tecnología.

Todo lo anterior da una idea de cómo se puede comenzar el proceso de desarrollo de un proyecto de *software* que implique automatización industrial; ahora será necesario especificar requerimientos, condiciones tecnológicas y realizar algunas estimaciones que ayuden en un futuro a empresas que deseen construir proyectos de este tipo.

### 6.3 Condiciones tecnológicas

Es importante tomar en cuenta que se necesita para desarrollar este tipo de proyecto tomando en cuenta los requerimientos básicos que tiene las empresas que controlan procesos industriales. También es necesario identificar componentes de *hardware* necesarios como también herramientas de *software* que formaran parte del proceso de construcción del proyecto de *software*.

#### 6.3.1 Requerimientos y especificaciones

El sistema debe ser totalmente automatizado de tal forma que no se vea involucrada la mano del hombre; debe controlar óptimamente y eficiente los procesos industriales dentro de la organización.

¿Qué se necesita del sistema?

- Un control totalmente automatizado de los procesos.
  - Utilización de controladores lógicos programables OPLC.
- Interfaz grafica que permita interactuar con el controlador.
- Base de datos interconectada al OPLC.
  - Tener almacenada la información de producción.
  - Almacenamiento de historiales y desempeño del sistema.
  - Reportes de rendimiento y producción.
- Control de bases de datos multidimensionales.
  - Análisis y estadísticas de la información.
  - Cálculo de tendencias en producción y rendimiento.
- Posibilidad de expansión considerando varias plantas de producción.

- Poder conectar en red los OPLC para ampliar su capacidad.
- Posibilidad de monitorear todas las plantas como una sola.
- Un sitio WEB.
  - Conexión del OPLC a Internet.
  - Ingresos de nuevas plantas de producción.
  - Configuración de salidas y entradas del OPLC.
  - Monitoreo de salidas y entradas.
  - Activación no planeada de salidas del OPLC.
  - Asignación de dispositivos al OPLC en una planta de producción nueva.
  - Estadísticas de desempeño de las diferentes plantas de producción.
  - Integración de la información en un solo sitio.
  - Visualización en línea.
- Configuración vía celular.
  - Conexión del OPLC a la GSM *Network* vía MódemGSM
  - Envío de mensajes SMS para configuración del OPLC.
  - Envío de mensajes SMS para monitoreo del OPLC.
  - Activación no planeada de salidas del OPLC.

### **6.3.2 Tecnología por utilizar**

Básicamente, se deben utilizar herramientas para automatización utilizando controladores lógicos programables a continuación se detalla cada herramienta necesaria para el desarrollo del producto.

- OPLC (*Operator Panel + Programmable Logic Controller*) M90

¿ Por qué usar un OPLC?

- El OPLC es un equipo compacto.
- Se dispone de un único programa para el PLC como para la pantalla de operador, el cual tiene un muy bajo costo.
- No existen cables adicionales entre el PLC y la pantalla.
- Tiene muchas más prestaciones que un simple PLC y pantalla.
- Su bajo costo.

¿Cuál es la ventaja de usar un OPLC?

La principal ventaja del OPLC es que integra un HMI (Interface hombre máquina) a través de un panel de operador compuesto por una pantalla LCD de una línea de texto de 16 caracteres y un teclado de 15 teclas tipo membrana sellada, junto a un PLC que maneja funciones básicas de programación Ladder (temporizadores, contadores, etc) y también funciones avanzadas como pueden ser operaciones matemáticas, lógicas, registros de memoria, etc.

Particularmente el hecho de tener el HMI y el PLC en un solo cuerpo de 96 x 96x 64 mm representa una ventaja muy importante desde el punto de vista del montaje ya sea que se instale en una maquina o en un frente de tablero

Como el *software* integra programación de PLC y de HMI se puede ahorrar tiempo de programación en ambientes separados.

¿Qué es el M90?

El OPLC™ M90 es un innovativo micro-PLC (*Programmable Logic Controller*) con un panel de operación integrado conformado por una pantalla LCD y un teclado numérico para fácil comunicación entre operador y máquina. La pantalla presenta instrucciones de operador configurables y datos dinámicos del proceso. El operador usa el teclado para ingresar datos e iniciar ejecución de funciones.

