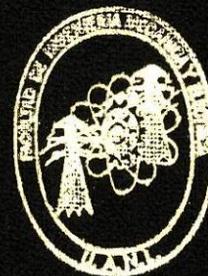


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

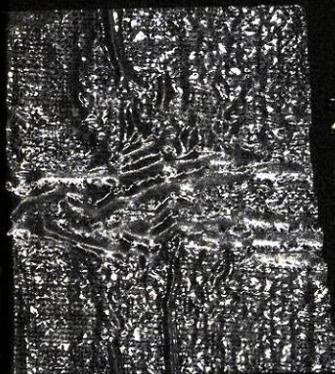


CONTROL DIGITAL VIA RED

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION  
PRESENTA  
CARLOS PEREZ MAYA

ASESOR: ING. ANTONIO RODRIGUEZ GARCIA

CD. UNIVERSITARIA JUNIO DE 1997



T

QA76

.6

P4

C.1



1080072249

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



CONTROL DIGITAL VIA RED

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION  
PRESENTA  
CARLOS PEREZ MAYA

ASESOR: ING. ANTONIO RODRIGUEZ GARCIA

CD. UNIVERSITARIA JUNIO DE 1997

J  
2A76  
P. 6  
PY



FON  
TESIS LICENCIATURA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**CONTROL DIGITAL VIA RED**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN CONTROL Y  
COMPUTACION**

**PRESENTA**

**Carlos Pérez Maya**

**Asesor: Ing. Antonio Rodríguez García**

**CD. UNIVERSITARIA JUNIO DE 1997**

**Un edificio no existe sin cimientos y pilares, estos aunque no se ven, son los que sostienen la estructura. Agradezco a Dios por el sostén que ha brindado a mi familia, que durante toda mi vida me ha apoyado y orientado incondicionalmente.**

**También quiero agradecer a las siguientes personas sin las cuales no habría sido posible realizar esta tesis:**

**Ing. Cástulo E. Vela Villarreal  
Ing. Jesús Moreno López  
Ing. Guadalupe Ignacio Cantú Garza  
Ing. Juan Angel Garza Garza  
Ing. Rodolfo Castillo Martínez  
Ing. José Manuel Rocha Nuñez  
Ing. Antonio Rodríguez García  
Ing. Carlos F. Vargas Garza  
Ing. Armando F. Landa Gudiño  
Ing. María Amalia Cortez Esparza  
Aarón Dante Rodríguez Contreras**

**Al personal del departamento de Informática entre ellos:**

**Don Ramón Méndez Puente  
Iván Sánchez Cavazos  
Juan Javier Garza Galván  
Guadalupe Taméz Martínez**

**A todos muchas gracias. . .**

**Cd. Universitaria      Junio de 1997.**

## INDICE

I.- INTRODUCCION.

1.1.- Historia y Antecedentes.....	1
------------------------------------	---

II.- SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL

2.1.- Introducción.....	3
2.2.- Plataforma de Trabajo.....	5
2.2.1.- Windows 95.....	5
2.2.2.- Características.....	6
2.2.3.- Requerimientos de Hardware.....	6
2.2.4.- El futuro de Windows 95.....	7
2.3.- OptoControl.....	7
2.3.1.- Introducción.....	7
2.3.2.- Estructura de las Estrategias.....	8
2.3.3.- Diseño de la Estrategia.....	10
2.3.4.- Diseño del Diagrama (Chat).....	10
2.3.5.- La Interfase del OptoControl.....	13
2.3.6.- Menú de Aplicación.....	15
2.3.6.1.- Modo de Configuración.....	16
2.3.6.2.- Modo de Depuración (Debug Mode).....	34
2.3.6.3.- Modo de Línea.....	40
2.3.7.- Barras de Herramientas.....	40
2.4.- Software de Interfase Hombre - Máquina.....	43
2.4.1.- Conceptos Básicos.....	43
2.4.2.- Conceptos Básicos de Despliegue de Información.....	44
2.4.3.- OptoDisplay.....	47
2.4.4.- Especificaciones del Sistema.....	47
2.4.5.- ¿Que es OptoDisplay? .....	48
2.4.6.- Estructura del Proyecto.....	48

2.4.7.- Como se Comunica OptoDisplay con los Controladores.....	54
2.4.8.- Configuración Etiquetas.....	57
2.4.9.- Trabajando con Gráficas.....	59
2.4.10.- Animado Gráfico.....	59
2.4.11.- Gráficos de Tendencias.....	63
2.5.- OptoServer.....	66
2.5.1.- Conceptos Básicos de Intercambio Dinámico de Datos. (DDE).....	68
2.5.2.- Interfaces del Usuario del OptoServer.....	69
2.5.3.- Interfase del Administrador del OptoServer.....	69
2.5.4.- Interfase del OptoServer.....	73

### III.- HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL.

3.1.- Requerimientos del Hardware.....	78
3.1.1.- Equipo de Computo.....	78
3.1.2.- Modulo de Control.....	78
3.1.2.1.- Controlador G4LC32SX Modelo 200.....	79
3.1.2.2.- Como Funciona una Aplicación de un Usuario con el Controlador G4LC32SX.....	79
3.1.2.3.- Unidades de Entrada/Salida (Bricks).....	80
3.1.2.4.- El Controlador G4LC32SX.....	81
3.1.2.5.- Opciones Disponibles.....	81
3.1.2.6.- Arquitectura Básica.....	83
3.1.2.7.- Diagramas.....	84
3.1.2.8.- Configuración de los Interruptores y de los puentes.....	87
3.1.2.8.1.- Interruptores del G4LC32SX (G4LC32SX Switches).....	87
3.1.2.8.2.- Interruptores de las tarjetas hijas G4LC32SER y G4LC32ARC.....	88
3.1.2.8.3.- Puentes del G4LC32SX (G4LC32SX Jumpers).....	89

3.2.- Dispositivos de Entradas / Salidas. (Brick).....	90
3.2.1.- Dispositivo de Entradas / Salidas Analógicas con 8 canales (G4A8R).....	91
3.2.2.- Dispositivos de Entrada / Salidas Digitales con 16 Canales (G4D16R).....	92
3.3.- Módulos de Entrada / Salida.....	92
3.3.1.- Módulos de Entrada / Salida Analógicos.....	92
3.3.1.1.- Módulos de Entrada/Salida.....	92
3.4.- Comunicaciones.....	94
3.4.1.- Comunicaciones Serial.....	94
3.4.2.- Comunicación Controlador-Dispositivos de Entrada/Salida.....	95
3.4.3.- Alambrado.....	96
3.4.4.- Comunicación Controlador-Computadora.....	97

#### IV.- ELEMENTOS DE MEDICIÓN Y CONVERSIÓN DEL PROCESO.

4.1.- Transmisores.....	98
4.1.1.- Generalidades.....	98
4.1.2.- El Sensor de Flujo.....	99
4.1.3.- Transmisores de Presión, Manométrica Diferencial.....	100
4.1.4.- Medición y Transmisor de Nivel.....	102
4.1.5.- Transmisores de Temperatura.....	103
4.2.- Convertidores.....	104
4.2.1.- Convertidor de I/P.....	104
4.2.2.- Convertidor de P/I.....	105
4.3.- Elemento Final de Control.....	106
4.3.1.- Válvulas de Control.....	106
4.3.2.- Circuitos de Disparo Proporcional para Triac.....	108
4.4.- Fuentes de Alimentación.....	111

4.4.1.- Fuentes de Corriente Directa.....	111
4.4.2.- Compresor de Aire.....	111
4.5.- Diagrama Esquemático del Proceso.....	112

## V.- IMPREMENTACION

5.1.- Introducción.....	114
5.2.- Diagrama General de Instalación.....	117
5.3.- Diagrama de Alimentación de Señales.....	118
5.4.- Diagrama de Comunicación.....	119
5.5.- Configuración y Programación del Sistema de Control.....	119
5.5.1.- Hoja de Trabajo.....	120
5.5.2.- Configuración del Controlador.....	122
5.5.3.- Configuración de las Unidades de Entrada/Salida.....	125
5.5.4.- Programación de la Estrategia de Control.....	131
5.6.- Configuración de Gráficos y Atributos Dinámicos.....	144
5.7.- Configuración de Comunicación Vía Red.....	155
5.7.1.- OptoServer.....	155
5.7.2.- Conexión Directa al Controlador.....	159
5.7.3.- Configuración Como Servidor.....	160
5.7.4.- Configuración para cliente OptoDisplay.....	162
5.7.5.- Configuración de tiempo de refrescado.....	164
5.8.- Arranque y Pruebas del Sistema.....	166
CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....	170

# I.- INTRODUCCIÓN

Como dijo Blas Pascal (1623-1662), una vez: “Primero hay que saber un poco de pasado para poder así pensar en el futuro”, así que se dará un breve repaso de como fueron evolucionando los sistemas de control, para después comentar a más profundidad el objetivo, así como una síntesis del contenido de la misma.

## 1.1.- Historia y Antecedentes

La historia del hombre para controlar los procesos industriales a través de medios automáticos ha sido difícil y prolongado por siglos, aunque los principales avances en los sistemas de control integrados se ha realizado en los últimos cincuenta años, empezando con los desarrollos de los años 30's hasta nuestros días, esto se debió gracias al continuo crecimiento en tamaño y complejidad de los procesos industriales, también al tratar de reducir las perdidas en materia prima y energía requerida. Son estas razones las que han motivado, la necesidad de poner un poco de mayor énfasis en la automatización, así como en la optimización de las operaciones en los procesos.

Esto, en conjunción con los avances de la tecnología, ha permitido la evolución de los sistemas para el manejo de las plantas industriales. Por ejemplo; el desarrollo de los transistores, de los circuitos integrados analógicos y los relevadores de estado sólido, tuvieron como resultado un incremento en las capacidades y en la confiabilidad de los sistemas de control electrónicos, que son capaces de reemplazar en mucho, a los sistemas de control neumáticos.

De manera similar, el desarrollo de la tecnología digital, en la forma de circuitos integrados lógicos, los microprocesadores, las memorias semiconductoras, así como un sin fin de elementos, integrados a gran escala, han producido una mejora mayor de la capacidad de los sistemas de control digital. Estas mejoras han permitido que los sistemas de control basados en tecnología digital reemplacen a los sistemas eléctricos analógicos en muchas aplicaciones.

Durante los años 20's no había mecanismo de comunicación entre los controladores, aparte de los proporcionados por cada operador a los demás operadores en la planta, usando medios visuales y vocales, esta situación cambió a finales de los 30's gracias al desarrollo de sistemas neumáticos de tipo transmisor; es decir, se estandarizaron las señales, las cuales eran transmitidas a una unidad central y ahí procesada y vuelta a transmitir a los dispositivos ejecutantes del proceso. Este tipo de control es usado todavía a finales de los años 50's y principios de los 60's, aunque en ese tiempo se inicial el reemplazo de lo neumático con lo electrónico. Otro gran avance fue el desarrollo en los años 70's de los PLC (siglas que significan en español Controlador Lógico Programable), que realiza funciones en forma secuencial. No fue sino hasta finales de los 70's que los PLC y las computadora comenzaron a conectarse en sistemas integrados para la automatización en las industrias.

Con esta unión, el área de control se favoreció con los avances en el área de la computación, ya que con esto se ha incrementado de manera acelerada el almacenamiento de la guardar información por largos períodos de tiempo y para poder compararla, en futuras investigaciones. Otro de estos avances fue, la creación de redes de fibra óptica con la cual se pueden mandar datos rápidamente de manera confiable y segura, solucionando así, la necesidad de la transmisión de información a través de las computadoras.

Después de esta introducción, nos enfocaremos a lo que es el software que implementamos, hablaremos de los requerimientos del Hardware, y el material que se usó en el controlador y módulos de monitoreo. Para finalizar observaremos un diagramas de instalación, fuentes de alimentación de señales y de comunicación, así como la configuración y el arranque del sistema en si.

## **II.- SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL.**

### **2.1.- Introducción.**

En la actualidad, se han desarrollado una gran cantidad de dispositivos de comunicación y de control para lograr la eficiencia de los procesos de la industria; aunque, generalmente el uso e implementación de estos dispositivos requería grandes conocimientos de programación, además de tener interfaces poco amigables; sin embargo, gracias a los avances en la tecnología, que nos permiten tener cada vez máquinas de escritorio más poderosas y a menor costo, ha sido posible el desarrollo de interfaces gráficas más amigables que permiten un mejor aprovechamiento de los diversos aparatos existentes en el mercado.

Uno de los paquetes de mayor facilidad de uso existentes en el mercado actual es el **Factory Floor**, el cual en sí es un conjunto de soluciones de control para la automatización industrial

Básicamente el FF (Factory Floor) está compuesto de tres módulos básicos:

- OptoControl
- OptoDisplay
- OptoServer

además de algunas utilerías como:

- OptoKernel
- OptoUtilerías.

A grandes rasgos las características de cada uno son:

- **OptoControl**  
Es un ambiente de desarrollo gráfico basado en diagramas de flujo, lo cual permite una rápida integración entre el programador y la herramienta.
- **OptoDisplay**  
Es una interfase gráfica para el operador, con características multimedia, lo cual hace mas fácil su comprensión.
- **OptoServer**  
Es un servidor de datos robusto que permite conectar los controladores conectados en una red con las aplicaciones de control y monitoreo, ya sea desarrolladas a través de FF o por medio de algún lenguaje de programación (ej. Vbasic, VC++, etc.)

Una de las mejores características presentadas por este conjunto de aplicaciones, es su interfase gráfica, la cual permite un menor tiempo de aprendizaje e incrementa la productividad; además de ofrecer interfases hombre-máquina a través de redes de datos y permitir la conexión entre los sistemas de control y manejadores de bases de datos, como SQL Server.

## **2.2.- Plataforma de Trabajo.**

Se le llama plataforma de trabajo al ambiente en el cual trabaja determinado programa o aplicación. Hoy en día es posible encontrar muchos ambientes operativos en el mercado, enfocados hacia muchos usos y equipos, pudiendo encontrar desde simples ambientes con interfases de texto para computadoras de escritorio (MS-DOS V6.0 y anteriores) hasta poderosos sistemas multiusuarios con interfases gráficas (OSF, Windows NT, etc.). Entre todos estos sistemas operativos se puede destacar la familia Windows desarrollada por Microsoft.

En un principio, la familia Windows era solamente un ambiente operativo, es decir, por si misma no constituía un sistema operativo, ya que corría sobre el sistema operativo MS-DOS. Sin embargo, esta familia fue desarrollándose de gran manera, evolucionando desde el pequeño Windows V1.0 hasta el poderoso Windows NT, que ya es por si mismo un poderoso sistema operativo multiusuario.

### **2.2.1.- Windows 95.**

Dentro de la familia Windows, existe una línea llamada Windows 95, la cual es un sistema operativo de niveles medios, ya que proporciona características de la línea de Windows NT (su hermano mayor), sin requerir la cantidad de recursos que este demanda, proporcionando a la vez una interfase gráfica amigable y de fácil uso, siendo este el sucesor de Windows 3.X y Windows para Trabajo en Grupo 3.X (Windows For Workgroup).

Windows 95 es un sistema operativo de 32 bits, lo cual le da gran desempeño y velocidad, además, es un sistema planeado para trabajar en red, utilizando principalmente el protocolo NetBeui, y dando a la vez una completa compatibilidad con la gran mayoría de los protocolos de comunicaciones existentes en el mercado actual.

### **2.2.2.- Características.**

Algunas de las mas importantes características de Windows 95 son:

- Rápido desempeño y una interfase fácil de usar.
- Una forma fácil y rápida de conectarse a Internet.
- Es un sistema operativo estable y robusto.
- Tiene un alto nivel de compatibilidad con respecto al software y al hardware.
- Soporta el sistema de nombres largos (archivos con nombres de hasta 255 caracteres).
- Es posible ejecutar en él aplicaciones “viejas” de 16 bits, así como también programas que funcionan en modo de texto, teniendo además la ventaja de que la mayoría de estas aplicaciones trabajaran de una manera mejor y mas rápida.

Hay que mencionar aparte, que Windows 95 integra la capacidad de multitarea, es decir, dentro de W95 es posible ejecutar varias aplicaciones a la vez, además, incorpora la tecnología Conéctese y Úse (Plug & Play) la cual permite agregarle una gran cantidad de componentes y accesorios al equipo sin necesidad de realizar largos y complicados procedimientos de instalación.

### **2.2.3.- Requerimientos de Hardware.**

Algunos de los requerimientos de hardware para Windows 95 son:

- Procesador 486 a 25 Mhz o mayor.
- Mínimo 8 MB de memoria RAM.
- 40 MB de disco duro disponible.
- Adaptador de vídeo VGA o mayor.
- Un Ratón (Mouse).

### **2.2.4.- El futuro de Windows 95.**

En la actualidad W95 (Windows 95) ocupa un lugar muy grande dentro de los sistemas operativos para computadoras de escritorio, ya que su éxito desde que salió al mercado en la segunda mitad de 1995 fue rotundo, convirtiéndose en uno de los sistemas operativos de escritorio más populares. Sin embargo, pese a este éxito tan grande, la historia no termina ahí, ya que Microsoft ha anunciado que ya se encuentra trabajando en el sucesor de este sistema operativo, el cual ha bautizado con el nombre clave de MEMPHIS, el cual se espera que este listo en versión beta en el segundo cuarto de 1997.

Se dice que este sucesor de Windows 95 tendrá, además de las características ya existentes en Windows 95 capacidad de visualización de Internet e Intranets, protocolos de comunicación completamente integrados, soporte para lo ultimo en hardware, incluyendo los mas modernos componentes de multimedia, además de la capacidad de auto-mantenimiento, que harán aún más fácil su operación.

## **2.3.- OptoControl.**

### **2.3.1.- Introducción.**

OptoControl es el modulo del Factory Floor que permite la creación de aplicaciones de control (llamadas también estrategias) aun sin tener un gran conocimiento de programación.

Una de las características de este programa es que utiliza la filosofía de programación “de diagramas de flujo”, es decir, se programa por medio de una sucesión de bloques con funciones predefinidas en el sistema, cada uno de los cuales tiene una cierta cantidad de parámetros de entrada y de salida, simplificando de esta manera la creación de estrategias avanzadas.

### 2.3.2.- Estructura de las Estrategias.

Una estrategia de OptoControl se divide en segmentos llamados “*Flowcharts*” (Diagramas de Flujo), las cuales están compuestas a su vez por bloques.

Cada diagrama de flujo tiene un bloque llamado “*block 0*” con un ID = 0. Es en este bloque en donde comienza la ejecución del diagrama. Una de las propiedades de este block es que puede ser renombrado pero **no** puede ser borrado.

Cada una de las estrategias puede estar creada desde 2 o mas diagramas de flujo. La cantidad mínima de diagramas de flujo es de 2, ya que cada estrategia tiene por lo menos un diagrama de Encendido o Powerup y un diagrama de Interrupciones. De estos 2 diagramas, el de arranque es el único que comienza su ejecución en la estrategia cuando esta es puesta en marcha; teniendo las demás que ser ejecutadas mediante el comando “*Start Chart*”.

Los diagramas de flujo pueden encontrarse en tres posibles estados:

- Corriendo.
- Suspendida.
- Detenida.

Se dice que un diagrama de flujo esta corriendo cuando esta activo dentro de la lista de tareas de la computadora.

Un diagrama en estado de suspensión, cuando esta detenido de manera temporal.

Un diagrama detenido es aquel que se encuentra inactivo dentro de una estrategia.

Cada diagrama dentro de una estrategia es independiente de cualquiera de los demás; sin embargo, tienen la capacidad de cambiar el estatus de cualquiera de los demás diagramas dentro de la estrategia, pudiendo ejecutarse cualquier combinación de estados simultáneamente.

Esta capacidad de ejecutar varios diagramas de flujo al mismo tiempo es lograda gracias a una técnica de “rebanado de tiempo” llamada multitarea (también llamada multicapa), pudiendo un controlador Opto 22 ejecutar hasta un total de 32 diagramas al mismo tiempo, asignándole a cada tarea un “rebanada” de 500 microsegundos de manera cíclica.

Para poder controlar el flujo de “rebanadas de tiempo” el OptoControl ejecuta de manera permanente y automática un diagrama llamado “lista de tareas” o “host chart” a la cual se le asignan siempre los primeros 500 microsegundos de cada ciclo, asignándole los períodos siguientes a cada uno de los diagramas en estado de ejecución o de pausa, no asignándole tiempo a ninguno de los diagramas en estado detenido.

Dentro de la lista de tareas el diagrama de encendido y el de interrupciones se encuentran en una situación especial, ya que al diagrama de encendido, cuando se encuentra ejecutándose, siempre se le asigna el intervalo de tiempo siguiente a la lista de tareas; también el diagrama de interrupciones es muy especial, ya que generalmente se encuentra en estado suspendido, y se ejecuta solo cuando una unidad de I/O genera una interrupción, siempre y cuando se tenga conectado a un controlador, y además se tenga configurado un evento para cuando suceda una interrupción. Siempre que una interrupción dispara el diagrama de Interrupciones, el siguiente periodo de tiempo le será asignado, sin importar a quien le corresponde este periodo de tiempo, es decir, el diagrama de interrupción “flota” dentro de la lista de tareas.

Un solo diagrama de flujo puede tomar varios periodos de tiempo dentro de un ciclo, esto puede lograrse mediante el cambio de prioridad logrado a través del comando “Set Priority”. Esto se permite siempre y cuando no se encuentren ejecutando un máximo de 32 diagramas, porque en este caso, solo se le asignara un solo período de tiempo dentro de cada ciclo.

### **2.3.3.- Diseño de la Estrategia.**

Cuando una nueva estrategia es creada, esta tendrá por omisión de datos 2 diagramas: el de arranque y el de interrupciones, cualquier otro diagrama dentro de la estrategia deberá ser escrito aparte.

Es muy recomendable que al llevar a cabo el diseño de una estrategia, cada diagrama de ésta se encargue de controlar una tarea diferente, sin embargo hay que tomar en cuenta 2 limitantes, que solo pueden estar corriendo al mismo tiempo 32 diagramas, y que el numero total de diagramas (estando en cualquiera de los tres estados) depende de la cantidad de memoria del controlador opto.

De la misma manera es recomendable que los elementos de I/O estén agrupados entre si según la tarea que realizan o según la sección de equipo que se encargue de monitorear.

Otra forma de organizar los diagramas dentro de las estrategias es según sus tareas, ya que una tarea o proceso que requiera ser monitoreada constantemente puede ser colocada en un diagrama que este corriendo constantemente, en cambio, un proceso que se realice de manera esporádica, puede ser controlado por otro diagrama. De esta manera, cuando una estrategia es demasiado compleja, su modularización puede ayudar en gran manera, ya que con un solo diagrama puede ser posible inicializar y detener procesos según sea necesario, evitando con esto cargar al sistema con proceso que no se encuentren haciendo nada. El diagrama de arranque puede ser usado para este propósito, ya que con el puede ser posible inicializar variables, mandar llamar otros diagramas, y ejecutar algunos comando de inicio, sin embargo, el diagrama de inicialización no debe de ser usado para llevar a cabo tareas o procesos complejos.

### **2.3.4.- Diseño Del Diagrama (Chart).**

Una vez que la estrategia ha sido dividida en procesos, es necesario planear cual será el papel a desempeñar por cada diagrama dentro de la estrategia, tomando en cuenta básicamente dos tipos de diagramas:

- Diagramas de flujo de paso.
- Diagramas de flujo de lazo.

En el tipo de diagramas de paso, estos consisten en diagramas que llevan a cabo un conjunto de operaciones, y una vez realizadas todas ellas, se detiene el diagrama. Un diagrama de flujo de paso tiene un principio y un fin definidos.

Los diagramas de arranque (powerup) y el de interrupciones pertenecen a este tipo de diagrama y, así mismo, cualquier diagrama escrito por el usuario que no necesite estar corriendo continuamente, puede ser diseñado de esta manera.

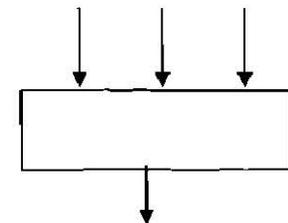
Al usar este tipo de lógica de diseño, es permitido que dentro de este tipo de diagramas se usen algunos lazos de interacción; sin embargo, no se deben de usar lazos de condición (como esperar a que ocurra algún evento), dentro de este tipo de diagramas.

La lógica de diseño de lazo, es usada cuando un proceso necesita estar corriendo constantemente. Este tipo de diagramas no tiene principio ni fin y corre a través de un conjunto de acciones y condiciones constantemente, pudiendo variar el camino a seguir dentro del diagrama según ciertas condiciones del proceso.

Para la creación de diagramas se cuenta con cuatro tipo de elementos básicos:

- Bloques de Acción:

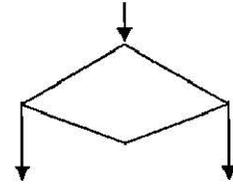
Estos son rectángulos que contienen comandos que deberán ser ejecutados dentro de la estrategia, pudiendo ejecutarse una gran cantidad de comandos dentro de un mismo bloque. Un bloque de acción puede tener muchas entradas diferentes, pero solo puede tener una sola salida.



Bloque de Acción

- Bloques de Condición:

Están representados por un diamante y contienen preguntas que controlan el flujo lógico de la estrategia, pudiendo tener muchas entradas, pero solo dos salidas: verdadero o falso.

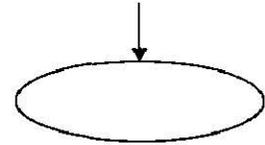


Bloque de  
Condición

Dentro de un solo bloque de condición pueden ser evaluadas dentro de un mismo bloque, y si todas las condiciones evaluadas se cumplen, la salida del bloque será verdadera: si alguna condición dentro del bloque no se cumple, la salida será falsa.

- Bloques de Continuar.

Son círculos que indica hacia donde o cual será el próximo bloque a usar, guardando solamente el nombre del bloque siguiente.



Bloque de  
continuar.

- Conectores.

Estos son solo líneas con flechas, las cuales definen el camino dentro de la estrategia.



Conector

### 2.3.5.- La Interfase del OptoControl.

Una de las características del OptoControl es su interfase gráfica, que proporciona una gran facilidad de uso, así como también permite minimizar el tiempo de aprendizaje de la aplicación.

Cuando se entra al módulo del OptoControl, aparecerá la siguiente pantalla. Ver Fig. 2.3.5.1.

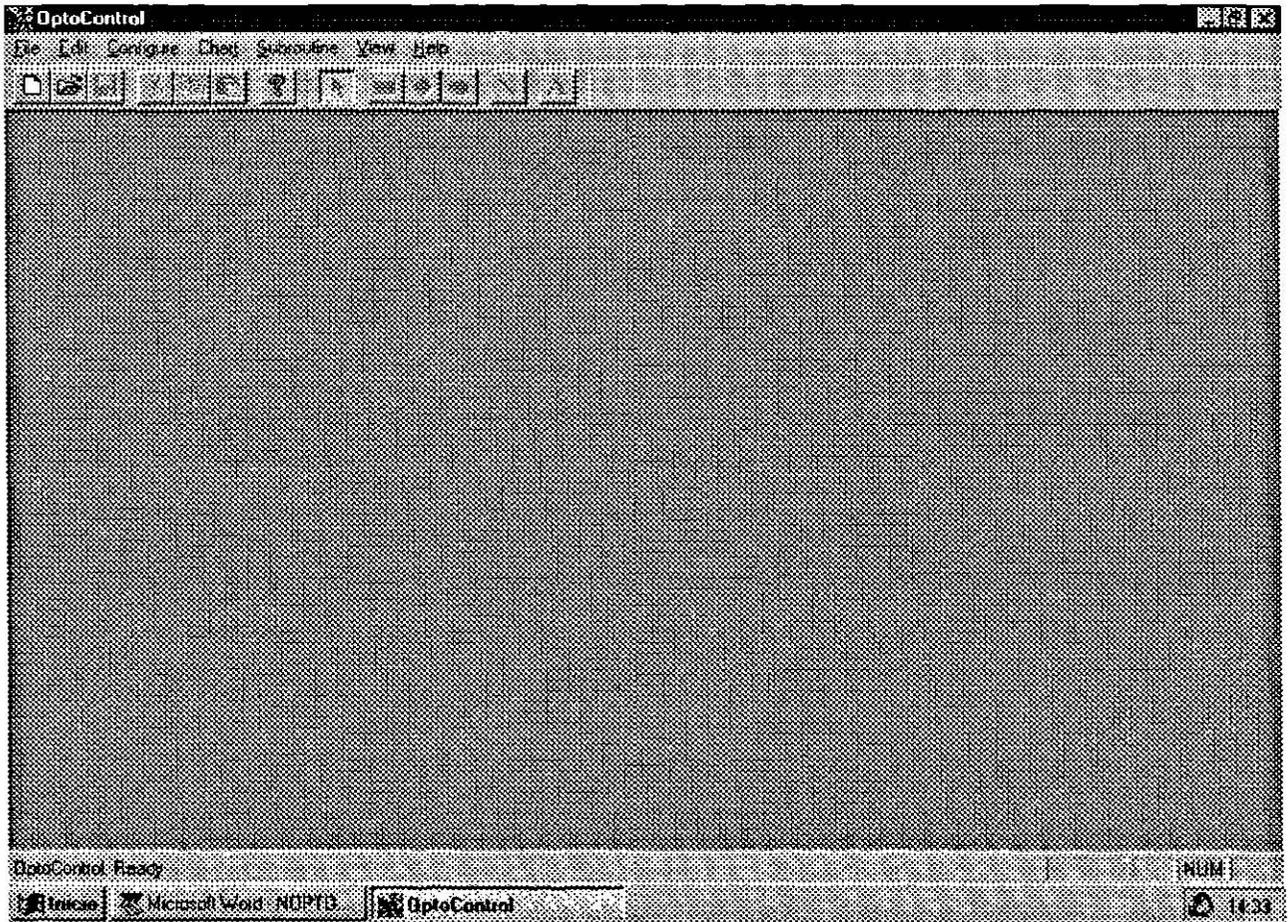


Fig. 2.3.5.1. Ventana de OptoControl.

Esta pantalla está compuesta por las siguientes partes:

1. Barra de Título.
2. Barra de Menú.
3. Barra de Herramientas o “Toolbar”
4. Area de Trabajo
5. Barra de Estatus.

En este caso el área de trabajo aparece vacía, esto es debido a que no se encuentra abierta ninguna estrategia. En el área de trabajo es donde se muestran las distintas ventanas que integran la interfase de las estrategias.

Al estar trabajando con el OptoControl se puede hacerlo en uno de los tres modos disponibles, los cuales son:

- **Modo de Configuración.**  
En este modo es posible diseñar, crear y manipular las estrategias.
- **Modo de Depuración.**  
En este modo es donde se analiza el funcionamiento y se carga a la memoria del controlador.
- **Modo en Línea.**  
En este modo es posible hacer pequeños cambios a la estrategia, sin afectar a ninguna de las otras partes, o también se puede volver a cargar la estrategia completa

El modo en el que se está trabajando se puede ver en la Barra de Estatus.

Algo que hay que hacer notar, es que cualquiera de los tres modos de trabajo mencionados anteriormente, solo son efectivos cuando se tiene abierta una estrategia, de otro modo no aparecerá el menú "Mode".

Cuando una estrategia se encuentra abierta, dentro del área de trabajo será posible ver algunas ventanas, las cuales nos mostrarán diversos aspectos de la estrategia. En la fig. 2.3.5.2 se pueden ver dos de estas ventanas, siendo las que más comúnmente se usan; en esta figura se muestra dentro del área de trabajo, del lado izquierdo la ventana del "Árbol de la Estrategia". Es en esta ventana donde se pueden ver los distintos componentes de la estrategia de Control, proporcionando a la vez un acceso rápido a cualquiera de los elementos que la componen, ya sea para modificarlos (en el caso de componentes lógicos, como procedimientos, variables, etc.), o configurarlos (en el caso de componentes físicos, como módulos de I/O, etc...).

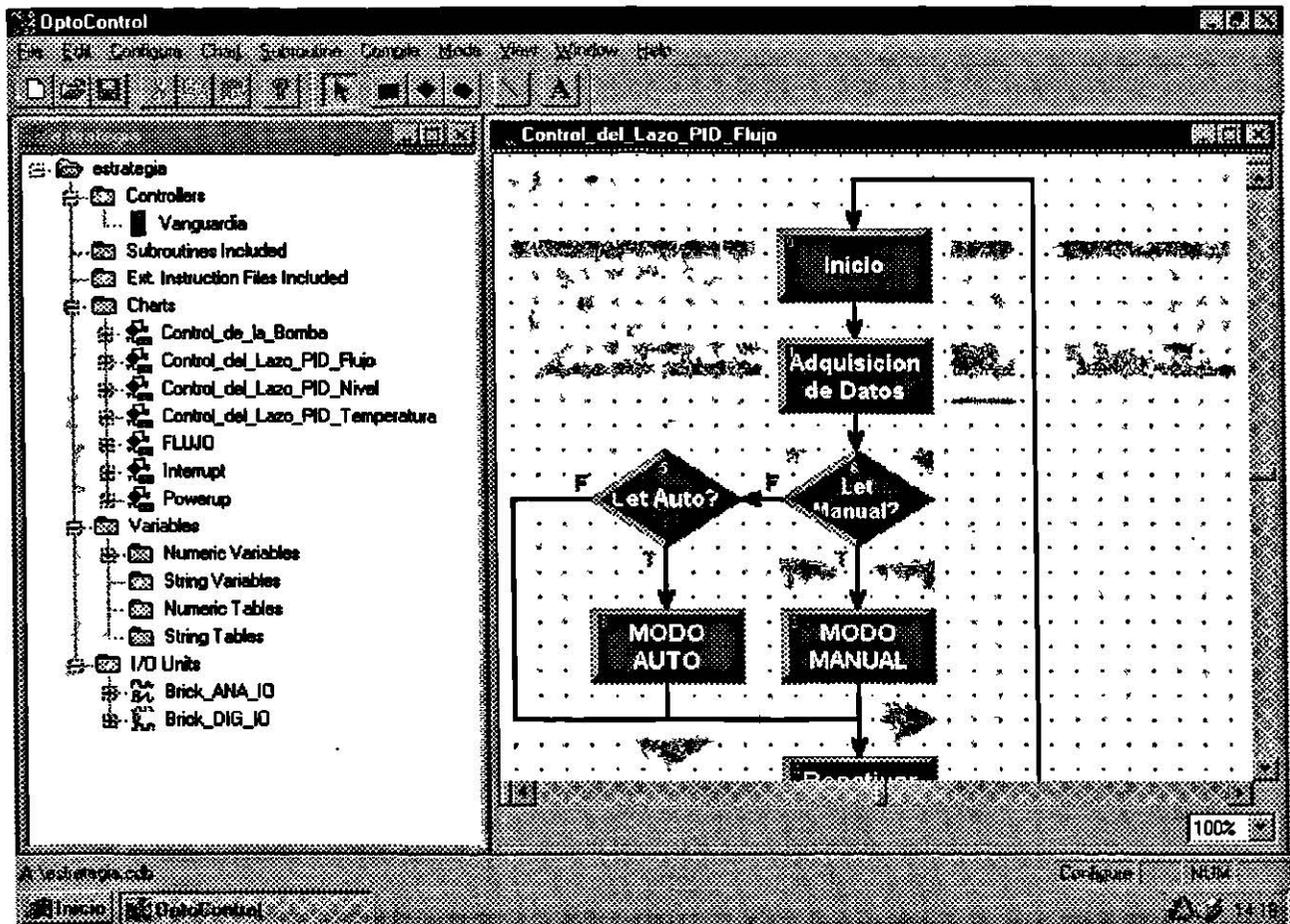


Fig. 2.3.5.2. Estrategia Abierta.

También en la figura 2.3.5.2, dentro del área de trabajo, del lado derecho se encuentra la ventana de la “Carta Activa”, en esta ventana es donde se puede crear o modificar cualquiera de las cartas de trabajo de la estrategia.

### 2.3.6.- Menús de la Aplicación.

Los menús del OptoControl, así como los comandos que aparecen dentro de cada uno de ellos, pueden variar de acuerdo al modo de trabajo en que se este. A continuación se dará una descripción de cada uno de los menús y sus comandos en cada uno de los tres diferentes modos de trabajo.

### 2.3.6.1.- Modo de Configuración.

#### Menú de Archivos (File Menu).

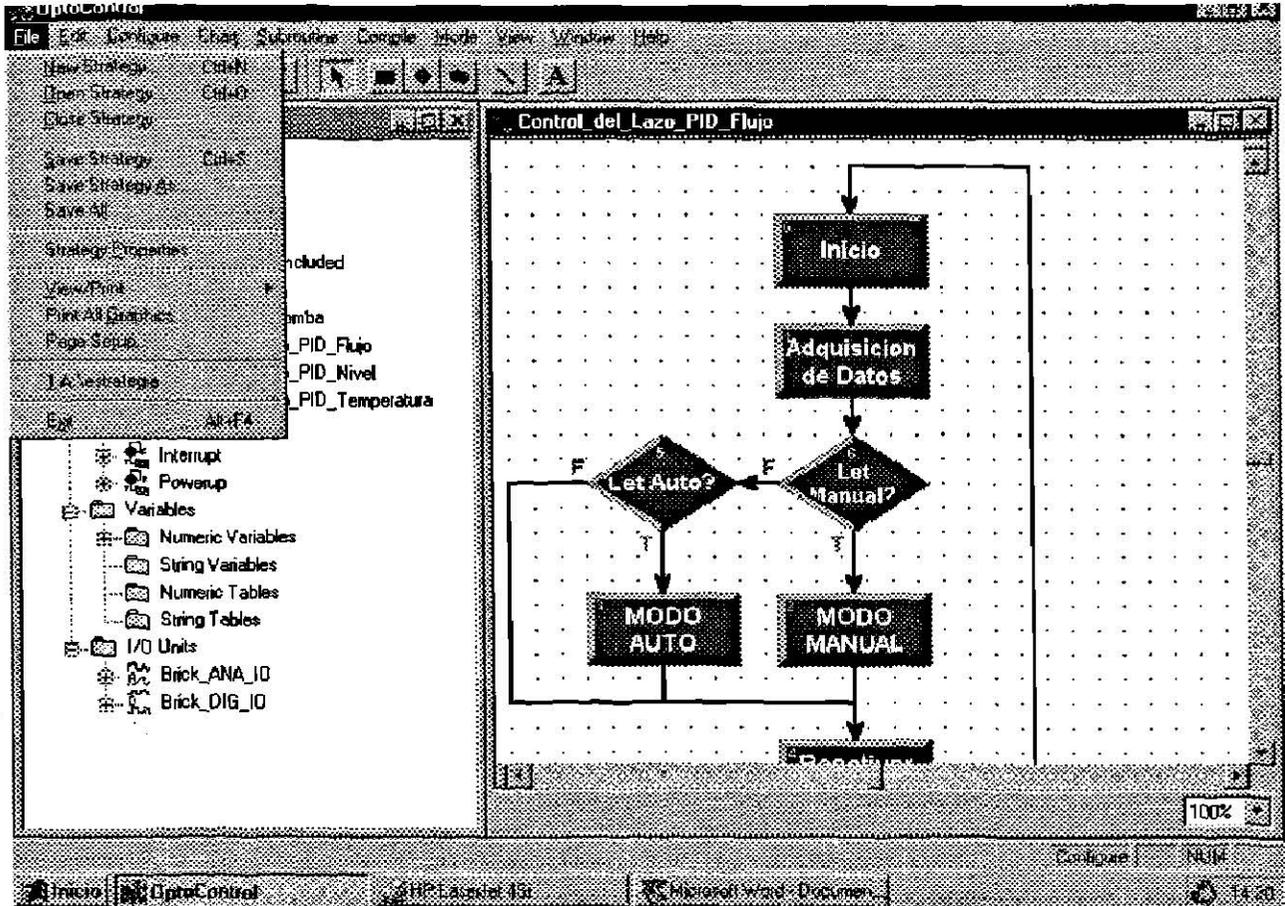


Figura 2.3.5.3. Menú de archivos.

#### Nueva Estrategia (New Strategy).

Este comando abre la ventana de dialogo de Crear una Nueva Estrategia (Create New Strategy), la cual pide que se especifique el nombre y la ubicación donde se guardará la nueva estrategia. Si al usar este comando, no se han guardado los últimos cambios hechos a la estrategia, aparecerá una caja de diálogo donde se preguntará si se desea salvar los cambios antes de proceder. Solo una estrategia puede ser abierta a la vez.

**Abrir Estrategia (Open Strategy).**

Permite abrir una estrategia creada previamente. Si los cambios en la estrategia actual no han sido guardados, aparecerá una caja de diálogo preguntando si se desea guardarlos antes de proceder. Solo una estrategia puede ser abierta a la vez.

**Cerrar Estrategia (Close Estrategy).**

Cierra la estrategia que se encuentre en uso. Si los cambios en la estrategia actual no han sido guardados, aparecerá una caja de diálogo preguntando si se desea guardarlos antes de proceder.

**Salvar Estrategia (Save Estrategy).**

Abre la caja de diálogo de "Guardar Estrategia", en la cual se podrán seleccionar las cartas que se quieran guardar dentro de la estrategia. Al abrirse esta ventana, se muestra una lista con todas las cartas dentro de la estrategia, apareciendo resaltadas las que hayan sufrido cambios en la sesión actual. Si se desean guardar los cambios de todas, solo será necesario presionar <Enter> o dar un click sobre el botón "Ok". En caso de que no se dese guardar todas, elimine de la lista las que no se deseen guardar los cambios y de un click sobre el botón "Ok".

**Salvar Estrategia Como (Save Strategy As).**

Abre la caja de "Guardar Estrategia", pidiendo que se defina un nuevo nombre y un nuevo lugar para guardar la estrategia actual. Hay que hacer notar que con este comando aparecen todas las cartas de la estrategia, sin hacer distinción del estado de ninguna de ellas, es decir no se hace notar cuales han sido modificadas y cuales no. Con este comando, todas las cartas son salvadas automáticamente.

**Salvar Todo (Save All).**

Guarda inmediatamente la estrategia actual, junto con todas sus cartas y subrutinas (si es que estas han sido modificadas).

**Propiedades de la Estrategia (Strategy Propierties).**

Permite configurar la presentación, si así se desea, de cada uno de los elementos y cartas dentro de la estrategia que se encuentra en uso.

**Ver/Imprimir (View/Print).**

Permite ver, salvar en un archivo, y/o editar los datos de la estrategia. En este comando se encuentran tres subcomandos que son:

1. **Todas las Instrucciones de las Cartas (All Chart Instructions).**  
Permite ver los comandos y datos pertenecientes a cada carta, siendo posible guardarlos en un archivo de texto, imprimir los datos, o simplemente cerrar la ventana.
2. **Base de Datos (Database).**  
Abre una ventana de diálogo, en la cual es posible seleccionar el tipo de datos que se van a ver. Una vez que se han seleccionado y que se dió un click en el botón "Ok", aparece la ventana de la estrategia, mostrando los datos que se seleccionaron, siendo posible guardarlos en un archivo de texto, imprimir los datos, o simplemente cerrar la ventana.
3. **Referencia Cruzada (Cross Reference).**  
Abre la ventana de Referencias Cruzadas (Cross Reference), la cual permite ver todas la referencias, eventos/reacciones, PID's, puntos de I/O, unidades de I/O, tablas y variables a través de la estrategia, siendo posible guardarlos en un archivo de texto, imprimir los datos, o simplemente cerrar la ventana.

**Imprimir Todas la Gráficas (Print All Graphics).**

Imprime una copia de todas las cartas dentro de la aplicación.

**Configuración de la Página (Page Setup).**

Permite personalizar la forma en que serán impresas las cartas, y además permite agregar algunos detalles, como encabezados, etc.

**Salir (Exit).**

Cierra la estrategia en uso, y sale de OptoControl. En caso de que no se dese guardar todas, seleccione de la lista las que no se deseen guardar los cambios y de un click sobre el botón "Ok".

## Menú de Edición (Edit Menu).

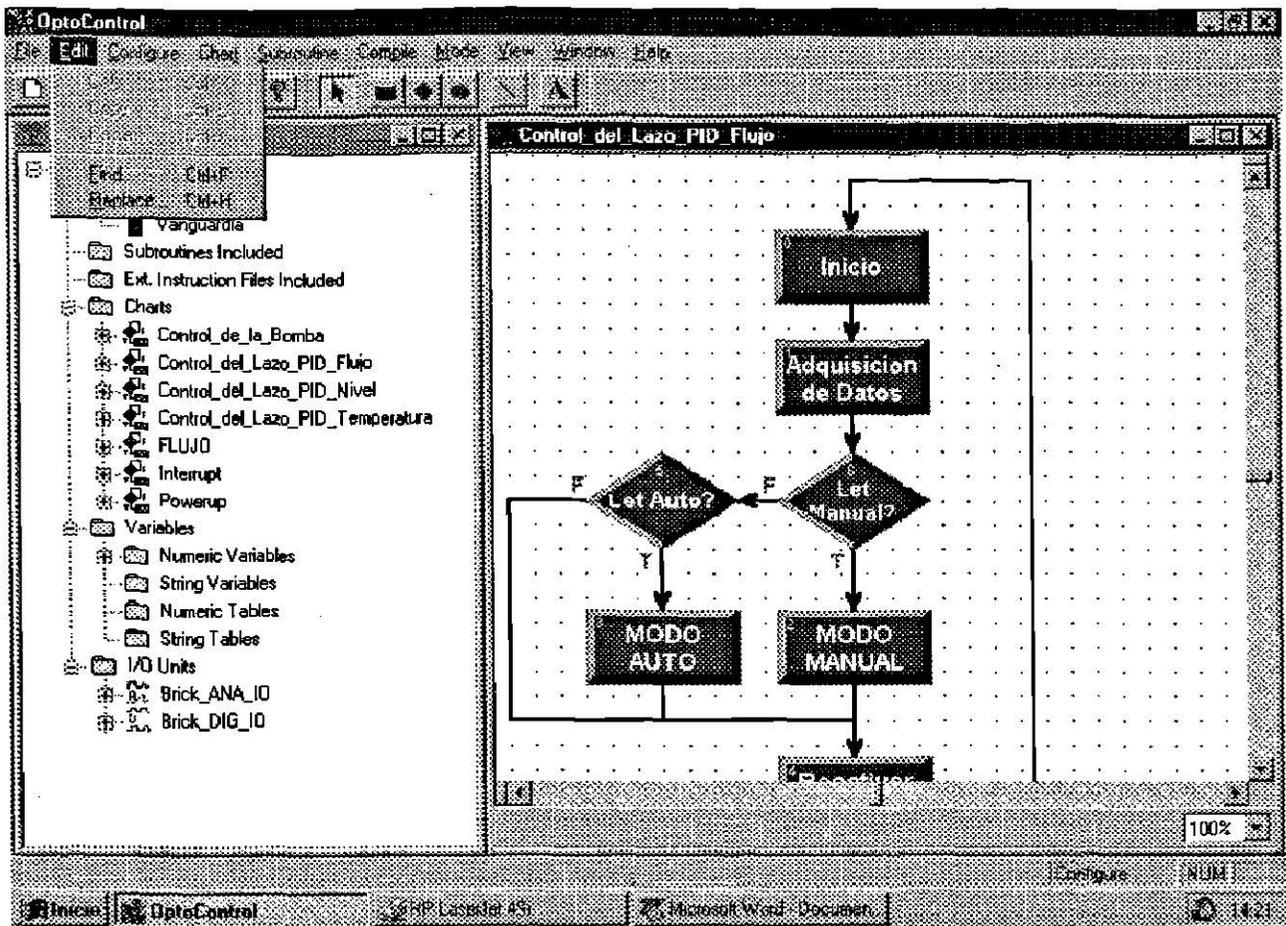


Fig. 2.3.5.4. Menú de Edición (Edit Menu).

### Cortar (Cut).

Esta opción solo está habilitada cuando una carta o una subrutina se encuentran en uso, y un elemento gráfico es seleccionado. Borra el elemento seleccionado y lo copia al portapapeles de Windows, del cual puede ser pegado inmediatamente.

### Copiar (Copy).

Esta opción solo está habilitada cuando una carta o una subrutina se encuentran en uso, y un elemento gráfico es seleccionado. Copia el elemento seleccionado al portapapeles de Windows, de donde puede ser pegado inmediatamente.

**Pegar (Paste).**

Esta opción solo está habilitada cuando una carta o una subrutina están en uso. Copia el contenido del portapapeles de Windows a la carta o subrutina activa.

**Encontrar (Find).**

Abre la ventana de búsqueda, la cual permite especificar un operando o una instrucción que será buscada en una carta o en una subrutina dentro de una estrategia.

**Reemplazar (Replace).**

Abre la ventana de Reemplazar, la cual permite especificar un operando o una instrucción que será buscada y reemplazada por otro operando o instrucción.

**Reemplazar (Replace).**

Abre la caja de diálogo de reemplazar, permitiendo buscar un operando o una instrucción específica y reemplazarlo por otra. Puede ser usada en una carta, una subrutina o una estrategia.

## Menú de Configuración. (Configure Menu).

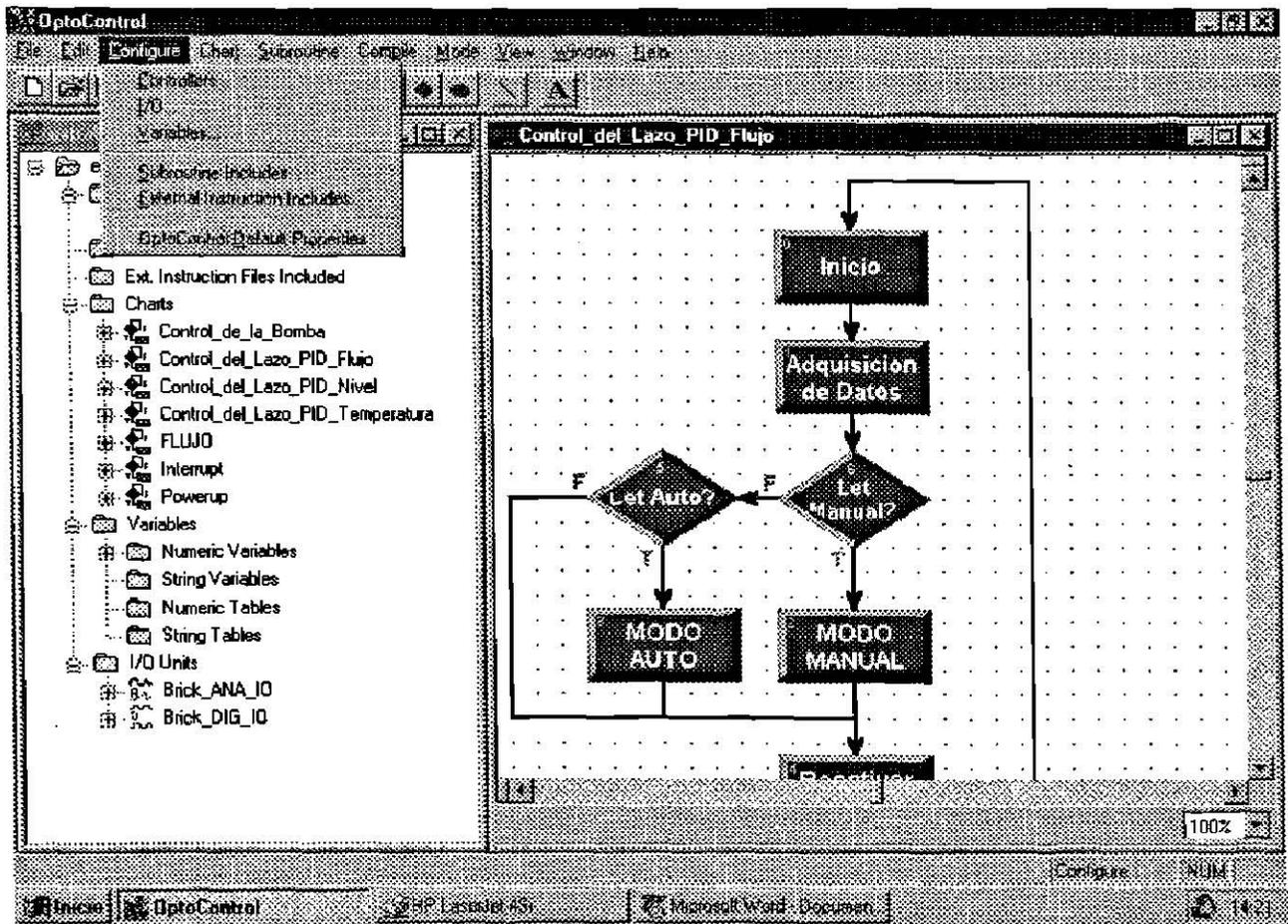


Fig. 2.3.5.5. Menú de Configuración. (Configure Menu).

### Controladores (Controllers).

Permite ver, editar, agregar o borrar configuraciones de controladores. Se puede seleccionar además las opciones de descarga en un controlador, actualización de los puertos para controladores, o cambiar el controlador activo.

### Entradas/Salidas (I/O).

Abra la caja de diálogo de configuración de los puertos de I/O, permitiendo ver, editar, agregar o borrar unidades de I/O. Es posible configurar puntos de I/O, lazos PID o eventos y reacciones.

### Variables.

Abre la caja de diálogo de configuración de variables, permitiendo ver, editar agregar o borrar variables, usadas en una estrategia o subrutina.

### Detalle de Subrutinas. (Subrutine Includes).

Solo esta disponible cuando el árbol de la estrategia o de una carta están activos. Permite ver, editar, agregar o borrar los archivos de subrutinas relacionados con la estrategia actual. Se pueden agregar o borrar archivos de subrutinas de la lista.

### Incluye Instrucciones Externas (External Instriction Includes).

Permite ver, editar, agregar o borrar los archivos de instrucciones relacionados con la estrategia actual o con la subrutina activa, Es posible agregar o remover archivos de instrucciones de esta lista.

### Propiedades por omisión de datos en OptoControl.

Permite personalizar la presentación por omisión de datos de todos los elementos de una nueva carta creada a partir de esta configuración.

## Menú de Cartas de Trabajo (Chart Menu).

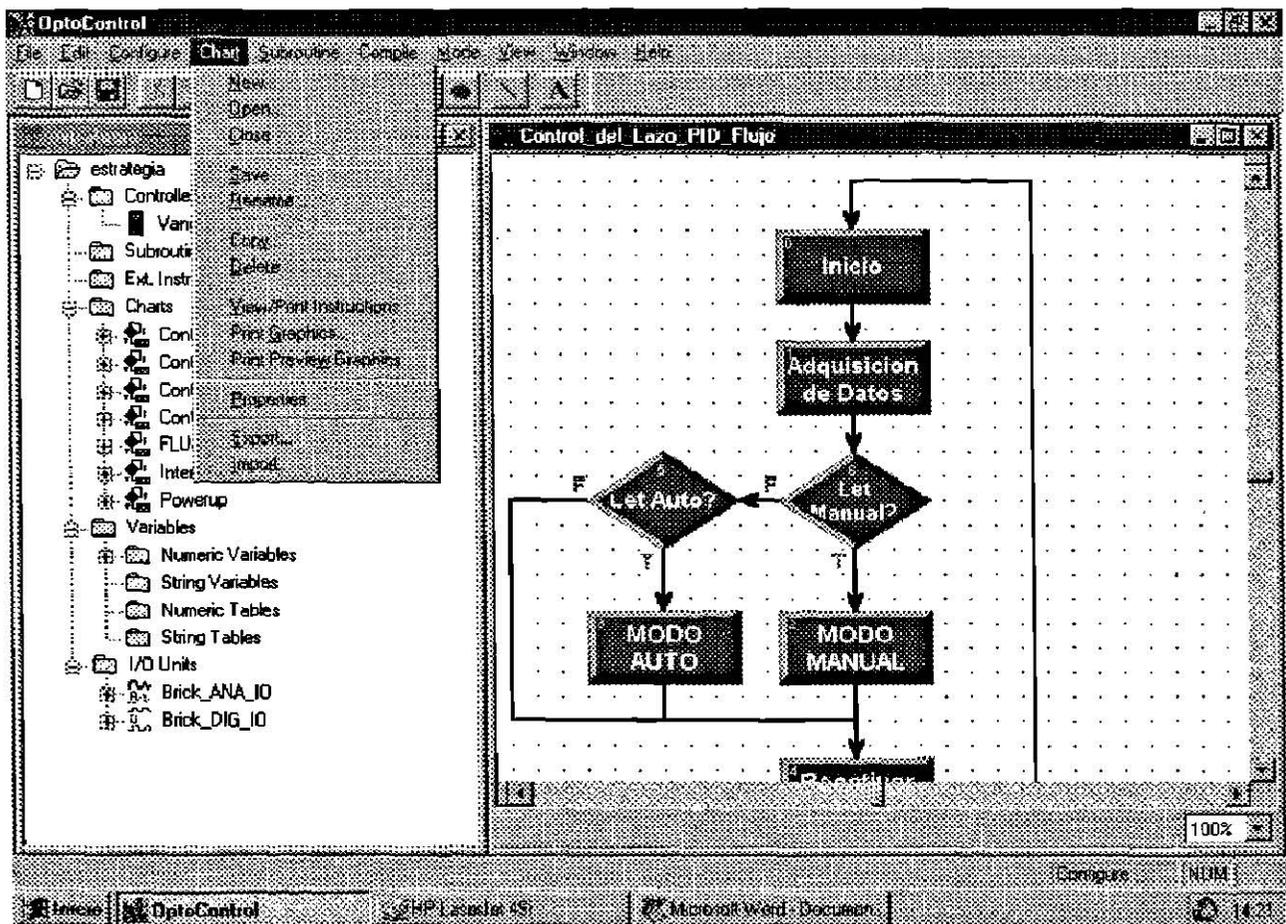


Figura 2.3.5.6. Menú de Cartas de Trabajo (Chart Menu).

### Nuevo (New).

Permite definir una carta nueva que será agregada a la estrategia activa.

### Abrir (Open).

Permite abrir una carta de una lista de cartas no abiertas, las cuales están asociadas con la estrategia actual.

### Cerrar (Close).

Esta opción está disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Cierra la carta activa. Si los cambios no han sido guardados, la aplicación preguntará si se quieren guardar.

**Guardar (Save).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta esta abierta en la ventana activa., guarda la carta activa, si esta ha sido modificada.

**Renombrar (Rename).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta diferente de la de arranque (powerup) o la de interrupciones esta abierta en la ventana activa. Renombra la carta activa, una vez que es renombrada la carta, es guardada automáticamente.

**Copiar (Copy).**

Permite duplicar una carta existente en una carta con un nuevo nombre.

**Borrar. (Delete).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta esta abierta en la ventana activa. Borra la carta activa. Antes de que la carta sea borrada muestra una caja de diálogo preguntando si se esta seguro de la acción.

**Ver/Imprimir Instrucciones (View/Print Instructions).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta esta abierta en la ventana activa. Abre la ventana de instrucciones de la carta activa, permitiendo ver los comandos y datos correspondientes a esta carta, dando la posibilidad de guardarlos en un archivo de texto, imprimirlo o simplemente cerrar la ventana.

**Imprimir (Print Graphic).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta esta abierta en la ventana activa. Imprime la carta activa, además, en esta ventana es posible ajustar los valores de tipo de papel, orientación del papel o seleccionar la impresora a usar.

**Vista Preliminar (Print Preview Graphics).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Da una vista preliminar en pantalla de como la carta activa será impresa.

### Propiedades (Properties).

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Permite personalizar la apariencia y propiedades de todos los nuevos elementos creados en la carta activa.

### Exportar (Export).

Exporta cualquier carta en la estrategia al archivo que se desee.

### Importar (Import).

Importa cualquier carta a una carta nueva o existente dentro de la estrategia en uso. Al importar, se procederá automáticamente con todos los elementos relacionado con la carta (unidades de I/O, puntos de I/O, eventos/reacciones, lazos PID, variables, cartas, etc..) proyectando el plan a los mismos elementos ya existentes o nuevos.

### Menú de Subrutinas (Subroutine Menu).

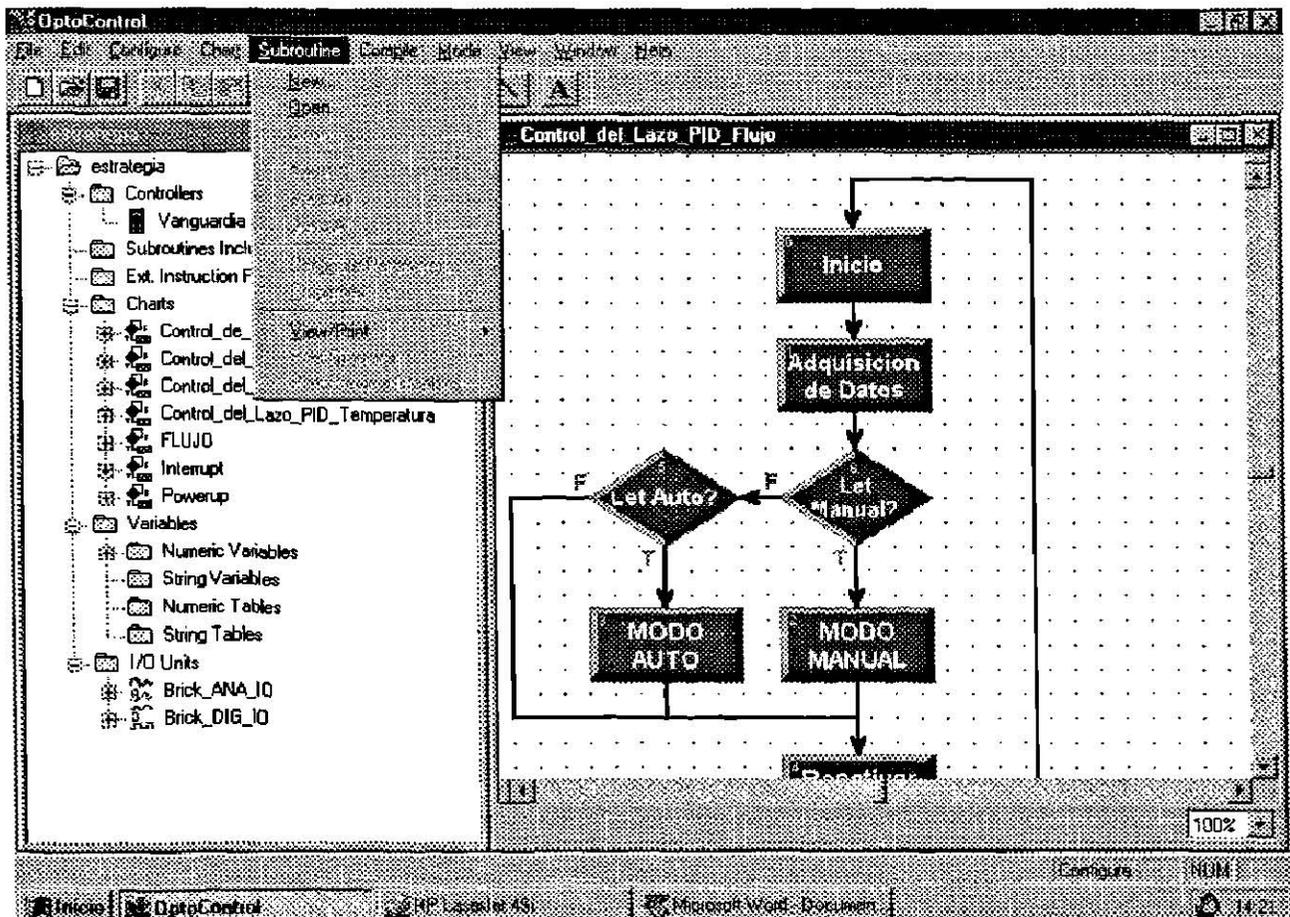


Figura 2.3.5.7.. Menú de Subrutinas (Subroutine Menu).

**Nuevo (New).**

Permite crear una nueva subrutina, pidiendo su nombre y su destino.

**Abrir (Open).**

Abre una subrutina creada previamente.

**Cerrar (Close).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Cierra la subrutina activa. Si los cambios no han sido guardados, la aplicación preguntará si se quieren guardar.

**Guardar (Save).**

Esta opción está disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa, guarda la subrutina en uso, si esta ha sido modificada.

**Guardar Todo (Save All).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Guarda todas las subrutinas abiertas.

**Configurar Parámetros (Configure Parameter).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Permite definir que parámetros serán pasados a la subrutina cuando sea usada. Se pueden configurar tipos válidos, nombres, etc..

**Propiedades (Propierties).**

Esta opción está disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Permite personalizar la apariencia y propiedades de todos los nuevos elementos creados en la subrutina en uso.

**Ver/Imprimir (View/Print)**

Da las opciones de ver, guardar en un archivo y/o imprimir datos de una subrutina, seleccionado uno de los tres submenus de comandos.

**1. Instrucciones.**

Muestra los comandos y datos pertenecientes a la subrutina en uso. Es posible guardar los datos en un archivo de texto, imprimirlos, o simplemente cerrar la ventana.

**2. Base de Datos (Database).**

Abre la ventana de diálogo de Impresión de Base de Datos (Print Database), permitiendo seleccionar el tipo de datos a ver. Al hacer click en "OK" en esta ventana, la ventana de la Base de Datos de subrutinas aparecerá, mostrando los datos que se han especificado. Desde aquí es posible guardar en un archivo de texto, imprimirlo o cerrar la ventana.

**3. Referencias Cruzadas (Cross Reference).**

Abre la ventana de diálogo de Referencias Cruzadas, permitiendo ver todas las relaciones entre cartas, eventos/reacciones unidades de I/O, etc.. Es posible guardarlos en un archivo de texto, imprimirlos o simplemente cerrar la ventana.

**Imprimir (Print Graphic).**

Esta opción está disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Imprime la subrutina en uso, además, en esta ventana es posible ajustar los valores de tipo de papel, orientación del papel o seleccionar la impresora a usar.

**Vista Preliminar (Print Preview Graphics).**

Esta opción esta disponible solo cuando una carta está abierta en la ventana activa. Da una vista preliminar en pantalla de como la subrutina en uso será impresa.

## Menú de Compilación. (Compile Menu).

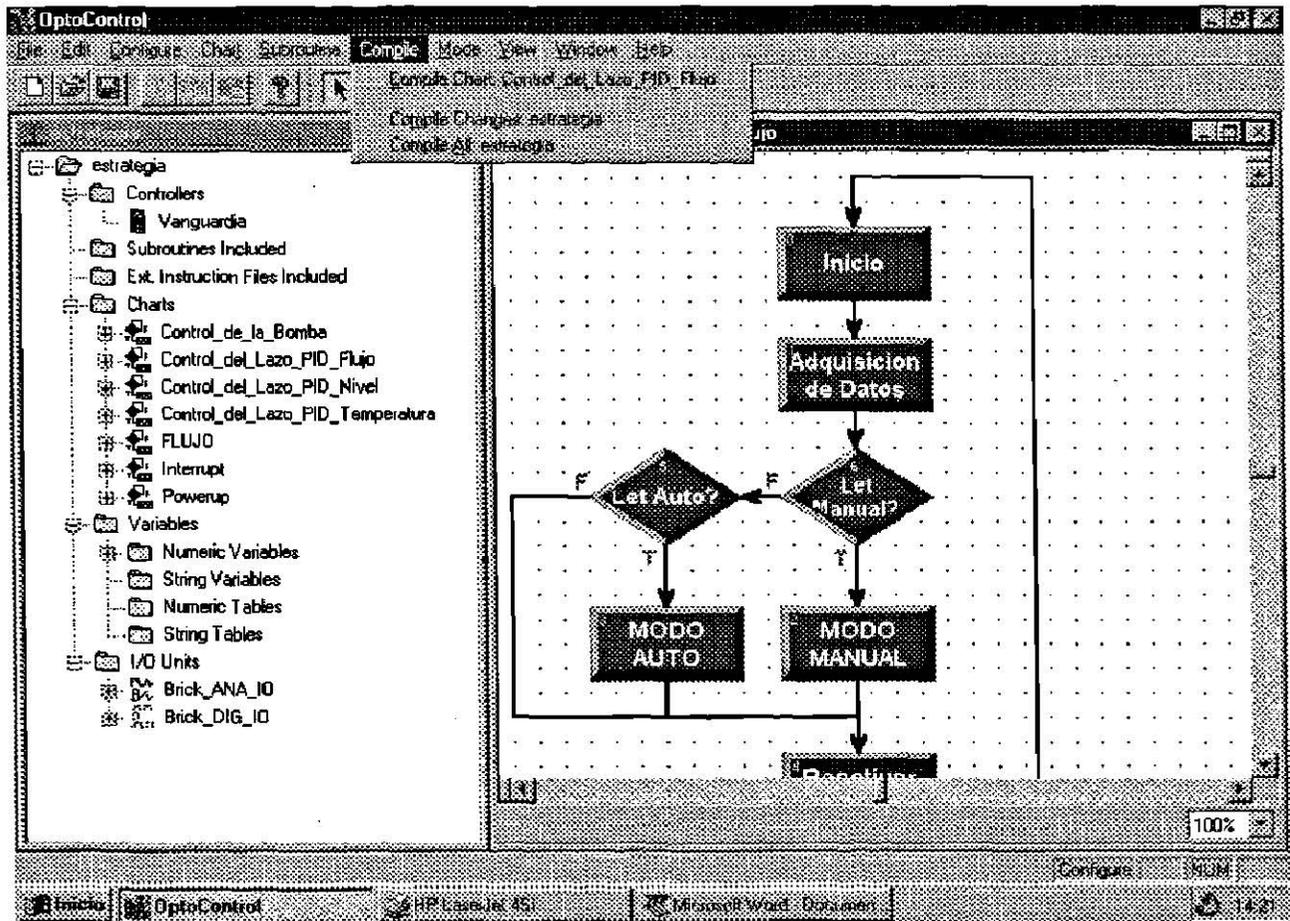


Figura 2.3.5.8. Menú de Compilación. (Compile Menu).

### Compilar Carta/Subrutina (Compile Chart/Subroutine).

Compila la carta o la subrutina en uso. Una ventana de diálogo indicará el progreso en la compilación. Este comando cambia para reflejar si se esta usando una carta o una subrutina.

### Compilar Cambios (Compile Changes).

Compila todos los cambios hechos a la estrategia desde la compilación anterior.

### Compilar Todo (Compile All).

Compila la estrategia entera.

### Menú de Modo (Mode Menu).

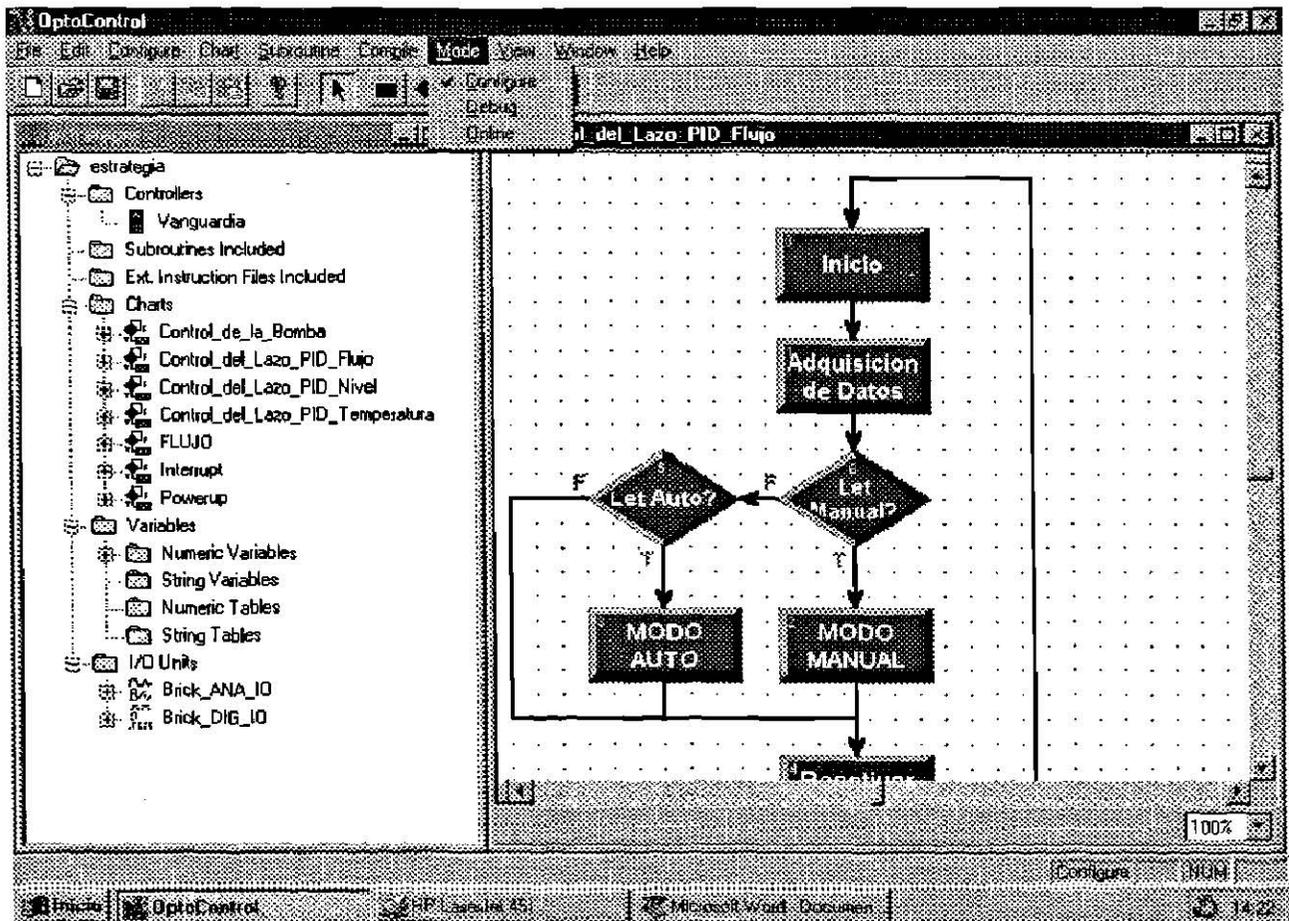


Figura 2.3.5.9. Menú de Modo (Mode Menu).

### Configurar (Configure).

Cambia OptoControl a modo de Configuración. Una marca en esta barra indica el modo que esta en uso, también aparece en la barra de estatus.

### Depurar (Debug).

Cambia OptoControl a modo de depuración (Debug), causando además que la estrategia sea compilada y descargada al controlador (esto ultimo siempre y cuando halla sido modificada desde la última descarga). Una marca en esta barra indica el modo que esta en uso., también aparece en la barra de estatus.

### Modo En Línea (On Line).

Cambia OptoControl a modo en línea. Una marca en esta barra indica el modo que esta en uso, también aparece en la barra de estatus.

### Menú de Vistas (View Menu).

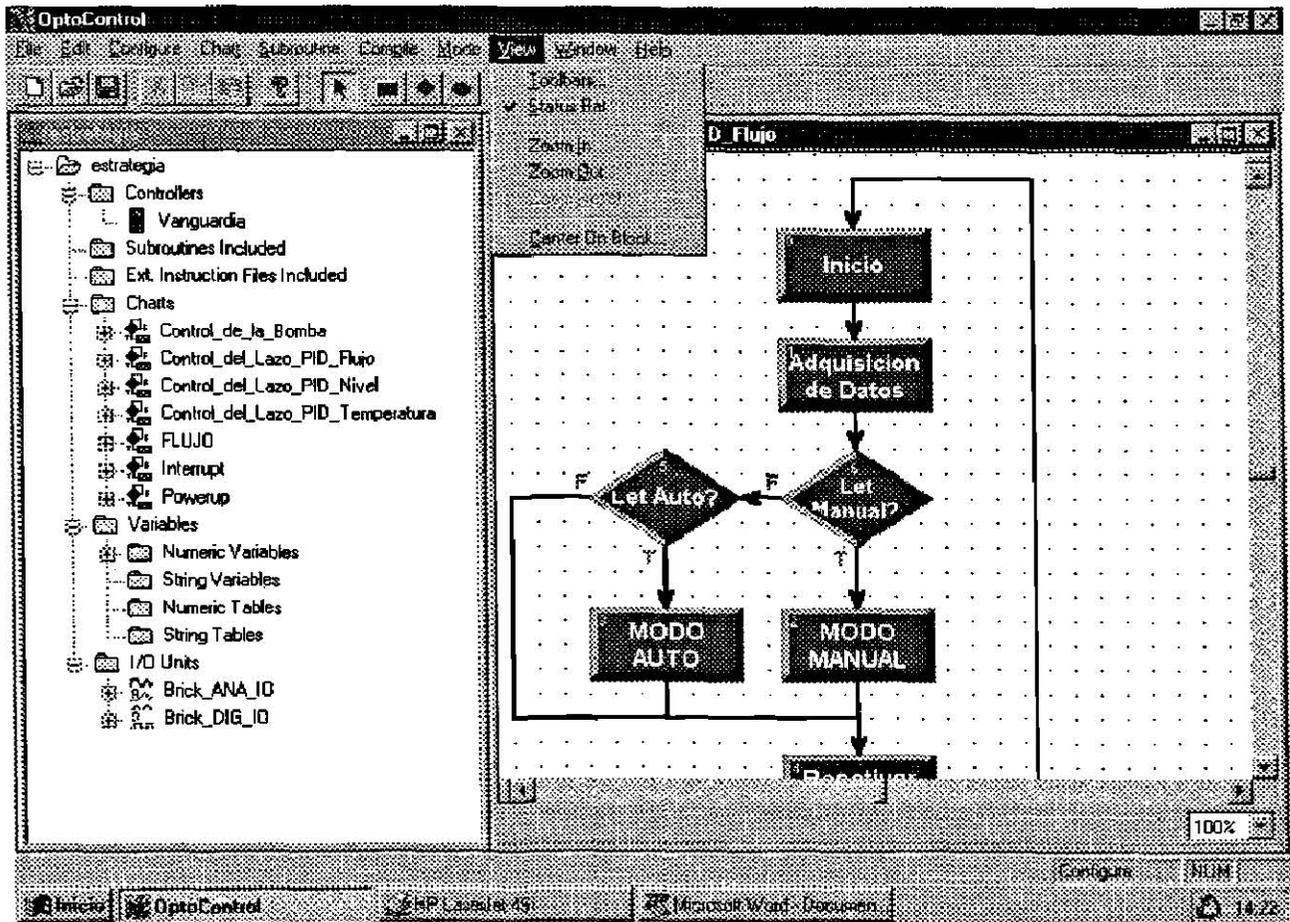


Figura 2.3.5.10. Menú de Vistas (View Menu).

### Barra de Herramientas (ToolBars).

Permite seleccionar la o las barras de herramientas visibles en el modo de configuración. Por omisión de datos, al iniciar la aplicación, la barra visible siempre es la estándar, la cual es visible en los modos de configuración y el modo en línea. (La barra de "Debug" no está disponible en estos modos de trabajo).

**Barra de Estado (Status Bar).**

Activa o desactiva la barra de estado ubicada en la parte inferior de la ventana de OptoControl. La barra de estado generalmente muestra el trayecto completa de la estrategia en uso, o cuando es seleccionado un comando de cualquiera de los menús o una herramienta de la barra, es mostrada una breve descripción de este, además de indicar el modo de trabajo actual.

**Acercamiento (Zoom In).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. Da un acercamiento al centro de la carta o subrutinas en uso. Este acercamiento se da al siguiente nivel superior disponible.

**Alejamiento (Zoom Out).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. Da un alejamiento al centro de la carta o subrutina en uso. Este alejamiento se hace al siguiente nivel inferior disponible.

**Normalizar (Zoom Reset).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. y el porcentaje de Zoom no es de 100%. Reinicializa el porcentaje de acercamiento en la carta o subrutina abierta al 100%.

**Centrado en la Pantalla (Center On Block)**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa.. Permite seleccionar una sección de la carta o subrutina en uso, la cual aparecerá en el centro de la ventana activa.

## Menú de Ventanas (Window Menu).

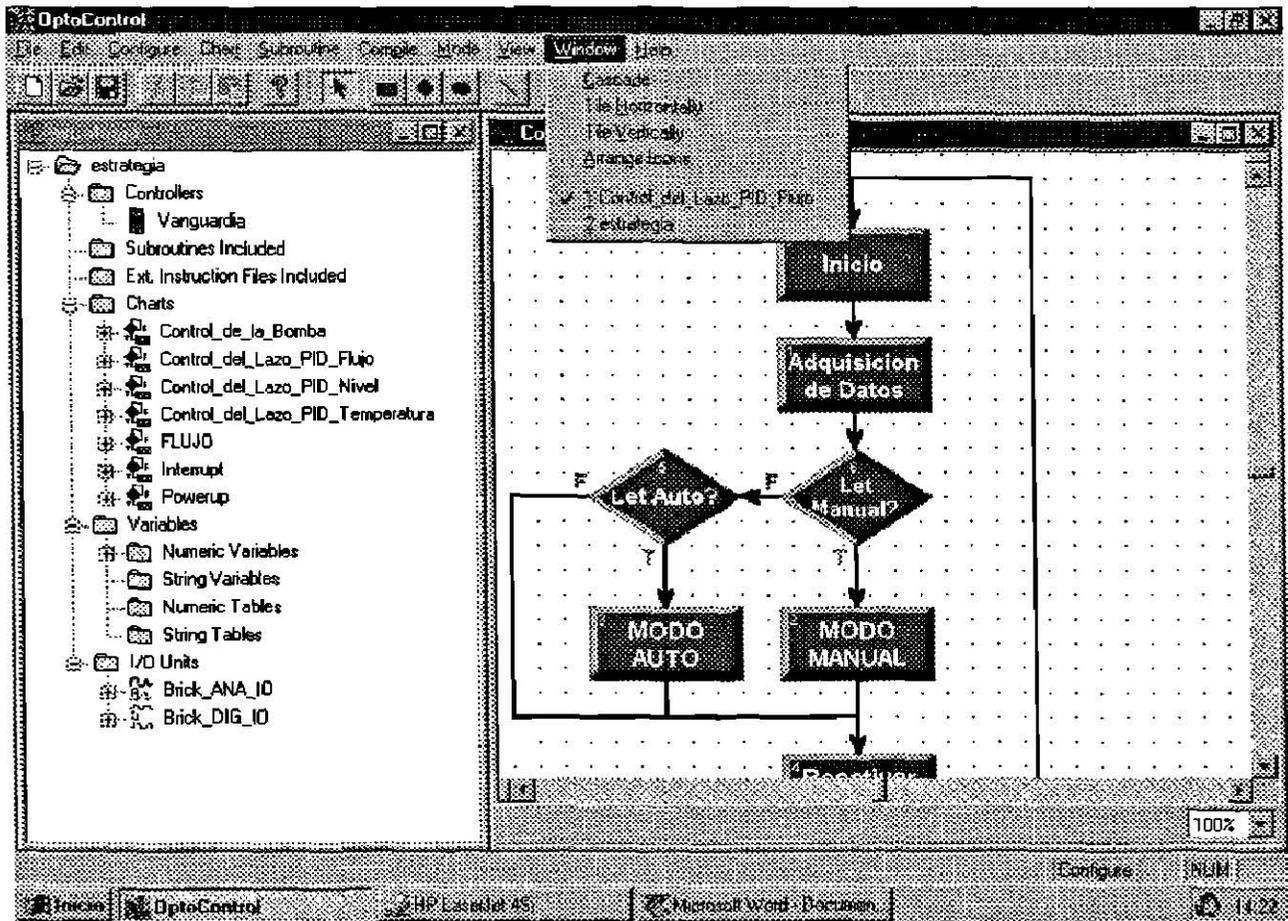


Figura 2.3.5.11. Menú de Ventanas (Window Menu).

### Cascada (Cascade).

Predefine el tamaño de todas ventana en OptoControl y las muestra de la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, sin que ninguna de ellas quede oculta ni traslapada con otra.

### Ordenamiento Horizontal (Tile Horizontally).

Predefine el tamaño de todas la ventanas dejándolas tan anchas como sea posible, y ordenándolas de arriba a abajo, de modo que ninguna quede oculta ni traslapada con otra.

### Ordenamiento Vertical (Tile Vertically).

Predefine el tamaño de todas las ventanas dentro de OptoControl tan alto como sea posible y las muestra de izquierda a derecha, de modo que ninguna quede oculta ni traslapada con otra.

### Ordenar Iconos (Arrange Icons).

Muestra todas las ventanas Minimizadas de izquierda a derecha en la parte inferior de la ventana de OptoControl.

### Lista de Ventanas Abiertas.

Todas las ventanas en uso, ya sea visibles, ocultas o minimizadas, son mostradas después de la barra de “Ordenar Iconos”.

### Menú de Ayuda (Help Menu).

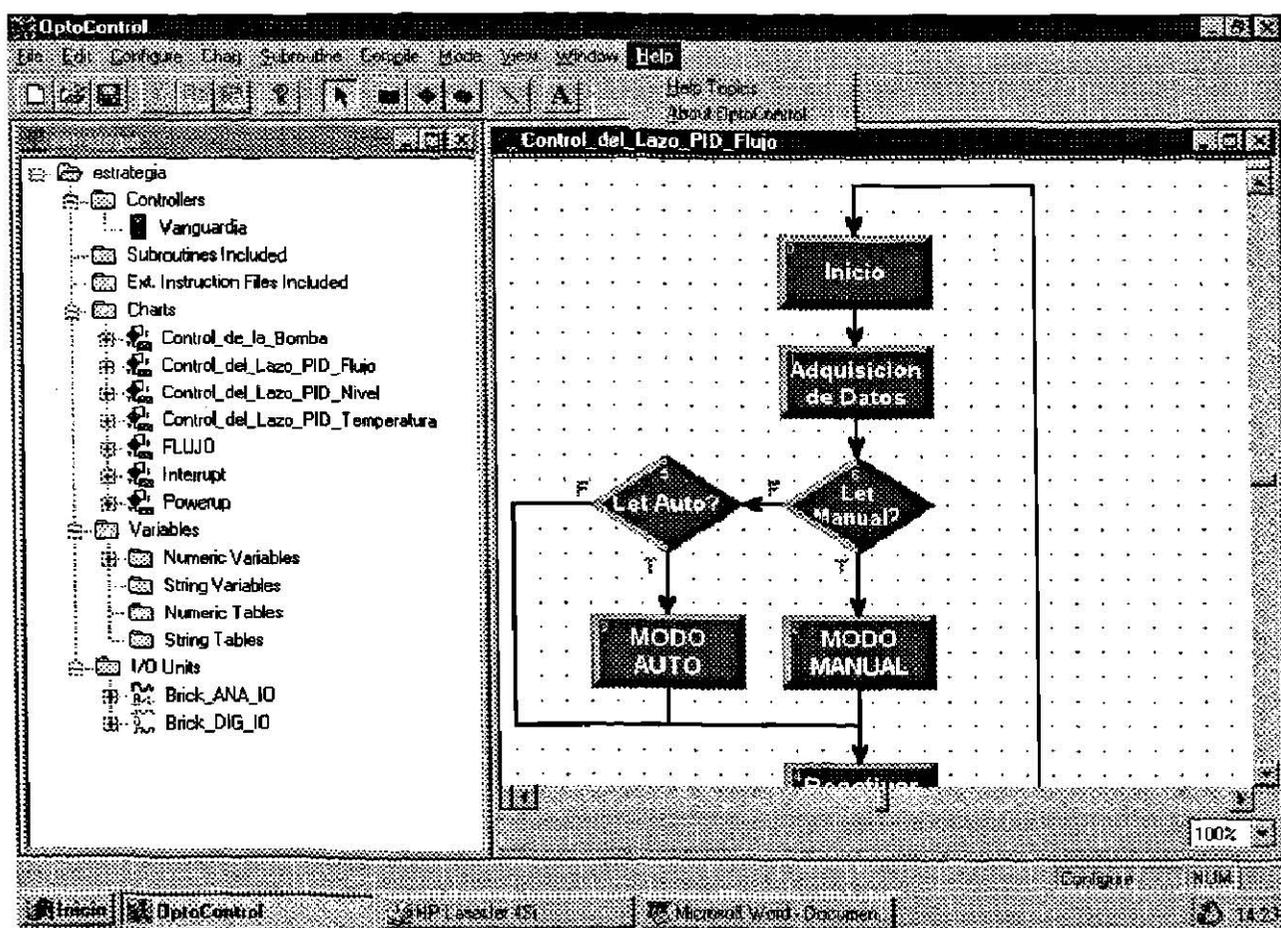


Figura 2.3.5.12. Menú de Ayuda (Help Menu).

### Tópicos de Ayuda (Help Topics).

Abre el índice de la ayuda de OptoControl.

**Acerca de OptoControl (About OptoControl).**

Provee información general acerca de OptoControl, incluyendo el número de versión y la información de Derechos Reservados (CopyRight).

**2.3.6.2.- Modo de Depuración (Debug Mode).****Menú de Archivos. (File Menu).****Abrir Estrategia (Open Strategy).**

Abre una estrategia creada previamente. Solo una estrategia puede ser abierta a la vez.

**Cerrar Estrategia (Close Strategy).**

Cierra la estrategia en uso.

**Estrategias Recientes.**

En esta parte aparecen listadas las últimas cuatro estrategias usadas, seleccionar cualquiera de ellas equivale a usar el comando "Abrir" de este menú.

**Salir (Exit).**

Cierra la estrategia en uso y sale de OptoControl.

**Menú de Edición (Edit Menu).****Encontrar (Find).**

Permite buscar un operando o una instrucción en una carta o a través de una estrategia.

## **Menú del Controlador (Controller Menu)**

### **Inspección (Inspect).**

Abre la ventana de diálogo de estado, permitiendo examinar los datos del controlador, dejando ver además cualquier controlador o errores en la comunicación.

### **Inicializar I/O (Reset I/O).**

Cuando esta activado, inicializa cualquier función ejecutada en las unidades de I/O cada vez que se ejecuta un programa. Está desactivado por omisión de datos.

### **Limpiar RAM (Clear RAM).**

Limpia la memoria del controlador activo. Al usarlo, aparecerá una advertencia de que el uso de este comando borrara la estrategia actual de la memoria del controlador. Si se continúa, al terminar la operación, aparecerá un mensaje notificando que la memoria disponible del controlador ha sido limpiada.

### **Guardar la Estrategia en Memoria Flash (Save Strategy to Flash).**

Guarda la estrategia en la memoria flash EEPROM del controlador, donde podrá ser guardada permanentemente, a menos que la memoria RAM del controlador sea limpiada. Esta operación solo debe de ser usada cuando la estrategia esté completa, no durante el desarrollo. Si el controlador que se está usando no tiene memoria EEPROM, aparecerá una notificación de que la operación no puede ser completada.

### **Descargar Estrategia (Download Strategy).**

Descarga la estrategia en el controlador activo. La ventana de descarga indicara el porcentaje completado de la operación.

## **Menú de Depuración (Debug).**

### **Ejecutar (Run).**

Disponibile solo cuando la estrategia esta detenida. Inicia la ejecución de una estrategia en el controlador. Se muestra en color gris y marcada con un punto cuando la estrategia esta ejecutándose.

**Detener (Stop).**

Disponible solo cuando la estrategia se está ejecutando. Detiene la ejecución de la estrategia. Se muestra en gris y marcada con un punto cuando la estrategia esta detenida.

**Pausa (Pause Chart).**

Detiene la ejecución de la estrategia momentáneamente o continúa con su ejecución, según sea el caso. Se muestra marcada con un punto cuando la estrategia está en pausa. Se puede seleccionar antes de que la estrategia sea ejecutada, de esta manera entrará en pausa inmediatamente al comenzar a ejecutarse.

**Ejecutar por Pasos (Step Chart).**

Disponible solo cuando una estrategia se encuentra ejecutándose y una carta se encuentra en pausa en la ventana activa. Ejecuta el bloque resaltado y sigue al siguiente bloque de instrucciones.

**Ejecutar Automáticamente por Pasos (Auto Step Chart).**

Disponible solo cuando una estrategia se encuentra ejecutándose y una carta se encuentra en pausa en la ventana activa. Ejecuta de modo continuo bloque por bloque de la estrategia. Cuando esta activado se muestra marcado con un punto.

**Ejecutar Subrutinas en Pasos (Step in Subrutines).**

Activa o desactiva la ejecución por pasos dentro de las subrutinas. Cuando está activado, la función de “Ejecutar automáticamente por pasos” funciona cuando entra a las subrutinas. Si está desactivado, toma las subrutinas como si fuera un solo comando.

**Puntos de Quiebre (Breakpoints).**

Son puntos definidos dentro del programa donde este se detendrá. En este comando es posible agregar y/o borrar puntos de quiebre.

**Activación de Comunicación (Sniff Communication).**

Carga la utilería OptoSniff, la cual monitorea de modo constante la comunicación entre OptoControl y el controlador activo.

**Menú de Cartas de Trabajo (Chart Menu).****Abrir (Open).**

Permite abrir una carta de una lista de cartas no abiertas, las cuales están asociadas con la estrategia actual. Es posible abrir una o más cartas a la vez.

**Cerrar (Close).**

Esta opción está disponible solo cuando una carta esta abierta en la ventana activa. Cierra la carta activa.

**Menú de Subrutinas (Subroutine Menu)****Abrir (Open).**

Abre una subrutina creada anteriormente.

**Cerrar (Close ).**

Disponible solo cuando una subrutina se encuentra abierta en la ventana activa. Cierra la subrutina en uso.

**Menú de Modo (Mode Menu).****Configurar (Configure).**

Cambia OptoControl a modo de Configuración. Una marca en esta barra indica el modo que está en uso, también aparece en la barra de estatus.

**Depurar (Debug).**

Cambia OptoControl a modo de Debug, causando además que la estrategia sea compilada y descargada al controlador (esto último siempre y cuando halla sido modificada desde la última descarga). Una marca en esta barra indica el modo que está en uso, también aparece en la barra de estatus.

**Modo En Línea (On Line).**

Cambia OptoControl a modo En línea. Una marca en esta barra indica el modo que está en uso, también aparece en la barra de estatus.

**Menú de Vistas (View Menu).****Barra de Herramientas (ToolBars).**

Permite seleccionar la o las barras de herramientas visibles en el modo de configuración. Por omisión de datos, al iniciar la aplicación, la barra visible siempre es la estándar, la cual es visible en los modos de configuración y el modo en línea. (La barra de “Debug” no está disponible en estos modos de trabajo).

**Barra de Estado (Status Bar).**

Activa o desactiva la barra de estado ubicada en la parte inferior de la ventana de OptoControl. La barra de estado generalmente muestra el trayecto completo de la estrategia en uso, o cuando es seleccionado un comando de cualquiera de los menús o una herramienta de la barra, es mostrada una breve descripción de este, además de indicar el modo de trabajo actual.

**Acercamiento (Zoom In).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. Da un acercamiento al centro de la carta o subrutinas en uso. Este acercamiento se da al siguiente nivel superior disponible.

**Alejamiento (Zoom Out).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. Da un alejamiento al centro de la carta o subrutina en uso. Este alejamiento se hace al siguiente nivel inferior disponible.

**Normalizar (Zoom Reset).**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa y el porcentaje de Zoom no es de 100%. Reinicializa el porcentaje de acercamiento en la carta o subrutina abierta al 100%.

**Centrado en la Pantalla (Center On Block)**

Disponible solo cuando una carta o una subrutina están abiertas en la ventana activa. Permite seleccionar una sección de la carta o subrutina en uso, la cual aparecerá en el centro de la ventana activa.

**Menú de Ventanas (Window Menu).****Cascada.**

Predefine el tamaño de todas ventana en OptoControl y las muestra de la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, sin que ninguna de ellas quede oculta ni traslapada con otra.

**Ordenamiento Horizontal (Tile Horizontally).**

Predefine el tamaño de todas la ventanas dejándolas tan anchas como sea posible, y ordenándolas de arriba a abajo, de modo que ninguna quede oculta ni traslapada con otra.

**Ordenamiento Vertical (Tile Vertical).**

Predefine el tamaño de todas las ventanas dentro de OptoControl tan alto como sea posible y las muestra de izquierda a derecha, de modo que ninguna quede oculta ni traslapada con otra.

**Ordenar Iconos (Arrange Icons).**

Muestra todas las ventanas minimizadas de izquierda a derecha en la parte inferior de la ventana de OptoControl.

**Lista de Ventanas Abiertas.**

Todas las ventanas en uso, ya sea visibles, ocultas o minimizadas, son mostradas después de la barra de "Ordenar Iconos".

**Menú de Ayuda (Help Menu).****Tópicos de Ayuda (Help Topics).**

Abre el índice de la ayuda de OptoControl.

### Acerca de OptoControl (About OptoControl).

Provee información general acerca de OptoControl, incluyendo el número de versión y la información de los Derechos Reservados (CopyRight).

### 2.3.6.3.- Modo en Línea.

Los menú dentro del modo en línea son los mismos que se muestran en el modo de configuración, La única diferencia es que los siguientes comandos no se encuentran disponibles.

- Menú de Cartas de Trabajo.  
Nuevo, Renombrar, Copiar, Borrar e Importar
- Menú de Subrutina.  
Guardar Como.
- Menú de Compilación.  
Compilar Carta Activa/Subrutina, Compilar Cambios, Compilar Todo.

### 2.3.7.- Barras de Herramientas.

Las barras de herramientas son las franjas con botones que se muestran en algunas áreas de la ventana de trabajo, y son representaciones gráficas de comandos, los cuales son ejecutados con solo presionar el botón correspondiente.

En OptoControl es posible hacer uso de tres barras de herramientas - estándar, dibujo y "debug" - las cuales pueden ser activadas o desactivadas en cualquiera de los tres modos de trabajo. Por omisión, la barra de herramientas estándar aparece en los tres modos de trabajo, mientras que la barra de dibujo solo puede ser activada en los modos "En Línea" y el modo "Configuración", y la barra de "Debug" solo aparece en éste modo.

En la tabla de la Fig. 2.3.7.1 es posible ver cada uno de los botones de las barras de herramientas, así como también la función que ejecutan.

<b>Botón</b>	<b>Barra de Herramientas</b>	<b>Función</b>
Estrategia Nueva	Estándar	Crea una nueva estrategia.
Abrir Estrategia.	Estándar	Abre una estrategia preexistente.
Guardar Todo.	Estándar	Guarda la estrategia y todas las cartas y subrutinas si es que han sido modificadas.
Cortar	Estándar	Corta la selección y la copia en el portapapeles.
Copiar	Estándar	Copia la selección y la coloca en el portapapeles.
Pegar.	Estándar	Pega el contenido del portapapeles.
Acerca de...	Estándar	Muestra la caja de Información del OptoControl.
Seleccionar	Dibujo.	Selecciona un objeto u objetos en una carta o subrutina.
Acción	Dibujo	Dibuja un bloque de acción en una carta o subrutina.
Condición	Dibujo.	Dibuja un bloque de condición en una carta o subrutina.
Conector.	Dibujo	Dibuja un conector en una carta o subrutina.
Línea	Dibujo.	Dibuja conexiones entre bloques en una carta o subrutina.
Texto.	Dibujo.	Permite capturar texto en una carta o subrutina.
Correr	"Debug"	Ejecuta una estrategia.
Detener	"Debug"	Detiene una estrategia que se esta ejecutando.
Pausa.	"Debug"	Pone en pausa o quita la pausa de una estrategia que esta ejecutándose.

Por pasos.	“Debug”	Ejecuta bloque por bloque una carta o estrategia.
Por pasos Automáticos.	“Debug”	Ejecuta bloque a bloque la estrategia, exceptuando las subrutinas, las cuales las toma como si fueran un solo bloque.
Seleccionar	“Debug”	Selecciona un objeto u objetos en una carta o subrutina.
Punto de quiebre.	“Debug”	Coloca o quita un punto de quiebre en un bloque seleccionado.

Fig. 2.3.7.1

Como se habrá notado, una gran mayoría de estas funciones pueden ser encontradas también en la barra de menús, sin embargo, al aparecer en la barra de herramientas, facilita de gran manera su uso.

Un ejemplo de esto son los botones que aparecen dentro de la barra de dibujo, ya que para crear un diagrama de flujo dentro de una carta, los botones nos facilitan de gran manera la creación. Por ejemplo, para colocar un bloque de acción en un diagrama, solo se da un click sobre el botón de Bloque de Acción y después con el ratón se dibuja en la ventana de la carta, presionando el botón y soltándolo cuando se halla terminado de dibujar el bloque, para colocar una línea que conecte 2 bloques, solo se selecciona el bloque de líneas y en la ventana de la carta se da un click con el botón izquierdo en el punto inicial de la línea, dejando presionado el botón izquierdo, después se indica en que punto se desea terminarla y se suelta el botón.

Con estos dos ejemplos es posible ver la gran ventaja que se puede tener al usar las barras de herramientas.

## **2.4.- Software de Interfase Hombre - Máquina.**

### **2.4.1.- Conceptos Básicos.**

Una de las partes básicas de un sistema de control es la posibilidad de monitorear los eventos que están sucediendo en el proceso, es decir, la posibilidad de saber en un momento dado que esta pasando en una parte de nuestra planta.

Para el monitoreo de eventos se cuenta con la interfaz de operación que posee cada controlador físico, por ejemplo, LED's que indican estado, pantallas que muestran datos, etc., es decir, cada controlador tiene mecanismos tales que puedan mostrar la información, el estatus, y los procesos que corre actualmente, de manera que un operador los pueda entender, a esta parte necesaria del sistema le llamamos interfase hombre máquina (MMI por sus siglas en inglés).

Debido a que no es posible que un proceso pueda correr sin la supervisión de una persona, las interfases hombre - máquina deben de ser pensadas de forma tal, que al operador le sea fácil visualizar y utilizar la información desplegada por el sistema.

La interfase va desde simples LED's que indican el estado de un controlador, hasta una pantalla de gráficos de alta definición, dependiendo del grado de complejidad y estructuración del sistema, por lo general, todos los sistemas cuentan con una interfase llamada consola, que es la mas baja, esta interfase se caracteriza por su simplicidad, es decir, está formada por elementos clásicos de trabajo manual, tales como botonería, palancas, switches, etc.

Esta interfase es importante debido que la seguridad del sistema puede depender de ella en un momento dado, si fallara un elemento de conexión de alto nivel, siempre existirá la salida manual. Por lo general, la interfase de bajo nivel es utilizada por ingenieros instrumentistas y operadores de piso y no tiene por que ser muy complicada.

Cuando se incluye en la configuración, la interfase de bajo nivel está cerca del controlador, en un rango de 30 a 60 metros.

La interfase de alto nivel utiliza por lo general pantallas de vídeo de alta resolución, CPU's con capacidad de multimedia y dispositivos de señalamiento tipo ratón y trackball, o "touchscreen", de esta manera el acceso a un menú o parte del sistema se hace fácilmente, permitiendo pocos retrasos en una situación de emergencia, además permite la utilización de pantalla de muy buen acabado dando lugar a ambientes de trabajo más amigables y menos tediosos.

La capa de alto nivel es la que consume elementos más sofisticados de un sistema de control distribuido, debido a las comunicaciones y el poder de computo que utiliza, tales como tratado de gráficos y computo de las variables, almacenamiento de la información despliegue, etc.