- **Software Ladder U90.**

El *software* escalera U90 provee un entorno Windows para la creación de la lógica escalera y para la configuración de las funciones de la HMI. Esto ahorra tiempo y esfuerzo evitando dos entornos separados para configurar las funciones PLC e HMI por separado. También ofrece la posibilidad de la configuración para el envío y recepción de los mensajes SMS vía red celular con cobertura GSM.

- **Herramienta de programación.**

Se aconseja la elección de una herramienta tal como Visual Basic, .Net, Visual C, C++ etc. Esta será la herramienta que se deberá utilizar para el desarrollo y conexión con la base de datos desde aquí se podrá configurar el OPLC y también se podrá realizar conexiones a Internet y a la red de OPLC en las diferentes plantas de producción con la ayuda del *Drive DDE* del OPLC.

- **Base de datos**

La base de datos que se emplea se debe elegir de acuerdo a un análisis de la cantidad de datos que maneja la empresa.

Se necesita una base de datos en donde se almacenaran todas las bitácoras, existencias y todo tipo de información que tenga que

ver con el comportamiento y desempeño del sistema, de tal forma que se pueda tener un acceso rápido de los datos y al mismo tiempo se tenga la posibilidad de generar estadísticas sobre los datos históricos y poder generar tendencias.

- **Internet**

Se debe utilizar Internet ya que será posible poder configurar y monitorear las salidas y entradas del OPLC a través de Internet, así también poder analizar y evaluar la información de la base de datos para tomar decisiones sin necesidad de estar en la planta observando el desempeño del sistema.

- **Cobertura celular GSM.**

Se debe utilizar el servicio de celulares específicamente el concepto de mensajes SMS de tal forma que será posible configurar o activar salidas desde el celular sin necesidad de estar en la planta de producción o estar conectado a Internet. Lo más importante es que por el tipo de cobertura es posible la configuración desde cualquier parte del mundo.

- **MÓDEM GSM.**

Este MÓDEM será conectado al OPLC para hacer posible la integración del sistema a la red celular GSM de tal forma que sea posible la recepción y envío de mensajes SMS.

### **6.3.3 Personal necesario**

Es importante identificar el personal que es necesario para el desarrollo del proyecto tomando en cuenta todas las actividades que se necesitan realizar y la experiencia que debe tener cada una de las personas involucradas.

Definición de personal de desarrollo.

#### **Programador OPLC**

Se relaciona con los clientes para obtener los requerimientos concernientes en relación con la programación y administración del OPLC.

#### **Programador *Web* y comunicación celular**

Se encarga de desarrollar la aplicación que interactúa con el OPLC de tal forma que se tenga comunicación y configuración vía Internet y vía celular.

#### **Programador OPLC y *Web***

Se encarga tanto de la programación del OPLC y la aplicación *WEB* pero tiene la función de integrar ambos módulos, para que funcionen como un solo.

#### **Administrador BDD.**

Se encarga de la programación específica de la base de datos como también al mantenimiento de la misma.

Es importante tomar en cuenta que el personal variará de acuerdo con la experiencia de la empresa desarrolladora y de la calidad de su personal. La identificación de personal antes descrita solamente es una definición mínima de los recursos humanos necesarios para el proyecto de *software*; se debe incluir también personal tales como analistas, gerentes de proyecto, gestores, etc.

#### **6.3.4 Propuesta de una metodología de desarrollo**

Un factor importante es la elección de una metodología de desarrollo que se acople al tipo de proyecto de *software* que se desea desarrollar. Para un proyecto de *software* como el que ha sido caso de estudio de este capítulo podría considerarse el modelo de ensamblaje de componentes.

El modelo de ensamblaje de componentes incorpora muchas de las características del modelo en espiral. Dado que es un método evolutivo por naturaleza y exige un enfoque interactivo para la creación del *software*. Este modelo configura aplicaciones desde componentes preparados de *software*. Lleva a la reutilización del *software*, y la reutilización proporciona beneficios a los ingenieros de *software*.