En general, el diseño de interfases de trabajo siguen las reglas de la realización de paquetes informáticos, pensando en su uso industrial y siguiendo algunas reglas aplicables a los sistemas de control de procesos. Algunos de estos tópicos serán tratados a continuación.

#### **2.4.2.- Conceptos Básicos de Despliegue de Información.**

Una de las características más importantes para los usuarios de un sistema de información es la salida que este produce. Si la salida no tiene calidad entonces todo el sistema puede parecer a los usuarios tan poco necesario que evitarán usarlo, rechazando el proyecto.

En un sistema de control no se puede dar el lujo de que el operador se distraiga mas allá de lo permisible, debido a que podría traer consecuencias funestas para la planta, pensando de esta manera, la forma de presentar la información a un operador debe ser tal que:

- No lo distraiga de la actividad principal, que es verificar los estatus de nuestro proceso.
- Le llame la atención la información relevante del proceso.
- No cree cansancio o tedio en el ánimo del operador, que lo mantenga atento en su trabajo.

Para poder lograr esos objetivos, es necesario pensar en varios factores que afectan decisivamente la configuración de nuestro sistema,

tales como colores de pantallas, disposición de diagramas, menús, etc., y siempre teniendo en mente al operario, del cual se toma la siguiente información:

- Quienes recibirán la salida, tipo de usuario (grado de estudios, sexo, etc.)

Existen dos tipos de personal que interactúa con el equipo de control:

- 1.- Ingenieros de sistemas de control.
- 2.- Operadores de la planta.

En cuanto a la información que se desplegará se puede decir en forma breve lo siguiente:

El verdadero reto del diseño de salida de computadora no es cuanta información proporcionar, sino cual es el mínimo necesario para poner a disponibilidad información importante.

El diseño de pantallas no es solamente exhibir información del proceso, sino hacerlo de manera ordenada, de forma que no se complique la operación, que las acciones y decisiones se tomen de manera segura.

A la hora de mostrar información en un sistema, se debe preguntar lo siguiente, de manera que la acción a tomar por parte del operador no sea equivocada.

1.- Que uso se le pretende dar?

- Presentación de información.
- Solicitud de respuesta.
- Iniciar una acción.

2.- Cuantos detalles son necesarios?

3.- Cuando y con que frecuencia es necesaria la salida?

4.- Método de despliegue.

- Impreso.

- Pantalla.
- etc.

De esta forma se valida el programa eliminando al máximo los errores posibles cometidos por los usuarios.

También se deben seguir estándares cuando se exhibe información, de manera que sean consistentes nuestros diseños de pantalla, y no cambie el estilo de una a otra, perdiendo la armonía, como ejemplos de esto se citan los siguientes consejos.

En general se recomienda el uso de 4 o menos colores en un reporte o pantalla de texto, entre más colores se utilicen, mayor deberá ser la información proporcionada por los datos y figuras.

Mantener la consistencia en el uso de color a través de toda la salida en reportes en un sistema.

Los colores intensos sobre una pantalla recalcan la información más importante.

Existen preferentemente 4 niveles de despliegue

- 1.- Nivel de planta, información de toda la planta dividida en áreas de interés.
- 2.- Nivel de área, porción de equipo de la planta que esta relacionado como un tren de procesos.
- 3.- Nivel de grupo con respecto a los lazos de control y datos puntuales relacionados con una sola unidad de proceso dentro de un área de la planta.
- 4.- Nivel de ciclo, lazos individuales de control, secuencias de control y datos puntuales.

Esta estructura es atractiva porque cubre el rango completo de detalles de información que tienen probabilidades de interesar al operador, permite la agrupación de la información disponible de manera que

corresponda con la estructura del proceso mismo, proporciona un modelo mental de las relaciones ente diversas piezas de información.

### **2.4.3.- OptoDisplay**

El OptoDisplay es un paquete de uso fácil para Windows 95 y Windows NT (32 bits), utilizado para crear interfaces hombre máquina para las unidades de I/O de los controladores. Lo conforman dos programas de software, el configurador y el “runtime”. El configurador es utilizado para crear gráficas que representan nuestro control de proceso, después de conectarlos al sistema de control y a otras aplicaciones de Windows, se utiliza el “runtime” para animar esas gráficas.

### **2.4.4.- Especificaciones Del Sistema**

Lo necesario para utilizar el paquete es una PC compatible con IBM, equipada con monitor a color y ratón, la siguiente es una descripción detallada del equipo necesario:

- Una computadora compatible con IBM con un procesador 486 DX o superior,
- Se recomienda un Pentium Pro a 100 MHz y un drive de 3.5 pulgadas.
- Microsoft Windows 95 o NT 3.52 o superior.
- Al menos 16 MB de memoria RAM (32 recomendados).
- Al menos 10 MB de disco duro disponible, (800 MB recomendados)
- Monitor VGA o de más alta resolución (SVGA recomendado).
- Ratón o algún otro tipo de sistema apuntador.
- Opcional, puerto paralelo para impresión.
- Preferentemente con sistema de multimedia, para efecto de alarmas y video en tiempo real opcional.
- Unidad de respaldo, para tener un registro duradero del comportamiento del sistema.

### **2.4.5.- ¿Qué es OptoDisplay?**

OptoDisplay permite desarrollar interfaces gráficas de operador para los proyectos de OptoControl. Hay dos pasos fundamentales para crear y correr un proyecto de OptoDisplay.

- 1.- Desarrollar un proyecto utilizando el Configurador OptoDisplay.
- 2.- Correr el proyecto usando el OptoDisplay Runtime para ver las gráficas animadas que tienen atributos renovados por la información en los controladores.

Será capaz de monitorear sus estrategias de OptoControl, y aún cambiar valores en la estrategia, si necesita hacer cualquier paso de programación o resolución de lógica, utilice el OptoControl para fácilmente hacer sus cambios. Veamos los fundamentos.

### **2.4.6.- Estructura del Proyecto:**

Un proyecto OptoDisplay es hecho de una colección de ventanas que son configuradas en el configurador del OptoDisplay. Las gráficas son dibujadas con conexiones a entradas/salidas y variables en la base de datos de la estrategia de OptoControl asociada.

La estrategia de OptoControl es el programa que corre en el controlador, el proyecto puede ser visto en acción con el OptoDisplay Runtime (programa de Opto22).

Cuando el OptoDisplay Runtime es iniciado, el proyecto se comunica con el controlador configurado. La interfase del operador es animada de acuerdo a los cambios en los atributos de la gráfica (color, tamaño, posición, etc.). los atributos cambian basándose en valores y estados de las etiquetas de la estrategia del OptoControl.

Al momento de iniciar el OptoDisplay Runtime, el visor de eventos también es inicializado, esta ventana envía mensajes acerca de la actividad

de comunicación del OptoDisplay. Típicamente, aparece arriba de cualquier otra ventana cuando un mensaje es enviado, pero esta capacidad puede ser modificada.

### Descripción del entorno de programación del configurador para OptoDisplay.

**Ventana principal:** donde se colocaran los elementos que forman el sistema, esta ventana principal consiste de los elementos estándar de Windows 95 además del espacio de trabajo (Fig. 2.4.1).

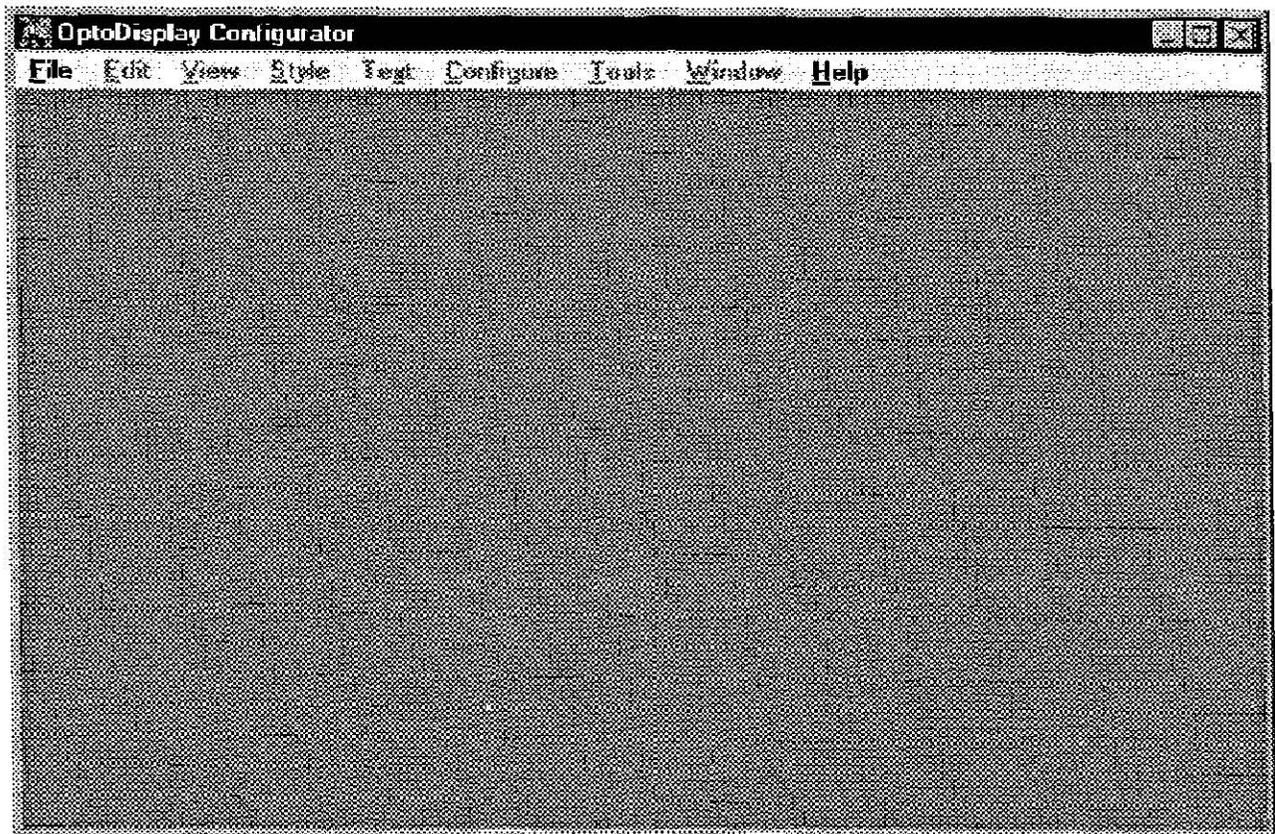


Fig. 2.4.1. Ventana principal.

**Caja de Herramientas (Fig. 2.4.2):** Contiene un grupo de iconos gráficos que representan las herramientas que se usarán en el configurador, haga clic en cualquier herramienta para seleccionarla, y utilícela en la ventana de

dibujo, además en la parte baja de la caja de herramientas aparecen las coordenadas del objeto y sus dimensiones para ayudar en la tarea de dibujo. Se puede esconder la caja, si se desea utilizar el espacio que ésta ocupa ejecutando el comando **ocultar (hide)** de la misma.

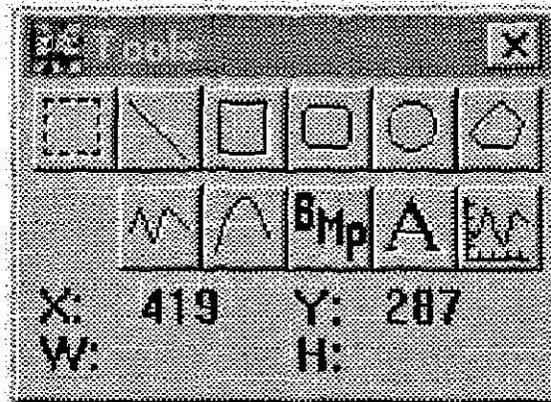
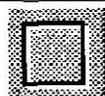


Fig. 2.4.2. Caja de Herramientas.

#### Definición del menú de herramientas:

	Herramienta de selección	Utilizada para seleccionar mover y cambiar el tamaño de los objetos
	dibujo de líneas	Utilizado para dibujar líneas rectas.
	CTRL	Dibuja líneas múltiples en múltiplos de 90 grados.
	RECTANGULOS	Se utiliza para dibujar cuadrados y rectángulos.
	CTRL	Dibuja ángulos
CENT RADO	SHIFT	Dibuja rectángulos, el punto de referencia es desde el centro.
	SHIFT + CONTROL	Dibuja ángulos
	Rectángulo con aristas redondeadas	Dibuja rectángulos con aristas redondeadas.
	CTRL	Dibuja cuadrados con aristas redondeadas, la referencia es la esquina superior izq.

	SHIFT	Dibuja rectángulos con aristas redondeadas, referencia al centro.
	SHIFT + CTRL	Dibuja cuadrados con aristas redondeadas referencia al centro.
	ELIPSE	Dibujo de elipses y círculos.
	CTRL	Dibuja círculos, punto de referencia la esquina superior izquierda.
	SHIFT	Dibuja elipses, su punto de referencia es el centro.
	SHIFT + CONTROL	Dibuja círculos, punto de referencia el centro.
	POLIGONOS	Utilizado para dibujar polígonos, arrastre y haga clic para formar vértices, haga doble clic en el ultimo vértice para que así se cierre el polígono
	POLILINEAS	Utilizado para dibujar múltiples líneas
	CURVAS	Para dibujar curvas
	BITMAPS	Para hacer manejo de objetos en imágenes de mapa de bits.
	TEXTO	Para introducir texto en la pantalla.
	TENDENCIAS	Para exhibir tendencias del proceso.

Las ventanas de dibujo, son ventanas donde todos los objetos son dibujados y editados. Puede tener varias ventanas de dibujo en cada proyecto, ellas están conformadas por una barra de título y un espacio de trabajo. La barra de título despliega el nombre de la ventana, y el espacio de trabajo contiene todo el trabajo gráfico que se realice.

**Ventana Principal del Runtime:** Cuando por primera vez se inicia el Runtime del OptoDisplay, se verán las siguientes ventanas:

- Ventana principal del Runtime (Fig. 2.4.5).
- Visor de eventos (Fig. 2.4.3).

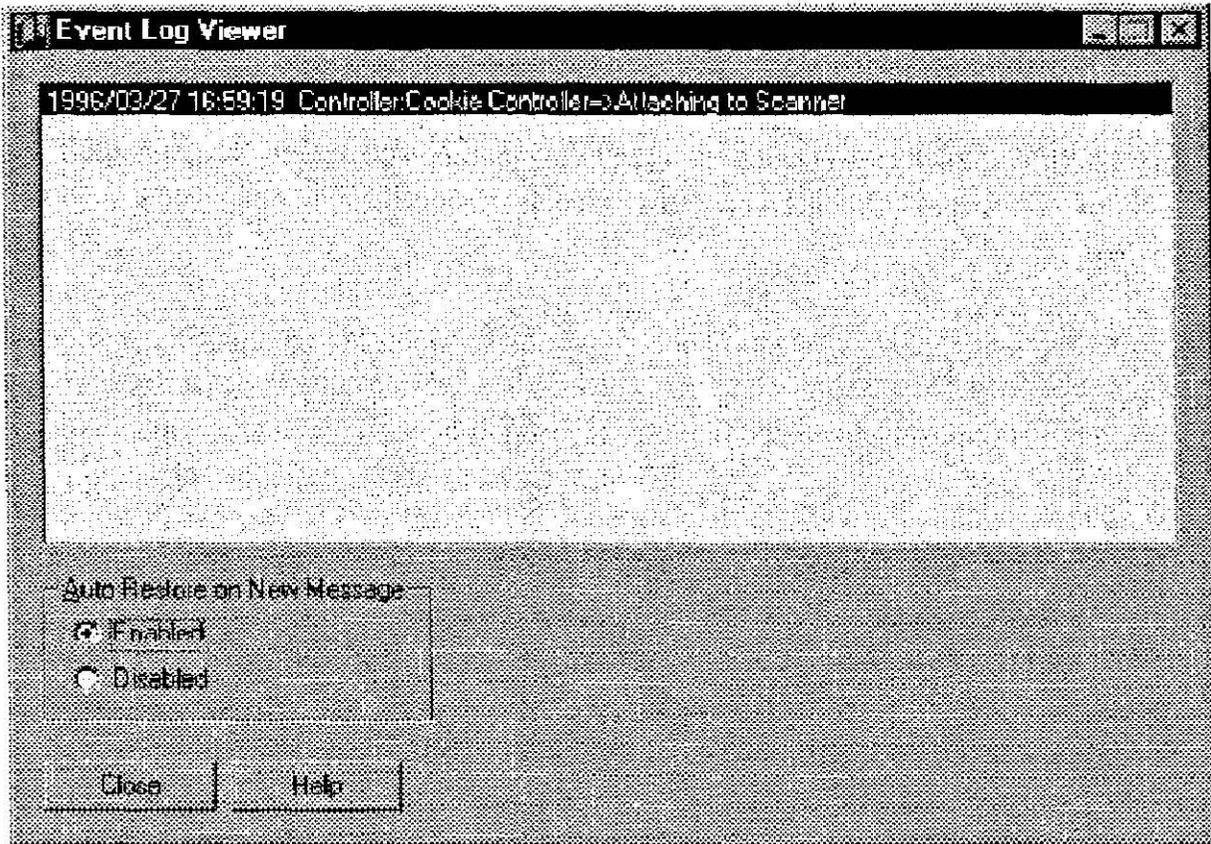


figura 2.4.3. Visor de Eventos.

La ventana de Runtime contiene todos los elementos y sucesos que pasan durante el tiempo de corrida del proyecto, de manera que aparecen los más recientes.

### **Menú de configuración para el Runtime:**

#### **Configuración (Configure):**

**Controladores (Controllers):** Selecciona que estrategia de OptoControl (o estrategias) serán usadas para este proyecto. El configurador del

OptoDisplay usa la información de la estrategia para conectar la información apropiada del OptoControl al atributo dinámico de un objeto dinámico. Aparece un diálogo que pedirá las propiedades del controlador para la estrategia del OptoControl, si una estrategia del OptoControl no está configurada para este proyecto, los atributos dinámicos no pueden ser asignados a ningún objeto dinámico.

**Tiempo de refrescado de pantalla (refresh time, tiempo de barrido).**

Cambia el tiempo y valores de refrescado de las imágenes presentadas en pantalla.

**Registro histórico (historic data log):** Crea registros históricos, un diálogo de registro histórico es desplegado y lista los archivos de registro que se han creado. Permite modificar que puntos son grabados, y la frecuencia de archivado de la información.

**Registro de eventos (event log):** Graba los mensajes causados por un evento a un archivo en disco. Puede cambiar los parámetros tales como el número de mensajes salvados, la limitante entre mensajes y el período de cambio de archivo, las extensiones de los archivos son .MSG, el número de archivos retenidos en disco por el visor de eventos es también marcado dentro del diálogo de configuración del archivo de eventos. Cuando el límite es alcanzado durante el proceso, el archivo con la fecha de DOS más antiguo es borrado.

**Aplicaciones(Applications):** Agrega o modifica manejadores de aplicaciones para su uso en el proyecto. El diálogo del administrador de aplicaciones aparece desplegando las aplicaciones existentes para el proyecto. El administrador de aplicaciones permite seleccionar el archivo del programa, el directorio de trabajo, las opciones de ejecución, el desplegado inicial, y los disparadores asociados con el administrador de aplicaciones.

**Sonidos (Sounds):** Selecciona sonidos y asigna sus inicializadores en el proyecto. El diálogo de sonidos lista los sonidos existentes para el proyecto, La configuración para el diálogo permite configurar los disparadores para el inicio y final con el diálogo de disparo. El diálogo de configuración de sonido pide el archivo de sonido a utilizar.

**Estados de la Ventana (Window States):** Agrega o crea cambios a los administradores de ventana existentes. El administrador de ventana despliega todas los administradores de ventanas actualmente configuradas y permite acceder el diálogo de configuración del administrador de ventanas. El configurador de ventanas permite asociar disparadores con el inicio de ventanas, y por lo tanto controlar el estado visual de la ventana con el pop window menú.

**Recetas (Recipes):** Configura y graba o pone al día recetas de un controlador por disparo. Este método de manejo de recetas no requiere gráficas para seleccionarse durante Runtime, para que la acción de receta ocurra.

**Operación (Runtime):** Define el setup inicial de la ventana de dibujo en tiempo de proceso. Por ejemplo, si se desea ciertas ventanas de trabajo tipo pop-up y otras iconificadas cuando el proyecto inicia. Este comando puede ser usado para prevenir al usuario de salirse del área de trabajo del Runtime cuando el proyecto es cargado.

#### **2.4.7. Como Se Comunica OptoDisplay Con Los Controladores.**

Antes de llegar al proceso de configuración, veamos como un proyecto del OptoDisplay y un controlador interactúan. Primero discutamos la estrategia de OptoControl la cual esta corriendo en el controlador, después veremos como el OptoDisplay habla al controlador.

#### **La estrategia OptoControl.**

El OptoControl es un lenguaje de control creado por Opto 22 para Windows 95 o NT, diseñado para programar controladores Opto 22. Es la estrategia grabada al controlador la que instruye cada una de sus acciones, mediciones y reacciones, a través de la estrategia, están los puntos de entrada/salida que determinan entre otras cosas, que está prendido, que está

apagado, y cuando esta siendo leído o debería ser leído. Son esos puntos de entrada/salida los que el OptoDisplay utiliza para crear etiquetas y refrescar las gráficas del proceso. Debido a que OptoControl y OptoDisplay están estrechamente integrados, no se debe preocupar acerca de la creación de etiquetas en el OptoDisplay, estas son automáticamente creadas cuando se define cuales controladores y que estrategias deben ser usadas.

Se puede reconocer una estrategia de OptoControl por su extensión .cdb (figura 2.4.4), también es compatible con OptoDisplay y Cyrano (la contraparte para el DOS).

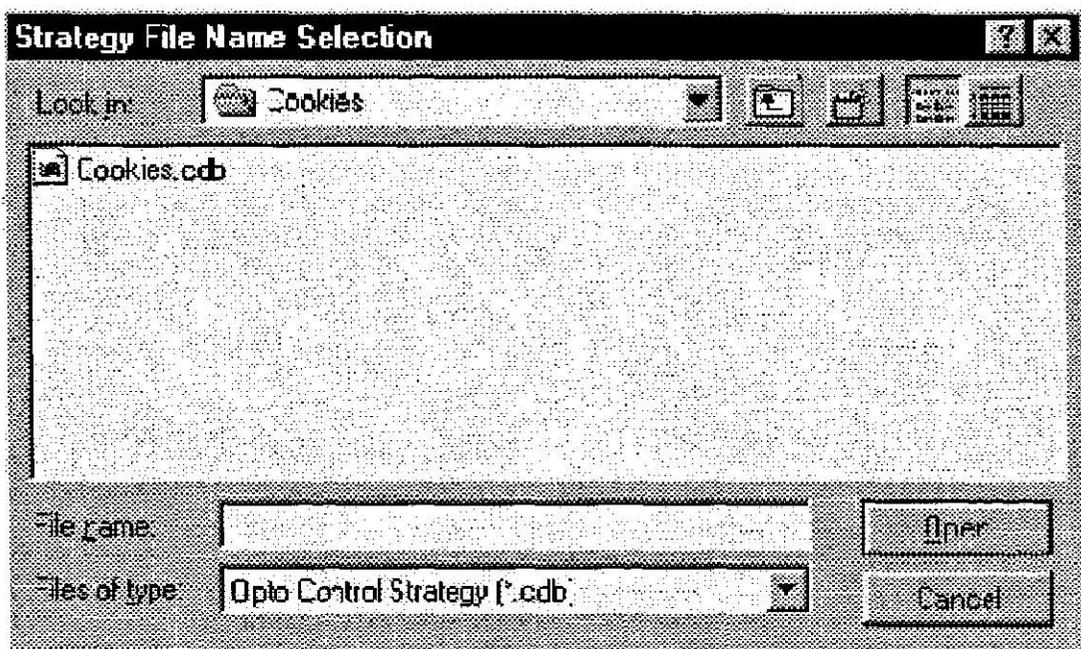


Fig. 2.4.4 Selección de Estrategia.

### Comunicación con los controladores:

Los controladores pueden comunicarse con las computadoras, otros controladores Opto 22, y otros aparatos seriales, utilizando alguno de sus varios puertos de comunicación de arquitectura abierta.

El programa OptoDisplay esta corriendo en una PC y necesita hablar a los controladores utilizando uno de los tipos de conexión existentes: ARCNET, RS-485, fibra óptica, RS-232, Ethernet, o el programa de Opto22 OptoServer.

La configuración de comunicación es explicada a detalle en el capítulo 2.5, los requerimientos finales de la configuración son los siguientes:

### Para completar la configuración.

Un nombre de controlador y estrategia debe ahora aparecer en el cuadro de diálogo de propiedades del controlador(figura 2.4.5), si además se configuró un servidor de respaldo, ese nombre debe también de aparecer en el diálogo.

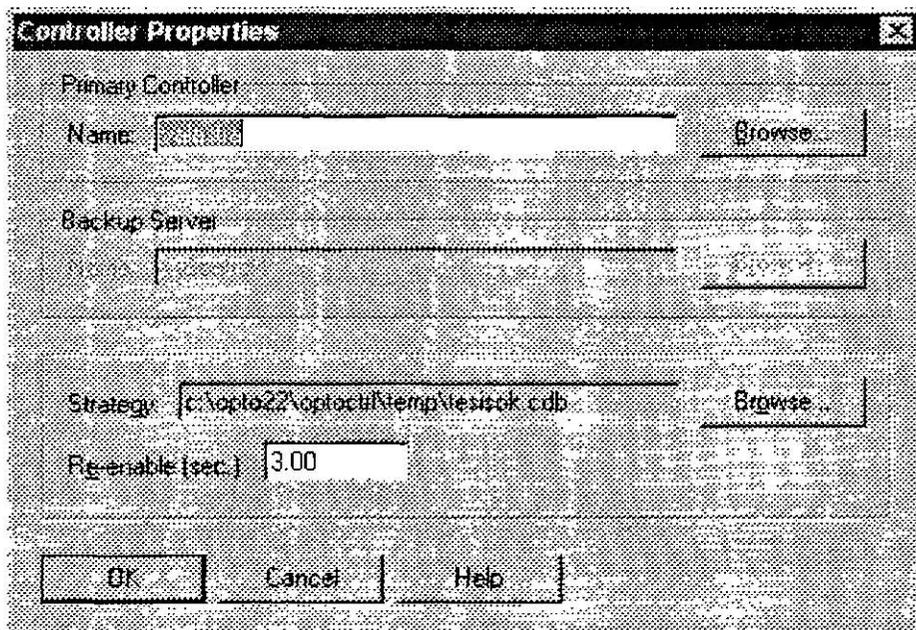


Fig. 2.4.5. Propiedades del Controlador.

Para una conexión "directa", la opción de rehabilitación es utilizada para especificar el intervalo de tiempo que el OptoDisplay esperará antes de checar la respuesta de un controlador, después de que ha fallado para responder. Para una conexión "Servidor", el tiempo de rehabilitación es el intervalo de tiempo que el OptoDisplay espera antes de checar la respuesta de la computadora servidor. Esta propiedad libera el CPU de la computadora para realizar otras tareas durante ese período, el tiempo de rehabilitación es por omisión de 3.00 segundos. Si todos los parámetros son correctos, haga clic en OK. Hasta este momento puede configurar otro

controlador y su estrategia, o puede hacer clic nuevamente en el diálogo del controlador y terminará la configuración del controlador para OptoDisplay.

### 2.4.8.- Configurando Etiquetas

Debido a que la animación esta ligada directamente con los valores de las etiquetas del OptoControl La siguiente información será utilizada muy seguido a lo largo del proceso de configuración.

La selección de etiquetas es desplegado cuando el botón  es presionado de entre varios diálogos en el configurador, el cual necesita una etiqueta. El diálogo (figura 2.4.6) permite seleccionar una etiqueta del OptoControl con la cual se desea trabajar. El diálogo es dividido en 5 secciones, Controlador, Objeto, nombre de lista, campos seleccionados, tiempo de refrescado (solo a los controladores manejados por atributos y disparadores).

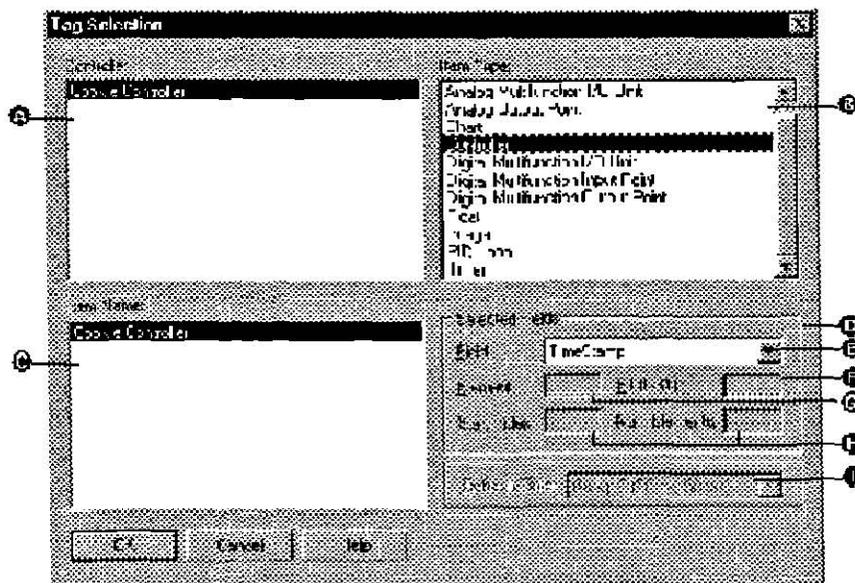


Fig. 2.4.6 Selección de Etiquetas.

- A.-** Selección del controlador, que contiene las etiquetas que se desean utilizar, si solamente existe un controlador, este es automáticamente seleccionado. La selección de un controlador actualiza el nombre del objeto en la caja de lista de manera que despliega la lista de tipos de datos seleccionables de OptoControl en el controlador de la estrategia de OptoController.
- B.-** Seleccionamos el tipo de datos que se desea utilizar. Esta lista contiene solo esos tipos de datos definidos en la estrategia de control OptoControl. La selección de un tipo específico de elemento actualiza el nombre del elemento en la caja de diálogo, después despliega una lista de etiquetas de ese tipo de selección. El tipo de elemento determina también los campos de opción hábiles.
- C.-** Lista alfabetizada de las etiquetas del tipo especificado en la lista de tipos de elementos, de aquí se puede escoger la etiqueta de interés.
- D.-** El tipo de elemento de la etiqueta seleccionada determina cuales de esos campos, si alguno, necesita tener contenidos especificados. Si cualquier entrada no es necesaria, entonces la opción no es habilitada.
- E.-** Especifica que información asociada con la etiqueta es de interés.
- F.-** Si el tipo base es entero, un bit particular podrá seleccionarse del entero
- G.-** Si el tipo de elemento seleccionado es uno de la Tabla de tipos, utilice el índice de inicio para especificar el primer elemento y numero de elementos para especificar cuantos.
- H.-** Para seleccionar múltiples elementos de la tabla de tipos, utilice el índice de inicio para especificar el primer elemento y el numero de elementos para especificar cuantos.
- I.-** Permite seleccionar el grupo de tiempo de refrescado a usarse para el barrido. Todas las etiquetas con el mismo grupo de tiempo de actualización son barridas al mismo tiempo.

### **2.4.9.- Trabajando con Gráficas.**

#### **Como dibujar un objeto:**

Una vez abierto un proyecto, puede usar las herramientas en la caja de herramientas para dibujar gráficas en su ventana de dibujo activa. En caso de que la caja de herramientas no este visible, seleccione el comando Ver→ caja de herramientas, se verá la caja tal como en la figura 2.4.2. Si la caja de herramientas estorba la vista de su área de trabajo, puede moverla como todas las ventanas de Windows.

- 1.- Seleccione una herramienta de dibujo de la caja de herramientas haciendo clic en ella.
- 2.- Seleccione la mirilla en una ventana, y haga un arrastre para crear un objeto. La ventana sobre la cual se dibuja el objeto, será la ventana activa.

El manejo de los gráficos es estándar para todas las aplicaciones que trabajen en Windows, y Windows 95 por lo que la explicación de manejo y creación de imágenes será dado por visto, no sin antes recalcar que pueden ser importados dibujos de cualquier índole al proyecto, con el único pre requisito de que estén en formato BMP o WMF, que son los estándares para Windows.

### **2.4.10.- Animando Gráficos.**

Para animar gráficos, podemos asignar lo que se ha llamado atributos dinámicos a objetos que han sido dibujados. Son llamados así debido a que los atributos que se asignan a las gráficas y pueden cambiar la gráfica basándose en los valores leídos o leídos de los controladores dependiendo de los eventos que estén pasando, o dependiendo de como el operador interactúe con la interfase. Hay dos tipos de atributos dinámicos, que pueden ser asignados, controlados por el controlador, y atributos manejados por el operador.

Los atributos manejados por el controlador son siempre asignados a una etiqueta particular (valor de un punto de I/O, un valor, etc.) en la

estrategia corriendo en el controlador en servicio. Este tipo de atributo cambia a una gráfica dependiendo de las variables leídas del controlador. Por ejemplo, si una variable refleja una alarma de bajo nivel para un proceso, la gráfica perteneciente se torna en rojo para alertar al operador.

Los atributos manejados por el operador son asignados a una gráfica que cambia según el operador interactúa con la interfase. Como resultado, los eventos pueden ser iniciados, un valor de etiqueta nuevo puede ser enviado al controlador. Por ejemplo, una gráfica que luce como botón es seleccionada por el operador, y el programa de Microsoft Excel es iniciado.

### Agregando atributos dinámicos a las gráficas:

Una vez que se tiene una buena porción de la pantalla dibujada, puede iniciarse la asignación dinámica de atributos a algunas de las gráficas. Empezaremos por explicar el proceso de asignación de atributos como sigue en las explicaciones.

Se selecciona la gráfica a la cual se le desea asignar atributos dinámicos haciendo un doble clic en ella, aparecerá el diálogo de asignación de atributos dinámicos (Fig. 2.4.7).

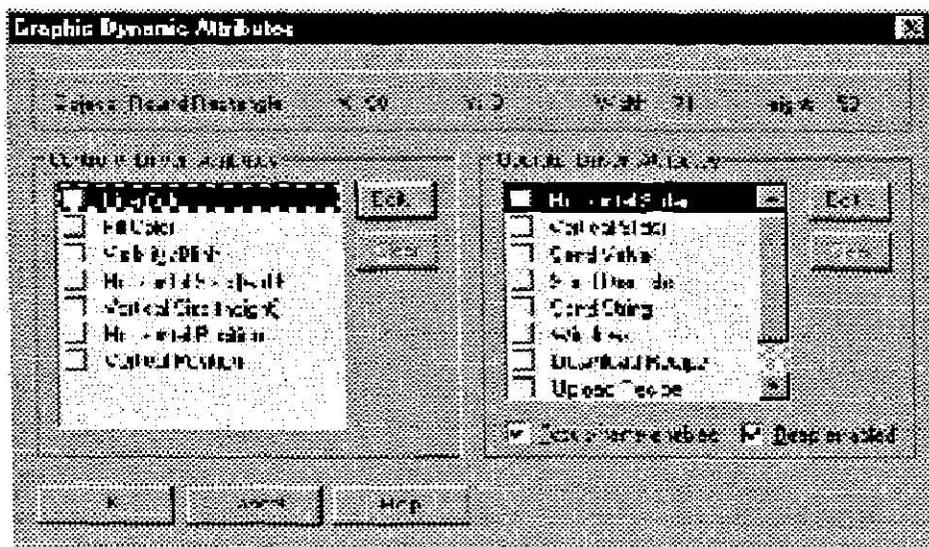


Fig. 2.4.7. Aplicación de Atributos Dinámicos.

El primer grupo de información que se verá es una breve descripción del objeto seleccionado, incluyendo sus dimensiones y localización dentro de la ventana de trabajo. El siguiente paso es, seleccionar un atributo manejado por el controlador u operador que desee configurar seleccionando el atributo y haciendo clic en el botón de edición.

El diálogo para cambiar atributos es desplegado. Examinaremos cada uno de los posibles diálogos. Se configurará el atributo y se regresará al diálogo de atributos dinámicos a gráficos, si se necesita configurar otros gráficos.

Si se seleccionaron atributos manejados por operadores, se necesitará modificar las siguientes opciones:

- **Enfocado\_de\_marco habilitado (focus-frame enabled):** Si esta opción se marca, la gráfica será enmarcada cuando el operador posicione el cursor sobre ella.
- **Alarma habilitada (beep enabled):** Si se marca, el operador escuchará una alarma cuando haga clic sobre la gráfica.

#### **Atributos dinámicos que pueden ser agregados a una gráfica.**

- **Vaciado de receta:** Este atributo es utilizado para vaciar una receta cuando la gráfica es seleccionada.
- **Ejecución de un objeto del menú:** Este atributo se utiliza para correr un solo comando del “runtime” cuando el objeto es seleccionado.
- **Llenado de color:** Este atributo es utilizado para cambiar el color de relleno del gráfico basado en el valor de la etiqueta del controlador, este atributo es manejado por el controlador.
- **Posición horizontal:** Utilícese este atributo para ajustar la posición horizontal de un gráfico basado en el valor de una etiqueta del controlador, es un atributo manejado por el controlador.

- **Tamaño horizontal:** Utilícese este valor para cambiar el ancho del gráfico dependiendo del valor de una etiqueta del controlador.
- **Barra horizontal:** Se utiliza para configurar una barra deslizante cuando esta gráfica sea seleccionada, es un evento manejado por el operador.
- **Inicio de aplicación:** Este atributo se usa para inicia una aplicación cuando la gráfica es seleccionada, las aplicaciones que se inician pueden ser paquetes de Windows preferentemente.
- **Color de línea:** Este atributo se utiliza para cambiar el color de una línea alrededor de una gráfica, basado en un evento del controlador
- **Envío discreto:** Se utiliza para enviar un valor discreto a una variable en el controlador, cuando esta gráfica es seleccionada, es un atributo manejado por el operador.
- **Envío de caracteres:** Envía una cadena de caracteres al controlador cuando se selecciona la gráfica, es un atributo manejado por el operador.
- **Envío de valor:** Envía un valor al controlador cuando la gráfica es seleccionada.
- **Color de Texto:** Se utiliza este atributo para cambiar el color del texto en la interfase basado en el valor de una variable del controlador.
- **Entrada de texto:** Este atributo es para leer el valor de una etiqueta de un controlador y desplegar varias cadenas de texto al operador, se puede leer un valor numérico, una cadena de texto, o un valor discreto, y configurar una cadena de caracteres que serán desplegados en base a que se ha recibido.
- **Cargado de receta:** Es utilizado para cargar una receta del controlador.
- **Posición vertical:** Este atributo ajusta la posición vertical de la gráfica basándose en el valor de una variable del controlador.

- **Tamaño vertical:** Cambia la altura del objeto en base al valor de una variable del controlador.
- **Barra vertical:** Se utiliza para configurar una barra dinámica cuando se selecciona la figura.
- **Visibilidad / parpadeo:** Se utiliza este atributo para hacer que una gráfica sea visible o no o causar que parpadee a causa del valor de una variable del controlador.
- **Ventanas:** Este atributo permite el acceso a ventanas alternas del proyecto, accediendo así a otra información o gráficas del sistema, al seleccionarse el objeto maneja varios eventos aplicables a ventanas, tales como tamaño, activación o desactivación.

#### 2.4.11.- Gráficas de Tendencia.

Las gráficas de monitoreo son el único objeto avanzado en OptoDisplay. Se pueden utilizar para desplegar valores del controlador en una gráfica escalada. Un gráfico de tendencia de tiempo real puede ser creado utilizando los mensajes de salida/entrada del controlador. El eje X representa el tiempo, y el Y el valor de la variable a ser graficada. Se pueden desplegar hasta 4 valores en una gráfica de tendencia, más no hay un límite en el número de gráficas de tendencias que puedan crearse en una ventana de dibujo.

El máximo intervalo de tiempo que puede grabar un trend es de 14 días.

Para crear un gráfico de tendencias, selecciónese este de la caja de herramientas, dibújese el objeto en el área de trabajo (Fig. 2.4.8).

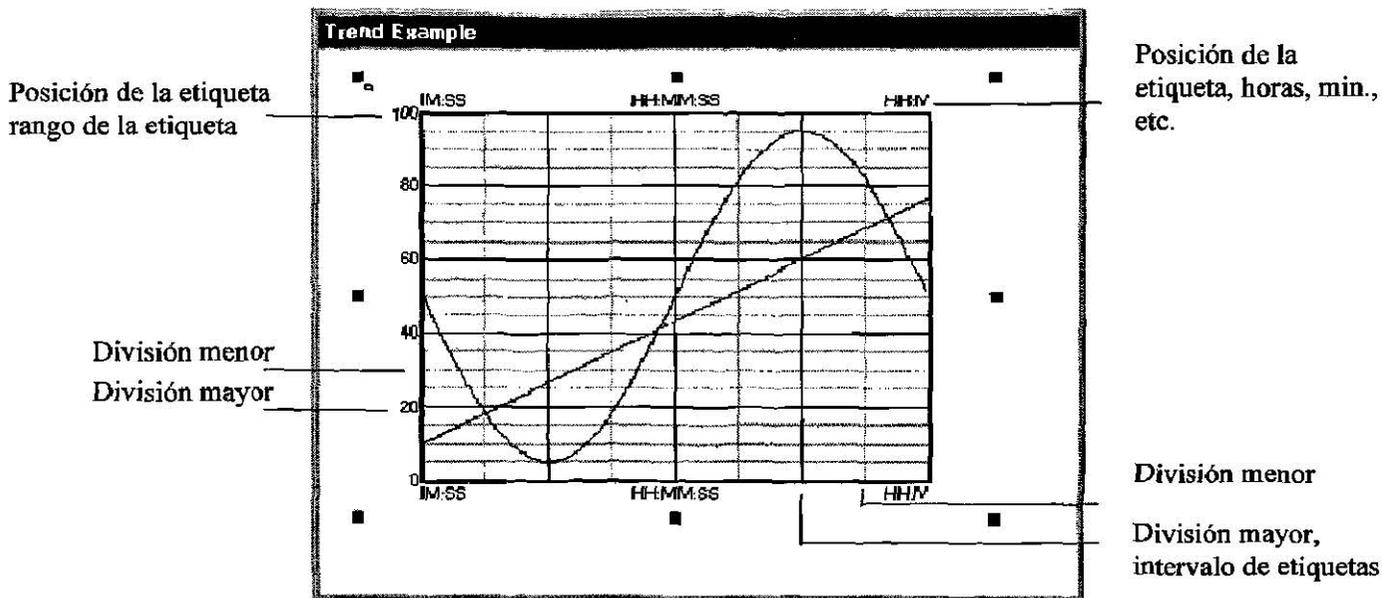


Fig. 2.4.8. Gráfica de Tendencias.

**Configuración de un Gráfico de Tendencia (Trend).**

Hágase un doble clic en la gráfica, aparecerá el diálogo de configuración como el de la Fig. 2.4.9:

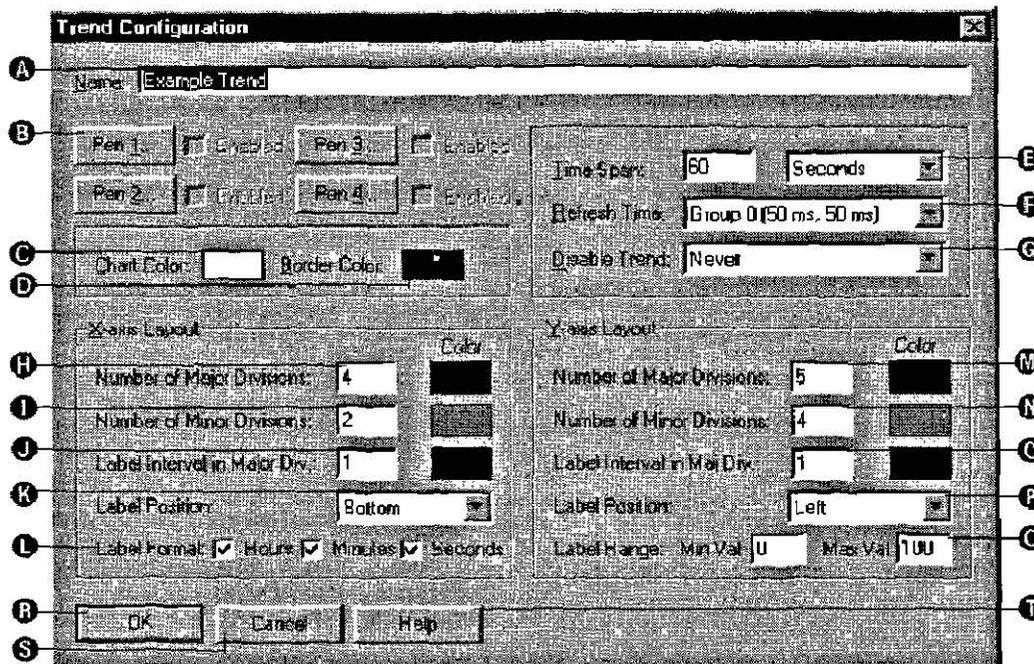


Fig. 2.4.9. Configuración de Gráficas de Tendencia.

- A.-** Nombre del gráfico.
- B.-** Asociación de cada pluma del gráfico con la variable del controlador.
- C.-** Color del fondo de la gráfica.
- D.-** Color de la orilla de la gráfica.
- E.-** Rango de tiempo del gráfico, hasta 14 días.
- F.-** Tiempo de refrescado, hasta 7 grupos posibles.
- G.-** Escoger si es activa o inactiva la gráfica dependiendo del status de su ventana.
- H.-** Número de divisiones mayores en el eje X.
- I.-** Número de divisiones menores en el eje X.
- J.-** Aquí se introduce que tan seguido se requiere que sea etiquetado el eje X.
- K.-** La posición de la etiqueta en el eje X.
- L.-** El formato de la etiqueta, hh:mm:ss.
- M.-** Aquí se introduce el número de divisiones mayores en el eje Y.
- N.-** Número de divisiones menores en el eje Y.
- O.-** Que tan seguido se requiere la etiquetacion del eje Y.
- P.-** Posición de la etiqueta para el eje Y.
- Q.-** Valores máximos y mínimos para el eje Y.
- R.-** Botón de aceptación.

**S.-** Para abortar los cambios.

**T.-** Ayuda en línea.

Estos son en suma las principales herramientas y conceptos que se utilizan en la creación de gráficas para una aplicación para el control de un sistema.

## **2.5.- OptoServer.**

OptoServer es una aplicación la cual permite fácil y rápidamente el acceso a datos de controladores Opto 22 conectados a una red de datos. Algunos clientes pueden ser:

- Cualquier aplicación DDE.
- OptoDisplay, Opto Control o cualquier otra aplicación de Factory Floor.
- Cualquier aplicación escrita por el usuario usando el OptoControl SDK.

Las aplicaciones que utilizan DDE para comunicarse con el OptoServer pueden actualizar sus datos de manera rápida y eficiente, en tiempo real.

OptoServer puede ser usado cuando:

- Se necesita que una o más computadoras puedan acceder los datos de un controlador opto a través de una red, sin acceder directamente el controlador y sin afectar su rendimiento.
- Se necesita acceder por medio de una aplicación DDE a un controlador Opto, ya sea que este se encuentre conectado en la misma PC ó en otra PC conectada a una red de datos y accesible por medio de NetDDE.

- Una aplicación de Factory Floor necesita acceder a un controlador conectado en una máquina accesible por medio de una red de Windows 95 o Windows NT.

Básicamente esta aplicación esta compuesta de tres programas diferentes que son:

- **Administrador del OptoServer (OptoSa.EXE):**  
Este programa es usado para seleccionar que controladores serán usados por los clientes DDE y clientes de OptoDisplay; además, es en este programa donde se ajustan los tiempos de muestreo para los clientes DDE.
- **OptoServer (OptoServer.EXE):**  
Este programa se encarga de recolectar los datos requeridos por los clientes DDE y los clientes del OptoDisplay.
- **OptoCds.EXE: (OptoCds.EXE)**  
Este es un programa “invisible”, el cual arranca cuando se inicia el OptoServer. Este programa da la capacidad a las aplicaciones que corren sobre una red, de ejecutar comandos en el controlador.

El uso del OptoServer puede significar un gran avance en cuanto a la implementación de sistemas de control se refiere, ya que proporciona ventajas tales como:

- Proveer de información en tiempo real a una o mas computadoras conectadas a una red, pudiendo ser redes remotas o redes locales.
- Permitir el intercambio de información entre diferentes aplicaciones, siendo estas todas aquellas que soporten el estándar de clientes DDE de Windows, eliminado así la perdida de tiempo y los errores por captura de datos al momento de transferir la información de una aplicación a otra, ya que es posible, por ejemplo, generar un reporte desde Excel adquiriendo datos en tiempo real desde un controlador OPTO; además, da la flexibilidad de crear aplicaciones propias mediante lenguajes de programación tales como Visual Basic o Visual C.

Las bases de la filosofía usada en las aplicaciones del OptoServer es la de Cliente/Servidor, la cual principalmente consta de “conversaciones” entre las distintas aplicaciones. Estas conversaciones no son más que un intercambio de mensajes, por medio de las cuales se solicitan y se proporcionan datos de una manera ordenada. Teniendo en este caso el papel de servidor la aplicación que se encarga de proporcionar los datos (OptoServer), y jugando el papel de cliente la aplicación que los pide (MS Excel, MS Word, Aplicaciones Propias, etc..)

### **2.5.1.- Conceptos Básicos de Intercambio Dinámico de Datos (DDE).**

Las comunicaciones de Intercambio Dinámico de Datos (DDE por sus siglas en inglés), son una conversación entre 2 aplicaciones corriendo bajo el sistema operativo Windows (Windows v3.x ,Windows para trabajo en grupos, Windows 95 o Windows NT). Estas conversaciones son una serie de intercambios de mensajes entre las aplicaciones, esto con el fin de solicitar y proporcionar datos.

Dentro de esta conversación, la aplicación que inicia el intercambio y que solicita los datos es llamada *cliente*, y la aplicación que se encarga de proporcionar los datos es llamada *servidor*. Aplicando estos conceptos dentro del Factory Floor, el OptoServer es el servidor de datos (server), y el OptoDisplay es el cliente. Cliente y servidor están conectados entre sí generalmente a través de una red de datos, como una red Ethernet, por ejemplo, en la figura 2.2.5.1 se puede ver como un cliente de OptoDisplay y algunos clientes DDE pueden estar comunicados con un controlador Opto 22 a través del OptoServer. En esta figura, las computadoras están conectadas entre sí a través de una red Ethernet, mientras que los controladores Opto están comunicados entre sí a través de una red de comunicaciones usando el puerto RS-485 o ARCnet.

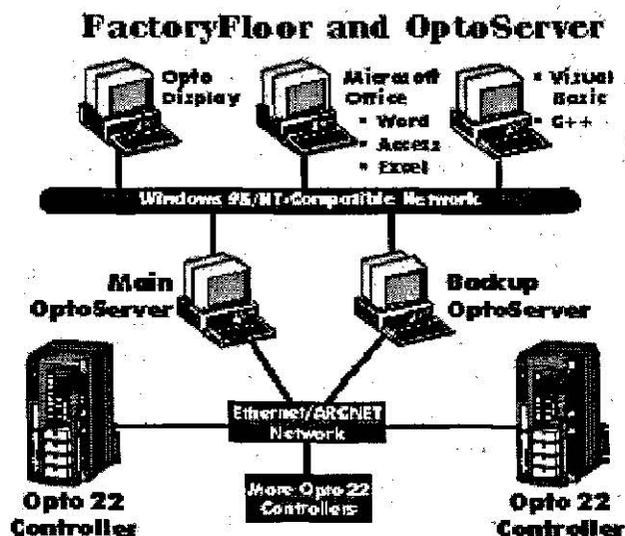


Fig. 2.2.5.1.- Clientes de OptoServer.

### 2.2.5.2.- Interfaces Del Usuario Del OptoServer.

Como ya se mencionó anteriormente el OptoServer está compuesto por tres aplicaciones diferentes: el Administrador del OptoServer, el OptoServer y el OptoCds. De estas tres aplicaciones, el usuario solo tiene internase para comunicarse con dos de ellas, con el Administrador del OptoServer y con el OptoServer.

### 2.2.5.3.- Interfase del Administrador del OptoServer.

Dentro de la interfase del Administrador del OptoServers se encuentran disponibles los siguientes menús:

- Configurar (Configure).
- Ayuda (help).

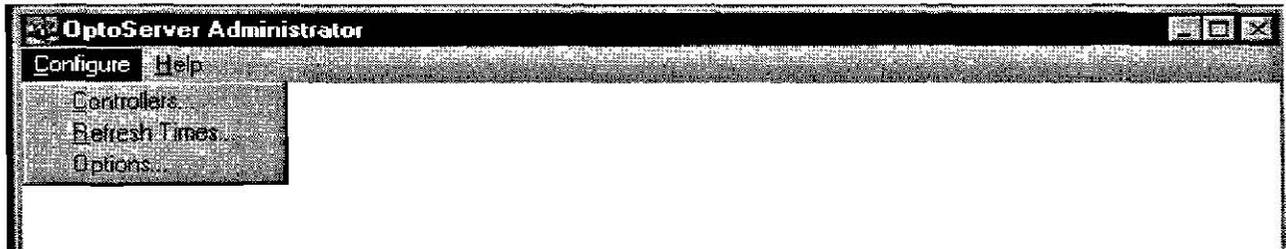


Fig. 2.2.5.2.- Ventana del Administrador de OptoServer.

Dentro del menú de Configurar tenemos las siguientes opciones:

- Controladores (Controllers).

Esta opción abre la caja de dialogo de Controladores (Fig. 2.2.5.3) y permite al usuario agregar (Add), modificar (Modify) y borrar (Delete) controladores del OptoServer. Cuando se selecciona esta opción, la caja de diálogo muestra los controladores configurados actualmente, y en caso de que no los halle, solo el botón de Agregar (Add) se encuentra disponible. Si se presiona el botón Agregar (Add), se habrá una caja de diálogo pidiendo la información del nuevo controlador (Fig. 2.2.5.4), en caso de tener seleccionado algún controlador de la lista y de presionar el botón de modificar (Modify), se abre una caja de diálogo la cual muestra las propiedades del controlador seleccionado (Fig. 2.2.5.4). En caso de tener un controlador seleccionado y de presionar el botón de Borrar (Delete), se abre una caja de diálogo la cual pide la confirmación para llevar a cabo la acción.

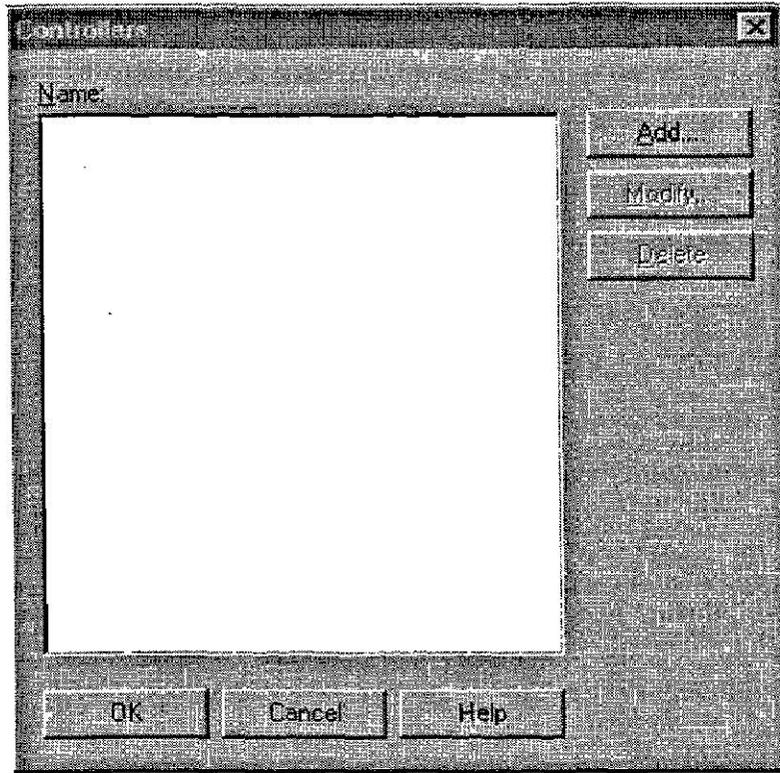


Fig. 2.2.5.3.- Caja de diálogo de los controladores.

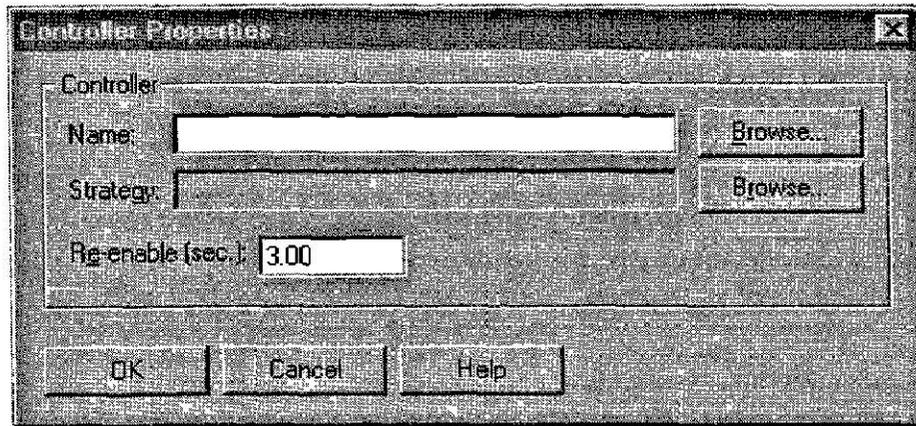


Fig. 2.2.5.4.- Propiedades de un controlador.

- **Tiempo de Actualización (Refresh Times).**  
Esta opción nos permite configurar los tiempos en los cuales el servidor deberá de actualizar los datos de las aplicaciones DDE. Pueden ser configurados hasta siete períodos de actualización distintos. Tal como se muestra en la Fig. 2.2.5.3.

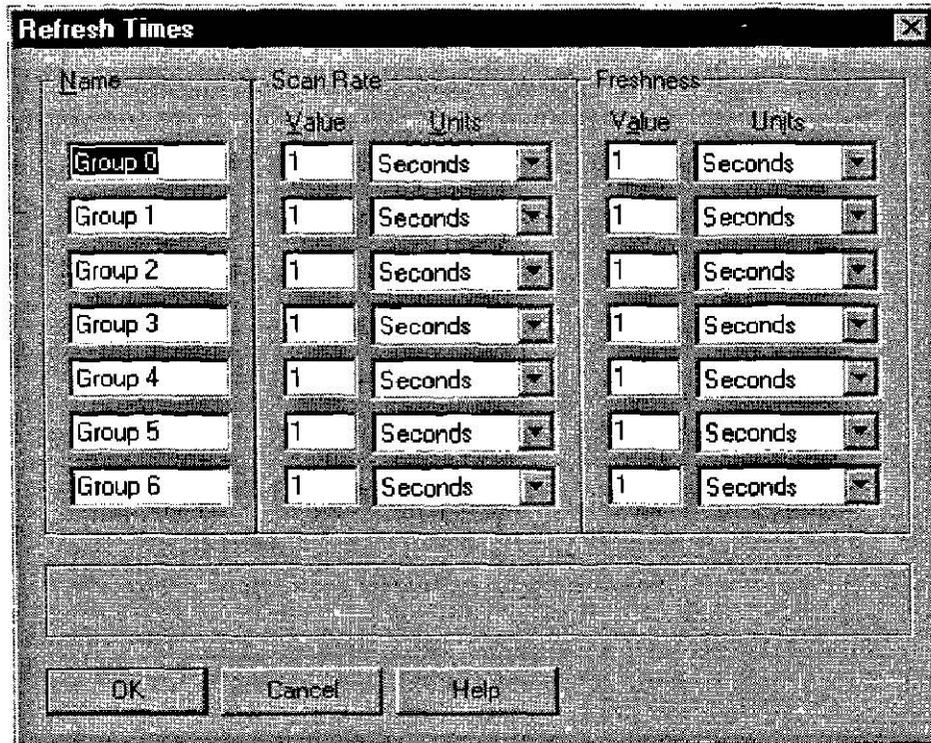


Fig. 2.2.5.3.- Tiempos de actualización o refresco.

- **Opciones (Options).**  
Ofrece opciones para modificar las transacciones del OptoServer, dividiéndolas en dos grupos: transacciones de clientes DDE y transacciones del OptoDisplay.
- **Opciones de Clientes DDE (DDE Options).**  
En este submenú se da la opción de quitar el ultimo carácter a la cadena de datos cuando esta se mande en formato de texto (Strip trailing CR/LF when sending data using text format.), seleccionado

esta opción, ningún carácter CR o LF será mandado al final de la cadena de datos, ya que algunas aplicaciones DDE no soportan que los mensajes mandados de un OptoServer finalicen con un CR/LF.

- Opciones para el OptoDisplay (OptoDisplay Options) .  
Ajuste del tiempo de espera (NetBIOS time out for OptoDisplay):  
Esta opción nos permite ajustar el tiempo de espera entre el cliente del OptoDisplay y el OptoServer. Este tiempo es llamado "Timeout" y es el tiempo (en segundos) que espera un cliente a recibir contestación del servidor, si se tienen problemas con la comunicaciones de NetBIOS, es recomendable hacer más grande este tiempo. El valor por omisión de datos es de 10 segundos.
- Ayuda (Help).
- Contenidos (Contents).  
Presenta ayuda en línea para el Administrador del OptoServer.
- Como usar la ayuda (How to Use Help).  
Es un ayudante en línea que nos dirige a través de la ayuda mostrada por el Menú de Contenidos
- Acerca del Administrador del OptoServer (About).  
Provee información general acerca del programa del Administrador del OptoServer. Entre ésta información se incluye el número de versión, información del copyright, etc..

### **2.2.5.3.- Interfase Del OptoServer.**

Dentro de la interfase del OptoServer se pueden encontrar los siguientes comandos:

- Archivo (File)
- Editar (Edit)
- Ver (View)
- Accesar (Logging)
- Ayuda (Help)

Como se muestra en la Fig. 2.2.5.4

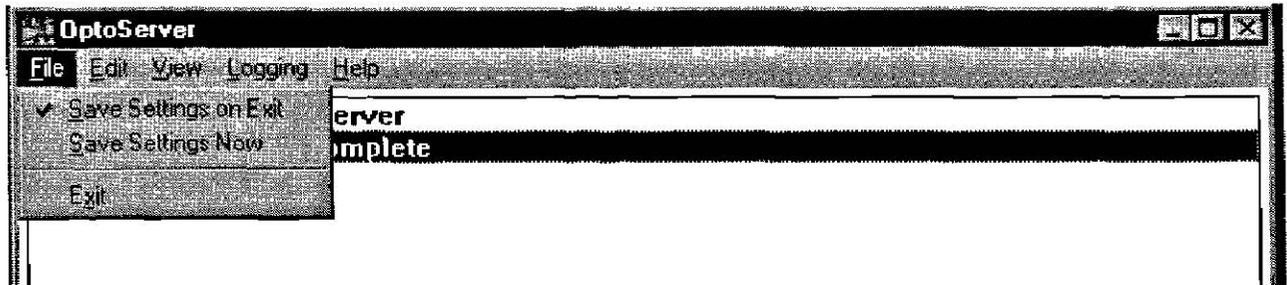


Fig. 2.2.5.4.- Ventana del OptoServer.

A continuación se hará un desglose de ellos.

### Archivo (File)

Dentro de este se encuentran los siguientes comandos.

- **Salvar características al salir (Save Settings on Exit).**  
Salva las características de la ventana del OptoServer, así mismo, guarda la configuración dada a la ventana de Log.
- **Salvar características ahora (Save Settings Now).**  
Salva inmediatamente las características de la ventana de Log, además de las características de la ventana del OptoServer.
- **Salir (Exit).**  
Termina la ejecución del OptoServer.

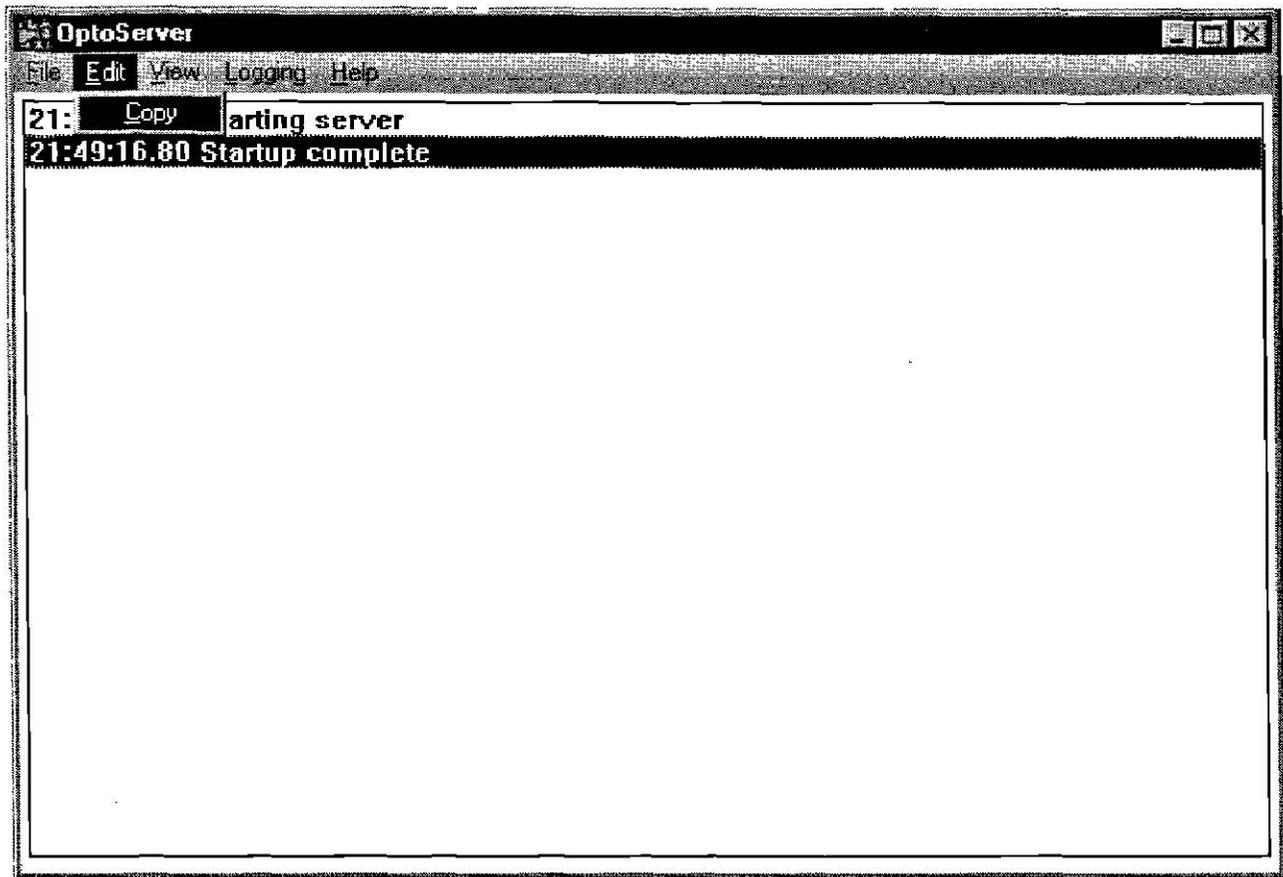
**Editar (Edit.)**

Fig. 2.2.5.5.- Menú de editar.

- Copiar (Copy).  
Copia el renglón resaltado dentro de la ventana de log de la aplicación al portapapeles (clipboard) de windows. Este contenido guardado en el clipboard puede ser pasado a otras aplicaciones Windows.
  
- Ver (View).
  - Clientes (Clients)  
Muestra los clientes de OptoDisplay y clientes DDE que están conectados al servidor. El número que aparece a continuación de un cliente DDE indica el número de proceso asignado a éste, el cual puede ser relacionado con los mensajes del

archivo de log. La lista de Clientes de OptoDisplay es mostrada por sus nombres de nodo de Red. El número máximo de clientes a conectarse en un servidor solo es limitado por la cantidad de recursos en el sistema.

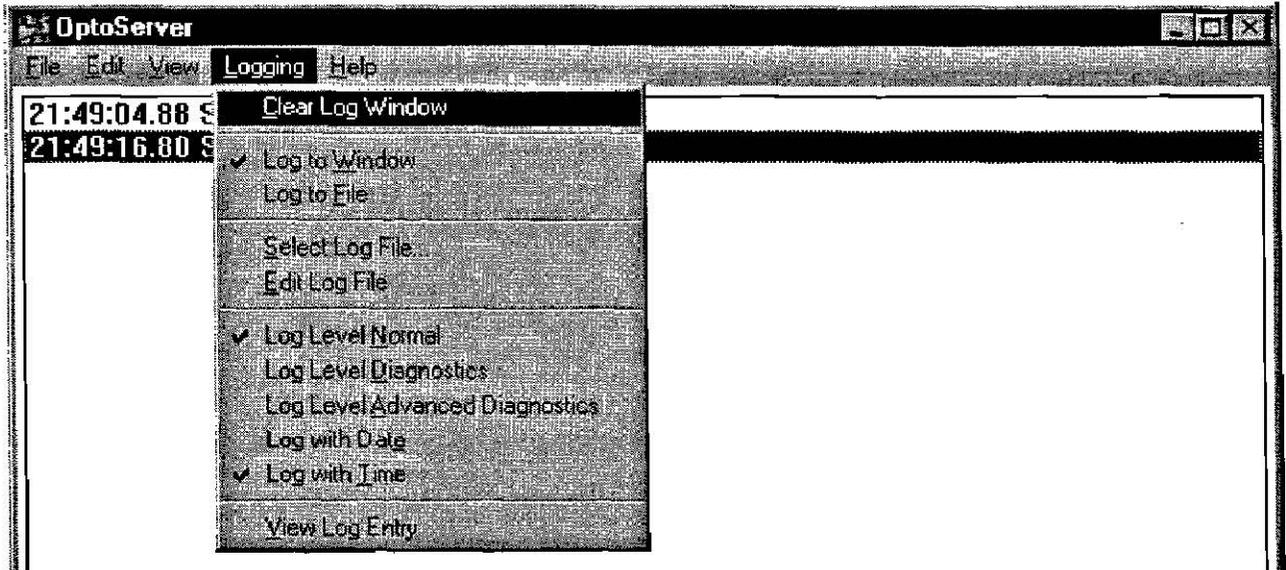


Fig. 2.2.5.6.- Menú de acceder.

- Registro de Actividades(Logging).

En la Fig. 2.2.5.6 se muestra la ventana del menú acceder.

- Limpiar Ventana de Log (Clear Log Window).  
Limpia la ventana principal de mensajes del sistema. Si se está viendo un archivo de log, este comando no lo limpiará ni lo afectará.
- Accesar Ventana (Log to Window).  
Esta opción permite activar o desactivar los mensajes en la pantalla principal del servidor.
- Accesar Archivo (Log to File).  
Esta opción permite cambiar la salida de los mensajes del sistema mandándolos a un archivo, en lugar de mostrarlos en

la pantalla. Generalmente este archivo esta ubicado en Opto22\Optosrv.

- **Seleccionar Archivo de Log (Select Log File).**  
Permite seleccionar el nombre y la ubicación del archivo donde se grabaran los mensajes del sistema.
- **Editar Archivo de Log (Edit Log File).**  
Esta opción arranca el editor "Notepad" y abre el archivo de log para editarlo.
- **Nivel de Registro: Diagnóstico Normal/Avanzado/Diagnóstico (Log Level Normal Diagnostic/ Advanced/ Diagnostic).**

Aquí se nos permite ajustar el nivel de registro de los mensajes. El nivel Normal muestra las conexiones o terminaciones de los clientes con el servidor, así mismo muestra errores básicos, sin mayor exactitud. El nivel de diagnóstico muestra los mensajes generados al mandar el servidor todos los datos mandados del servidor a los clientes. Finalmente, el modo avanzado, muestra todos los tipos de mensajes descritos anteriormente, además, muestra los eventos internos del Opto 22.

- **Registrar con Fecha (Log with date).**  
Esta opción agregará la fecha en cada registro generado en el OptoServer.
- **Registrar con tiempo (Log with Time).**  
Incluye la hora en cada uno de los mensajes.
- **Ver un Solo Registro (View Log Entri).**  
Muestra los datos del registro seleccionado dentro de la lista. Estos datos serán mostrados con una caja de diálogo.

## **III.- HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL.**

### **3.1.- Requerimientos del hardware.**

En lo que se refiere a los requerimientos del hardware, podemos mencionar que estos se dividen en dos: equipo de computo y módulo de control.

#### **3.1.1.- Equipo de computo.**

Entre el equipo de computo podemos citar a las computadoras personales, impresoras, redes locales, redes remotas, etcétera. Para que un sistema como el que se está implementando pueda funcionar, se necesita como mínimo una computadora personal o portátil con un procesador 486-DX (se recomienda un Pentium de 100 MHz), 8 MB de memoria RAM (se recomiendan 20 MB), espacio disponible en disco duro de 30 MB, monitor VGA (se recomienda SVGA), ratón (mouse), disquetera (floppy disk) de 3.5 pulgadas, puerto paralelo, dos puertos seriales.

#### **3.1.2.- Módulo de Control.**

Cuando hablamos de módulo de control nos estamos refiriendo a un controlador, módulos de control (bricks), módulos de entradas y salidas.

El módulo de control forma una parte vital de nuestro sistema de control, ya que este se podría decir que viene siendo el cerebro del mismo, el cual ordena a los dispositivos de entrada y salida que ejecuten una operación deseada.

A continuación en el apartado 3.1.2.1 mencionaremos algunas de las características del controlador que se utilizó para poder llevar a cabo ésta tesis.

### 3.1.2.1.- Controlador G4LC32SX Modelo 200.

El controlador **G4LC32SX** es una unidad de procesamiento local, diseñada para ser usada en un sistema de control **mistic** modelo 200. Un controlador **mistic** es la combinación de una poderosa microcomputadora industrial, con entradas/salidas altamente inteligentes, un impresionante lenguaje de control y una excelente idea para sistemas industriales. Esta combinación fue diseñada con una sola cosa en mente, permitirte rápida y fácilmente implementar tus aplicaciones de control industrial.

A continuación en la figura 3.1.2.1 se muestra una imagen del controlador:

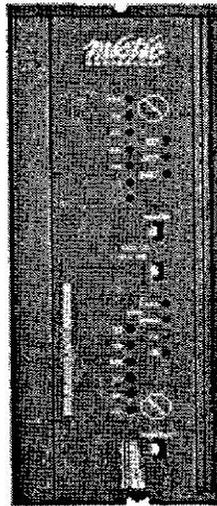


Fig. 3.1.2.1.- Controlador **G4LC32SX** mistic modelo 200.

### 3.1.2.2.- Como funciona una aplicación de un usuario con el controlador G4LC32SX.

Normalmente, el controlador **G4LC32SX** puede correr programas de aplicaciones que se desarrollan en una PC. Después de que el programa de aplicación ha sido descargado al controlador **G4LC32SX** destino y compilado usando el compilador del **OptoControl**, una estación de PC ya

no es requerida. El controlador **G4LC32SX** corre la aplicación en forma independiente. Para aplicaciones grandes de control distribuido, podríamos usar más de un controlador **G4LC32SX** conectados en red por medio del puerto de comunicaciones RS-485 o por medio de una tarjeta opcional ARCNET y ahora, ya en la actualidad, por medio de una tarjeta ETHERNET o de fibra óptica.

### **3.1.2.3.- Unidades de Entradas/Salidas (Bricks).**

El controlador **G4LC32SX** no solamente puede manejar toda la lógica para correr los programas de aplicación, además puede comunicarse con unidades de entradas/salidas (bricks) . El controlador **G4LC32SX** puede ser conectado a unidades de E/S en dos formas diferentes. Primero: podemos usar unidades de E/S locales las cuales se pueden comunicar con el controlador **G4LC32SX** a través de un bus paralelo de 1.4 MHz (Cable liso de 34 conductores). Segundo: podemos usar unidades de E/S remotas las cuales se pueden comunicar con el controlador **G4LC32SX** a través de una unión de comunicación serial RS-485 de dos alambres operando hasta 115KBd.

La ventaja de las unidades de E/S locales es la velocidad (1.4 MHz). La desventaja es que te limita a una distancia máxima de 60 metros desde el controlador **G4LC32SX**. La cantidad de unidades locales son tantas como 139 pueden ser conectadas a un controlador **G4LC32SX**. Puedes mezclar y conjugar unidades digitales y analógicas como lo necesite tu aplicación. Cada unidad de E/S puede tener hasta 16 puntos de E/S (módulos), por lo tanto, un controlador **G4LC32SX** puede controlar hasta 2224 puntos de E/S en un bus local.

La instrucción de error de CRC 16 está incluida en cada mensaje de transacción para asegurar una operación de comunicación confiable. Si distancias más grandes y/o más puntos de E/S son requeridas, entonces paneles con unidades de E/S remotas pueden ser agregados al sistema.

La ventaja de las E/S remotas es que puedes distribuir tus E/S a través de grandes distancias. El controlador **G4LC32SX** y las E/S remotas pueden estar separados por distancias de hasta 915 metros (y aún distancias más grandes con un repetidor). La desventaja es el bajo promedio de

comunicación de 115KBd. Puedes usar un simple par de alambres trenzados que proveen un efectivo y bajo costo de comunicaciones a través de una unión de comunicaciones RS-422/485. Un controlador **mistic** que puede soportar hasta tres uniones remotas y una maestra (host) para comunicaciones o cuatro uniones remotas cuando es usada la tarjeta ARCNET como maestra (host) para comunicaciones. También cuatro uniones remotas pueden ser usadas para aplicaciones donde se encuentra solo un controlador. Tantas como 100 unidades de E/S remotas pueden ser conectadas (256 con repetidores). La instrucción de error de CRC 16 está incluida en cada mensaje de transacción para asegurar una operación de comunicación confiable.

Cada unidad de E/S contiene una tarjeta conocida como cerebro, la cual tiene el poder de un controlador de 16-bit 80C196. Este controlador en las unidades de E/S puede desempeñar altas velocidades de conteo y controlar un PID creando E/S multifunción, con un increíblemente útil juego en común de funciones de control. Como resultado el controlador **G4LC32SX** se puede encontrar con menos carga para que así de esta manera pueda ejecutar una lógica de control a una velocidad considerable.

#### **3.1.2.4.- El Controlador G4LC32SX y El Opto Control.**

El controlador **G4LC32SX** provee un gran apoyo para el **Opto Control**. Corre un software multitarea, el cual puede correr hasta 31 cartas distintas simultáneamente. Esta capacidad da seguridad y confianza en su operación para tus aplicaciones en donde cada carta será ejecutada en un tiempo máximo de 16 milisegundos.

Una aplicación complicada de control puede ser segmentada por funciones habilitando cada función para ser representada por su propia carta.

#### **3.1.2.5.- Opciones Disponibles.**

El controlador **G4LC32SX** tiene dos combinaciones de puertos, el RS-422/485 o RS-232. Dos puertos adicionales RS-422/485 y un puerto

ARCNET son opcionales. La velocidad de comunicación varía desde 300 a 115KBd.

Uno de los dos puertos de comunicación RS-422/485 o RS-232, COM 0, es dedicado para comunicarse con una PC. El puerto ARCNET opcional puede ser usado como puerto maestro (host). También puedes desactivar la actividad del puerto maestro (host) desde el **OptoControl** y usar el puerto serial en tu aplicación para otro uso. Los otros puertos seriales (hasta 3 puertos) son usados por tu programa de aplicaciones. El puerto RS-422/485 sería típicamente usado cuando muchos dispositivos seriales sean conectados a una sola línea de comunicación serial. Tantos como 100 dispositivos pueden ser conectados a un puerto RS-422/485 en una aplicación multicascada.

Otros usos típicos del puerto RS-422 / 485 son:

1. para aplicaciones requeridas con un alto grado de inmunidad al ruido;
2. la capacidad de transmitir a lo largo de grandes longitudes (hasta 915 metros);
3. transmisión a un alta velocidad.

Los dos puertos seriales estándar, COM 0 y COM 1 pueden ser usadas como puertos RS-232 o como puertos RS-422 / 485. Conectores de tipo bloque son requeridos para todas las conexiones. Los puertos RS-232 pueden ser usados en tu programa aplicación para comunicarse con dispositivos seriales estándar, tales como impresoras, lectores de código de barra, etc.

Un puerto opcional ARCNET esta disponible para una comunicación más rápida entre unidades. Puedes conectar 255 dispositivos tipo ARCNET a el bus ARCNET. El bus ARCNET usa cable coaxial del tipo RG62A/U y éste puede manejar una velocidad de 2.5 MHz. Una batería de respaldo está alojada en el controlador, la cual proporciona un tiempo real para tareas independientes. El controlador G4LC32SX posee un panel frontal con diodos emisores de luz (LED's) que muestran el estado de las comunicaciones y su diagnóstico.

### 3.1.2.6.- Arquitectura Básica.

La arquitectura del controlador **G4LC32SX** es de 32/16-bit, 256 KB de RAM respaldada por una batería y 256 KB de Flash EEPROM el permite que se usado en aplicaciones con una extensa recolección de datos requeridos.

En la figura 3.1.2.6 se muestra un diagrama de bloques de la arquitectura del controlador **G4LC32SX**.

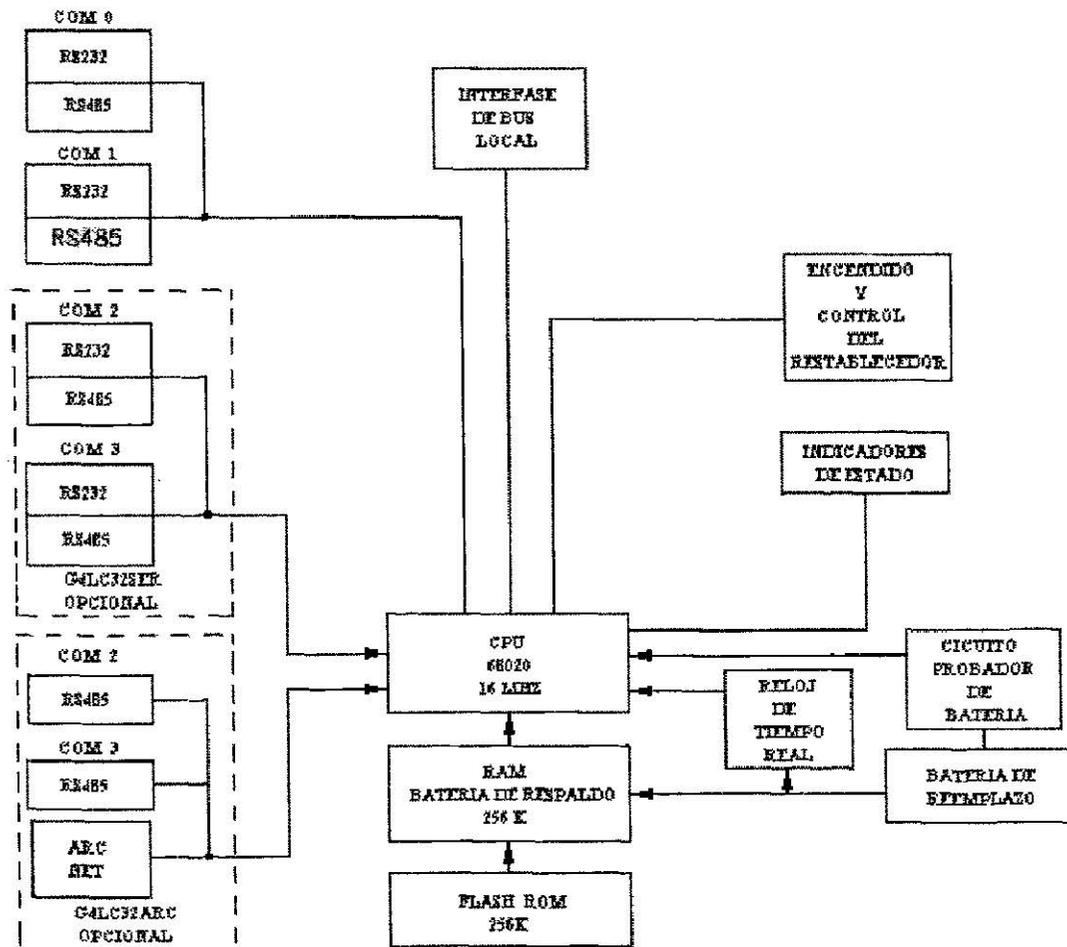


Fig. 3.1.2.6.- Diagrama a bloques del controlador **G4LC32SX**.

El corazón del controlador **G4LC32SX** es un procesador de 32-bit de la marca Motorola.



En la figura 3.1.2.7.2 se muestra el diagrama interno de un controlador G4LC32SX:

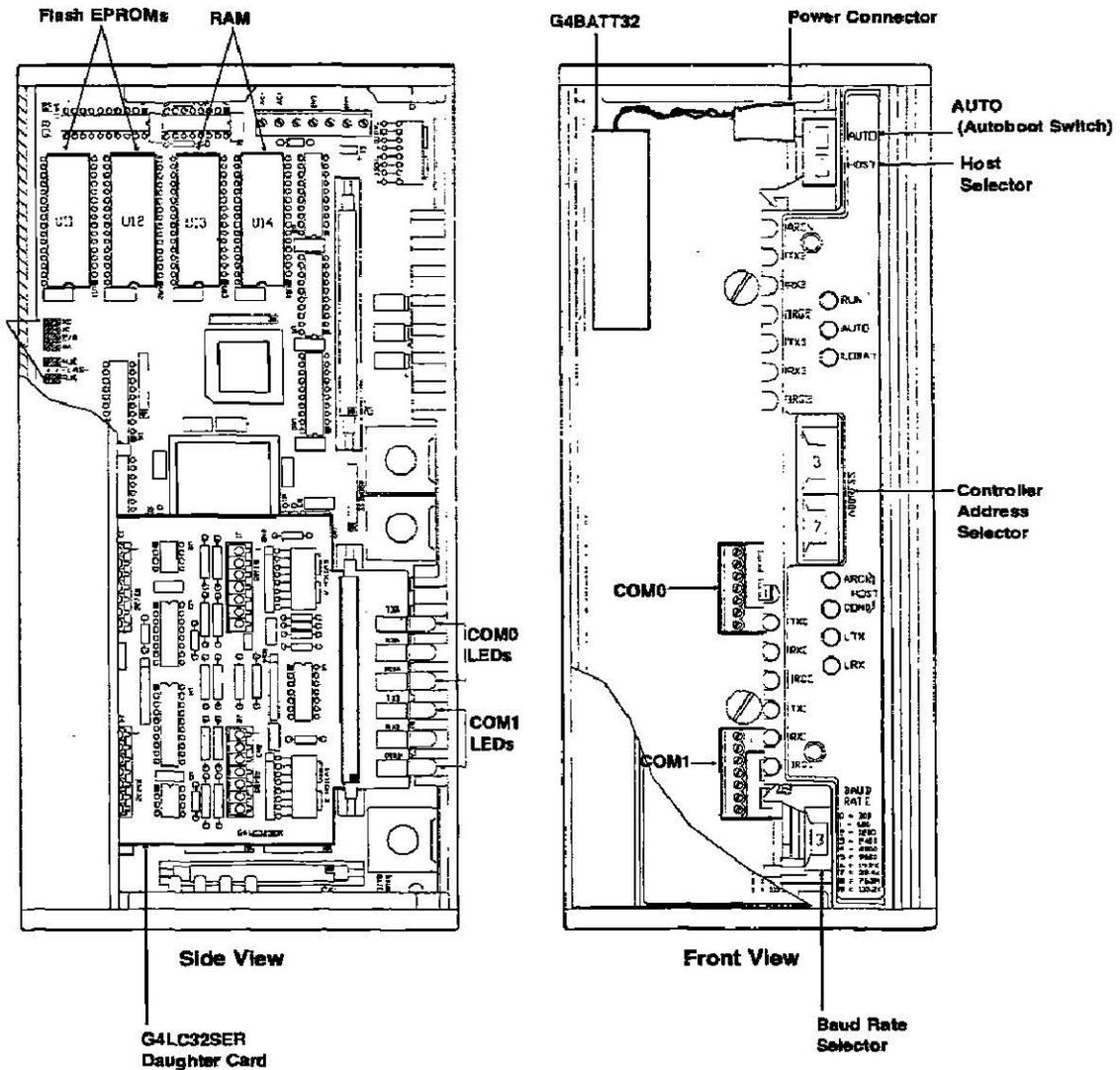


Fig. 3.1.2.7.2.- Diagrama interno de un controlador G4LC32SX.

La figura 3.1.2.7.3 muestra el diagrama de una tarjeta de comunicaciones serial del controlador **G4LC32SX**:

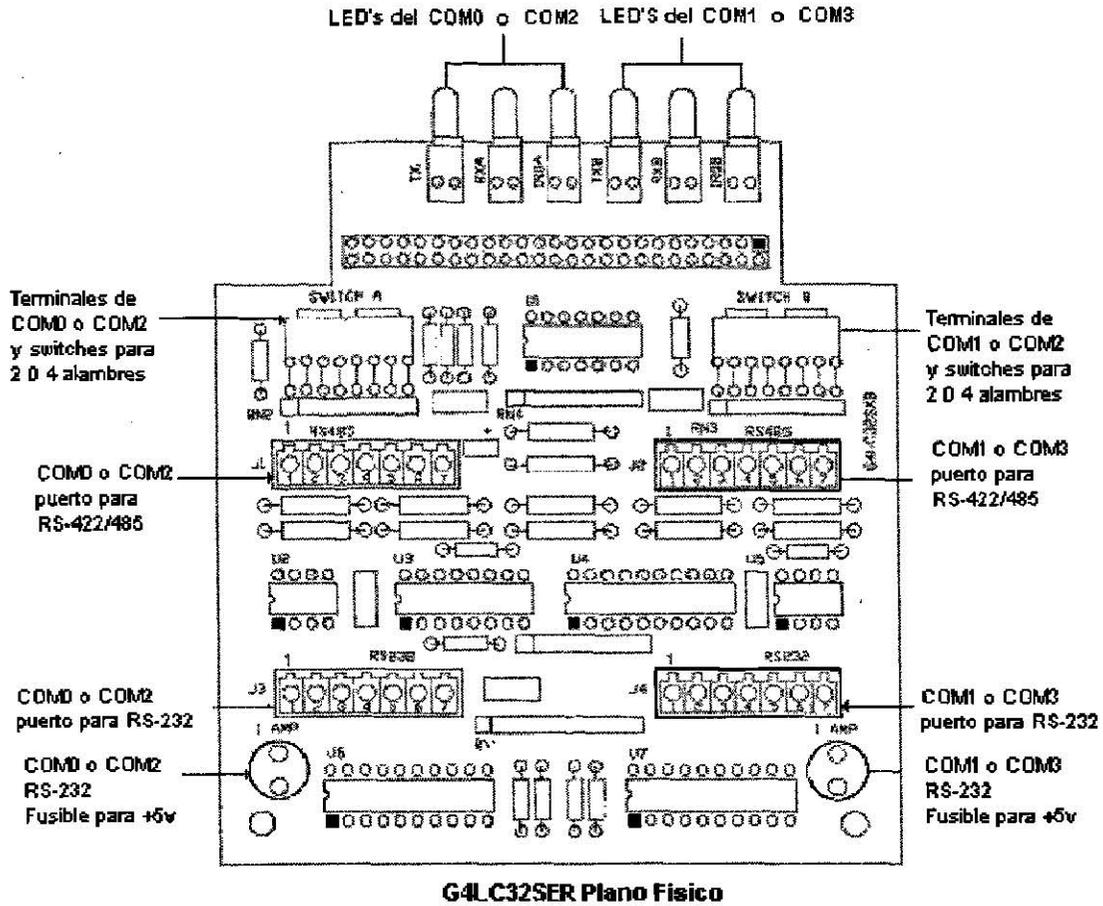


Fig. 3.1.2.7.3.- Diagrama de la tarjeta serial de comunicaciones **G4LC32SER**.

### **3.1.2.8.- Configuración del los interruptores y de los puentes.**

#### **3.1.2.8.1.- Interruptores del G4LC32SX (G4LC32SX Switches).**

El controlador G4LC32SX está provisto con interruptores para hacer cambios en la configuración. Cuenta con una etiqueta en la parte posterior de la cubierta del controlador que sirve de guía de referencia rápida.

##### **A) Direcciones (Address).**

Se puede seleccionar el puerto maestro con interruptores tipo rotatorios. El rango estándar es de 1-100 (00=100). El interruptor de arriba configura las decenas y el interruptor de abajo configura las unidades. Para ampliar el rango de direcciones de 101-200 (00=200), se debe de quitar el puente que tiene la indicación de AX, para esto hay que quitar la tarjeta de comunicación serial la cual aloja a los puertos COM 2 y COM 3 si es que se encuentra instalada en el controlador.

##### **B) Automático (Auto).**

Este interruptor selecciona el modo de inicio automático.

##### **Encendido (On).**

Hasta que se encienda el controlador o se restablezca, el G4LC32SX automáticamente corre sus programas residentes. El puente que tiene la indicación E/R selecciona que opción ejecutar, ya sea correr el programa en RAM o el programa en las memorias Flash EPROMs.

##### **Apagado (Off).**

Hasta que se encienda el controlador o se restablezca, el G4LC32SX espera recibir el comando para correr el programa en las Flash EPROMs.

**C) Velocidad de Transmisión (Baud Rate).**

Selecciona la velocidad de transmisión para el puerto COM 0 hasta que se encienda o se restablezca el controlador, si el COM 0 es el puerto maestro (host), se puede escoger seleccionando uno de los números que tiene el interruptor rotatorio y que se encuentra ubicado en la parte inferior derecha del controlador con la leyenda de "BAUD RATE".

La velocidad de transmisión (baud rate) del COM 0 también debe ser configurado en el OptoControl. La velocidad de transmisión (baud rate) del COM 1, COM 2, y el COM 3 deben ser siempre configurados usando el OptoControl.

**D) Maestro (Host).**

Selecciona el puerto maestro para descargar los programas y proporciona la interfase del usuario hasta que se encienda o restablezca con este interruptor. El puerto maestro puede ser por medio de una tarjeta ARCNET o COM 0 (RS-232 o RS-422/485).

**3.1.2.8.2.- Interruptores de las tarjetas hijas G4LC32SER y G4LC32ARC.****A) Terminadores Habilitados (Term Yes).**

Este interruptor selecciona la terminación del puerto RS-422/485. En la posición de "YES", las líneas de RS-422/485 son con terminador. Se debe de poner terminador al puerto cuando el controlador es el primero o el último instalado físicamente en la red serial. Los puertos que usan comunicación RS-232 (G4LC32SX) deben tener la opción de "TERM YES" seleccionada para asegurar un nivel de voltaje conocido en las entradas de la comunicación RS-422/485. Esto es necesario debido que se forma un anillo con la señales RS-232 y RS-422/485.

En la posición de "NO", las líneas de RS-422/485 pueden ser flotantes. Esta configuración debe ser usada cuando el puerto es parte de una aplicación multicascada y el controlador no está instalado como la primera unidad o como la última unidad. El predeterminado de fábrica es la opción "TERM YES".

### **B) 2-Alambres - 4-Alambres (2-Wire - 4-Wire).**

El interruptor selecciona el método de conexión de el puerto serial RS-422/485. Estas dos alternativas son 2-Alambres o 4-Alambres. El predeterminado de fábrica es 4-Alambres.

### **3.1.2.8.3.- Puentes del G4LC32SX (G4LC32SX Jumpers).**

Selecciona el rango de direcciones estándar de 1-100 (puentes instalados, predeterminados de fábrica) o el rango de direcciones de 101-200 (puente no instalado).

#### **A) Puente de Arranque (Boot Jumper).**

El puente X1 selecciona entre el inicio de el cargador mistic o el inicio de el software del mistic.

#### **B) Puente de Modo de Comunicación (Communication Mode Jumper).**

EL puente X0 selecciona el modo de comunicación entre Binario o ASCII para el puerto maestro. El predeterminado de fábrica es modo Binario.

#### **C) Puente de las EPROM (EPROM Jumpers).**

Este puente configura el tipo y tamaño de EPROM. Memorias Flash o UV EPROM pueden ser utilizadas.

**D) Puente de Eventos / Reacciones (E/R Jumper).**

Se usa este puente para seleccionar la fuente del programa del controlador. Un puente instalado correrá el programa desde la RAM, el cual es el predeterminado de fábrica. Sin puente corre el programa encontrado en las memorias Flash EPROM.

**E) Puente de la RAM (RAM Jumper).**

La RAM predeterminada de fábrica es de 256 KB.

**3.2.- Dispositivos de Entradas / Salidas. ( Brick)**

Los dispositivos de entrada y salida son prácticamente aparatos que sirven de interfase con nuestro proceso, en ellos se realizan las conexiones de todas las señales digitales y analógicas.

A continuación en la figura 3.2 se muestra una imagen de los “bricks” analógicos y digitales:

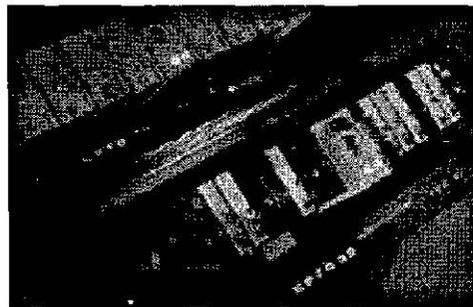


Fig. 3.2.- “BRICKS” Analógicos y Digitales.

### **3.2.1.- Dispositivo de Entradas / Salidas Analógicas con 8 canales (G4A8R).**

La unidad G4A8R es un “brick” de E/S analógicas con un alto desempeño dentro de la familia **mistic 200**. Proveen inteligencia y puntos sencillos de E/S en un robusto y compacto paquete. Se pueden seleccionar cualquier combinación de 8 módulos de entrada y salida de diferentes tipos, o hasta 16 combinaciones con un “brick” de expansión. Cada modulo tiene aislamiento de canal a canal y además cuenta con 12 bits de resolución.

La capacidad de procesamiento que tienen estas unidades ofrece control de lazos de PID, monitor de límites alto / bajo, y muchas otras funciones de control. Las funciones de Eventos / Reacciones directamente ordenan paros y ejecutan a una velocidad muy alta respuestas determinadas a sofisticadas secuencias de control, monitoreo de alarmas, diagnósticos, e interrupciones principales.

#### Características:

- Lazos de PID.
- Límites de monitoreo alto / bajo.
- Linearización de señales de termopar.
- Filtrado de señales.
- Entradas totalizadoras.
- Corre cálculos de promedios.
- Generación de señales tipo rampa y de forma de onda.
- Alimentación de corriente del lazo integrado dentro de los módulos.
- Desviación / Ganancia programables.
- Capacidad de interrupción del control maestro.
- Extracción de raíz cuadrada.
- Señales de control ópticamente y eléctricamente aisladas para incrementar la confiabilidad.
- Módulos precalibrados.

### **3.2.2.- Dispositivos de Entradas / Salidas Digitales con 16 canales (G4D16R).**

La unidad G4D16R al igual que el “brick” analógico cuenta con un grandes ventajas. La tarjeta procesadora (brain board) tiene la capacidad de manejar “latch”, generación de tren de pulsos, retrasos de tiempo, contadores, eventos / reacciones, y muchas otras funciones de control.

### **3.3.- Módulos de Entrada / Salida.**

Los módulos de entrada y salida van colocados en los “bricks”, estos tienen como función la de ser la interfase entre las señales que vienen de nuestro sistema, como las que salen al mismo y que van a realizar una cierta función.

#### **3.3.1.- Módulos de Entrada / Salida Analógicos.**

Los módulos de entrada / salida analógicos manejan señales de diferentes tipos, entre las cuales se encuentran: 4 a 20 mA; 0 a 5 VCD; 0 a 10 VCD; 0 a 50 mV; -5 a +5 VCD; -10 a +10 VCD; 0 a 100 mV; 0 a 1V; termopar tipo J, K, R, T, E, S, B; RTD; ICTD; de velocidad.

Los módulos analógicos de entrada y salida que se utilizaron en esta implementación fueron solamente módulos de corriente los cuales cuentan con un rango de 4-20 mA, a continuación se da una breve descripción de cada uno de ellos en el apartado 3.3.1.1.

##### **3.3.1.1.- Módulos de Entrada/Salida.**

###### **A) Módulo Analógico de Entrada, Modelo: G4AD3.**

Este módulo provee un transformador con canal sencillo y ópticamente aislado con un convertidor análogo a digital. El rango nominal de entrada es de 4-20 mA. Una de sus características de este módulo es que

se puede alimentar el lazo de control con el mismo módulo, lo cual elimina el uso de fuentes externas de alimentación.

Especificaciones:

- Rango nominal de entrada: 4 a 20 mA a una resistencia de 249  $\Omega$
- Rango alto / bajo: 3 a 35 mA
- Lazo de Alimentación: 28 VCD nominal
- Exactitud: 16  $\mu$ A
- Tiempo de Respuesta: 3 ms de cambio de la escala completa
- Resolución: 12 bits
- Aislamiento: Entrada a Salida 4000 Vrms
- Temperatura Ambiente: 0 a 70 °C (Operación)  
-25 a 85 °C (Almacenamiento)

### **B) Módulo Analógico de Salida, Modelo: G4DA3**

Este módulo provee un transformador con canal sencillo y ópticamente aislado con un convertidor análogo a digital. El rango nominal de entrada es de 4-20 mA. Una de sus características de este módulo es que se puede alimentar el lazo de control con el mismo módulo, lo cual elimina el uso de fuentes externas de alimentación.

Especificaciones:

- Salida de corriente: 4 a 20 mA a una resistencia de 650  $\Omega$
- Exactitud: 16  $\mu$ A
- Tiempo de Respuesta: 3 ms de cambio de la escala completa
- Resolución: 12 bits
- Aislamiento: Entrada a Salida 4000 Vrms
- Temperatura Ambiente: 0 a 70 °C (Operación)  
-25 a 85 °C (Almacenamiento)

### **C) Módulo Digital de Salida, Modelo: G4OAC5**

Este módulo de salida de C.A. es usado para controlar cargas de corriente alterna. Cada módulo está ópticamente aislado hasta 4000 Vrms



**G4LC32SER:** La combinación de dos puertos seriales RS-422 / 485 o RS-232 con una velocidad de transmisión promedio de 300 a 115.2 Kbd COM 0 y COM 1. Opcional: COM 2 y COM 3.

**G4LC32ARC:** Dos puertos seriales con una velocidad de comunicación promedio de 300 a 115.2 Kbd. Un puerto ARCNET con una velocidad de transmisión de 2.5 Mb/s.  
Opcional: COM 2 y COM 3.