Tomando en cuenta la facilidad que este método brinda con respecto a la división del trabajo mediante el desarrollo utilizando componentes lo cual permite la realización de tareas en paralelo reduciendo de esta manera significativamente el tiempo de desarrollo del *software*, lo que en la actualidad es algo vital para el triunfo de una empresa desarrolladora, el producir *software* de alta calidad en el menor tiempo posible. Formación de librerías, trabajar componentes y poder reutilizar código, resulta ideal para el tipo de proyecto de *software* que se pretende desarrollar dado que el OPLC trae un componente especial (*drive* DDE) que se puede utilizar para desarrollar y trabajar con la



ayuda de distintas herramientas de desarrollo de *software* entre ellas Visual Basic .Net, C++, etc.

Es aconsejable dividir el trabajo en dos grupos principales, un primer grupo principal se debe dedicar a la elaboración del programa con el OPLC y el segundo al desarrollo de la interfaz gráfica con la computadora.

Estos grupos deben crear sub-librerías que desarrollarán distintas funciones específicas que posteriormente se unirán para dar lugar al *software* completo. Este método como es bien sabido brinda la facilidad de reutilización del *software*, y dada esta facilidad es factible la reutilización en otros proyectos de desarrollo.

Con todo lo anterior se ha dado un punto de partida para las empresas desarrolladoras de *software* que sean emprendedoras y compartan la idea de creación de proyectos de este tipo, es importante tomar en cuenta la innovación y la generación de nuevas ideas en la construcción de *software* ya que esto hará verdaderamente competitivas a las empresas desarrolladoras. Luego de haber dado una orientación inicial en la construcción de un proyecto de automatización identifico planteando los beneficios adquiridos por las organizaciones que implementen el modelo renovado de automatización.

#### **6.4 Beneficios obtenidos al implementar el modelo renovado de automatización en su organización**

Desde que surgió el concepto de automatización se abrieron las puertas del desarrollo tanto técnico como financiero de las organizaciones que de alguna manera implementaban procesos (en su mayor parte industriales) y

deseaban tener un control óptimo de los mismos. Con ello obtuvieron beneficios tanto a nivel de productividad como también a nivel económico.

Pero el avance de la tecnología y de las necesidades no se quedo estacionado con los beneficios de la automatización y surge el concepto de automación que aun mas produjo nuevas oportunidades no solo de control de procesos sino de retroalimentación que representaba el mejor beneficio obtenido hasta ese entonces.

A lo largo de estos capítulos se pudo concretar y construir un modelo renovado de automación, el cual brinda todos los beneficios antes mencionados de una manera óptima e indiscutiblemente mejor que con los modelos planteados en el pasado. El mayor beneficio de todos es obtener información automáticamente en tiempo real y, sobre todo, que dicha información pueda estar centralizada y se tenga acceso desde cualquier parte del mundo ya que el modelo aprovecha totalmente y al máximo los beneficios de Internet y de las comunicaciones celulares, claro todo esto es importante, pero el modelo brinda aun más ya que ahora es posible configurar y modificar nuestro sistema de automación de manera remota. También tiene la ventaja de poder utilizarlo como herramienta de toma de decisiones ya que es factible la conexión a bases de datos que ayudarán a la alta gerencia en la toma de decisiones que por consiguiente proporcionara una retroalimentación automatizada que es el alimento principal para que un sistema pueda sobrevivir.

La revolución de la era tecnológica sigue su curso y somos nosotros los que podemos identificar hacia donde se dirige; es importante identificar nuevas áreas donde se vean involucrados modelos y conceptos como los descritos a lo largo de esta investigación. No olvidemos que las mejores ideas son propuestas

por los mejores hombres y de estas surgen soluciones que beneficiaran al máximo las organizaciones que se vean implicadas.

Queda abierta para el lector la puerta de la era tecnológica y digital, para tomar la iniciativa de experimentar con ella y llevar a cabo proyectos como el que se presentó a lo largo de estos 6 capítulos. No dejemos que la era tecnológica se quede estacionada sino más bien ayudemos a que siga su curso.