El controlador **G4LC32SX** y las unidades de E/S remotas pueden ser separados hasta como una distancia de 90 metros. (aún a distancias más largas con un repetidor AC38). Un simple par de alambres trenzado con blindaje provee hasta comunicaciones más allá de un red de comunicaciones RS-422/485 con 100 unidades de E/S remotas (256 con repetidores).

A continuación en la figura 3.4.1 se muestra una red de con un controlador **G4LC32SX** conectado hasta el final.

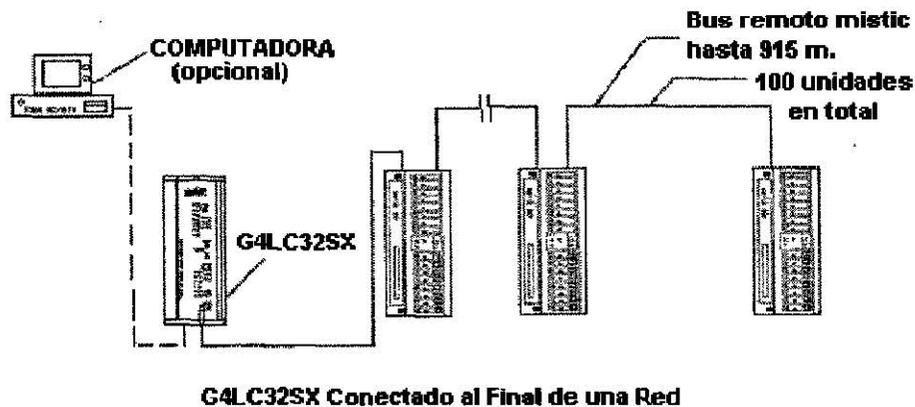


Fig. 3.4.1.- Controlador **G4LC32SX** conectado hasta el final de una red.

### 3.4.2.- Comunicación Controlador - Dispositivos de Entrada / Salida.

La comunicación del controlador a los dispositivos de entrada/salida se lleva a cabo por medio del puerto de comunicación RS-485.

### 3.4.3.- Alambrado.

#### A) Conexiones de las terminales RS-422/485.

Los dos puertos seriales RS-422/485 están localizados en cada tarjeta G4LC32SER y G4LC32ARC.

Pin	Modo de 2-Alambres	Modo de 4-Alambres
1	Trasmitir/Recibir Positivo (Tx/Rx +)	Transmitir Positivo (Tx +)
2	Transmitir/Recibir Negativo (Tx/Rx -)	Transmitir Negativo (Tx -)
3	Tierra Común (GND)	Tierra Común(GND)
4	Sin Conectar (SC)	Recibir Positivo(RX +)
5	Sin Conectar(SC)	Recibir Negativo(RX -)
6	Interrupción Positiva(IRQ +)	Interrupción Positiva(IRQ +)
7	Interrupción Negativa(IRQ -)	Interrupción Negativa(IRQ -)

A continuación en la figura 3.4.3 se muestra un diagrama esquemático del alambrado del controlador con las unidades de E/S:

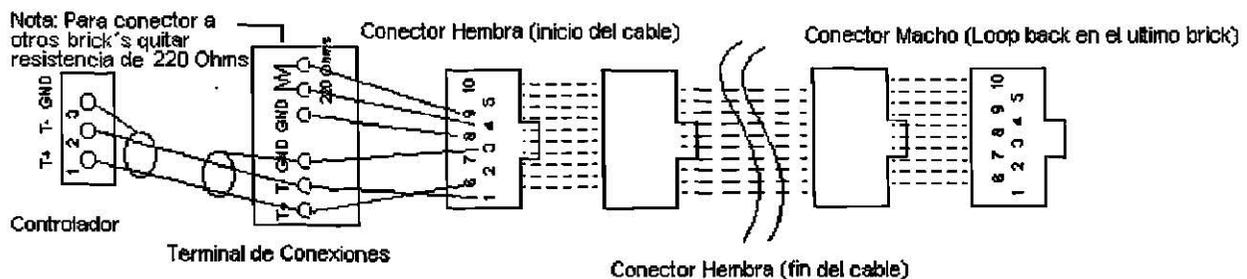


Fig. 3.4.5.1.- Diagrama esquemático del alambrado del controlador con las unidades de E/S.

### 3.4.4.- Comunicación Controlador-Computadora.

La comunicación del controlador a la computadora se lleva a cabo por medio del puerto RS-232.

#### A) Conexiones de las puntas del puerto RS-232.

Dos de los puertos RS-232 se pueden encontrar en la tarjeta G4LC32SER.

Pin	Descripción
1	Fusible + 5 V (1 A)
2	Transmitir (TX)
3	Recibir (RX)
4	Petición para Enviar (RTS)
5	Borrar para Enviar (CTS)
6	DTR (Hasta + 9 V)
7	Tierra (GND)

**Importante!** Seleccionar terminación de 4-Alambres en el correspondiente interruptor del puerto de comunicaciones RS-422/485 para asegurar una comunicación RS-232 confiable.

A continuación en la figura 3.4.5.1 se muestra un diagrama de la conexión del controlador y la computadora maestra utilizando el puerto RS-232:

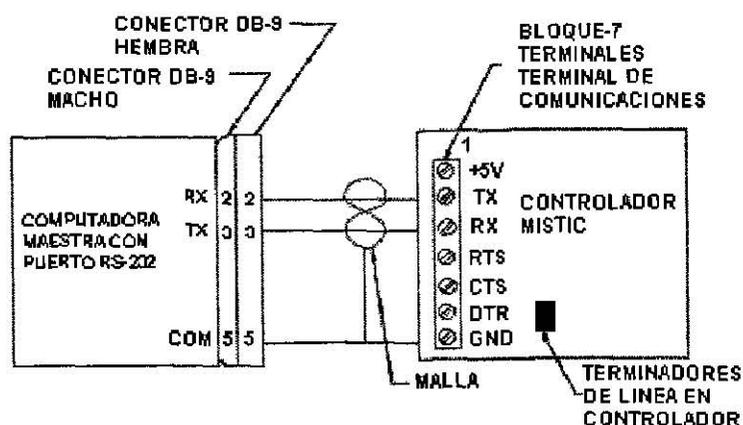


Fig. 3.4.5.1.- Diagrama de conexiones de controlador a computadora.

## **IV.- ELEMENTOS DE MEDICIÓN Y CONVERSIÓN DEL PROCESO**

### **4.1.- Transmisores.**

#### **4.1.1.- Generalidades.**

Los transmisores son instrumentos que captan la variable de proceso y lo transmiten a distancia a un instrumento receptor indicador, registrador controlador o una combinación de estos.

Existen varios tipos de señales de transmisión: neumáticos, electrónicas, digitales, hidráulicas y telemétricas. En los transmisores neumáticos generan una señal neumática que varía linealmente de 3 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) para el campo de medida de 0-100% de la variable. Esta señal está normalizada por la SAMA-Asociación de fabricantes de instrumentos (Scientific Apparatus Makers Association) y ha sido adoptada en general por los fabricantes de transmisores y controladores neumáticos en Estados Unidos.

En los transmisores electrónicos generan la señal estándar de 4-20 mA C.D., a distancias de 200m a 1 km., según sea el tipo de instrumento transmisor. Al ser corriente directa y no corriente alterna, elimina la posibilidad de captar perturbaciones, está libre de corrientes parásitas, solo emplea dos hilos para la transmisión que no precisan de blindaje.

La relación de 4 a 20 mA C.D. es de 1 a 5, y esta es la misma relación en la señal neumática de 3 a 15 psi. Y el nivel mínimo seleccionado de 4 mA elimina el problema de la corriente residual que se presenta al desconectar los circuitos a transistores. La alimentación de los transmisores puede realizarse con una unidad montada en el panel de control y utilizando el mismo par de hilos de transmisión.

El “cero vivo” con que empieza la señal (4 mA C.D.) ofrece las ventajas de poder detectar una avería por corte de un hilo (la señal se anula) y de permitir el diferenciar todavía más el “ruido” de la transmisión cuando la variable esta en su nivel más bajo.

Nótese que el nivel mínimo de la señal neumática de salida no es cero, sino que vale 3 psi. De este modo se consigue calibrar correctamente el instrumento, comprobar su correcta calibración y detectar fugas de aire en los tubos de enlace con los demás instrumentos neumáticos.

#### **4.1.2.- El Sensor de Flujo.**

En este caso se uso una placa de orificio (Fig. 4.1.1), que consiste en una placa perforada instalada en la tubería. Dos tomas conectadas en la parte anterior y posterior de la placa, captan esta presión diferencial, la cual es proporcional al cuadrado del caudal. Las tomas se encuentran en las bridas (Fig. 4.1.2), es lo comúnmente utilizado ya que las tomas están taladradas en las bridas que soportan la placa y situadas a 1” de distancia de la misma. El orificio de la placa puede ser concéntrico, excéntrico o segmental, en este caso se utilizó uno concéntrico con un pequeño orificio de purga para los pequeños arrastres sólidos o gaseosos que pueda llevar el fluido, según sea el caso.

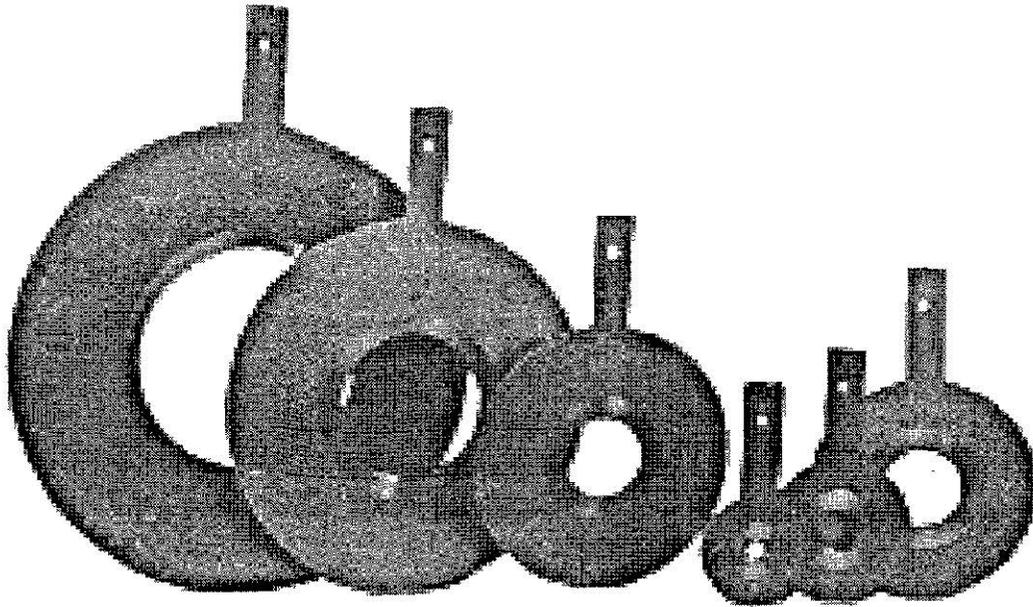


Fig. 4.1.1.- Placas de Orificio

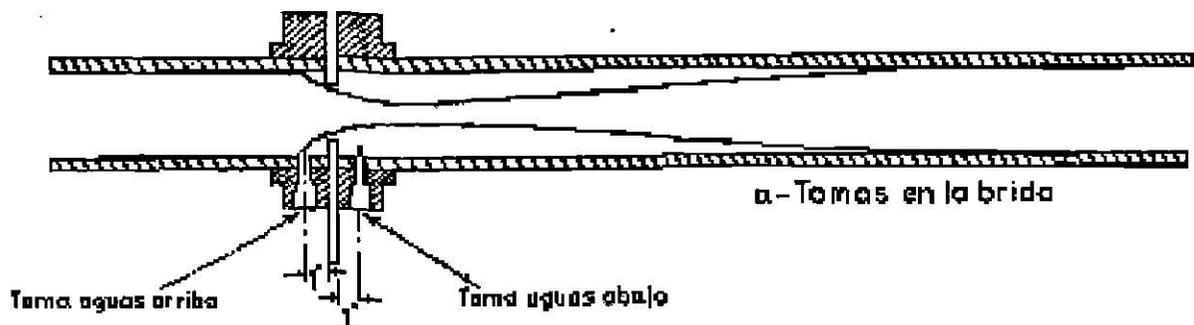


Fig. 4.1.2.- Distribución de tomas en las bridas

### 4.1.3. Transmisores de Presión, Manométrico Diferencial.

En la medición de presión manométrica diferencial, que se utilizó también para medir caudal y nivel del tanque, se emplearon transmisores de presión diferencial, este transmisor celda d/p es un instrumento de balance de fuerza el cual detecta diferencias de presión y transmite una señal neumática proporcional a la medición, a un instrumento receptor,

controlador o indicador, que en nuestro caso será un transductor de presión a corriente. La salida del transmisor es una señal neumática de 3 a 15 psi. La figura 4.2.1 muestra un transmisor listo para instalarse.

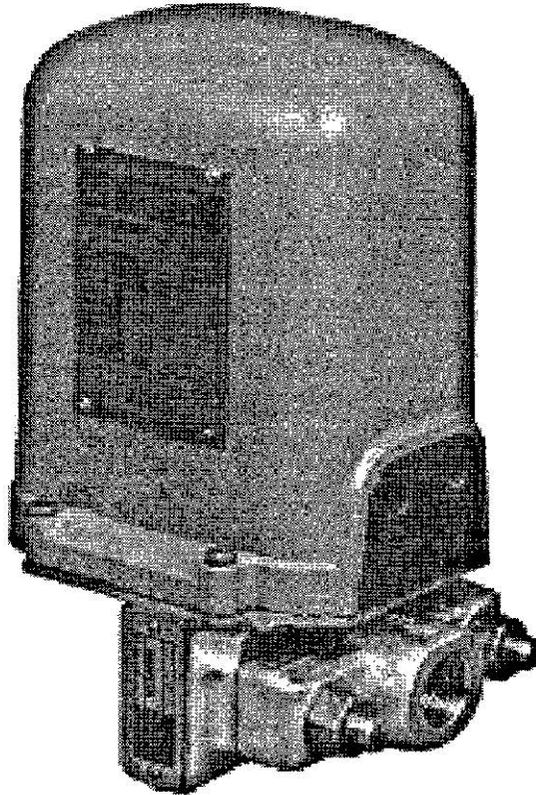


Fig. 4.2.1.- Transmisores de Presión, manométrica diferencial.

Los elementos básicos que cuenta el transmisor de presión diferencial son: El cuerpo, sistema transmisor fuerza-balance y bloque de conexión de aire, los cuales están en unidades separadas. Las tensiones de la tubería del proceso están en este caso confinadas al cuerpo y las tensiones del aire de la tubería al bloque de conexión de aire, por lo que el sistema transmisor fuerza - balance esta completamente aislado de las fuerzas exteriores las cuales podrían perjudicar la exactitud. La cápsula reemplazable de diafragma-doble es seguramente empalmada entre secciones divisibles del cuerpo y separadas las cámaras altas y bajas de presión en el cuerpo.

El interior de la cápsula del sensor es llenado con aceite de silicón que contiene una viscosidad de 500 centistokes, la cual en combinación con las restricciones de la placa de respaldo de la cápsula acepta una frecuencia en el punto de corte (amplitud es de 3db hacia abajo) de aproximadamente 1Hz. La viscosidad de este fluido permanece constante a través de un rango amplio de variaciones de temperatura.

#### 4.1.4.- Medición y Transmisor de Nivel.

Se utilizo un instrumento de medición directa en este caso un medidor de nivel de cristal (fig. 4.4.1), el cual consiste en un tubo de vidrio con sus extremos conectados a bloques metálicos y cerrados por prensatopas que están unidos al tanque en la parte superior e inferior, generalmente mediante tres válvulas, dos de cierre de seguridad en los extremos del tubo para impedir el escape de líquido en caso de rotura del cristal y una de purga, esto más el auxilio del transmisor de presión (ver Fig. 4.2.1), que ya es explico con anterioridad, se toman los datos que se desean.

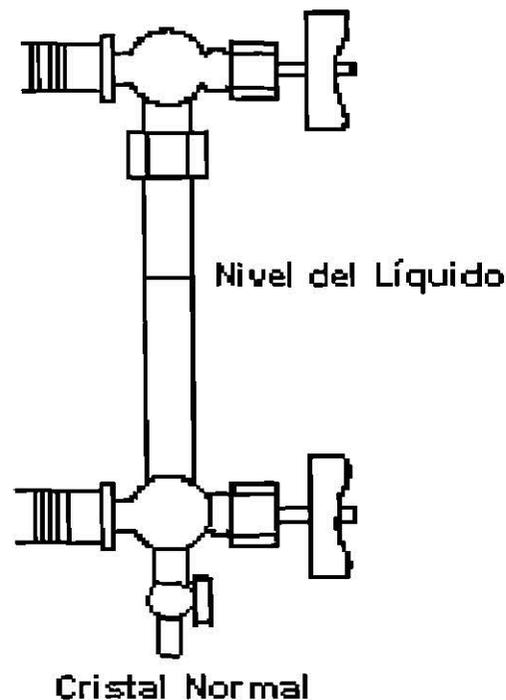


Fig.- 4.4.1.- Medidor de Nivel de Cristal

### 4.1.5.- Transmisores de Temperatura.

En este caso se uso un termómetro con bulbo y capilar (fig. 4.4.1), clase III, actuados por gas están completamente llenos de gas. Al subir la temperatura, la presión de gas aumenta proporcionalmente y por lo tanto estos termómetros tienen escalas lineales. La presión en el sistema depende principalmente de la temperatura del bulbo, pero también de la temperatura del tubo capilar y del elemento de medición, siendo necesario compensar la temperatura del ambiente en el sistema de medición.

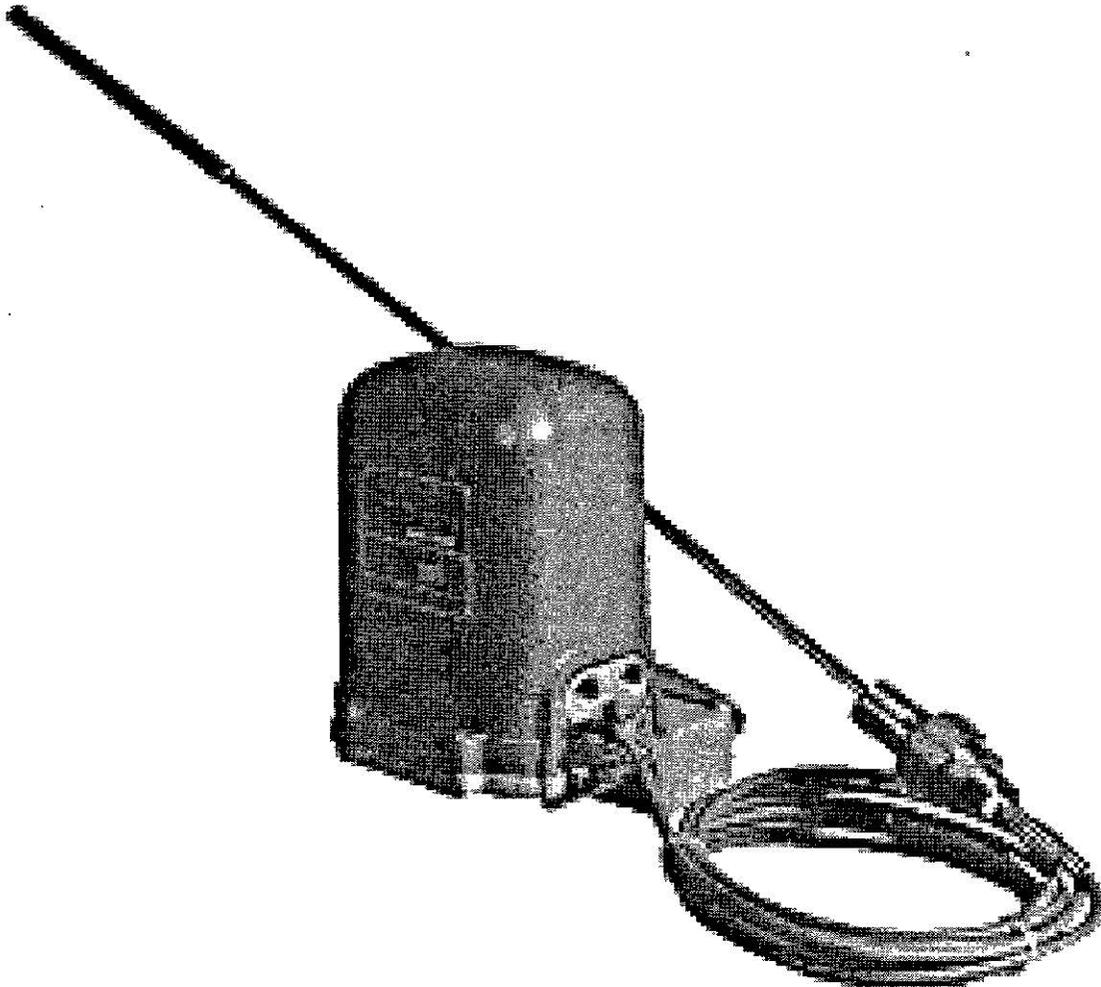


Fig. 4.4.1.- Termómetro tubo y capilar.

## 4.2.- Convertidores

Se utilizaran 2 tipos de convertidores, uno de I/P (Fig. 4.2.1) y el otro de P/I (Fig. 4.2.1), sin los cuales no se podría tomar o enviar señales a los elementos de medición que contamos.

### 4.2.1.- Convertidor de I/P.

El convertidor de corriente a presión (Fig. 4.2.1) recibe una corriente directa la cual puede variar de 4 a 20 mA y emplea una torque de un motor con una tobera agitadora y un relevador neumático para convertir esta señal en una salida neumática proporcional a la presión en la tobera, esta entrada de señal será convertida en una señal de salida de 3 a 15 psi, la cual será enviada al elemento final de control, el cual debe contar con un suministro de 20 psi.

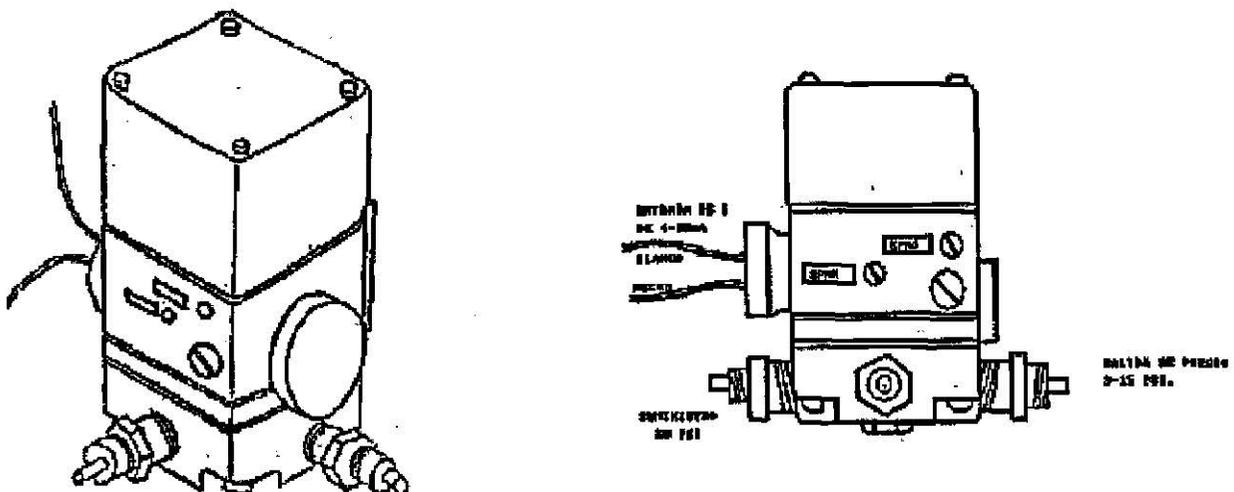


Fig. 4.2.1.- El convertidor de corriente a presión.

#### 4.2.2.- Convertidor de P/I.

El convertidor de señal P/I, es un instrumento pequeño y ligero, que nos permite un montaje flexible, cuando se requiera variedad de configuraciones, es a prueba de cortos y vibraciones debido a la protección que trae internamente añadida en caso de altos disturbios en señal y mal manejo.

Se puede montar directamente en las válvulas o actuadores. Este tipo de convertidor tiene un alto grado de exactitud en la conversión de señal neumática y en la conversión de señal eléctrica (4-20mA). Se tienen dos cables para la configuración y proporciona un rango de voltaje de 15 a 35 Volts CD hasta 3 a 27 Psi de entrada disponible.

La características principales con la que cuenta son:

- Tamaño pequeño y poco peso.
- Resistencia a choques y a vibraciones.
- Acción directa y en reversa, ambas direcciones son disponibles.
- Gran precisión en la conversión.

El principio de operación: Como la señal de corriente directa varia desde miliamperes, se incrementa a el campo magnético alrededor de unas bobinas. Esto da como resultado un incremento en la atracción magnética entre la armadura y el polo, la armadura gira ligeramente en dirección de las manecillas del reloj para cubrir la tobera, incrementando presión en ese punto, en la cámara del relevador y en la salida de retroalimentación. La presión incrementada en la tobera y en la cámara del relevador, causan que el puerto de suministro, se abra, incrementada en la retroalimentación mueve la armadura hacia atrás en su posición de equilibrio. Así la señal corriente de entrada disminuye, la atracción magnética es reducida y la armadura rota ligeramente en contra de las manecillas del reloj, para descubrir la tobera.

### **4.3.- Elemento Final de Control.**

#### **4.3.1. Válvulas de Control.**

En el control automático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el lazo de regulación, realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del lazo de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. Se compone básicamente del cuerpo y del actuador.

El cuerpo de la válvula tiene en su interior el tapón y los asientos y están provistos de rosca o de bridas para conectar la válvula a la tubería. El tapón es quien realiza la función de control del paso del fluido y puede actuar en la dirección de su propio eje o bien tener un movimiento rotativo. Esta unido al vástago que pasa a través de la tapa del cuerpo y que es accionado por el actuador.

Uno de los elementos finales de control es una válvula de control tipo Globo este se caracteriza por tener un tapón el cual mediante un movimiento ascendente o descendente en el interior de la válvula permite el paso del fluido a través de la válvula. El tapón va ensamblado a un vástago, el cual a su vez también es ensamblado a un vástago neumático, que es quien en realidad controla la apertura de la válvula de control, esto mediante una señal neumática de corrección que recibe el actuador del sistema. En el sistema se usa una válvula de globo Baumman 2000 (Fig. 4.3.1), de acción directa, que es decir, que cuando la señal es recibida por la parte superior del plato. Esto es, en caso de una falla de aire abre, para comenzar a cerrarse cuando el actuador empieza a recibir una señal de aire, que controla el nivel de la planta, que emplea una señal de 5 a 15 psi. es proporcionado por el transductor de I/P, previamente calibrada.

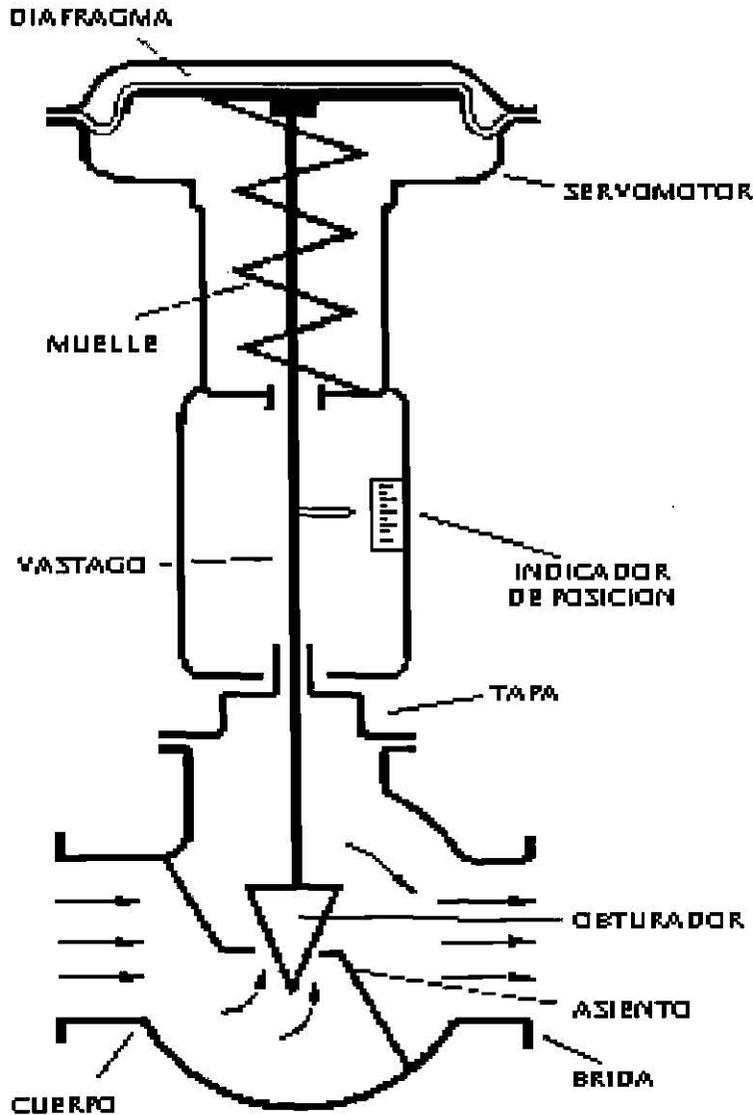


Fig. 4.3.1.- Válvula Tipo Globo.

Se cuenta también con una válvula de control con posicionador integrado (Fig. 4.3.2), el cual controla el flujo del sistema, el posicionador es usado principalmente para compensar los rozamientos en el movimiento del obturador, es generalmente un instrumento de tipo de equilibrio de fuerzas. La fuerza ejercida por un resorte de margen, comprimido por una leva unida al vástago de la válvula que se equilibra contra la fuerza con que actúa un diafragma alimentado neumáticamente por un relevador piloto.

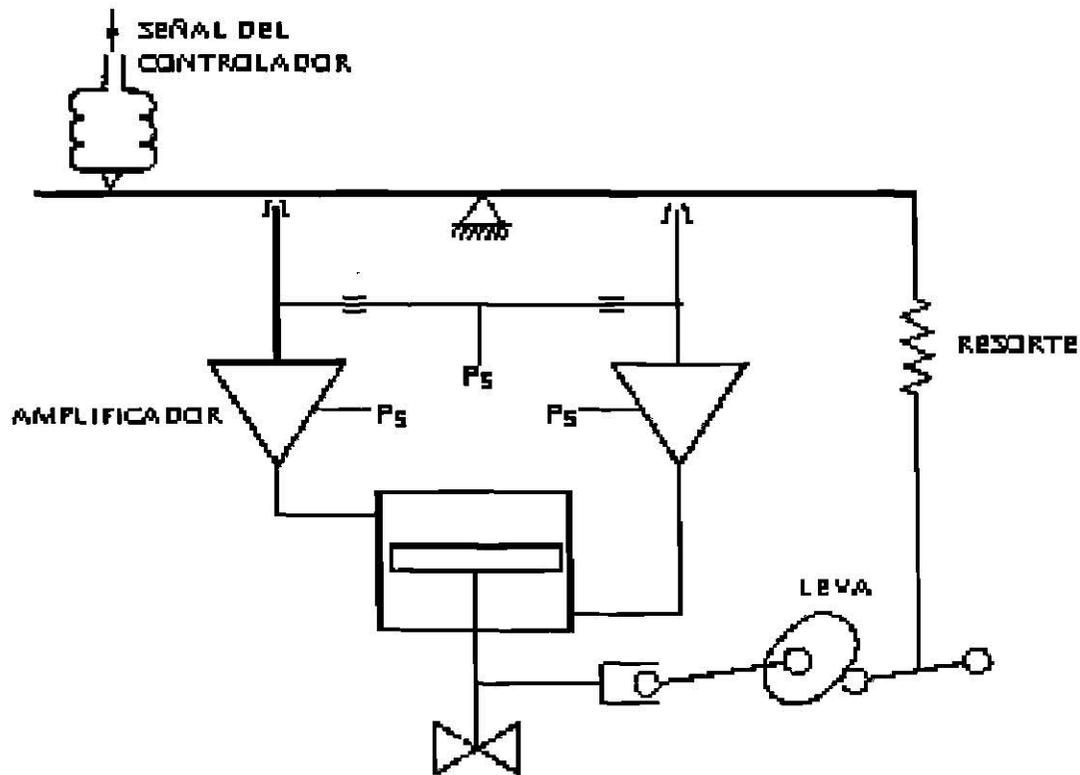


Fig. 4.3.2.- Diagrama esquemático de una válvula con posicionador.

#### 4.3.2.- Circuito de Disparo Proporcional para Triac.

Los rectificadores controlados de silicio o SCR (Silicon Controlled Rectifier) o tiristores se han desarrollado rápidamente en el campo de control de potencia. Este circuito emplea SCR's para bloquear el paso de la corriente en sentido inverso, pero también la corriente en el sentido directo, hasta que no se aplica una pequeña señal en el cable de control o puerta. una vez que el SCR pasa al estado de conducción la señal puede desconectarse y aquel continuara en el mismo estado hasta tanto la corriente no cambie de sentido, no hay paso de corriente si la excitación no "enciende" nuevamente el SCR.

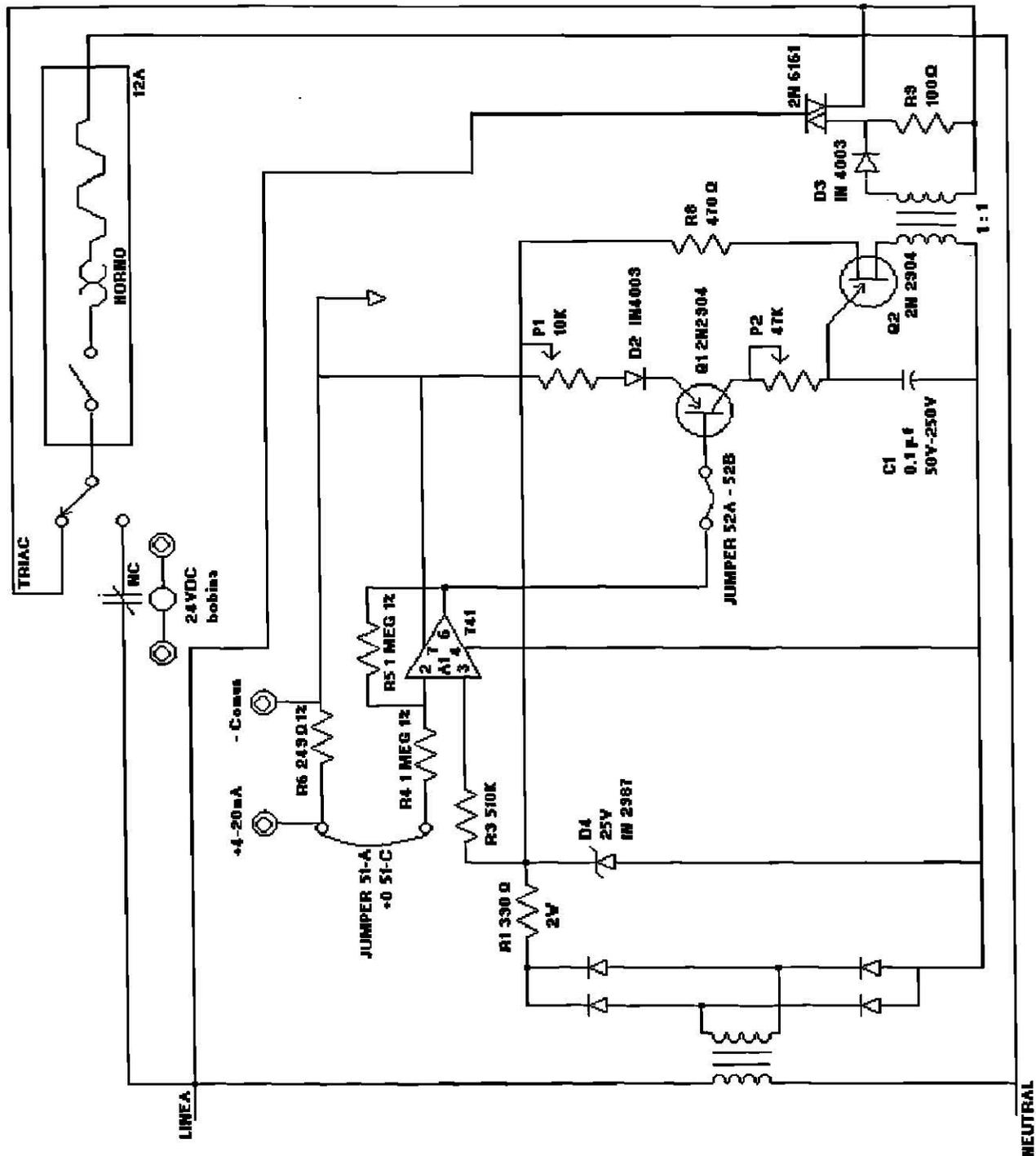
Existen dos sistemas de encendido: por ángulo de desfase entre la corriente alterna de carga y el impulso (phase control) y por encendido discreto con disparo en el instante que la carga cruza el cero de la corriente alterna (zero cross switching).

En este caso se uso el de encendido discreto por paso de cero, en la cual la corriente alterna es entregada a la carga en forma de paquetes de ondas discontinuas, este tren de ondas se genera mediante una excitación continua o bien por medio de impulsos sincronizados que actúan antes de que la tensión de línea cruce al valor de cero, la señal de excitación mantiene el tiristor o el triac encendidos y al anularse aquella, esta deja de conducir, el sistema se emplea típicamente en control proporcional en tiempo: se emiten una señal continua o una serie de impulsos sincronizados, antes de que la tensión de línea cruce el valor cero, en numero proporcional a la señal de control de 4-20mA C.D.

El circuito de encendido discreto se emplea con preferencia para cargas resistivas, como el calentamiento de hornos o calderas. En cargas ligeramente inductivas puede utilizarse con precaución siempre que se limite al ángulo de encendido para evitar que la componente inductiva de la corriente dispare el circuito de protección, el cual debe ser cero antes del encendido de la media onda.

Las unidades SCR requieren un sistema de protección para limitar la corriente de carga, en particular en el calentamiento de hornos, o calderas, donde el valor de las resistencias de calefacción varia del estado frío al estado caliente o de régimen. esta se utiliza principalmente al arranque ya que al aplicar la tensión total pasa una corriente excesiva.

En la Fig. 4.3.3 se muestra a continuación el diagrama del circuito que se emplea:



4.3.3.- Esquema de Control Proporcional Triac.

## **4.4.- Fuentes de Alimentación.**

Se utilizan 2 tipos de fuentes de alimentación, los cuales uno es neumático y otro es de corriente directa no controlada.

### **4.4.1.- Fuentes de Corriente Directa.**

Se utilizan 3 fuentes de poder principalmente, el cual suministra al controlador un voltaje de 5 Volts, a los módulos de entrada y salida el cual necesita un suministro de 24 Volts y otra fuente de poder que es la que da corriente a los transmisores en cual proporciona una corriente de 24 Volts hasta 42 Volts C.D., lo estándar o común es alimentar 24 Volts C.D., el suministro de las fuentes puede ser 120 Volts C.A. o 240 Volts C.A. según se seleccione y cuenta con un fusible de 250 Volts, 3 Amperes máximo y una frecuencia de 47 a 64 Hz.

### **4.4.2.- Compresor de Aire.**

Se necesita tener un compresor con una capacidad mínima de 20 psi, pero para evitar que el motor del compresor se este encendiendo y apagado continuamente se recomienda utilizar un compresor con una presión mínima de 50 psi y con un deposito de almacenamiento mayor de  $\frac{1}{4}$  de metro cubico y un caudal no menor de 3 Ft<sup>3</sup>/Min.



Tres transductores de presión a corriente.  
Dos transductores de corriente a presión.  
Dos válvulas de control.  
Un circuito de disparo proporcional para triac.  
Una bomba para la alimentación de agua y  
Un compresor para la alimentación de aire.

Este proceso lo podemos apreciar en una de las cuatro plantas con las que cuenta el Laboratorio de Control Digital de la carrera de I.C.C. en el Edificio #7 lado sur.

## V.- IMPLEMENTACION.

### 5.1.- Introducción.

Para la implementación del equipo de control lo primero que se realizó fue la predefinición del sistema de monitoreo, control y/o supervisión tomando en cuenta el siguiente orden.

- Descripción.

Hacer una breve descripción de la aplicación que se pretende para satisfacer nuestras necesidades de control.

- Diagrama.

Hacer un diagrama sencillo de la aplicación especificando las distancias aproximadas entre tableros de señales y el cuarto de control.

- Entradas/Salidas Analógicas y Digitales.

Determinar el número de entradas/salidas analógicas y digitales que se van a requerir para así saber cuantos módulos analógicos o digitales se van a requerir y de que tipo.

- Entradas Analógicas.

Estas señales nos proporcionaran el valor real de una variable del proceso. En la mayoría de los casos se requiere utilizar un transductor para convertir valores presión, peso, humedad, viscosidad, frecuencia, etc., en señales eléctricas de diferentes tipos. Otras señales, como temperatura, pueden ser leídos directamente del termopar o RTD.

- Salidas Analógicas.

Son señales que harán cambiar, de manera proporcional, el estado de un elemento de nuestro sistema. Puede ser la apertura de una válvula, la velocidad de un motor, etc.

- Entradas Digitales.

Estas señales pueden ser generadas por interruptores: de nivel, limite, permisivos; sensores: de proximidad, de flujo o por botones o arrancadores de tipo manual que el operador deberá accionar durante una secuencia. También se pueden incluir, dependiendo de su frecuencia, señales de flujómetros o “pick up’s”.

- Salidas Digitales.

Aquí se mezclan dos tipos de señales: para control y arranque/paro. En control tenemos válvulas o dispositivos de dos posiciones (on-off). En arranque/paro tenemos equipos de campo que serán encendidos o apagados en forma manual o automática desde el sistema, estos equipos pueden ser motores, ventiladores, bombas, calentadores, etc.

- Otros Dispositivos.

También hay que determinar si se desea integrar otros dispositivos, ya que es posible tener una interfase entre Opto 22 y otros equipos que tengan capacidad de comunicación RS-232/RS-422/RS/485. Estos equipos pueden ser PLC's sistemas de pesaje, cromatógrafos, etc. Así mismo las capacidades de Opto 22 permiten tener comunicación a través del teléfono, radio frecuencia o telefonía celular.

- Gabinetes.

El distribuir los gabinetes de entrada/salida reduce el costo del cableado de las señales de campo o si se desea todas las señales pueden ser concentradas en un solo gabinete. Para la distribución en el gabinete se debe tratar de formar grupos de 16 señales del mismo tipo: analógica o digitales, sin distinción de entradas o salidas.

- PC's en Cuarto de Control.

Definir el número de computadoras que se desea se encuentren en el cuarto de control, en este caso en el laboratorio.

- PC's en Planta.

Es posible que la información que se tendrá en línea sea observada en otros lugares de la facultad; como Dirección, Mantenimiento, diferentes coordinaciones afines a la carrera, Informática, CEDIMI, Laboratorios, etc.; utilizando los formatos adecuados.

- Pantallas del Operador.

¿Cuántas y cuáles pantallas queremos? Aquí se puede configurar presentaciones dinámicas del proceso, anunciadores de alarma, consumos o tiempos de operación, gráficas con tendencias de una o algunas variables, etc.

## 5.2.- Diagrama General de Instalación.

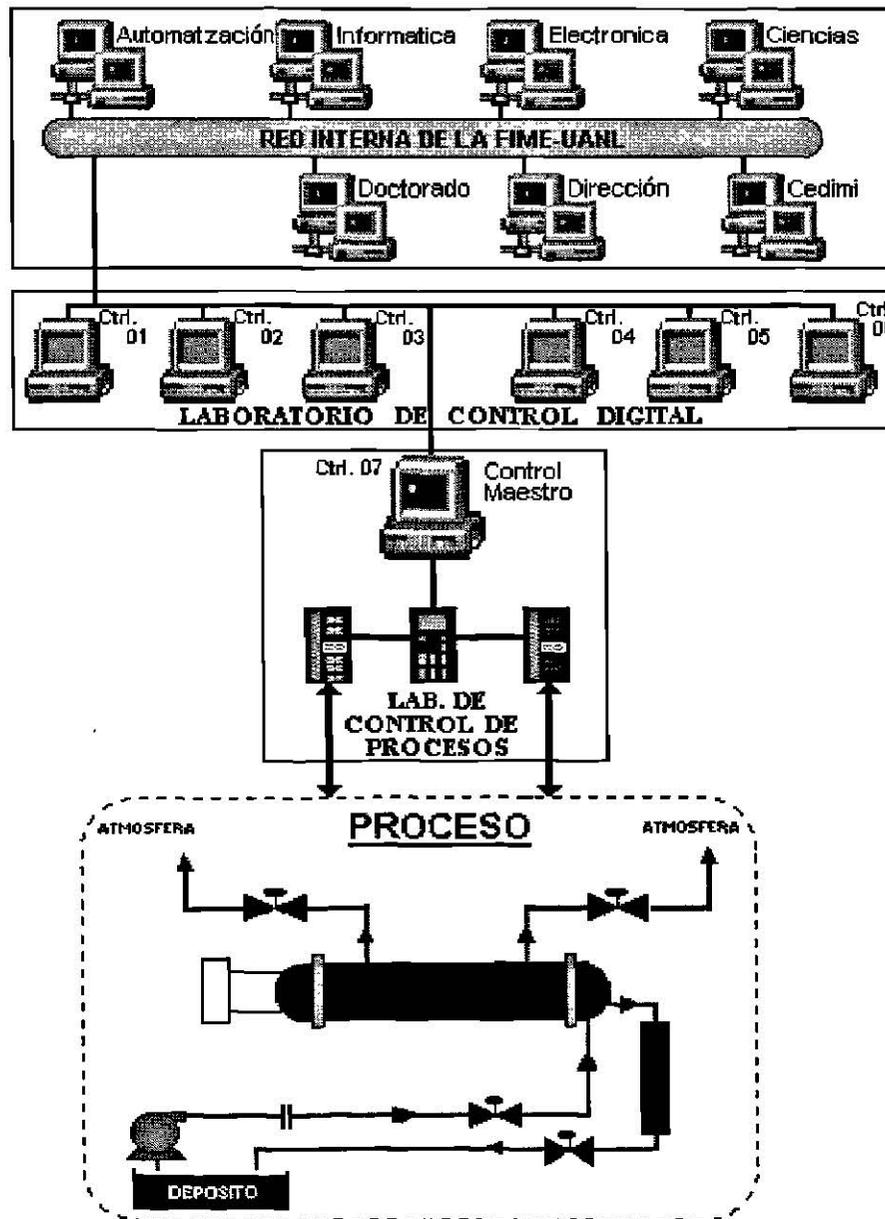


Fig. 5.2.1. Diagrama General.

La Fig. 5.2.1. nos muestra la instalación del sistema de control, monitoreo y supervisión el cual fue implementado al proceso de la planta ubicado en el Laboratorio de Control de Procesos de la carrera de Ingeniero en Control y Computación.

### 5.3.- Diagrama de Alimentación de Señales.

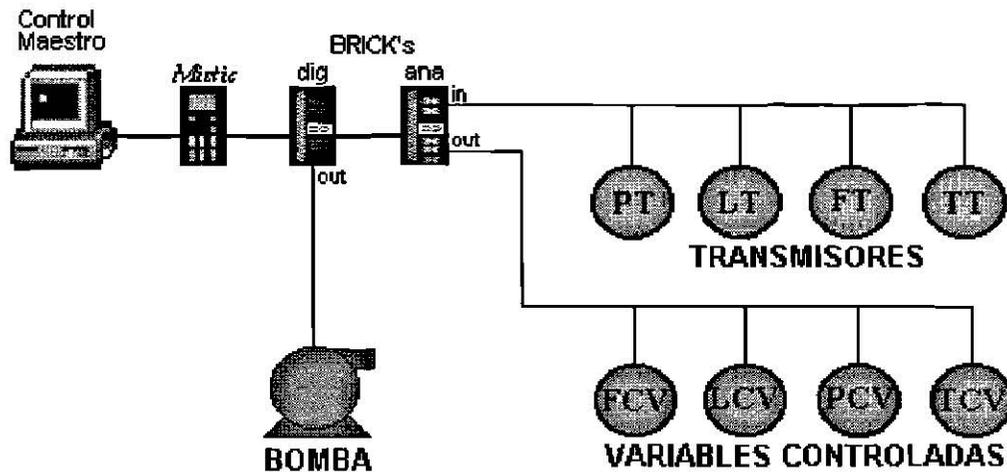


Fig. 5.3.1. Diagrama Básico de Alimentación de Señales.

La Fig. 5.3.1. nos muestra la conexión básica de la alimentación de señales, las cuales son generadas por los transmisores al detectar cambios en nuestro proceso y las envían al “brick” analógico para que de esta manera nuestro controlador la analice y mande la señal de corrección por la salida del mismo “brick” hacia los Elementos Finales de Control. Además podemos observar que el “brick” digital solamente enviara una señal de encendido, a la bomba, la cual se generará al oprimir el botón de arranque que aparece en nuestra pantalla de monitoreo, y a su vez se detendrá al oprimirse el botón de paro.

## 5.4.- Diagrama de Comunicación.

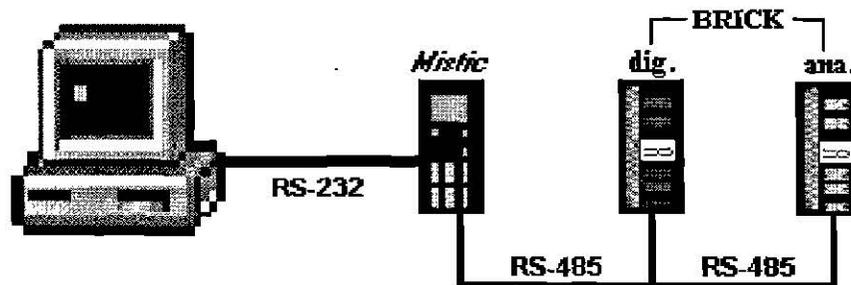


Fig. 5.4.1. Diagrama Básico de Comunicación del Hardware.

En la Fig. 5.4.1. se muestra el diagrama básico de comunicación de la computadora, con el controlador y los “bricks”.

La comunicación de la computadora con el controlador es a través del puerto COM 2 de la PC al puerto COM 0 del controlador utilizando el protocolo de comunicación RS-232.

La comunicación del controlador con los “bricks” de interfase es a través del puerto COM 0 del controlador al puerto de los “bricks”, utilizando el protocolo de comunicación RS-485.

## 5.5.- Configuración y Programación del Sistema de Control.

Después de haber tomado en cuenta los pasos para la predefinición de nuestro sistema de monitoreo, control y/o supervisión, comenzaremos con la configuración de nuestro equipo de control y la programación que satisfaga cada una de las necesidades de este proceso en particular.

### 5.5.1.- Hoja de Trabajo.

Para la configuración y programación de la estrategia de control debemos de trabajar en el archivo **OptoControl** siguiendo la secuencia que se muestra a continuación en la Fig. 5.5.1.