## CONCLUSIONES

1. El problema de mayor trascendencia en el modelo de automatización actual es la pobre integración de la información y análisis de la misma. Esta es almacenada en bases de datos pero de una manera semiautomática lo cual prácticamente aísla del modelo la toma de decisiones de la alta gerencia.
2. El uso de componentes como el *Drive* DDE del OPLC, ayuda a tener una fácil estructura de configuración en el nivel de enlace, lo cual provee una herramienta poderosísima para construir aplicaciones de automatización utilizando tanto bases de datos transaccionales como multidimensionales.
3. El desempeño óptimo de las organizaciones en las cuales se vean implicados sistemas de automatización, depende de la rapidez y facilidad con la que tengan acceso a su información, lo cual implica el tener acceso remoto a la misma, por medio de herramientas como Internet y cobertura celular GSM.
4. El modelo renovado de automatización ofrece un sistema robusto para el control de procesos industriales, tomando como alta prioridad el análisis de la información, lo cual conllevara a tomar decisiones correctas por parte de la alta gerencia y de este modo mejorar tanto la producción como el estado financiero de la organización que implemente el modelo.

5. El alimento principal para que un sistema de automatización pueda sobrevivir es la retroalimentación, y este es un factor clave que valida el modelo renovado de automatización.
6. En el desarrollo del modelo renovado de automatización es necesario contar con profesionales de diferentes áreas como lo son analistas, gestores, programadores de OPLC's; expertos del área de comunicaciones celulares y expertos en el sistema que se desea automatizar.
7. Las organizaciones que implanten el modelo renovado de automatización, deben estar preparadas básicamente en dos factores identificados: factor económico y preparación del personal.
8. Las empresas desarrolladoras de *software* que se involucren en proyectos de este tipo deben tomar en cuenta aspectos como segmentación de mercado, análisis de la tecnología y lo más importante utilización de estrategias que ayuden al crecimiento del producto final.

## RECOMENDACIONES

1. Considerar la seguridad en el modelo renovado de automatización, por lo cual se debe integrar dispositivos de red como *firewalls*, *routers*, *switch*, etc.
2. Realizar un análisis previo de la información, para realizar un diseño óptimo de las bases de datos tanto transaccionales como multidimensionales que serán integradas en el sistema de automatización.
3. Promover, el desarrollo de proyectos de este tipo en la cual se relacionan conocimientos de diferentes áreas integrados en un solo sistema.
4. Si no se cuenta con un sistema de automatización en la organización que implantara el modelo renovado de automatización, se debe realizar una descomposición de sus elementos utilizando la mayor abstracción posible y un bajo nivel de detalle.
5. Continuar el ciclo de retroalimentación, para identificar fallas y debilidades del modelo presentado en esta investigación y proponer nuevos modelos que permitan seguir innovando y generando soluciones útiles a nuestra sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dalec Electronics, inc. Página de Internet <http://www.dalec.com/vendors/unitronics/vision/vision.html>, Octubre 2003.
2. Estudio y simulación con MATLAB de la interfaz de radio GSM. Página de internet [http://ceres.ugr.es/alumnos/c\\_avila/gsm23.htm](http://ceres.ugr.es/alumnos/c_avila/gsm23.htm). Octubre 2003.
3. *GSM and Internet based industry automation system in the training process*. Página de internet <http://ene.ttu.ee/elektrajamid/personal/arosin/publikasion/96rosin.htm>, Octubre 2003.
4. Hellriegel, Don y otros. **Administración: un enfoque basado en competencias**. 9 ed. Mexico: Thomson Learning, 2002. 561pp.
5. Instituto nacional de estadística. Disquete de estadísticas industriales del 2003. Guatemala, octubre 2003.
6. INTRA. Página de internet <http://www.intrave.com/Boletin01.html>. Septiembre 2003.
7. Klinkmann. **GSM\_Controller Technical description**. Helsinki, Finlandia, 2003. 78pp.

8. Mazariegos, Jorge Armin. Automación industrial con PLC un enfoque sistémico. Tesis Ing. Sistemas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 149pp.
9. Santos, José. **Técnicas de automación industrial**. México: Limusa, 1979. 300pp.
10. Unitronics. Página de Internet, <http://www.unitronics.com/visionside.htm>. Septiembre 2003.