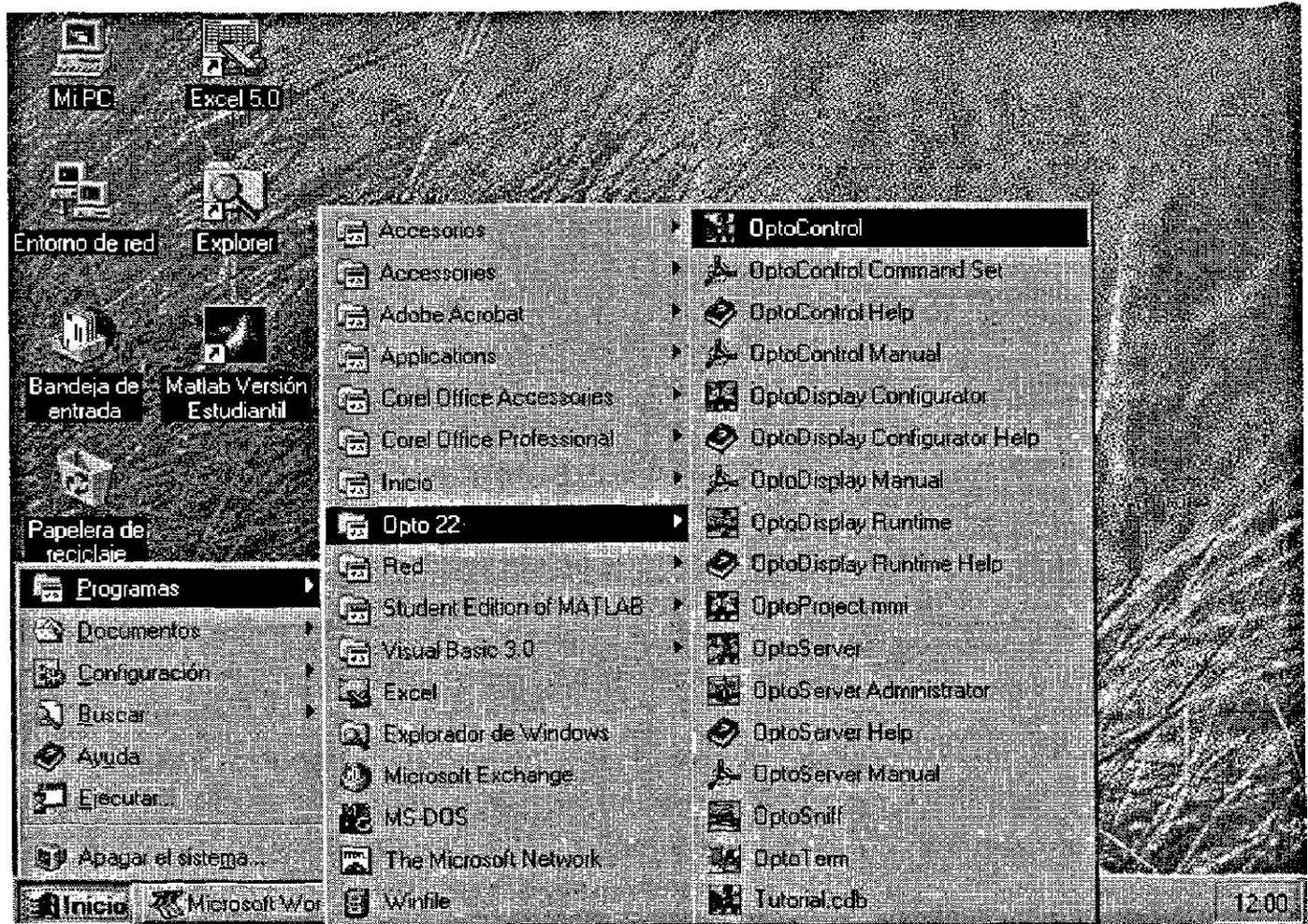


Fig. 5.5.1 Secuencia de Apertura.

Después de haber abierto el archivo de **OptoControl** definiremos las partes con las que cuenta nuestra hoja de trabajo mostradas en la figura siguiente (Fig. 5.5.2).

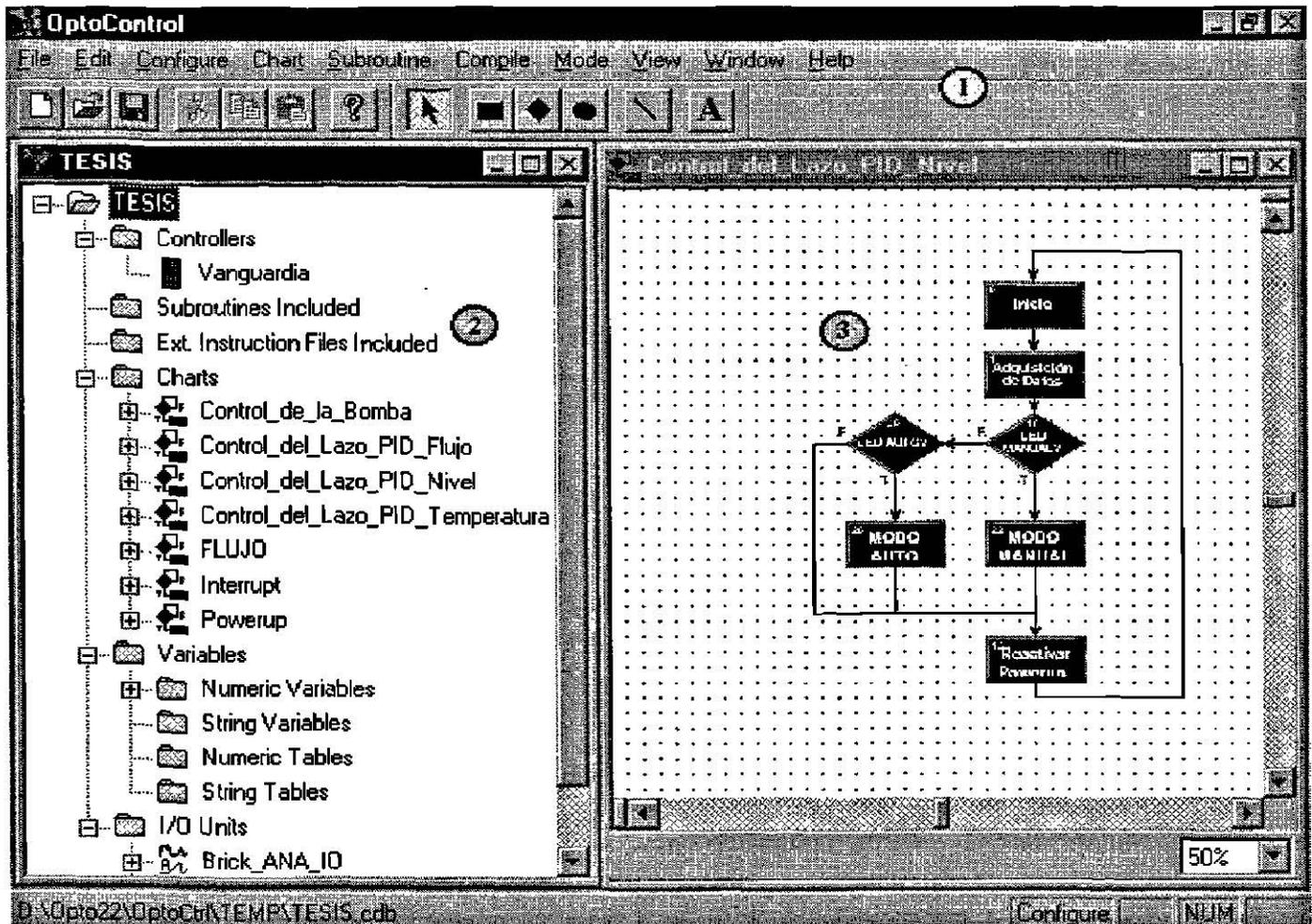


Fig. 5.5.2 Hoja de Trabajo.

- ①.- Aquí podemos ver el menú principal y las aplicaciones para desarrollar nuestra estrategia de control, con solamente 4 simples bloques; operación, condición, continua en, y líneas de conexión; además de contar también con una instrucción para editar textos.
- ②.- Este es nuestro árbol de estrategia, el cual nos indica todo el desarrollo que se a logrado con gráficos de fácil entendimiento y los cuales podemos visualizar con un simple click en el punto deseado y poder editar configuraciones detalladas de algún equipo en particular.
- ③.- Aquí es donde desarrollaremos la secuencia de nuestro programa, aplicando los bloques, la cual llamaremos carta de trabajo.

### 5.5.2.- Configuración del Controlador.

Ya que identificamos nuestra hoja de trabajo pasaremos a configurar nuestro controlador, esto lo podemos lograr con la aplicación de nuestra barra de menú principal y seleccionar **C**onfigure, y enseguida **C**ontrollers..., nos aparecerán una serie de pantallas, como **C**onfigure Controller y **S**elect Controller; en las que observarás el nombre de nuestro controlador ya configurado, pero para lograr esto tuvimos que agregar el nuevo controlador, con la instrucción **A**dd y así continuar con la configuración.

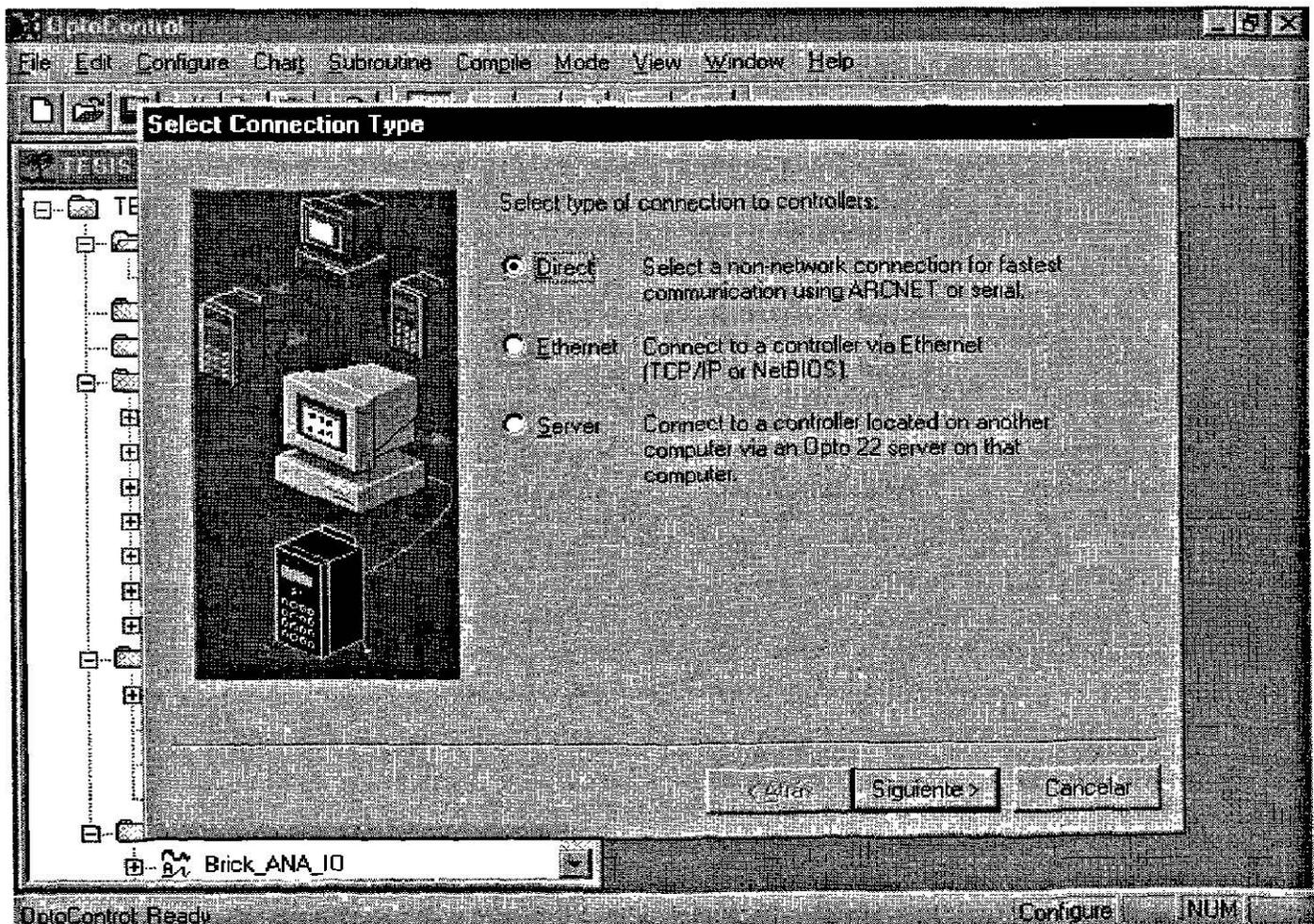


Fig. 5.5.3 Tipo de conexión

Como podremos observar en la Fig. 5.5.3 se seleccionó la instrucción **Direct** porque nuestra computadora está directamente conectada al controlador, de este modo será asignada como computadora maestra, al terminar de seleccionar el tipo de conexión, hay que oprimir la instrucción **Siguiente>** para continuar con la configuración.

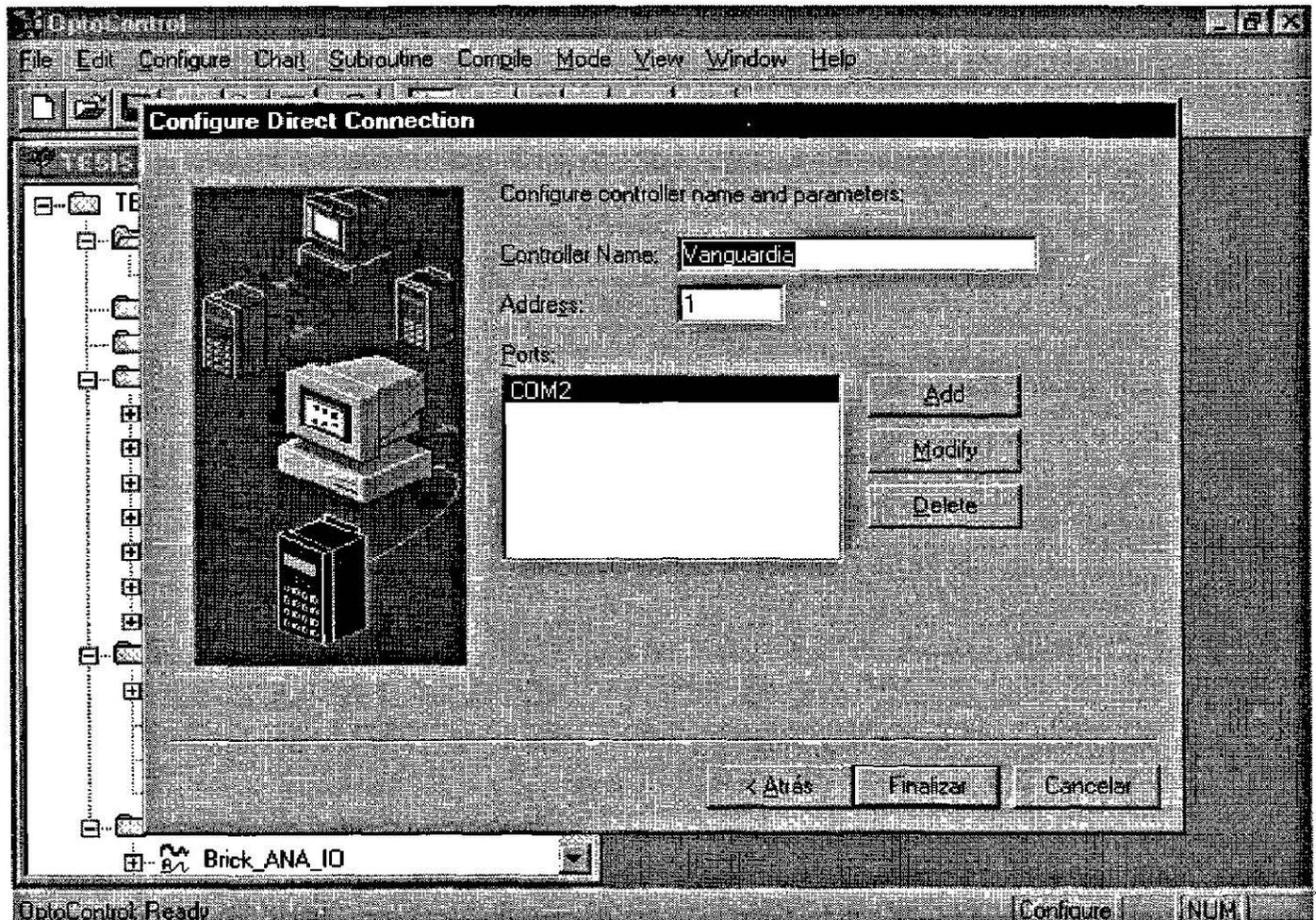


Fig. 5.5.4 Configuración de Conexión Directa.

En la pantalla de la Fig. 5.5.4 debemos de identificar nuestro controlador dándole un nombre que sea fácil de recordar, el direccionamiento lo dará por omisión de datos. Además tendremos que agregar el puerto por donde tendrá comunicación con la computadora, oprimiendo la instrucción **Add**, haciendo las especificaciones que a continuación observaremos en la Fig. 5.5.5.

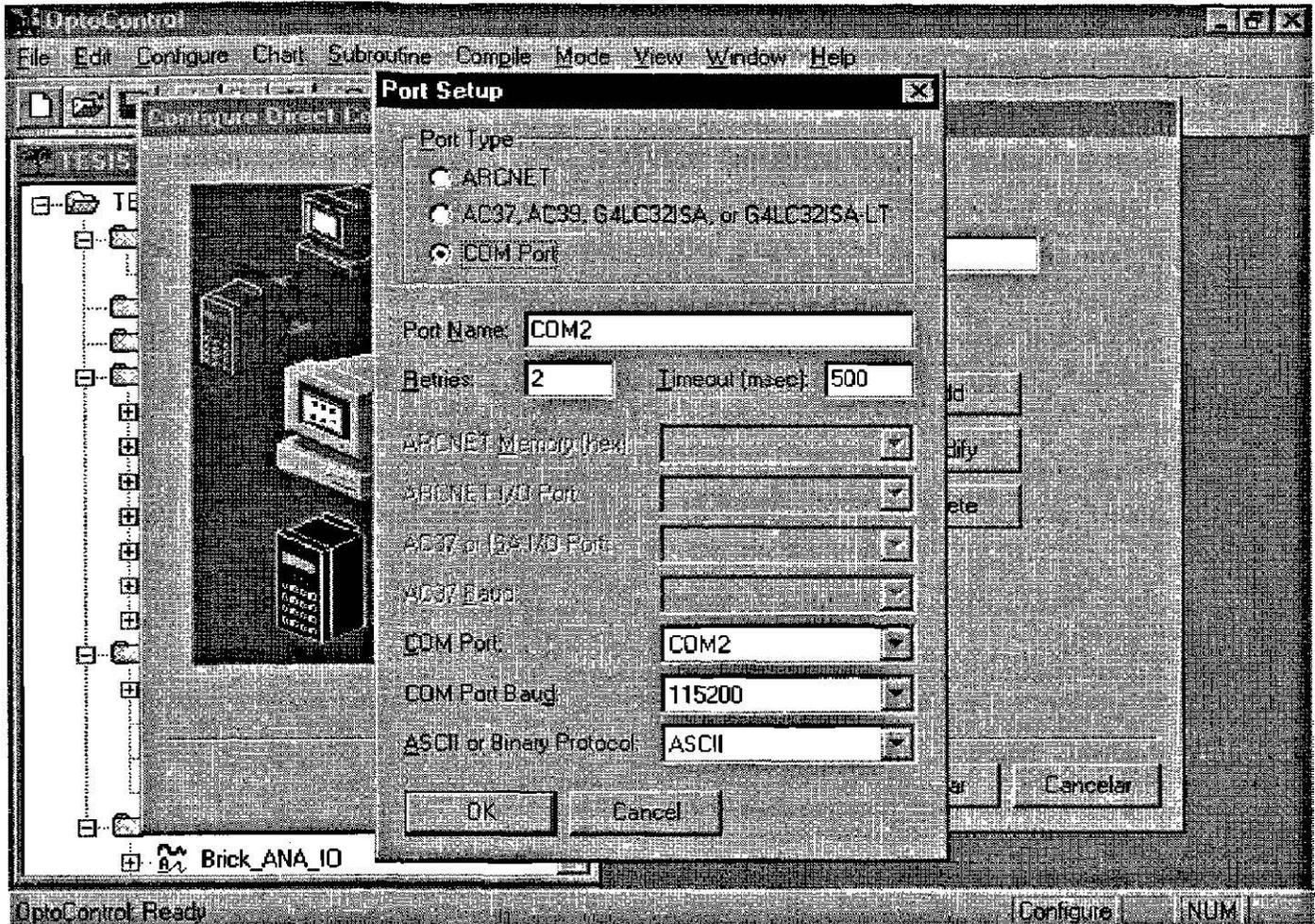


Fig. 5.5.5 Especificaciones del puerto.

En la pantalla de la Fig. 5.5.5 especificamos el tipo de puerto como **COM Port** porque utilizamos el puerto serial de la computadora, lo nombramos como **COM2**, además damos 2 tiempos en la actualización de información en un lapso de 500mseg, e indicamos el numero de puerto que utilizamos de la computadora, así como su velocidad, la cual debe coincidir con la especificada en el controlador y el protocolo de comunicación, en este caso utilizamos el código ASCII para estandarizar.

Ya que hemos terminado con cada una de las especificaciones oprimimos la tecla Ok y finalizamos con la configuración, dando Ok a cada pantalla para así dar por cumplida la configuración de nuestro controlador.

### 5.5.3.- Configuración de las Unidades de Entrada/Salida.

Dentro de la configuración de las Unidades de Entrada/Salida (“bricks” analógico, digitales), se incluye además la configuración de los canales de recepción y transmisión de datos ya sean analógico o digitales; así como la de los lazos PID en el “brick” Analógico. Todo esto se realiza de manera similar a la de la configuración del controlador.

Seleccionamos de nuestra barra de menú principal la instrucción **Configure**, y enseguida **I/O...**, nos aparecerá una pantalla con el título de **Configure I/O Units**; en las que observarás el nombre con el cual identificamos nuestros “bricks” analógico y digital, ya previamente configurados, esto lo logramos al aplicar la instrucción **Add** para agregar su configuración.

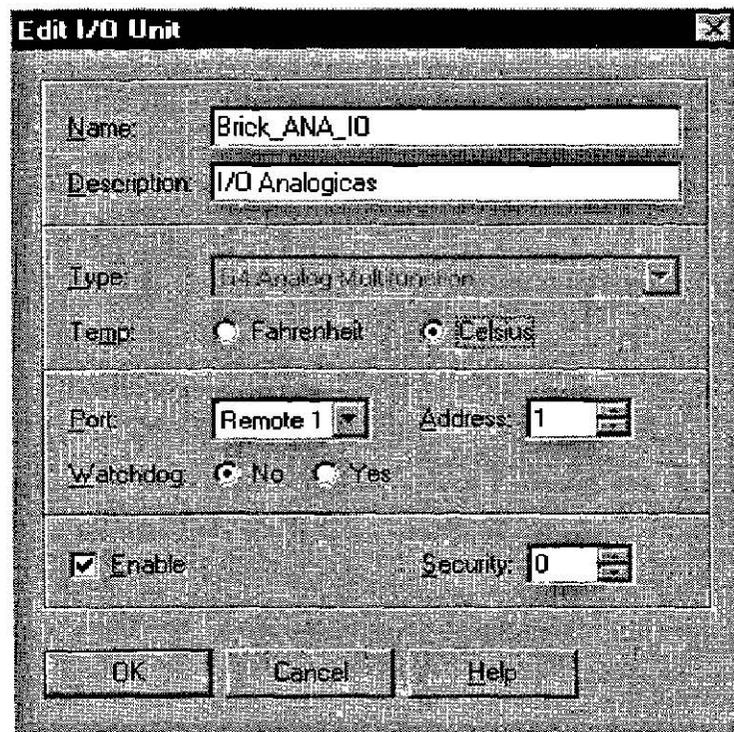


Fig. 5.5.6 Configuración del “brick” Analógico.

En la Fig. 5.5.6 podemos observar el nombre con el que identificaremos nuestro “brick” analógico y su descripción; hay que tener

presente que es muy importante describir cada una de las operaciones que se realicen, para así tener una visión global de lo que se esta realizando. El tipo de “brick”, que en este caso es el especificado como **G4 Analog Multifunction**; así como la escala de temperatura que nosotros deseamos y los siguientes parámetros de control, los tomaremos por omisión de datos y finalizaremos nuestra configuración con un Ok.

Del mismo modo será para el digital solamente cambiaremos el tipo de “brick” al de **G4 Digital Multifunction** y finalizar con un Ok. Ver la figura siguiente. Fig. 5.5.7.

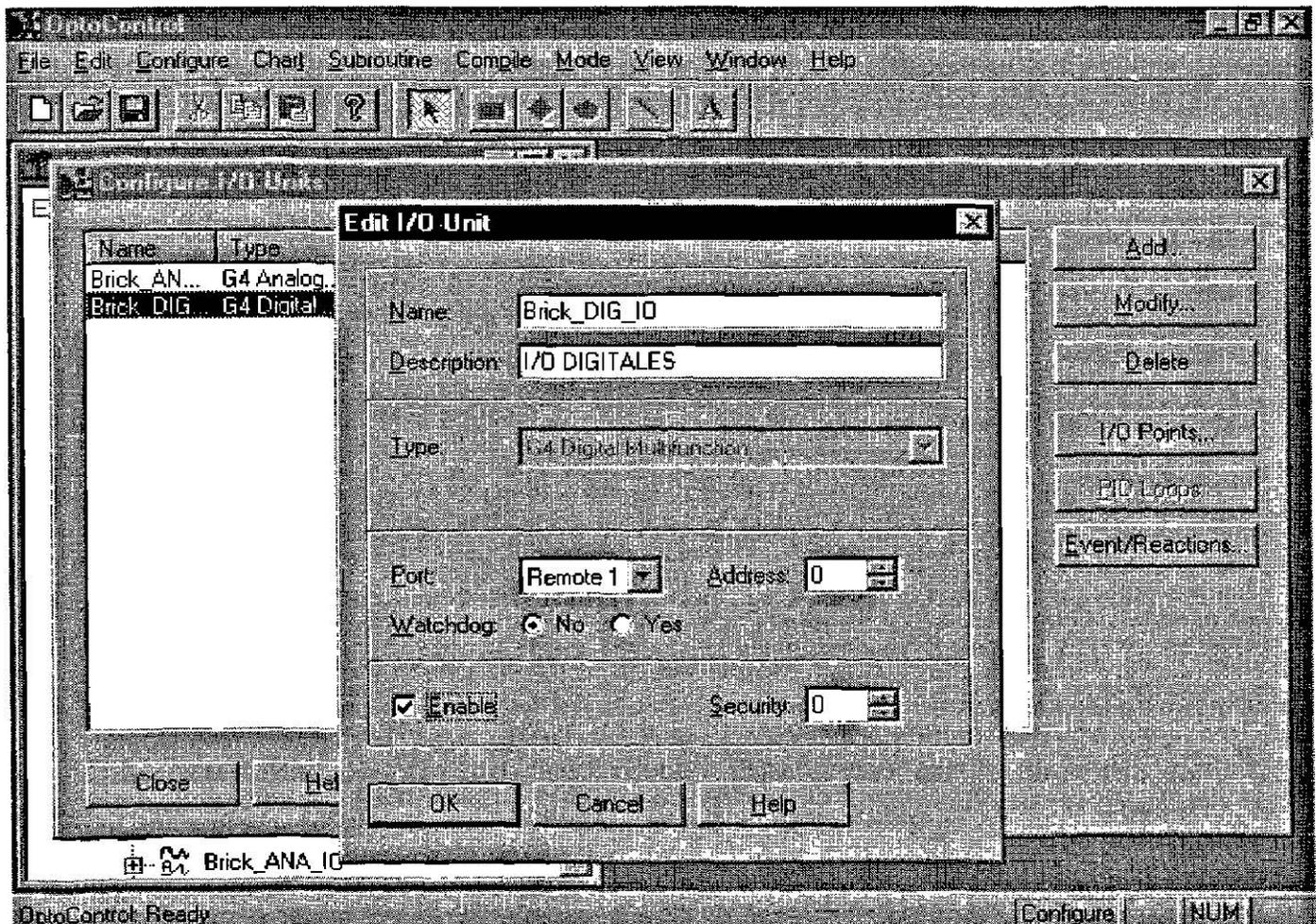


Fig. 5.5.7 Configuración del “brick” Digital.

Después de haber configurado los “bricks” pasaremos a la configuración de los canales de recepción y transmisión de información, para esto ya debemos saber cuantos canales y cuales vamos a utilizar.

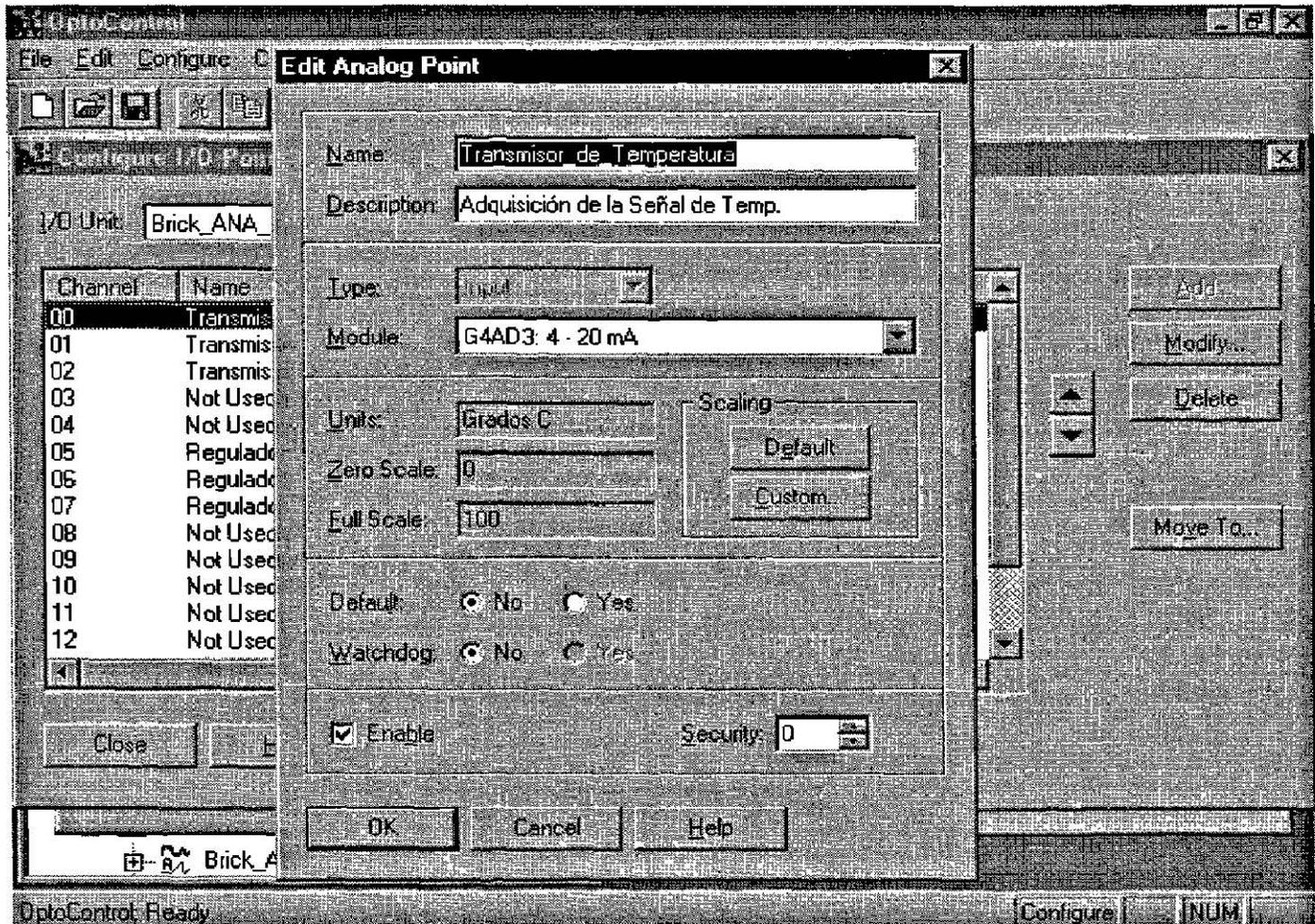


Fig. 5.5.8 Configuración de Canales Analógico.

Al sombreadar el nombre del “brick” Analógico en la pantalla de **Configure I/O Units** y seleccionando la instrucción **I/O Points...**, podemos observar la pantalla de la Fig. 5.5.8 donde se configuró un canal analógico y su posición. Nombramos nuestro canal, damos su descripción, especificamos si es entrada o salida de señal; en este caso fue de entrada, también el tipo de módulo que se va a utilizar; el cual es **G4AD3: 4-20mA** por ser con el que contamos. Después de haber especificado el módulo nos aparecerá por omisión de datos sus unidades y su tipo de escala, las cuales

se podrán modificar si nosotros así lo deseamos, ver Fig. 5.5.9. Los demás parámetros se asignaran por omisión de datos.

Del mismo modo será para el digital solamente cambiaremos el tipo de módulo para este caso sera el **G4OAC5: 12-140VAC** y finalizar con un **Ok**.

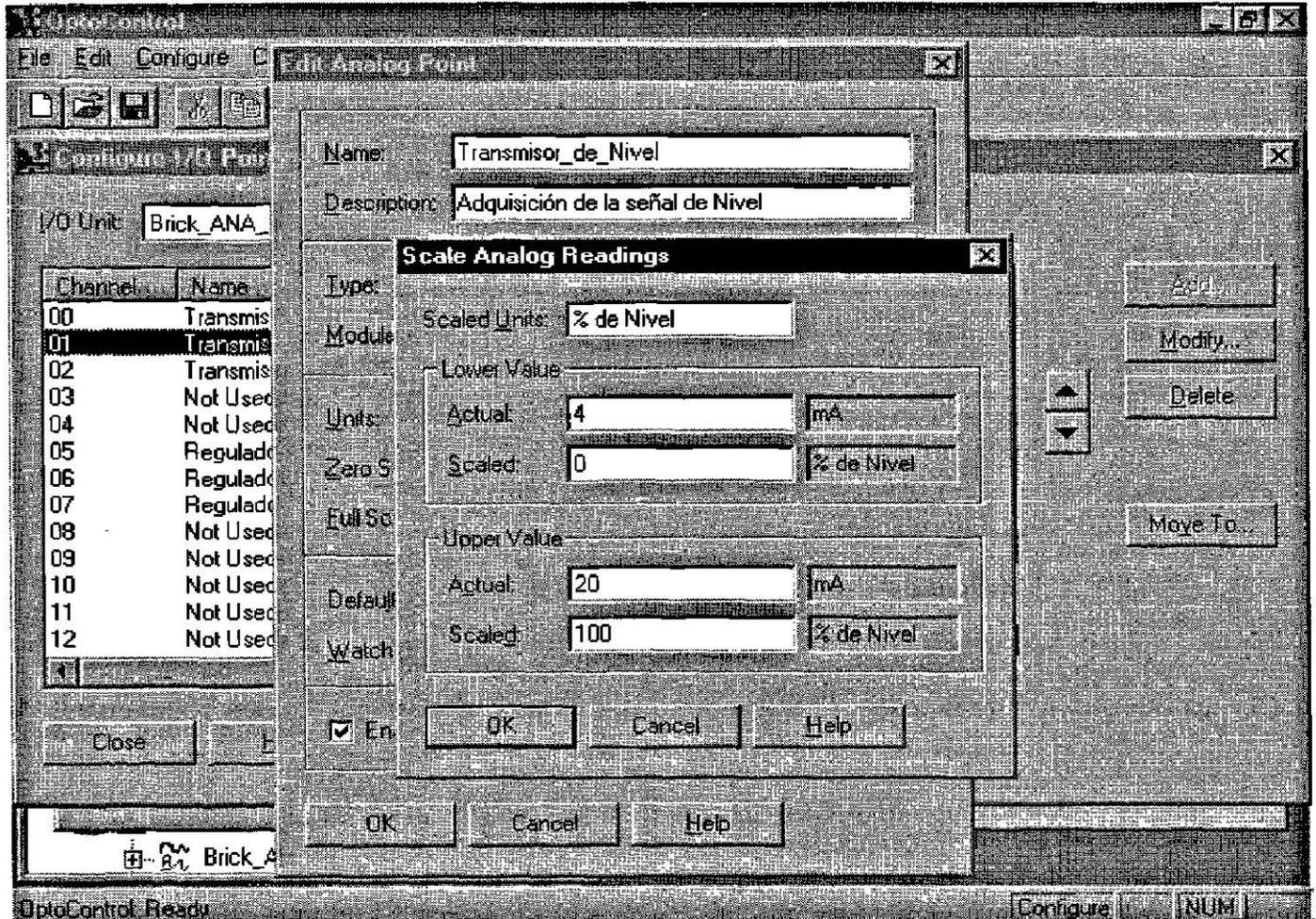


Fig. 5.5.9 Especificación de Unidades y Escala.

En la pantalla de la Fig. 5.5.9 daremos el nombre de las unidades que deseamos, en este caso fue **% de Nivel**, por lo tanto la escala, que nosotros requerimos, la indicamos de la siguiente manera **4mA** sera nuestro **0% de Nivel** y **20mA** nuestro **100% de Nivel** y terminamos con **Ok**.

Esto no podrá lograrse con el “brick” Digital ya que este solo maneja señales discretas.

La configuración de los lazos PID’s solamente se logra en el “brick” analógico por manejar señales continuas. Para configurar un lazo PID debemos estar en la pantalla de **Configure I/O Units** y seleccionar la instrucción **PID Loops...**, ahí observaremos tres lazos de PID’s ya configurados, si deseas una nueva configuración oprime la instrucción **Add...** y aparecerá la siguiente pantalla de la Fig. 5.5.10.

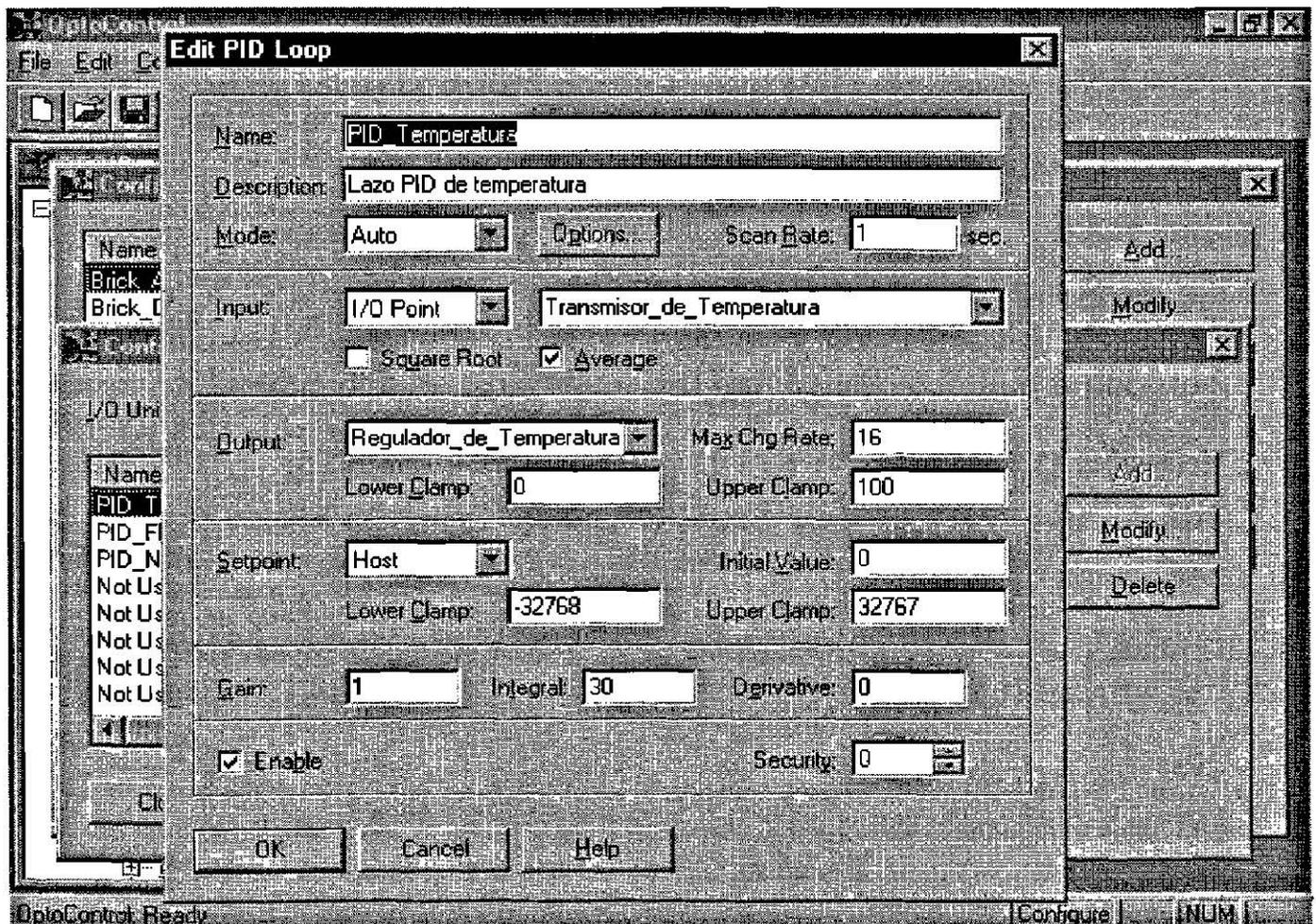


Fig. 5.5.10 Configuración del Lazo PID.

En el ejemplo de configuración del lazo de temperatura en la pantalla de la Fig. 5.5.10 podemos observar, el nombre del lazo, su descripción, el modo de control (automático), el tiempo en que se van a estar realizando los cálculos, su entrada; especificada como I/O Point, por ser un dato recibido en el canal del “brick” analógico, y además especificamos por cual canal entrara la señal, ya previamente configurado, y seleccionamos la instrucción **Average** porque deseamos datos promedio.

En **Output** debemos de indicar el nombre del canal por donde se enviará la señal corregida ya previamente configurada, y sus demás valores aparecerán por default, pues son los datos que adquirieron en su escala.

En **Setpoint** seleccionamos la instrucción **Host** por ser un valor que recibirá el controlador directamente por medio de la computadora y no por los canales del “brick” Analógico. Los demás valores aparecerán por omisión de datos.

Enseguida aparecen los parámetros de control (**Gain, Integrate y Derivative**), los cuales deben ser sintonizados por cualquier método, nosotros utilizamos el método de tanteo. Al terminar de configurar nuestro lazo PID, oprimimos la instrucción **Ok**.

Así se acepta la configuración del lazo y se hará del mismo modo para cualquier lazo de control que queramos agregar.

De esta manera ya hemos concluido la configuración de nuestro equipo de control el cual trabajará bajo la configuración que nosotros le hemos dado.

En resumen hay que tener bien presente las siguientes configuraciones, pues son muy necesarias para un óptimo trabajo del equipo:

- 1) Configuración del Controlador.
- 2) Configuración de los Módulos de Entrada/Salida (“bricks”).
- 3) Configuración de los Canales de Recepción y Transmisión de Señales.
- 4) Configuración de los lazos PID's

### 5.5.4.- Programación de la Estrategia de Control.

Como ya lo habíamos comentado anteriormente, la programación de la estrategia de control se realizara en la carta de trabajo, utilizando los bloques que aparecen en la barra del menú principal.

Al momento de iniciar una estrategia de control la carta **Powerup** aparecerá por default, así que si deseamos crear una nueva carta de trabajo tenemos que seleccionar la instrucción **Chart** y enseguida **New...**, y obtendremos la siguiente pantalla presentada en la Fig. 5.5.11.

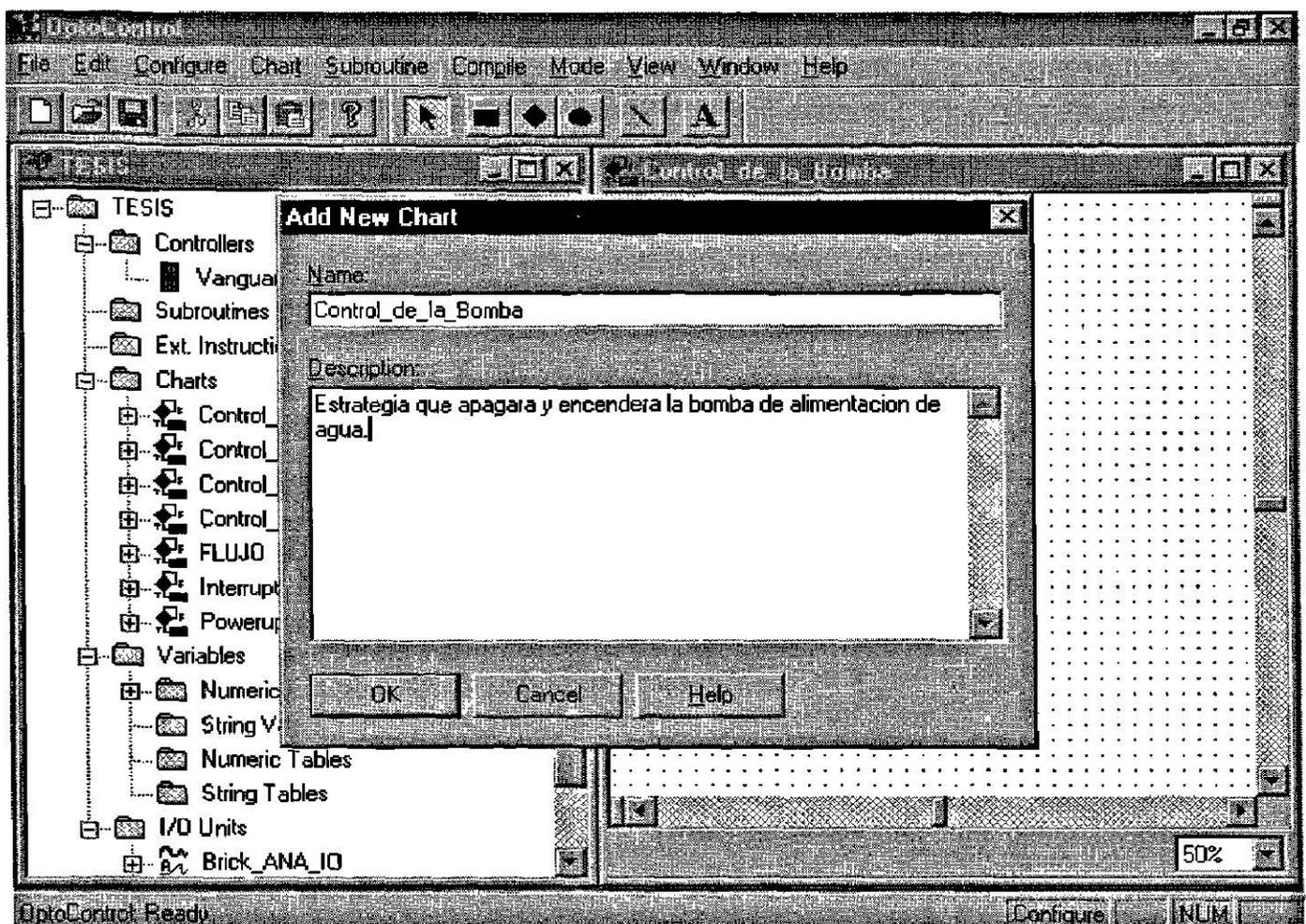


Fig. 5.5.11 Creación de una nueva carta de trabajo.

En la pantalla de la Fig. 5.5.11 tenemos que darle el nombre a nuestra carta de trabajo y su descripción, y oprimir **Ok** para que de esta manera terminemos de crear nuestra carta de trabajo. Este será el procedimiento para la creación de todas las cartas que necesitemos.

Hay que tomar en cuenta que la aplicación de las cartas de trabajo para cada una de las tareas a realizar, nos dará la facilidad de poder corregir ó agregar instrucciones sin necesidad de afectar a toda la estrategia, y además poder activar o desactivar alguna carta que así lo requiera.

En los capítulos anteriores se nos explicó la aplicación de las instrucciones y la implementación de los bloques para la construcción de nuestra secuencia de control, así que solamente explicaremos lo que realiza cada una de las cartas y observaremos las instrucciones de programación en cada uno de los bloques de esta estrategia.

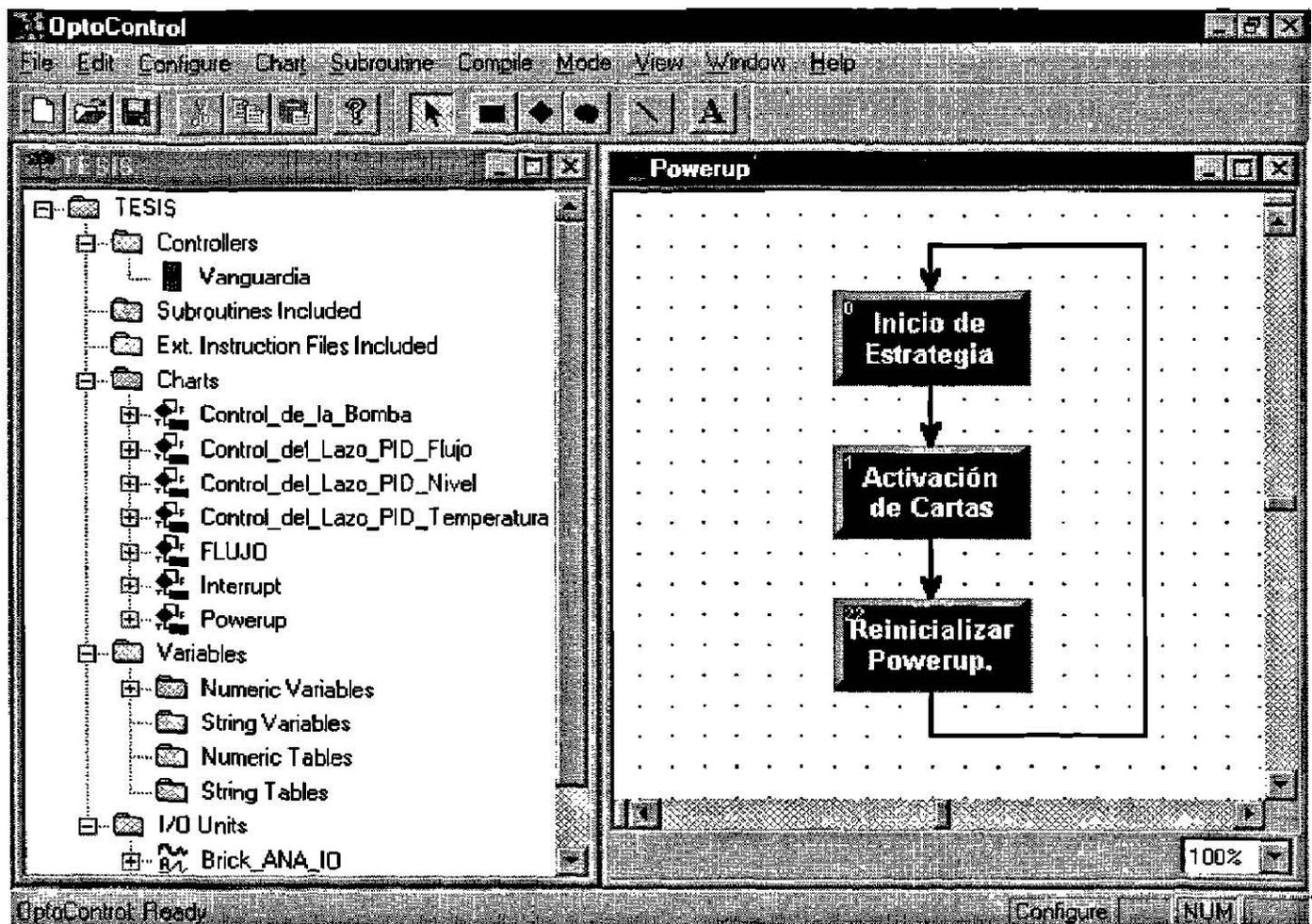


Fig. 5.5.12 Carta "Powerup".

En la pantalla de la Fig. 5.5.12 aparece la carta **Powerup**, que es, la carta principal y en donde están almacenadas todas las instrucciones que activaran las demás cartas de trabajo.

Hay que tomar en cuenta que el **Bloque 0** o **Inicial** siempre deberá de estar vacío, pues si existe algún error o mala ubicación en su secuencia, este bloque siempre sera el punto de inicio, esté, donde esté, y además por seguir con el protocolo de programación ya existente.

En la pantalla siguiente de la Fig. 5.5.13 observaremos las instrucciones que realizan la activación de dichas cartas.

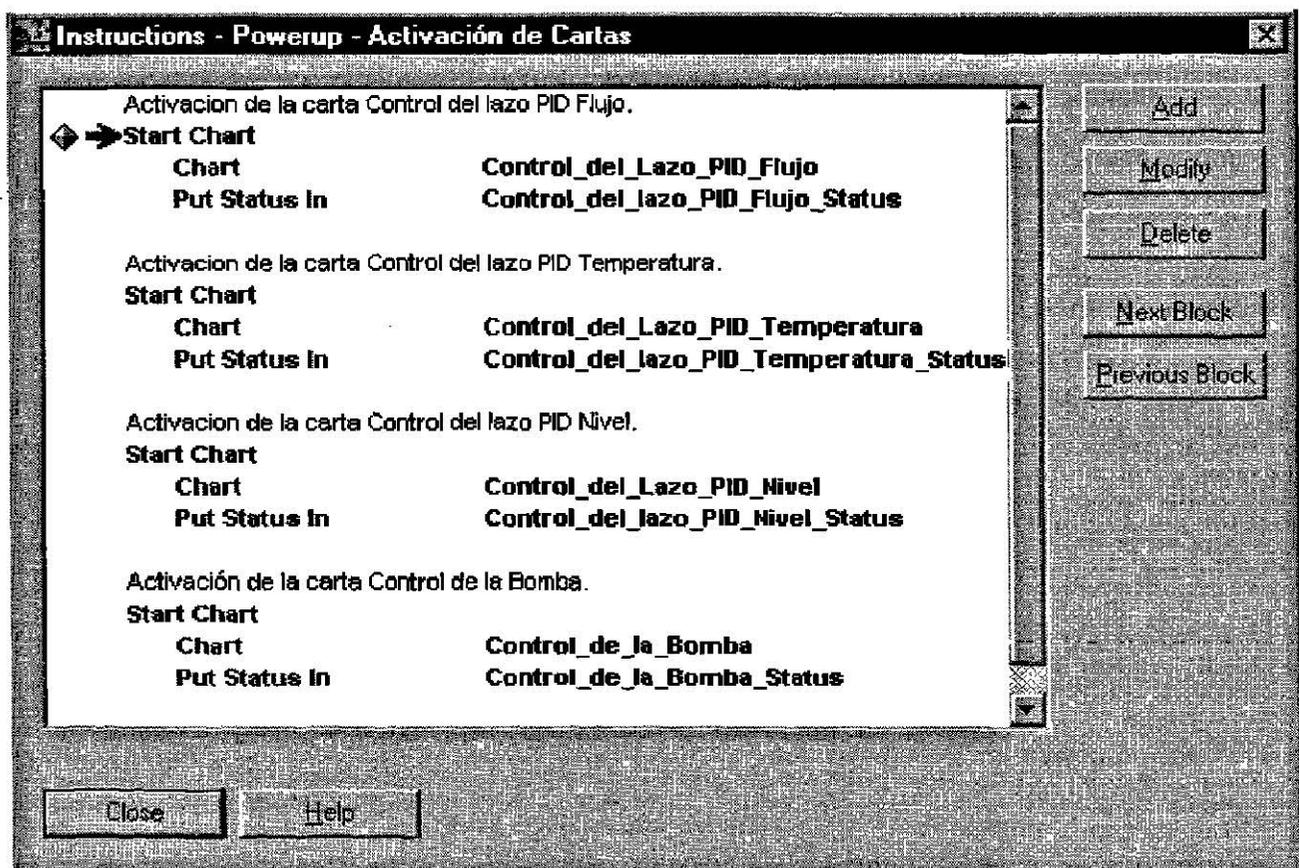


Fig. 5.5.13 Bloque No. 1 "Activación de Cartas".

Para poder ver a detalle lo que contiene cada bloque de instrucciones, hay que dar un doble click con el ratón al bloque deseado, y

para poder agregar cada una de las instrucciones, seleccionemos la instrucción **Add**.

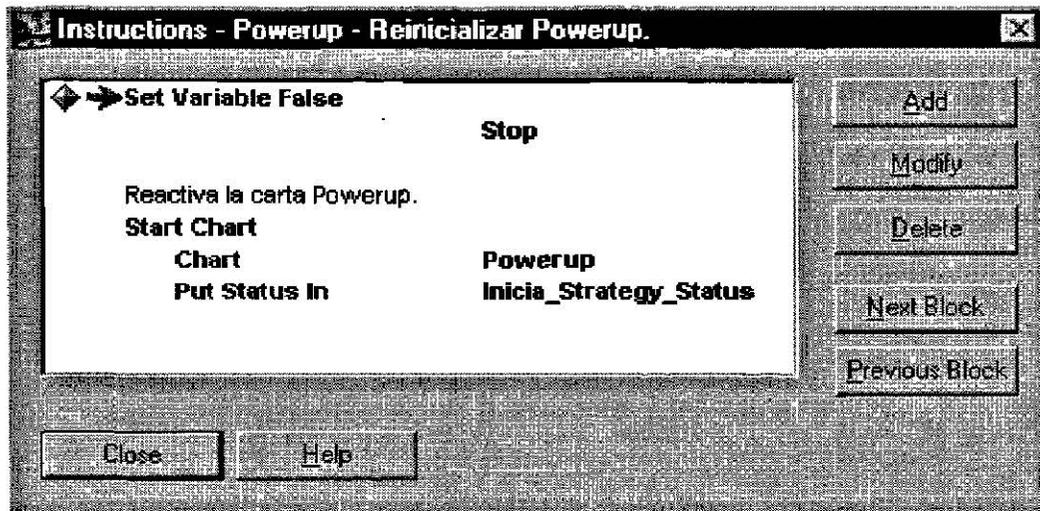


Fig. 5.5.14 Bloque No. 22 "Reiniciar Powerup".

En la pantalla de la Fig. 5.5.14 podemos observar el bloque con la etiqueta de Reiniciar "Powerup", la cual nos fijará la variable **Stop** como falsa y volverá a activar la misma carta, para que de esta manera siempre este corriendo.

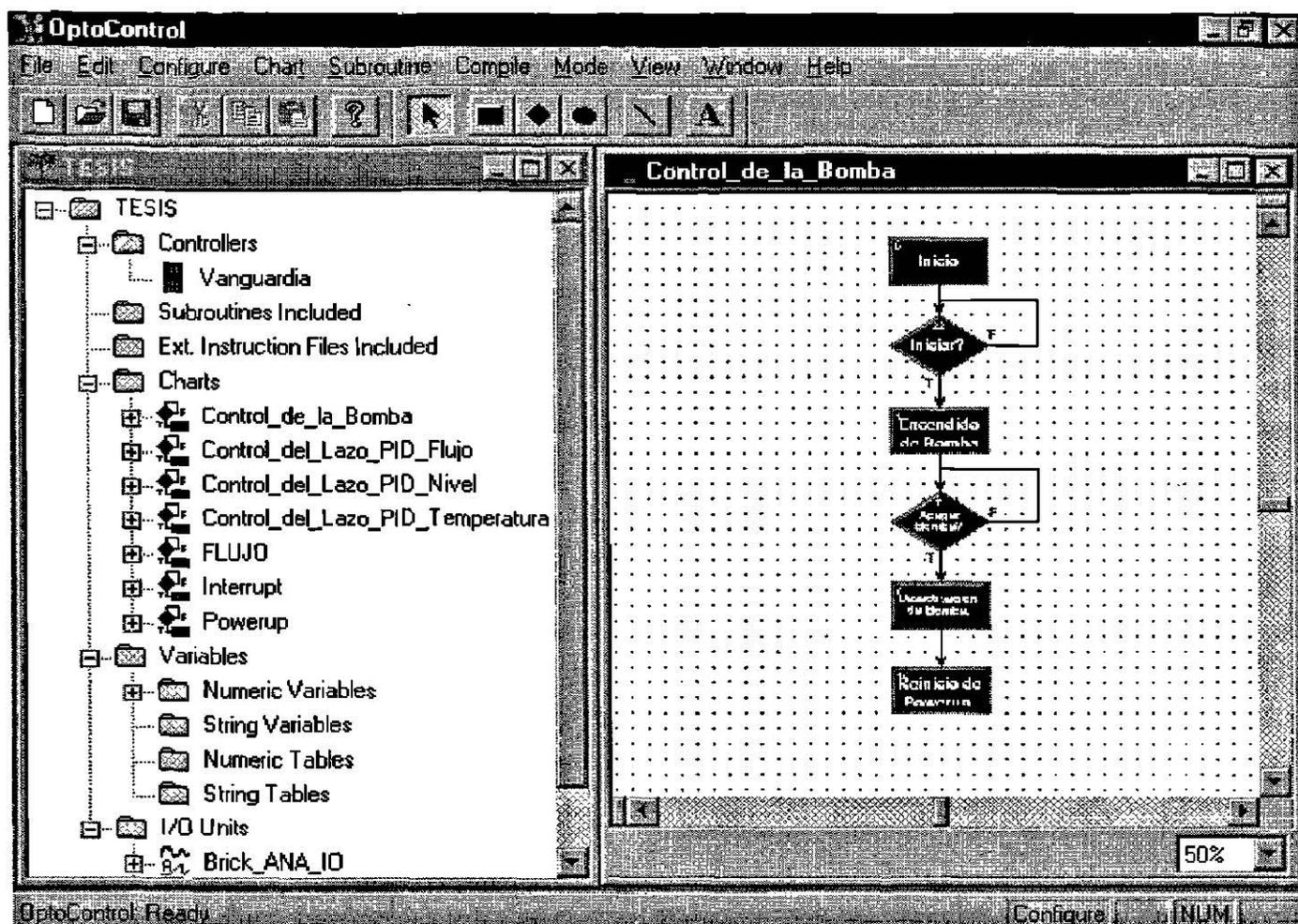


Fig. 5.5.15 Carta "Control de la Bomba".

En la pantalla de la Fig. 5.5.15 observaremos la secuencia de programación de la carta que realizará la acción de controlar el encendido o apagado de la bomba de alimentación de agua, mediante el uso de los atributos dinámicos aplicados en las pantallas de monitoreo y supervisión de nuestro proceso.

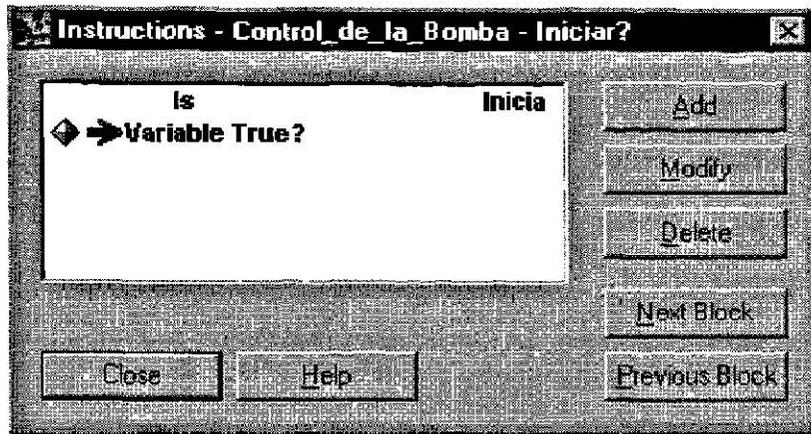


Fig. 5.5.16 Bloque No. 22 “Iniciar?”.

En la Fig. 5.5.16 aparecen los detalles del bloque de condición No. 22 “Iniciar?”, el cual nos indica, que si la variable **Inicia** es verdadera, mandará encender la bomba de alimentación de agua, y no se ejecutara ninguna otra operación hasta que esto se cumpla.

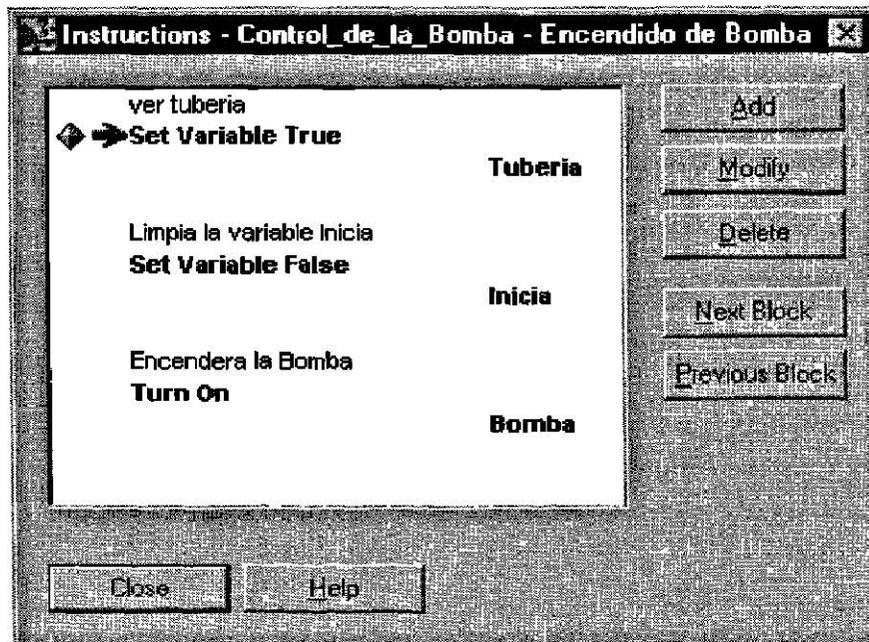


Fig. 5.5.17 Bloque No. 1 “Encendido de Bomba”.

En el bloque de operaciones representado en la Fig. 5.5.17 se fijará a la variable **Tubería** como verdadera, para simular el movimiento de flujo en la tubería del proceso, además se limpiará la variable **Inicia**, para una nueva ejecución de dicha variable, y la orden de encendido de la bomba con la instrucción **Turn On**.

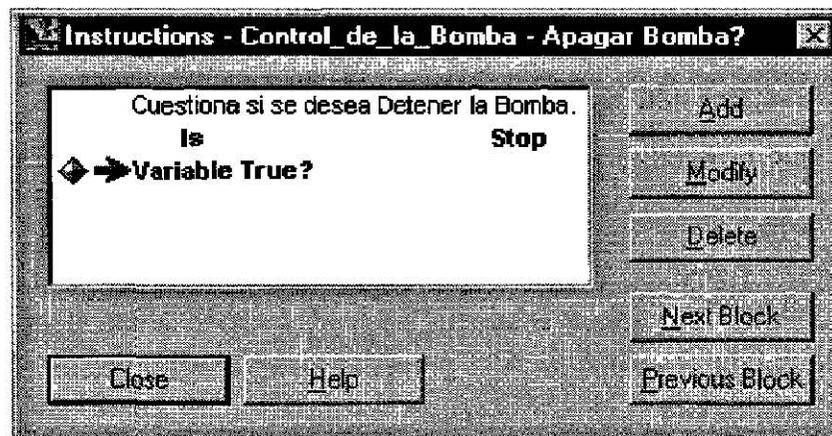


Fig. 5.5.18 Bloque No. 7 "Apagar Bomba?".

En la Fig. 5.5.18 observamos el bloque No.7 de condición, con la etiqueta "Encendido de Bomba", el cual pregunta si la variable **Stop** es verdadera, si esta condición se cumple, pasará al siguiente bloque que desactivará la bomba de alimentación de agua, pero si esto no sucede, no ejecutará el bloque siguiente.

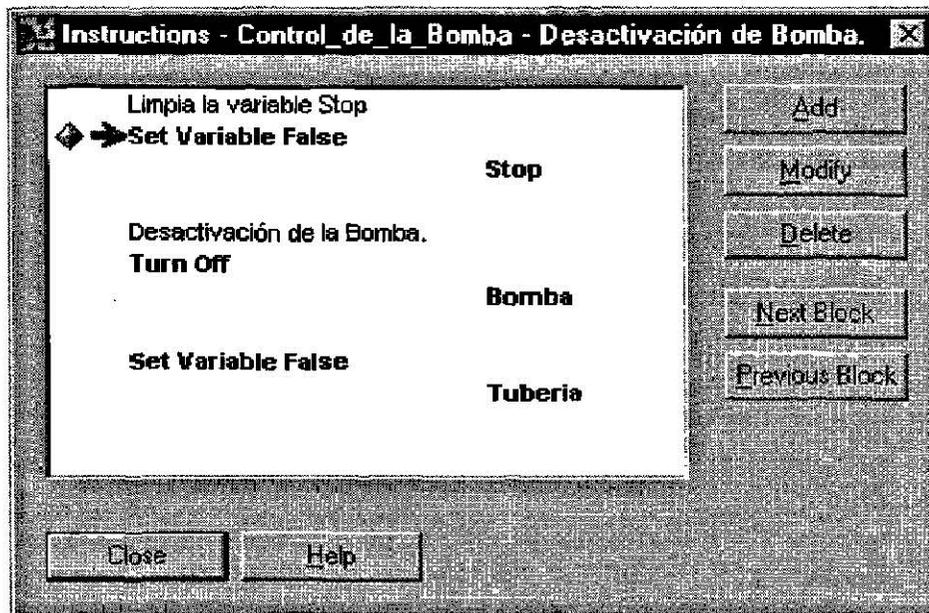


Fig. 5.5.19 Bloque No. 8 “Desactivación de Bomba”.

En el bloque de operaciones representado en la Fig. 5.5.19 se limpiará la variable **Stop**, para una nueva ejecución, y se dará la orden de apagado de la bomba con la instrucción **Turn Off**. además se fija a la variable **Tubería** como falsa para desactivar la simulación del movimiento de flujo en la tubería del proceso.

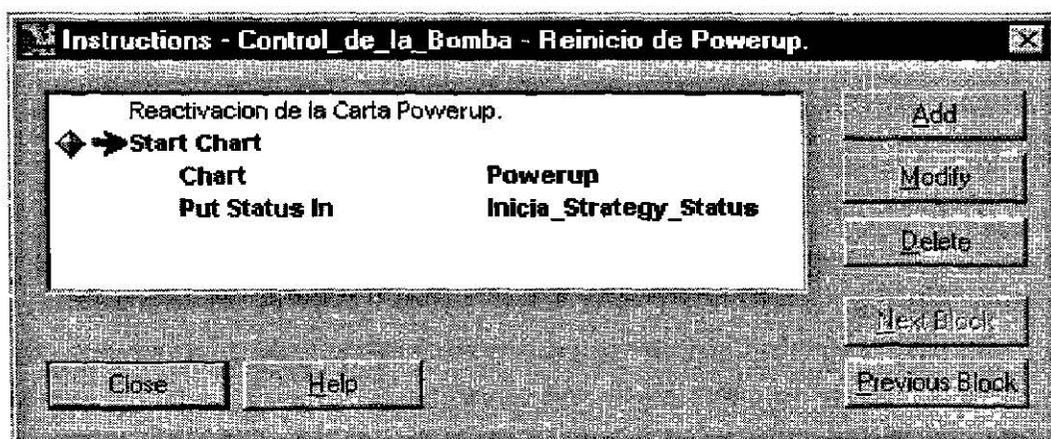


Fig. 5.5.20 Bloque No. 18 “Reinicio de Powerup”.

En la pantalla de la Fig. 5.5.20 podemos observar el bloque con la etiqueta de Reinicio de “Powerup”, la cual activará la carta **Powerup**, para que de esta manera siempre este corriendo toda nuestra estrategia.

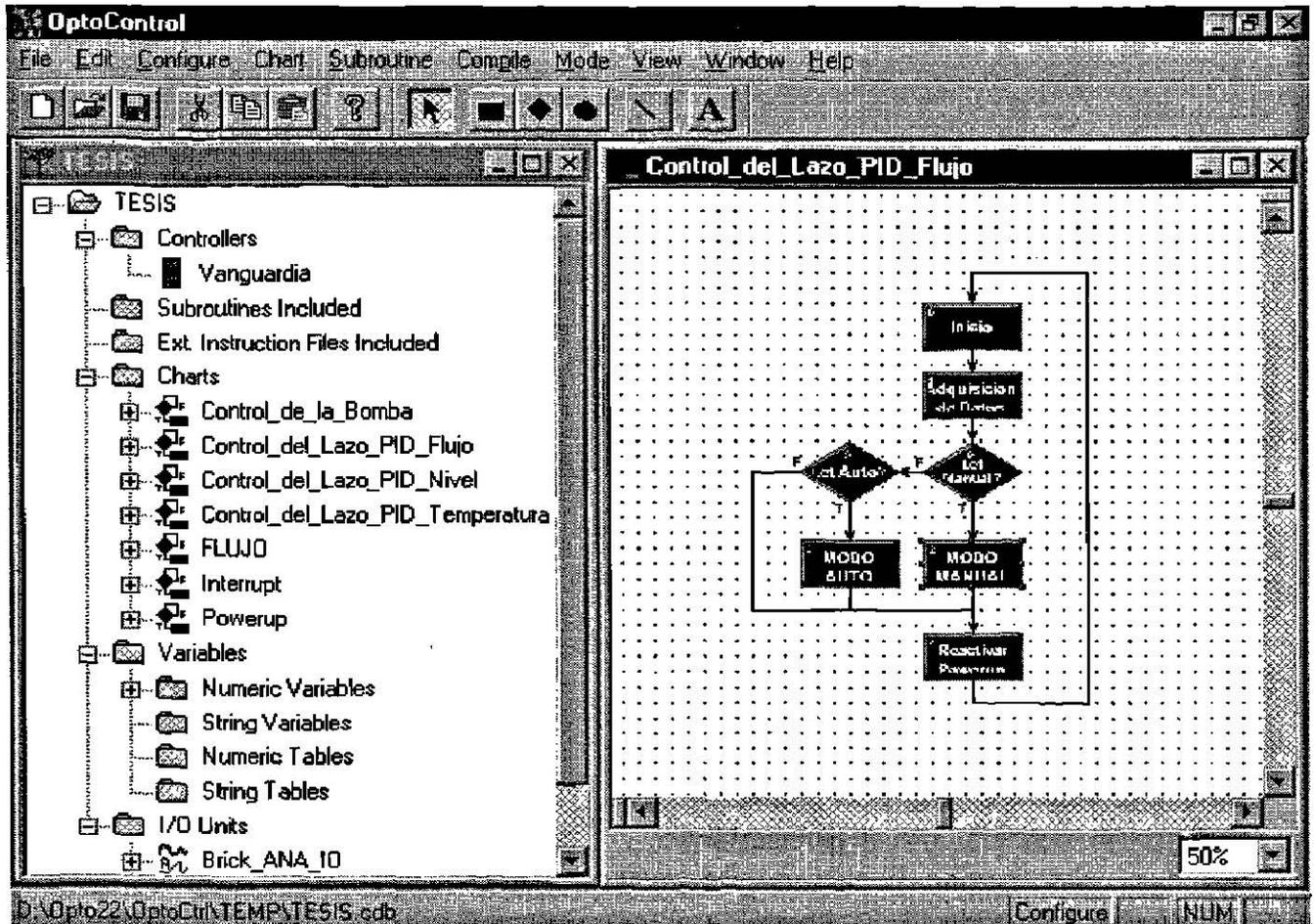


Fig. 5.5.21 Carta “Control del Lazo PID Flujo”.

En la pantalla de la Fig. 5.5.21 observaremos la secuencia de programación de la carta Control del Lazo PID Flujo la cual recibirá los datos de setpoint y los parámetros de control, además, de si se desea trabajar en forma manual o automática, mediante el uso de los atributos dinámicos, aplicados en las pantallas de monitoreo y supervisión de nuestro proceso.

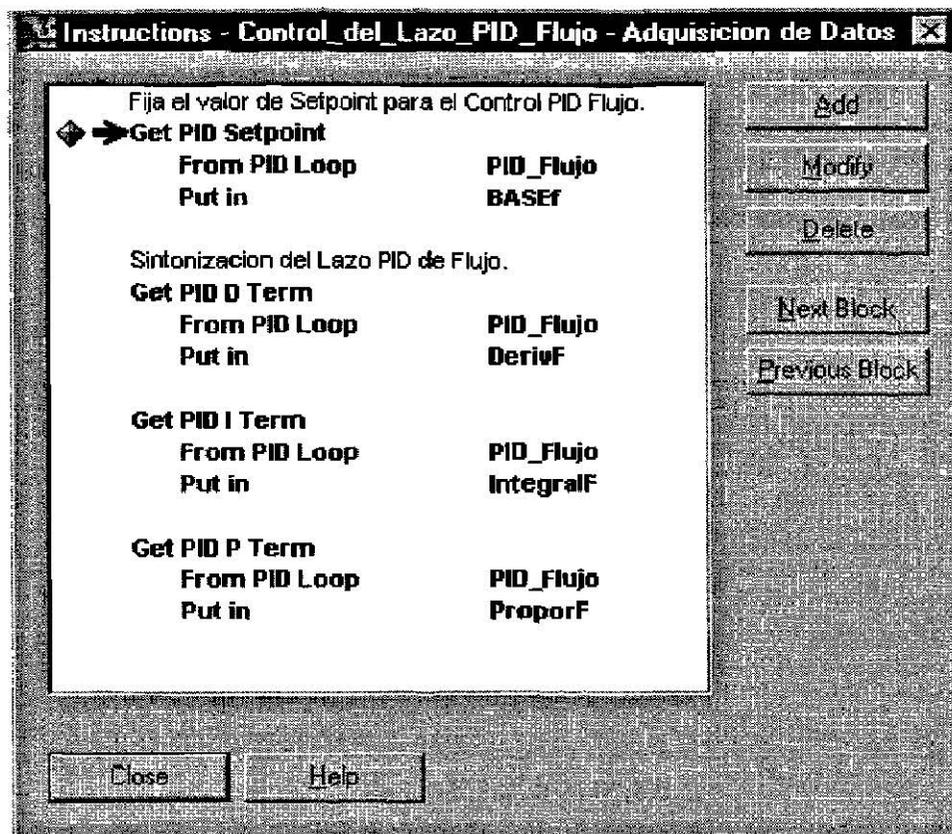


Fig. 5.5.22 Bloque No. 1 “Adquisición de Datos”.

En el bloque No. 1 de operación representado en la Fig. 5.5.22 se fijan los valores de Setpoint y los parámetros de control PID, desde las pantallas de monitoreo y supervisión, gracias a cada una de las instrucciones de control que en ella aparecen.

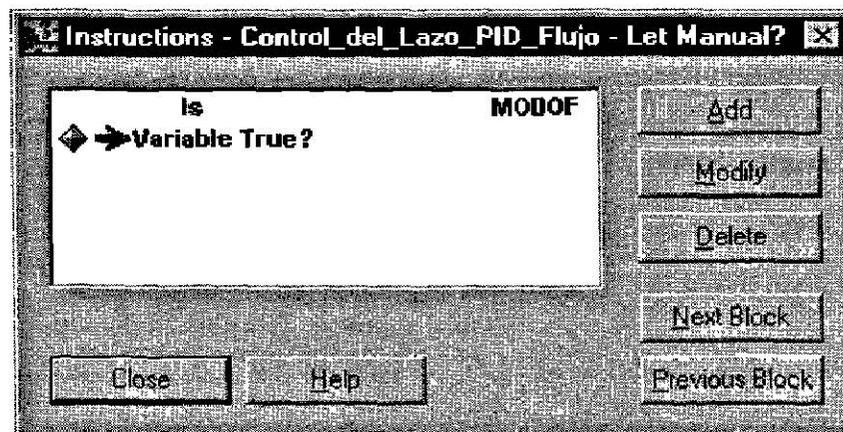


Fig. 5.5.23 Bloque No. 6 “Let Manual?”.

En la Fig. 5.5.23 observamos el bloque No.6 de condición, con la etiqueta “Let Manual?”, el cual pregunta si la variable **MODOF** es verdadera, si esta condición se cumple, pasará al siguiente bloque (bloque No. 2), que lo fijará en modo manual, ver figura siguiente (Fig. 5.5.24). Pero si esto no sucede, pasará al bloque No. 5, de condición, de la Fig. 5.5.25.

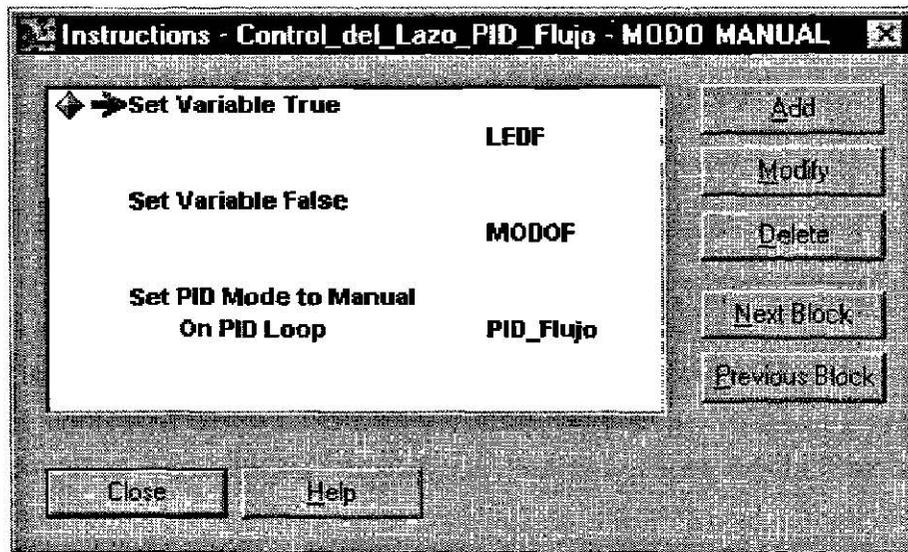


Fig. 5.5.24 Bloque No. 2 “MODO MANUAL”.

En el bloque de operación representado en la Fig. 5.5.24, se fijará como verdadera la variable **LEDF**, la cual activará el LED indicador de manual en la pantalla de monitoreo y supervisión del proceso, y como falsa la variable **MODOF**, como actualización de la variable, para una nueva ejecución. También fijaremos como manual el lazo **PID\_Flujo** con la instrucción **Set PID Mode to Manual**, desde las pantallas de monitoreo y supervisión. Cuando termine de ejecutarse este bloque pasará a la reactivación de la carta **Powerup** y así terminará de ejecutarse esta carta.

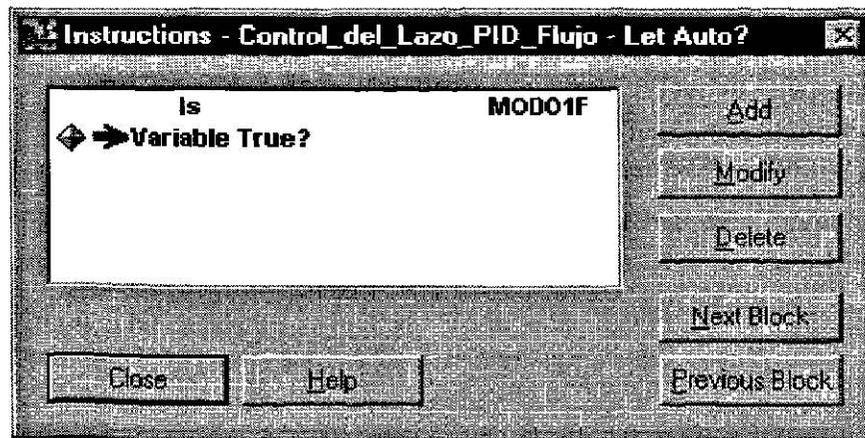


Fig. 5.5.25 Bloque No. 5 "Let Auto?".

En la Fig. 5.5.25 observamos el bloque No.5 de condición, con la etiqueta "Let Auto?", el cual pregunta si la variable **MODO1F** es verdadera, si esta condición se cumple, pasará al siguiente bloque (bloque No. 3), que lo fijará en modo automático, ver Fig. 5.5.26. Pero si esto no sucede, pasará al bloque siguiente; de reactivación de la carta de trabajo **Powerup**, ver Fig. 5.5.20.

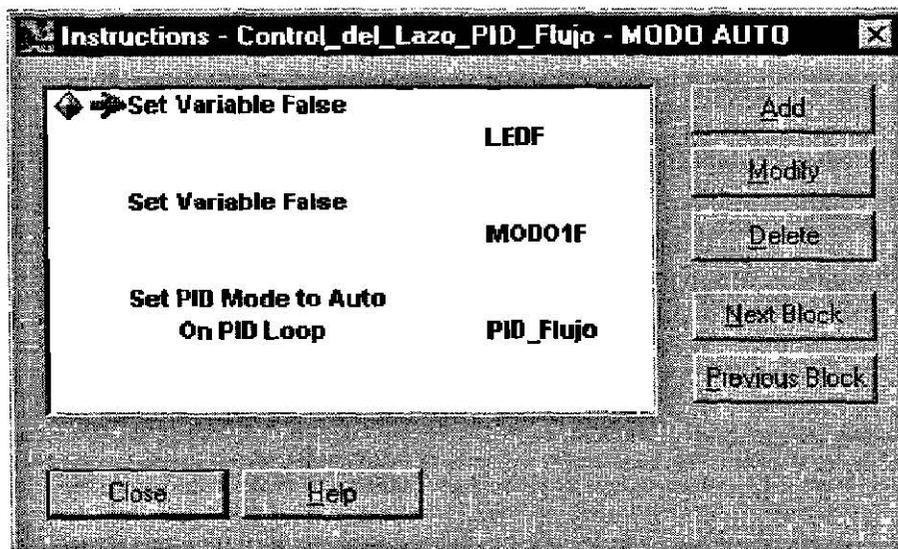


Fig. 5.5.26 Bloque No. 3 "MODO AUTO"

En el bloque de operación representado en la Fig. 5.5.26, se fijará como falsa la variable **LEDF**, la cual desactivará el LED indicador de manual y activará el LED indicador de auto en la pantalla de monitoreo y supervisión del proceso, y como falsa la variable **MODO1F**, como limpieza para una nueva ejecución. También fijaremos como auto el lazo **PID\_Flujo** con la instrucción **Set PID Mode to Auto**, desde las pantallas de monitoreo y supervisión. Cuando termine de ejecutarse este bloque pasará a la reactivación de la carta **Powerup** y así terminará de ejecutarse esta carta.

Esta misma secuencia será aplicada para las cartas **Control del Lazo PID Nivel** y **Control del Lazo PID Temperatura**, particularizando cada una de sus variables.

De esta manera es como finalizamos la configuración y programación de la estrategia de control.

## 5.6.- Configuración de Gráficos y Atributos Dinámicos.

Dentro de la configuración de gráficos y atributos dinámicos, que darán la animación de nuestro proceso, tenemos que trabajar en el archivo **OptoDisplay Configurator** siguiendo la secuencia que se muestra a continuación en la Fig. 5.6.1:

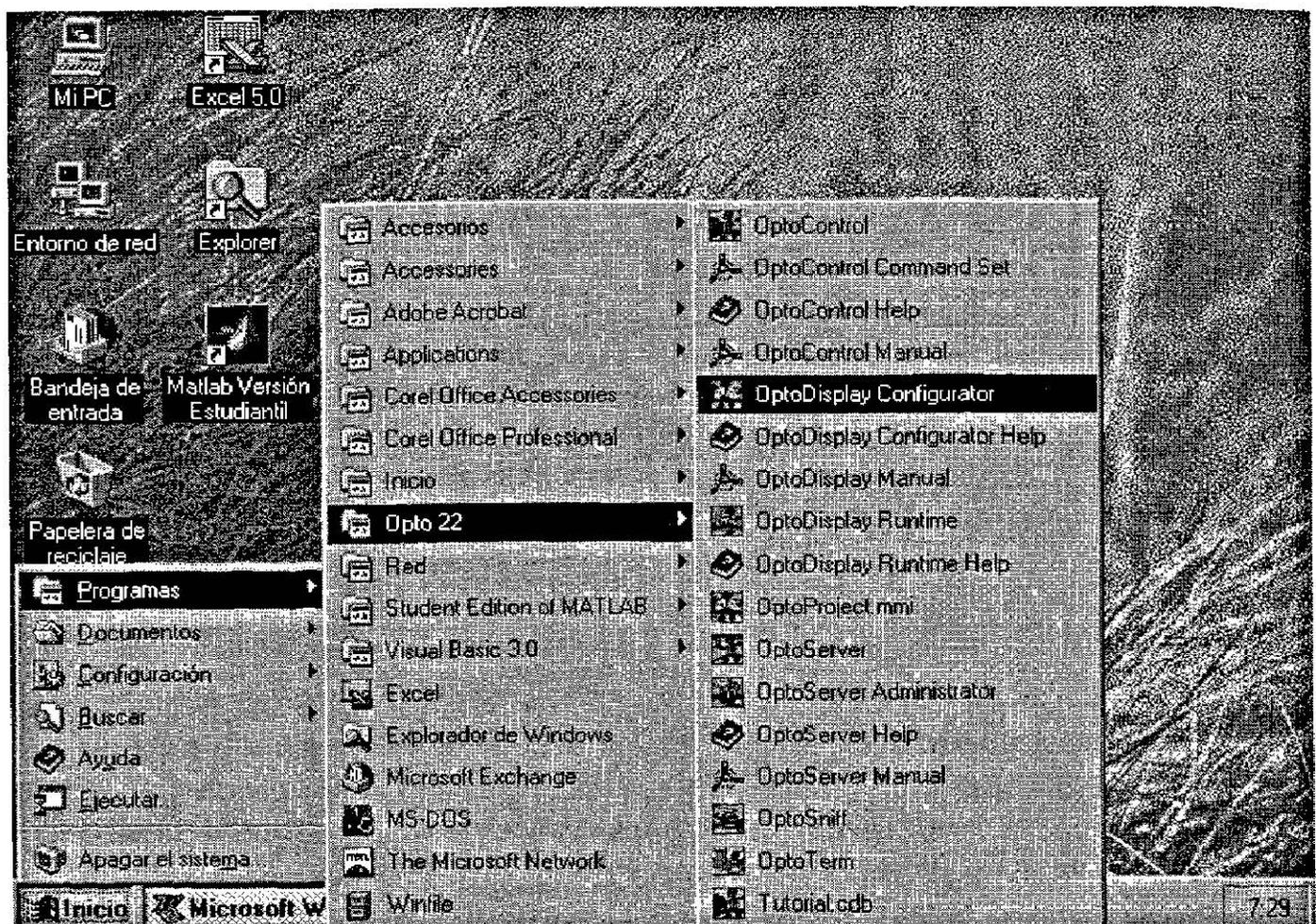


Fig. 5.6.1 Secuencia de Apertura para **OptoDisplay Configurator**.

Después de haber abierto el archivo de **OptoDisplay Configurator** definiremos las partes con las que cuenta nuestra ventana de trabajo mostrada en la Fig. 5.6.2.

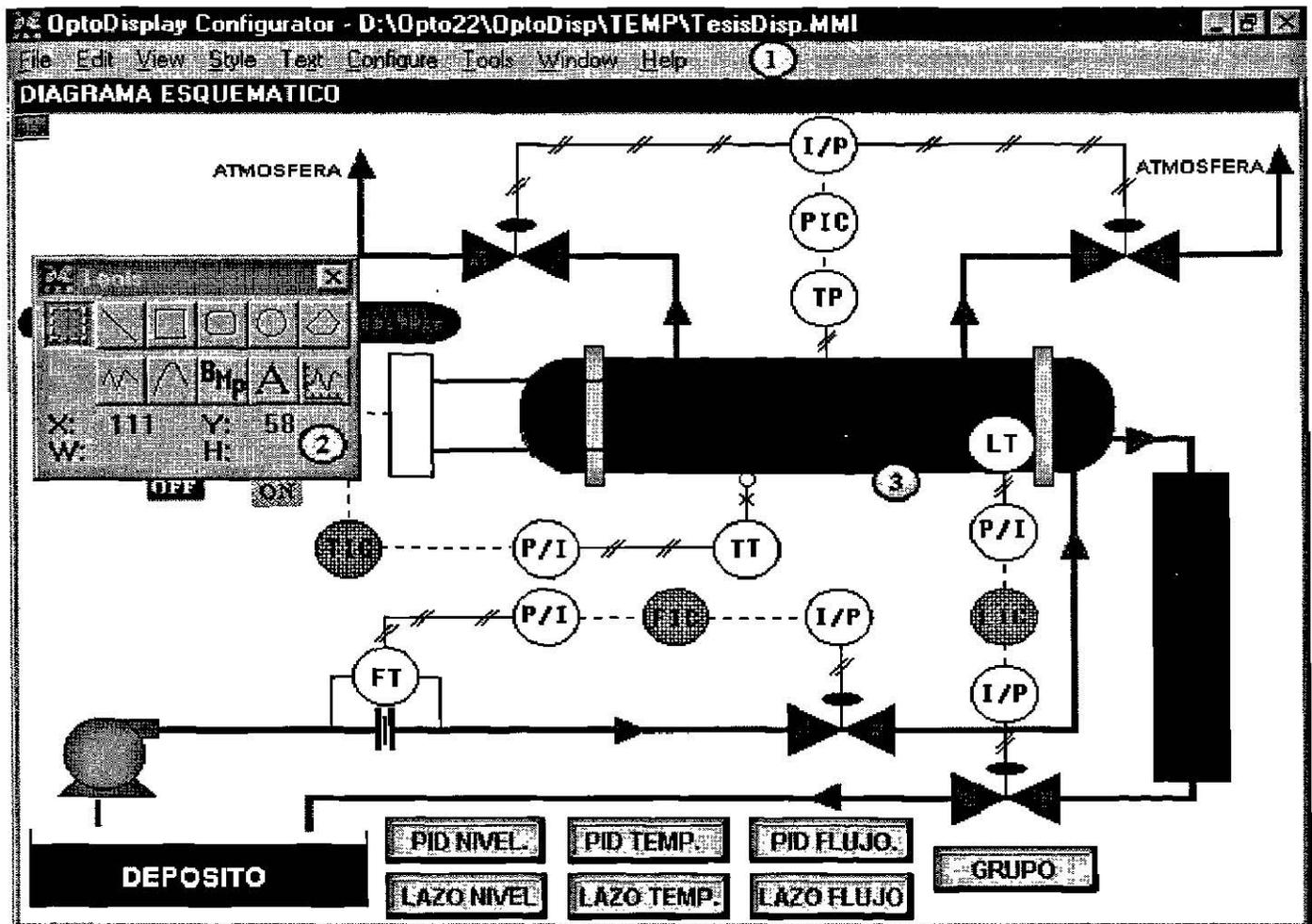


Fig. 5.6.2 Ventana de Trabajo.

- ①.- Aquí podemos observar el menú principal y las aplicaciones para desarrollar nuestro proceso con atributos dinámicos, para una animación, que nos facilite el monitoreo y supervisión del mismo.
- ②.- Este es nuestro panel de herramientas, el cual nos auxiliara, para un fácil desarrollo de nuestros gráficos.
- ③.- Aquí es donde desarrollaremos el proyecto de animación de nuestro proceso, aplicando los atributos dinámicos que nos sean convenientes, a la cual llamaremos **ventana de trabajo**.

Ya que identificamos nuestra ventana de trabajo pasaremos a seleccionar nuestro controlador que hemos configurado previamente, para que haya una interacción entre la estrategia y la animación, esto lo podemos lograr con la aplicación de nuestra barra de menú principal seleccionando la instrucción **Configure**, y enseguida **Controller[s]...**, nos aparecerá una pantalla, con el título de **Controllers** de la cual seleccionaremos el nombre de nuestro controlador ya configurado en la creación de la estrategia, pero para lograr esto tuvimos que agregar el nombre del controlador, con la instrucción **Add** y así continuar con la configuración. Seguir secuencia del punto 5.5.2.

Una vez configurado el controlador y creado nuestro proyecto de animación, pasaremos a indicar que gráficos cuentan con atributos dinámicos, los cuales tendrán movimiento, gracias a los valores reales de señales continuas y discretas generadas por nuestro proceso.

Para la creación de una nueva ventana de trabajo tenemos que seleccionar la instrucción **Window** de nuestro menú principal y enseguida **New...**, y obtendremos la pantalla presentada en la Fig. 5.6.3.

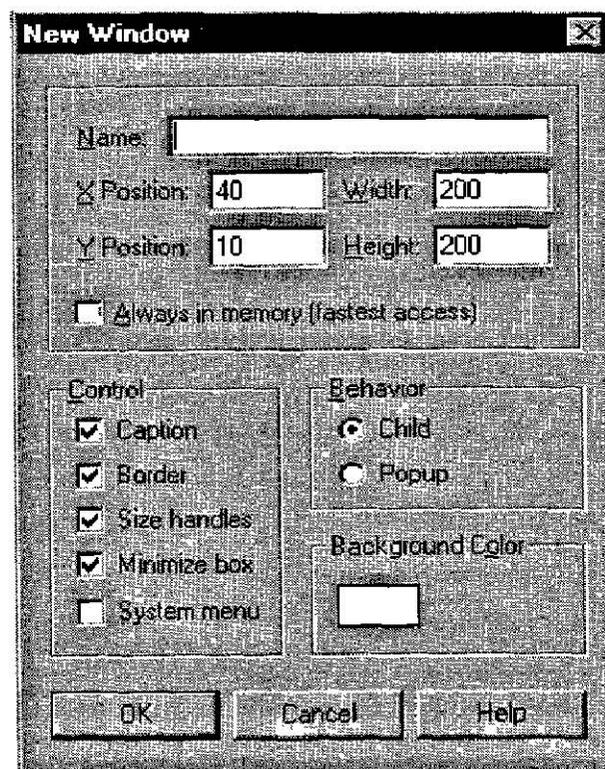


Fig. 5.6.3 Creación de una nueva ventana de trabajo.

En la pantalla de la Fig. 5.6.3 tenemos que darle el nombre de identificación de nuestra ventana de trabajo y seleccionar lo que mejor nos convenga, y oprimir Ok, para que de esta manera terminaremos de crear nuestra nueva ventana. Este será el mismo procedimiento para la creación de todas las ventanas de trabajo que necesitemos. El crear una gran variedad de ventanas nos hará mas atractivo nuestro monitoreo.

Ya creadas nuestras ventanas de trabajo, podremos cambiar de ventana, observar y modificar datos, directamente, cada vez que el operador lo desee.

Anteriormente se nos explico la aplicación de las instrucciones del panel de herramientas y la manera de como dar atributos dinámicos, así que solamente señalaremos los gráficos, de cada ventana, que cuentan con dichos atributos y observarlos, dándole doble “click” a cada uno de ellos.

Nuestro proyecto cuenta con nueve ventanas, las cuales se verán a continuación.



Fig. 5.6.4 Ventana "AINICIO."

En la pantalla de la Fig. 5.6.4 aparece la presentación del proyecto conteniendo el nombre de sus integrantes y su asesor. El único gráfico que cuenta con atributos dinámicos es:

El botón de cambio a pantalla principal (Diagrama Esquemático).

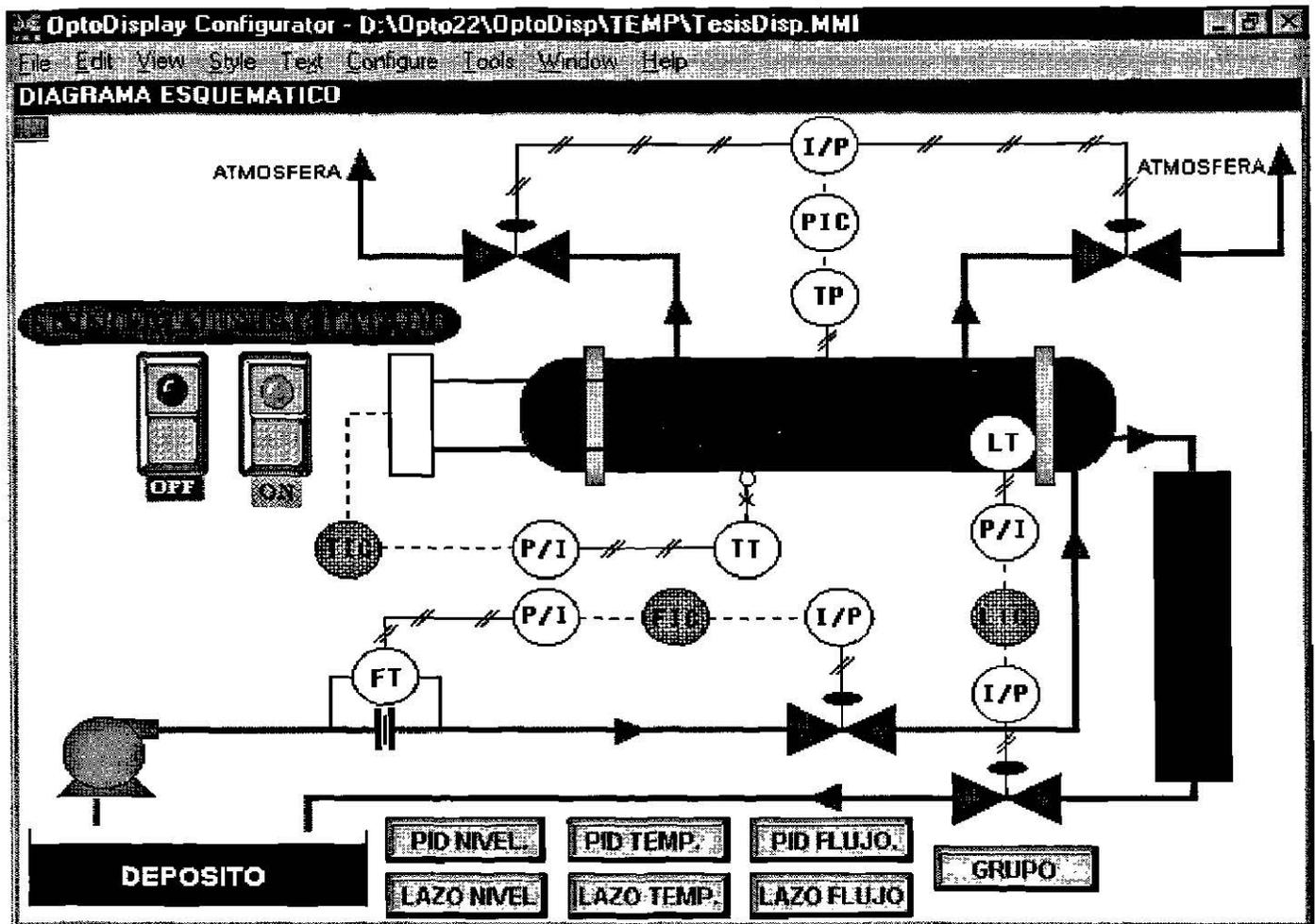


Fig. 5.6.5 Ventana "DIAGRAMA ESQUEMATICO."

En la pantalla de la Fig. 5.6.5 se representa el proceso a controlar con todas sus variables integradas. Los gráficos que cuentan con atributos dinámicos son:

- El tanque.
- El cilindro.
- La resistencia.
- Las válvulas de control.
- La simbología ISA de los controladores.
- El botón On.
- El botón Off.
- La bomba de alimentación de agua.
- El anuncio indicador.

Las líneas de flujo y  
La botonería de selección de ventana.

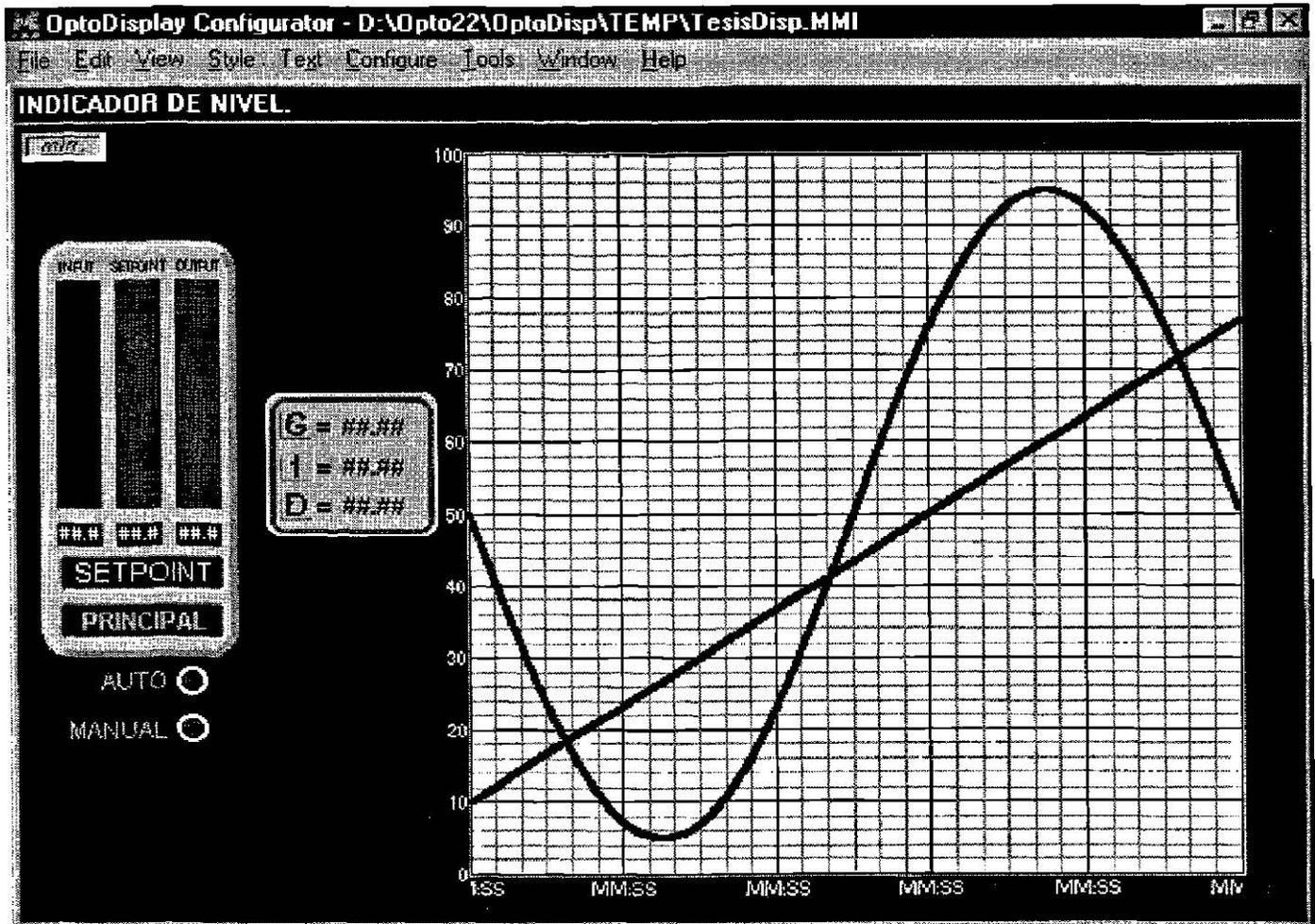


Fig. 5.6.6 Ventana "INDICADOR DE NIVEL."

En la pantalla de la Fig. 5.6.6 podremos observar gráficamente la respuesta de nuestro sistema, así como su estado y datos de los parámetros de control, además de poderlos modificar. Los gráficos que cuentan con atributos dinámicos son:

La gráfica.

El botón de cambio de ventana **min**.

Las gráficas de barra indicadoras de Input, Setpoint y Output.

Los display numéricos.

El display de modificación de Setpoint.

El display de cambio de ventana **Principal**.

Los LED's indicadores de auto y manual, así como su cambio de modo.

Así como el panel de los parámetros de control.

Estos mismos atributos serán similares a los de las ventanas "INDICADOR DE FLUJO" e "INDICADOR DE TEMP.", así como su función, pero en forma particular a cada lazo.

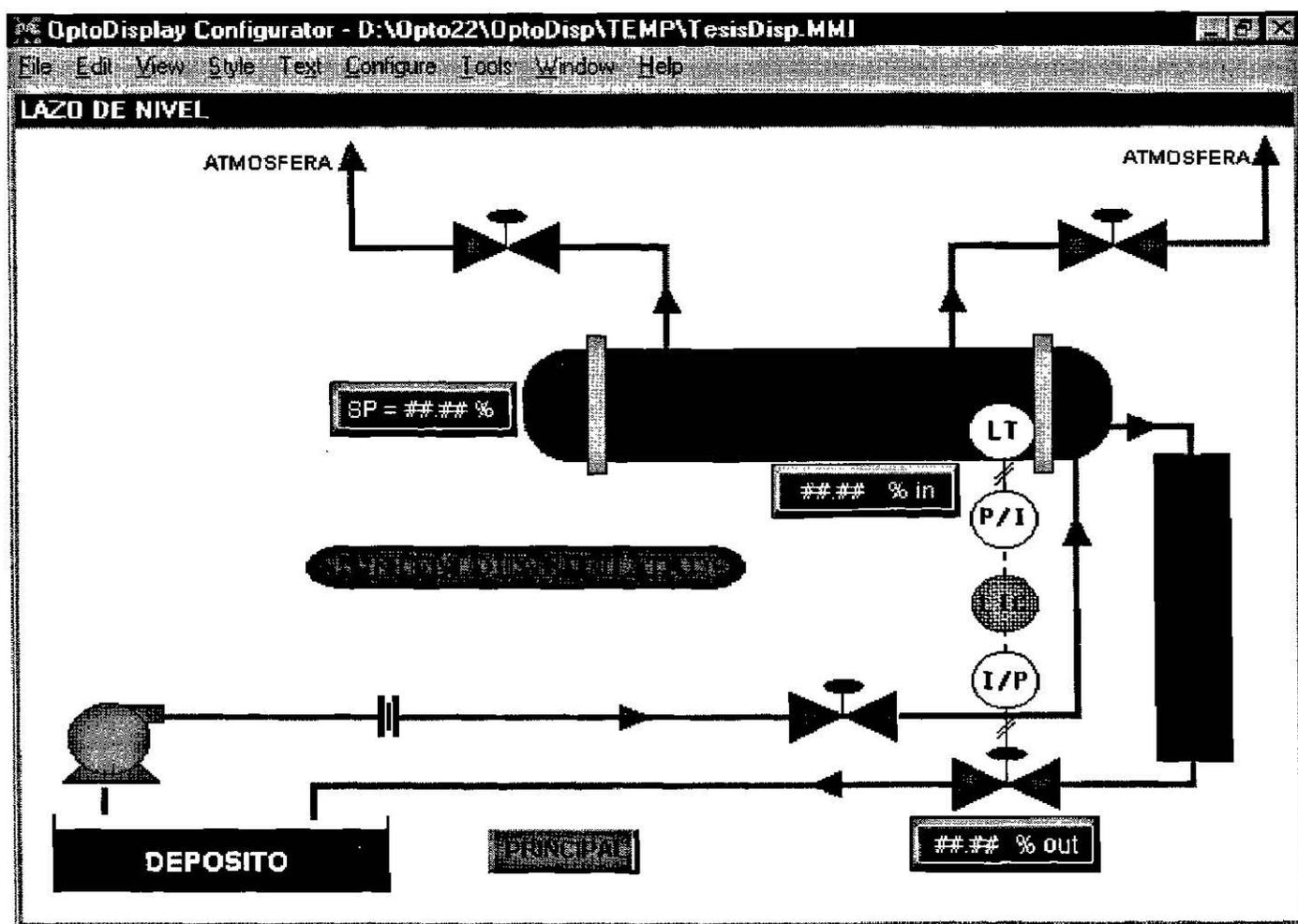


Fig. 5.6.7 Ventana "LAZO DE NIVEL."

En la pantalla de la Fig. 5.6.7 se representa solamente en forma particular el lazo de nivel. Los gráficos que cuentan con atributos dinámicos son:

- El tanque.
- El cilindro.
- Las válvulas de control.
- La simbología ISA del controlador (LIC).
- La bomba de alimentación de agua.
- El anuncio indicador.
- Las líneas de flujo.
- Los display indicadores de valores reales en porcentaje y
- El botón de cambio a pantalla principal (Diagrama Esquemático).

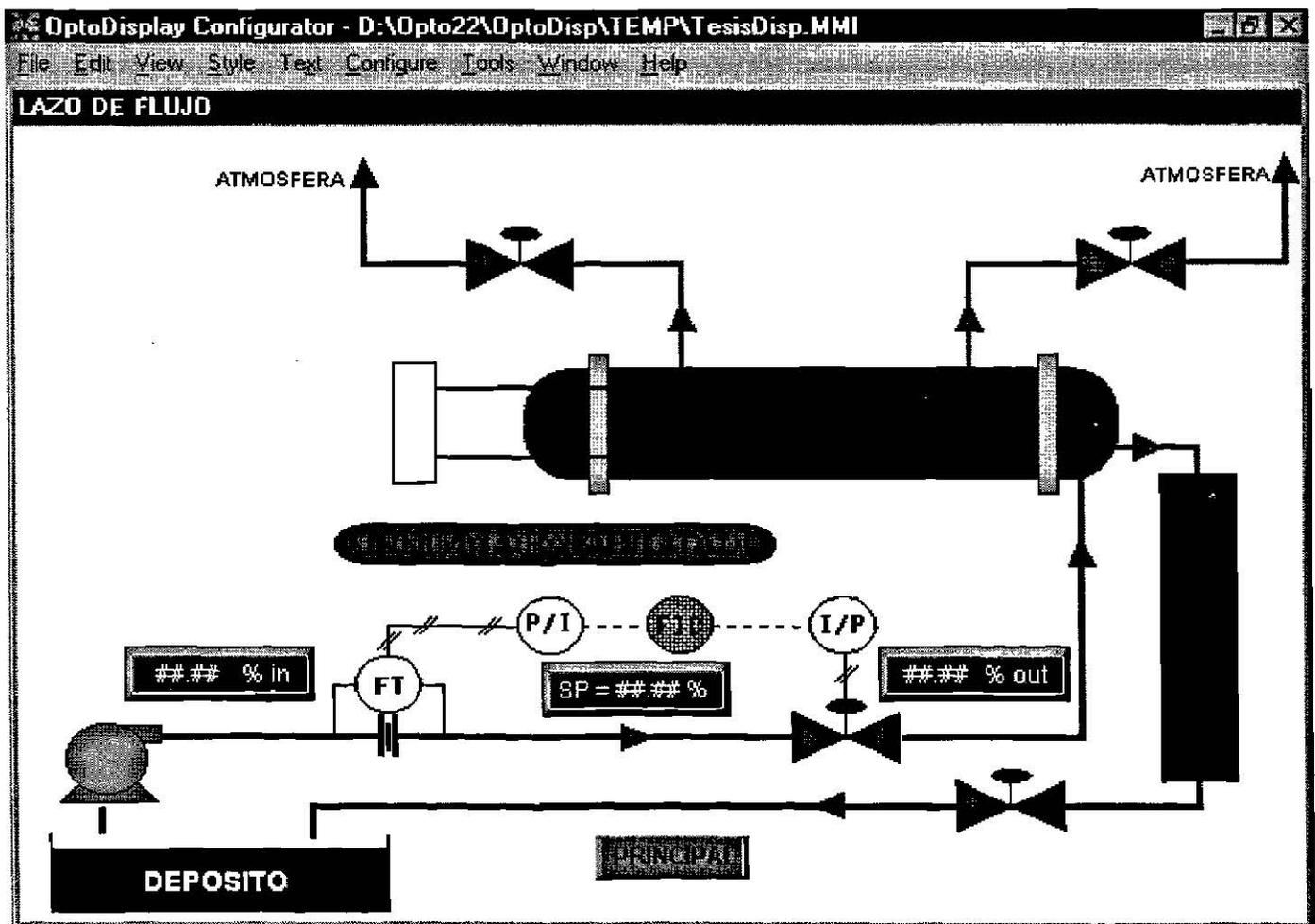


Fig. 5.6.8 Ventana "LAZO DE FLUJO."

En la pantalla de la Fig. 5.6.8 se representa solamente en forma particular el lazo de flujo. Los gráficos que cuentan con atributos dinámicos son:

- El tanque.
- La resistencia.
- El cilindro.
- Las válvulas de control.
- La simbología ISA del controlador (FIC).
- La bomba de alimentación de agua.
- El anuncio indicador.
- Las líneas de flujo.
- Los display indicadores de valores reales en porcentaje y
- El botón de cambio a pantalla principal (Diagrama Esquemático).

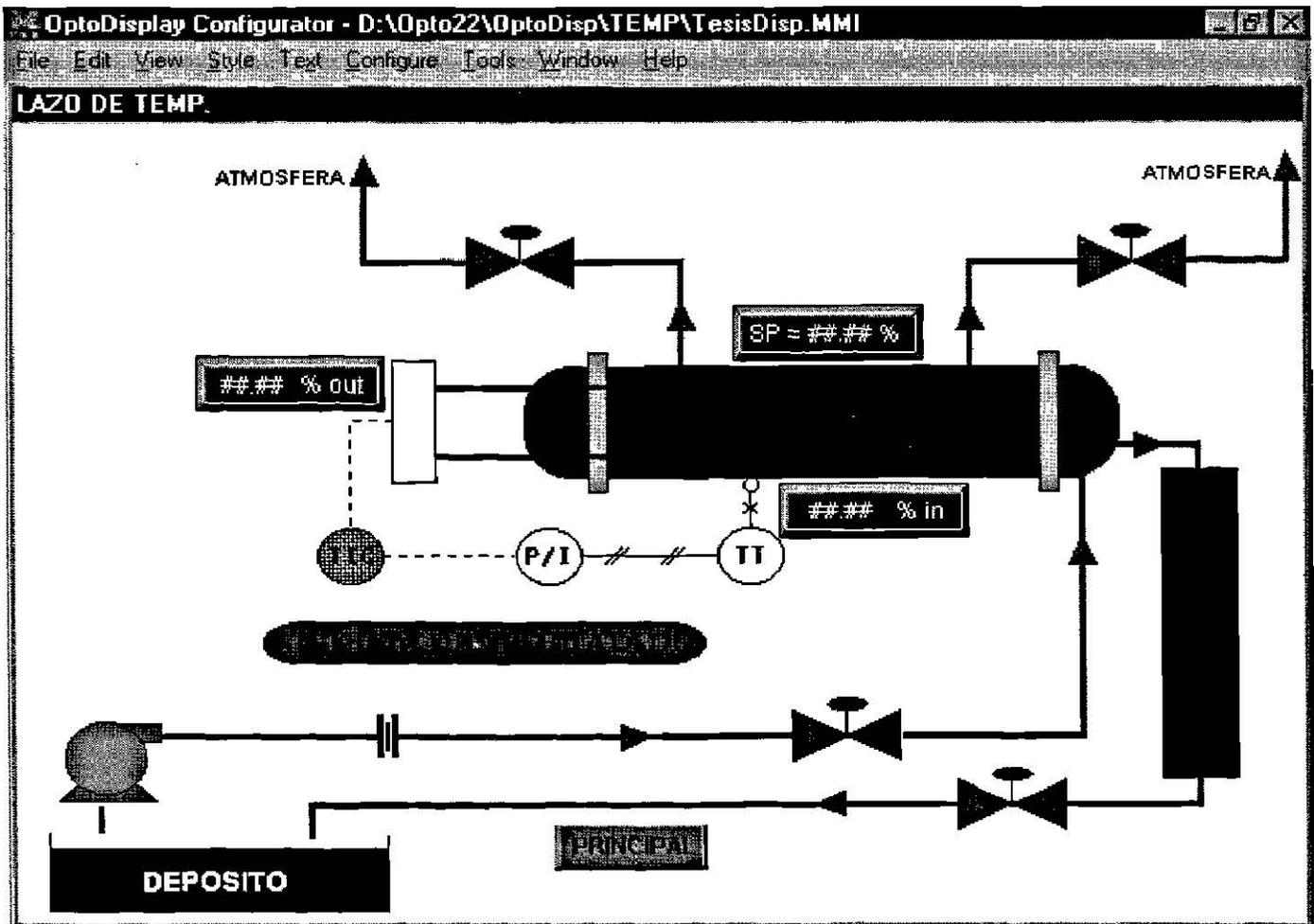


Fig. 5.6.9 Ventana "LAZO DE TEMP."

En la pantalla de la Fig. 5.6.9 se representa solamente en forma particular el lazo de temperatura. Los gráficos que cuentan con atributos dinámicos son:

- El tanque.
- El cilindro.
- Las válvulas de control.
- La simbología ISA del controlador (TIC).
- La bomba de alimentación de agua.
- El anuncio indicador.
- Las líneas de flujo.
- Los display indicadores de valores reales en porcentaje y
- El botón de cambio a pantalla principal (Diagrama Esquemático).

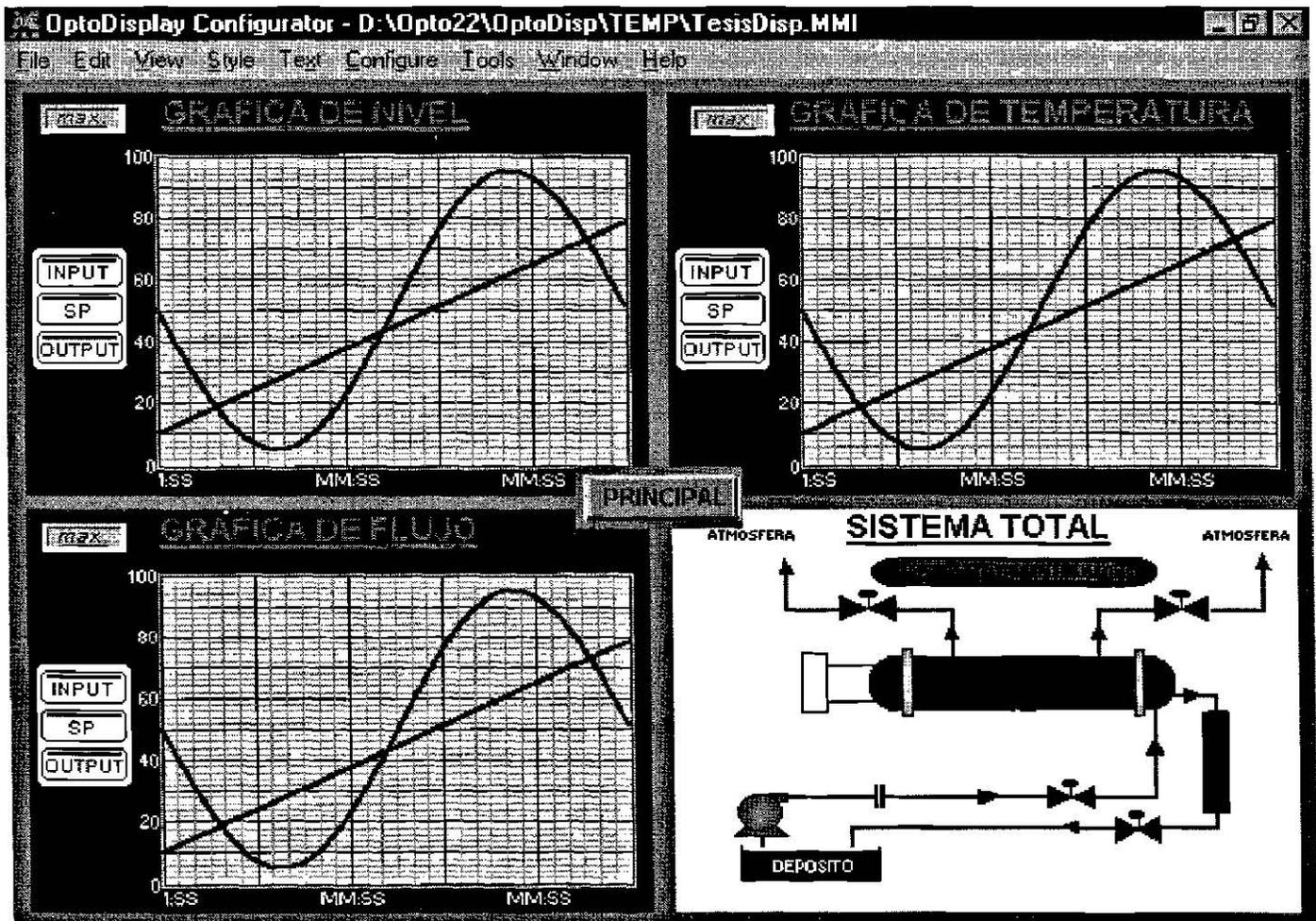


Fig. 5.6.10 Ventana "GRUPO."

En la pantalla de la Fig. 5.6.10 observamos a todos los indicadores, así como el diagrama de nuestro proceso, todo en una sola pantalla. Los atributos ya sean especificado anteriormente, pues son las mismas pantallas.

## **5.7.- Configuración de Comunicación Vía Red.**

### **5.7.1.- OptoServer.**

Para trabajar con los controladores en red, primero se deben dar de alta en un ambiente de transferencia de datos que soporte el intercambio de información de hacia el controlador.

El Factory Floor cuenta con el software de soporte de comunicaciones OptoServer, el cual es una plataforma de transporte de datos para aplicaciones nativas de Windows, tales como Excel y MsWord, así como para enviar la información del controlador a través de la red, de forma que otras máquinas la puedan observar y manipular.

El primer paso al configurar el software es dar de alta al controlador, para que pueda ser reconocido por el paquete, el cual será llamado a partir de ahora servidor.



Fig. 5.7.1 Secuencia de Apertura.

Se abre la aplicación OptoServer Administrator, como se muestra en la Fig. 5.7.1, este programa configura el software de comunicación para que pueda leer y escribir información del controlador, el software de comunicación es el OptoServer.

Una vez abierto (Fig. 5.7.2) nos introducimos al menú de configuración Configure, donde damos de alta al controlador.

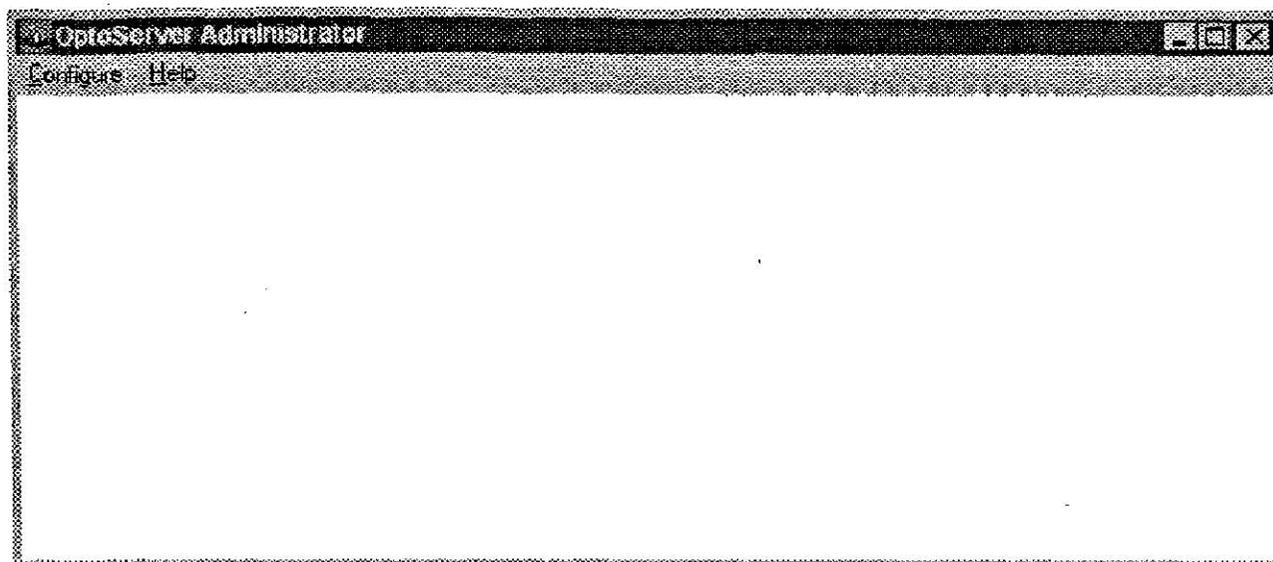


Fig. 5.7.2 Ventana del Server Administrador.

Presionamos sobre "controllers", y aparecerá una ventana de diálogo (Fig. 5.7.3), mostrando los controladores registrados previamente, o en su caso el diálogo vacío como lo muestra la Fig. 5.7.2; si aún no hemos dado de alta ningún controlador, lo agregamos con el botón de comando "Add", y nos aparecerán los diálogos de la Fig. 5.7.3.

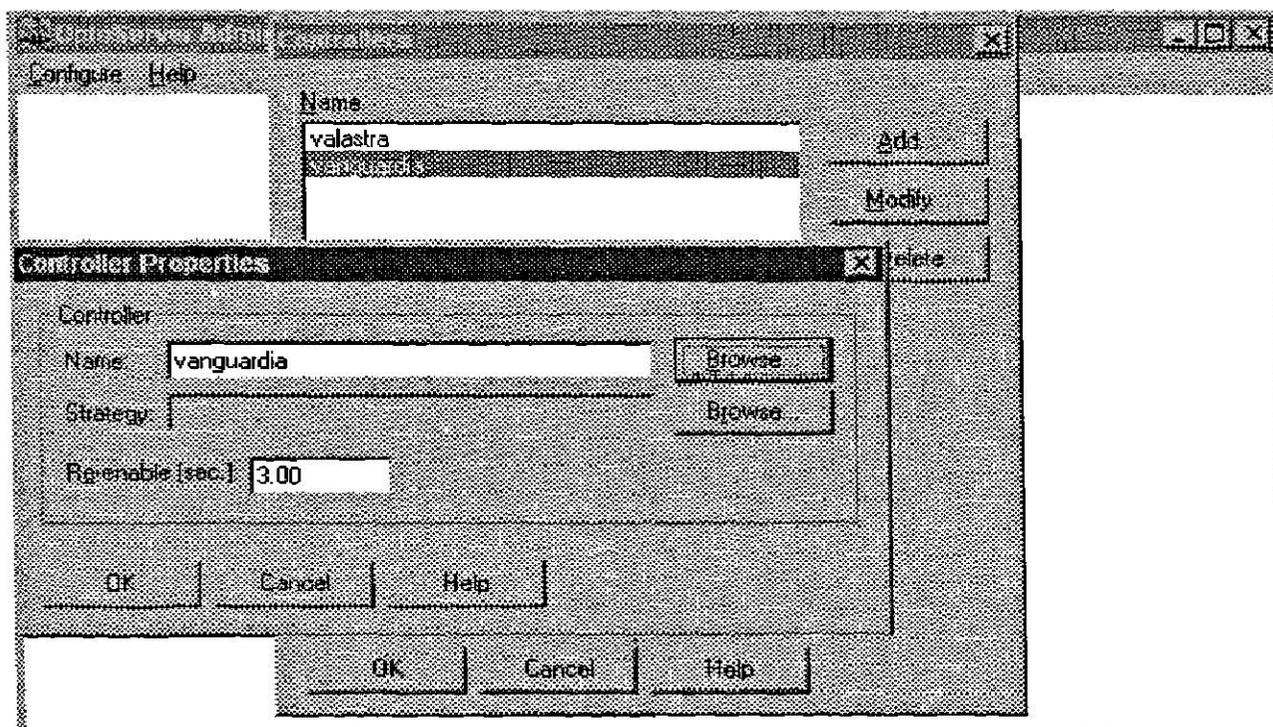


Fig. 5.7.3 Propiedades del Controlador.

En el primer diálogo se pide el nombre del controlador, una vez teclado este (vanguardia), se introduce la información de la estrategia, dándole la dirección y nombre donde se encuentra la estrategia con la que trabajará; una vez capturada la información se presiona el botón "OK".

Luego se señala el nombre del controlador y se presiona el botón de modificar ("Modify", nos muestra nuevamente el diálogo anterior, pero ahora presionamos el botón de búsqueda ("Browse"), y nos despliega una ventana de diálogo mostrando los controladores dados de alta, marcamos el que se esta modificando y apretamos nuevamente modificar, nos muestra un diálogo como el de la Fig. 5.7.4.

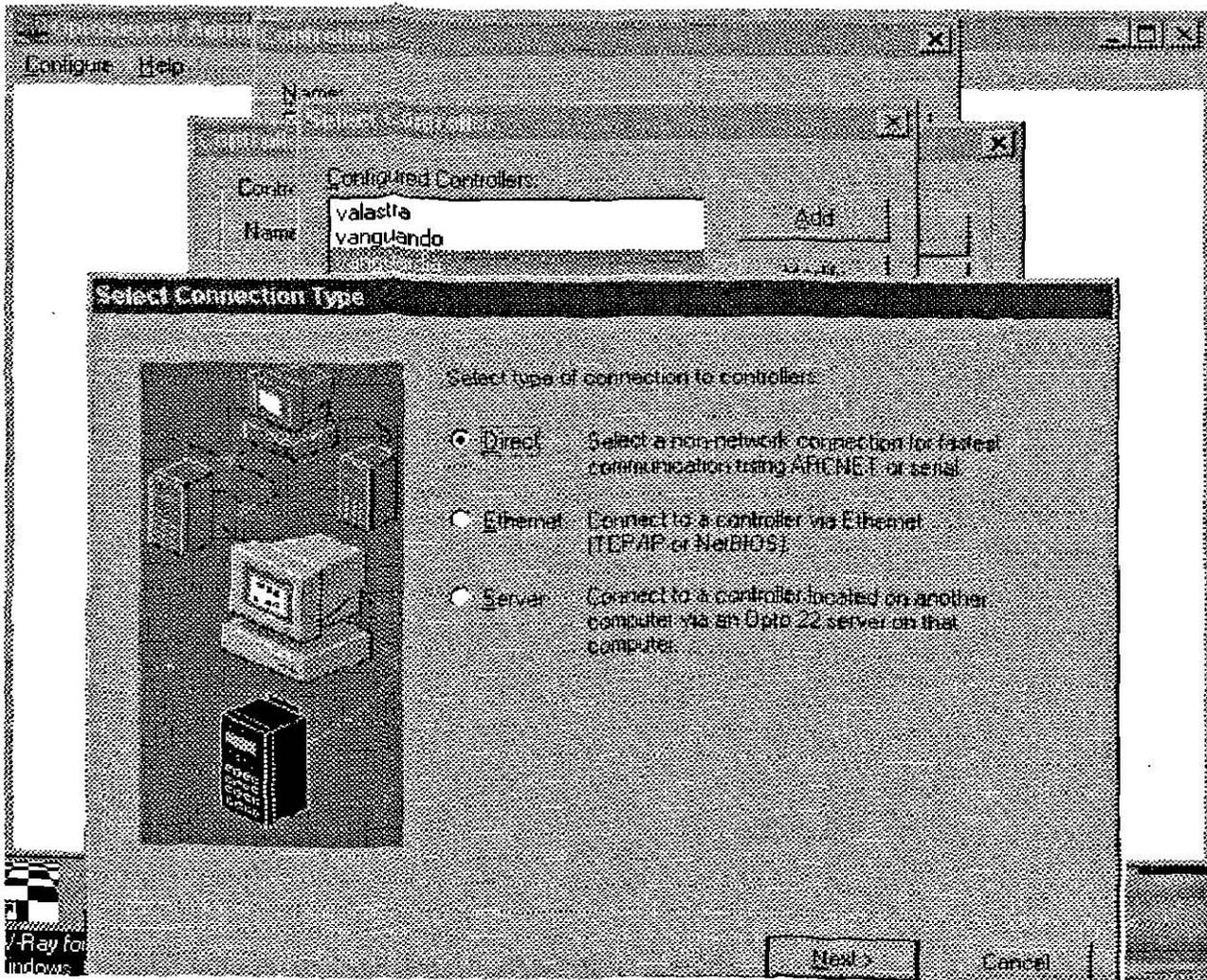


Fig. 5.7.4 Selección del tipo de Conexión.

En este diálogo se especifica que tipo de servicio estamos configurando, si es directamente conectado al controlador, si es conectado vía Ethernet, o si lo estamos configurando como servidor.

### 5.7.2.- Conexión Directa al Controlador.

La máquina directamente conectada al controlador será conexión **directa** y nos muestra los siguientes diálogos (Fig. 5.7.5) al apretar el botón "NEXT" de la configuración.

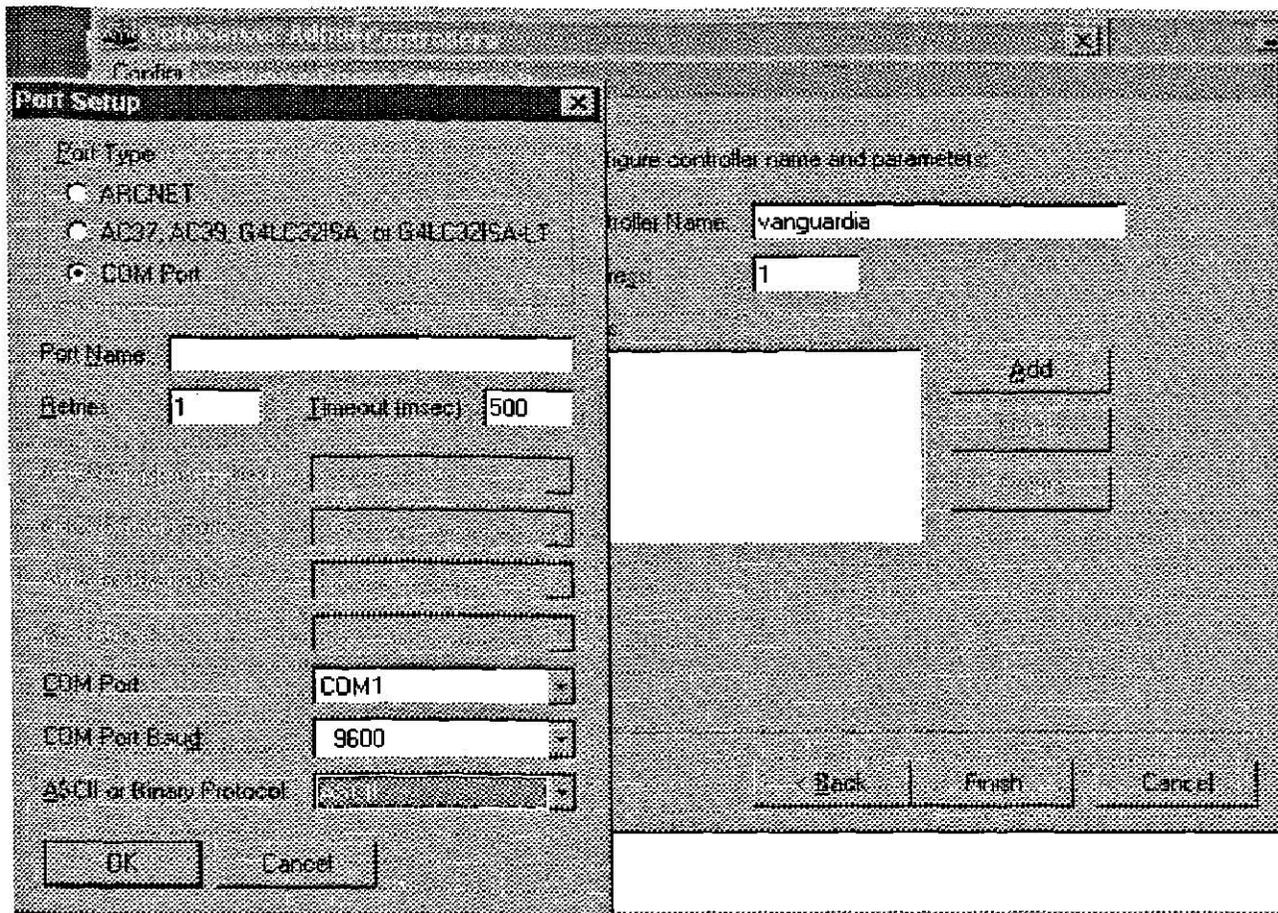


Fig. 5.7.5 Configuración del Puerto de Comunicación.

Aquí especificamos el puerto con el que se trabaja, (COM 1) la velocidad de transmisión con la cual se establece la comunicación (9600), y el formato en el cual se estará comunicando con el controlador (ASCII),

estos dos últimos datos deben de coincidir con los que se especificaron en el controlador.

Una vez capturados estos datos se pulsa el botón “OK”, y en la pantalla siguiente el botón de finalizar. Con esto finalizamos la captura del servidor, o la máquina principal que estará conectada físicamente al controlador.

Para que una computadora pueda acceder a los servicios del servidor principal y por lo tanto al controlador también se debe conectar de forma lógica a este, por medio de la red, esto se hizo conectándolas una como servidor de respaldo, y otra como estación de trabajo, ambas configuraciones se explican a continuación.

### **5.7.3.- Configuración Como Servidor**

Para conectar como servidor a la máquina se siguieron los primeros pasos antes descritos para configurar a la máquina principal, con las siguientes diferencias:

Cada una de las máquinas que accederán al controlador deben de tener la estrategia de control en su disco duro, esto no es imperativo, porque con la red de Windows, se puede acceder al directorio de la máquina principal, sin embargo esto crea demasiado tráfico en la red y disminuye el desempeño de todo el sistema, por lo que es mejor la primera opción.

Una vez configurado el controlador se modifica, siguiendo los pasos para la configuración del controlador principal, pero ahora al llegar al diálogo de tipo de conexión, tomamos la conexión tipo servidor (“SERVER”) como se muestra en la Fig. 5.7.6.

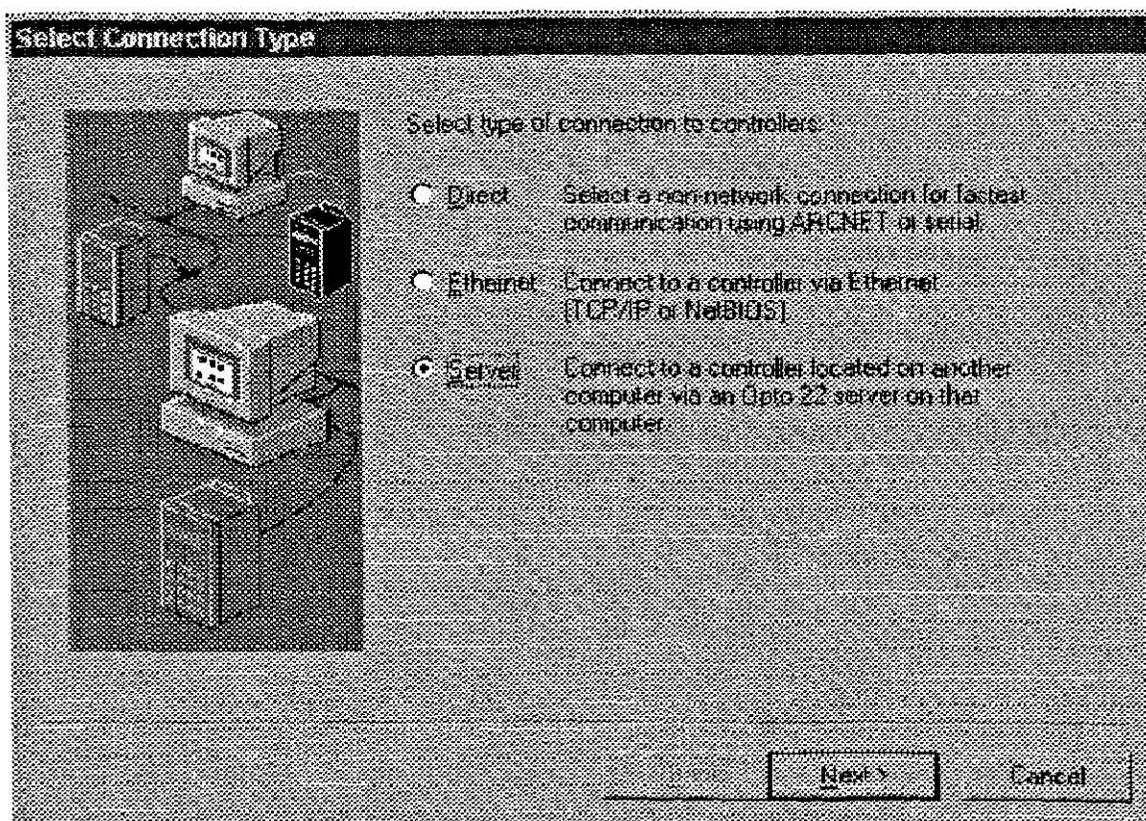


Fig. 5.7.6. Selección del Tipo de Conexión.

Presionamos el botón de ("NEXT") con lo que nos aparecerá el siguiente diálogo (Fig. 5.7.7).

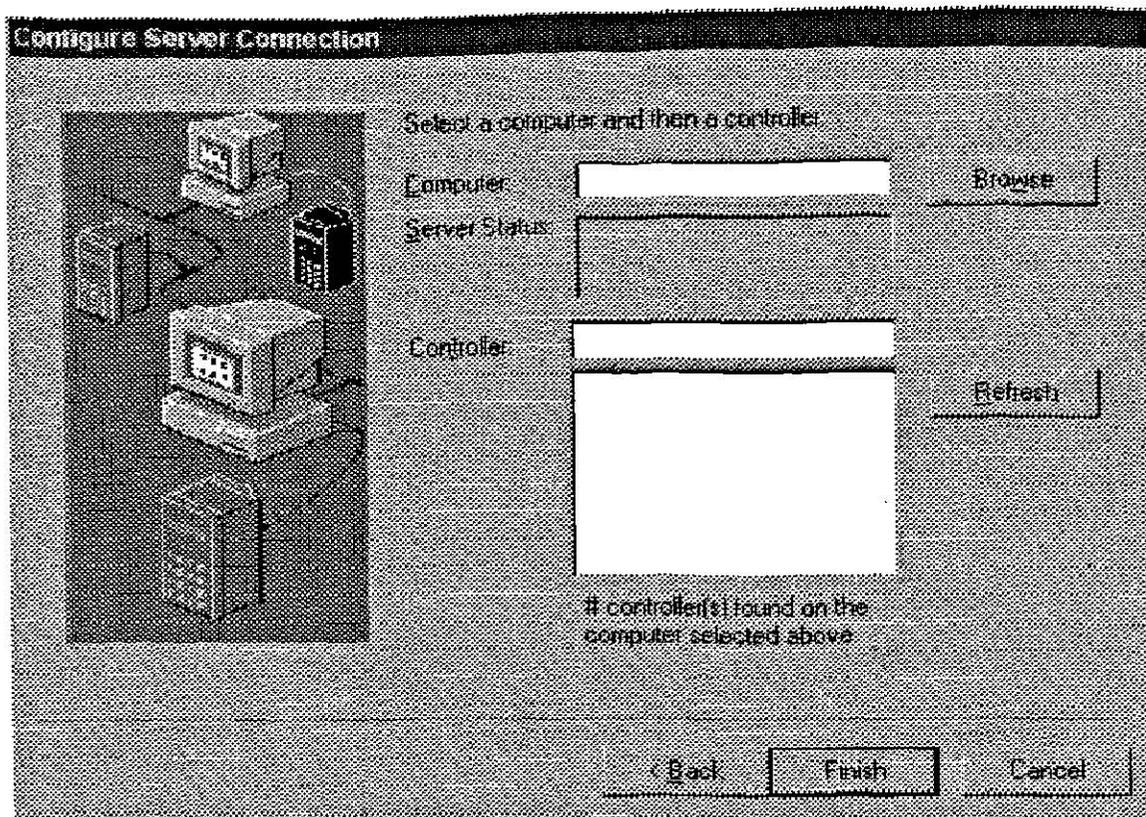


Fig. 5.7.7. Configuración de la Conexión del Servidor.

Aquí hacemos una búsqueda del controlador, buscando la computadora principal, la cual posee un nombre dentro de la red de Microsoft, en este caso es **control07** una vez encontrada la máquina aparecerán los controladores a los cuales está conectada, aquí es el controlador vanguardia.

Para finalizar apretamos el botón "Finish" y con esto queda configurada la plataforma de comunicación de nuestra terminal, cerramos todos los diálogos con el botón "OK".

#### 5.7.4.- Configuración para cliente OptoDisplay.

Para que nuestro sistema de nivel pueda ser visto en nuestra terminal, hace falta configurar el sistema de monitoreo, el cual trabajará sobre la plataforma de comunicaciones, para que esto suceda necesitamos decirle

donde se encuentran los controladores y la estrategia a seguir, esto es explicado a continuación.

Abrimos la aplicación OptoDisplay Configurator (figura 5.6.8).



Fig. 5.7.8. Secuencia de Apertura.

Una vez dentro de la aplicación accedemos al menú de “configure”, “controllers”, y nos desplegará un diálogo parecido a los diálogos de configuración del OptoServer como se muestra en la Fig. 5.7.9.

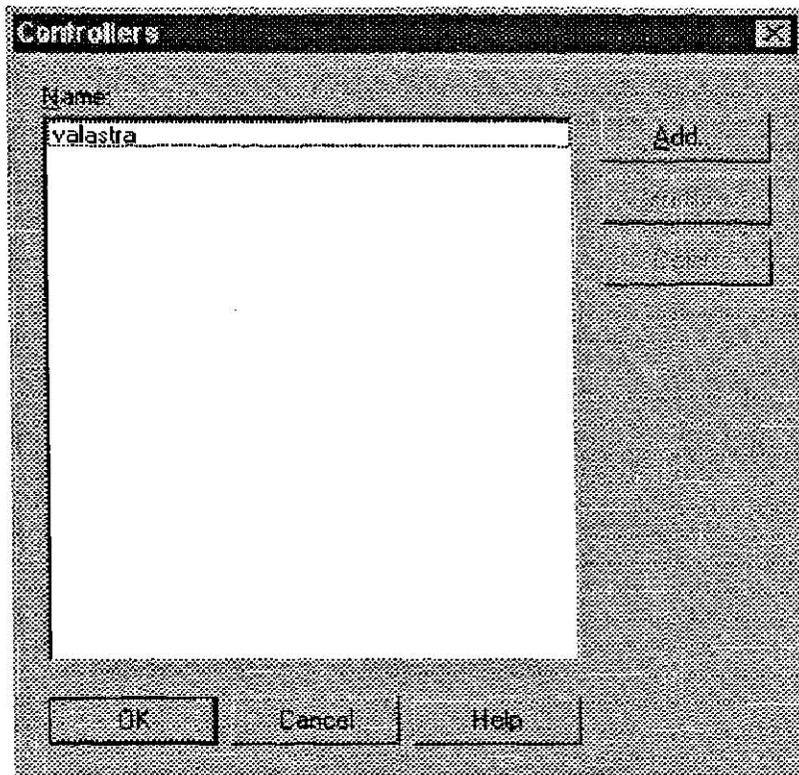


Fig. 5.7.9. Selección del Controlador.

Aquí deberá seleccionarse el controlador, y revisar si la configuración concuerda con la del OptoServer, por lo general deberá coincidir, a menos que se hayan hecho cambios en el OptoServer.

#### **5.7.5.- Configuración de tiempo de refrescado.**

El siguiente paso es configurar el tiempo de refrescado de pantallas, mientras se pida menos tiempo entre actualizaciones, la calidad de la animación será mejor, sin embargo, esto puede afectar el desempeño de la máquina principal, por lo que, dependiendo de la aplicación se puede sacrificar la animación por un mejor desempeño.

El refrescado de pantallas deberá ser menor o igual al refrescado en la máquina principal, para evitar choques de información, o peticiones de información que solamente disminuirán la velocidad de la máquina, y para los cuales no esta preparado el servidor.

En la configuración de intervalos de actualización de pantallas, se debe especificar el grupo de variables que se desean modificar, el intervalo de refrescado en segundos, minutos, etc. y la cantidad de tiempo entre una y otra, la siguiente figura 5.7.10 muestra los campos que se tienen que llenar para configurar el tiempo de actualización.

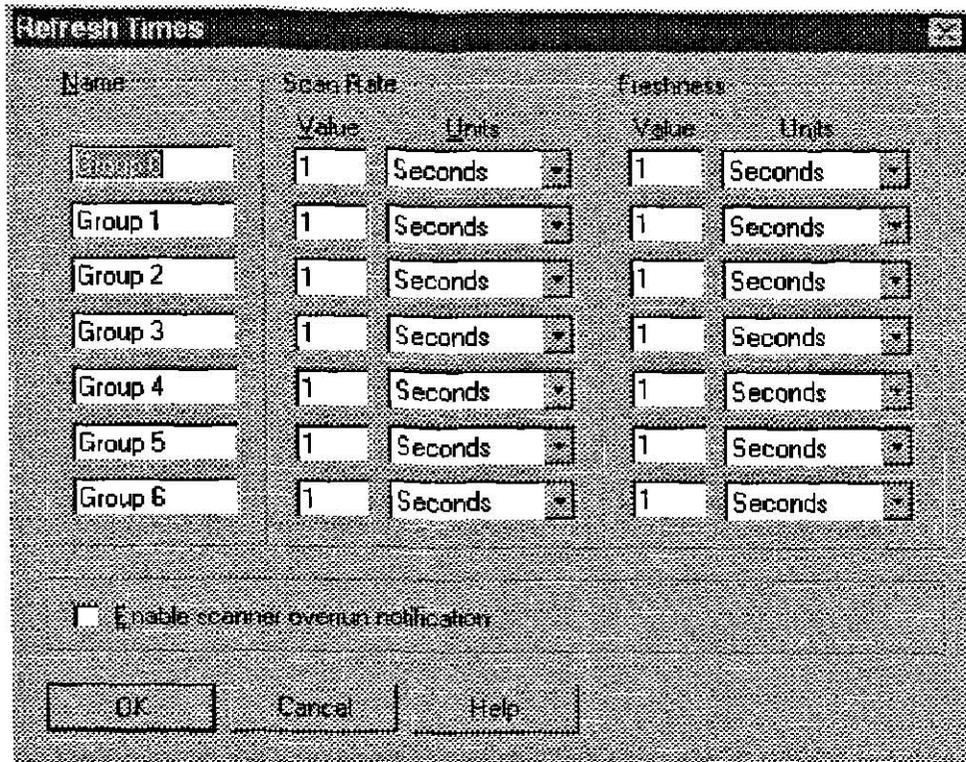


Fig. 5.7.10. Tiempo de Actualización de Información.

Una vez terminada esta configuración, se puede decir que nuestras terminales están listas para acceder al servidor de datos del controlador.

## 5.8.- Arranque y Pruebas del Sistema.

Ya una vez configurado el controlador, programada la secuencia de la estrategia, terminada la animación del proyecto e interactuarlo con la estrategia; mostraremos como arrancar nuestro proceso, con sus pruebas correspondientes.

Los pasos para el funcionamiento de nuestro sistema de control son los siguientes:

- ◆ Arrancar el **OptoControl**, seleccionar de la barra del menú principal la instrucción **Mode** y en seguida **Debug** y aparecerá la pantalla presentada a continuación en la Fig. 5.8.1.

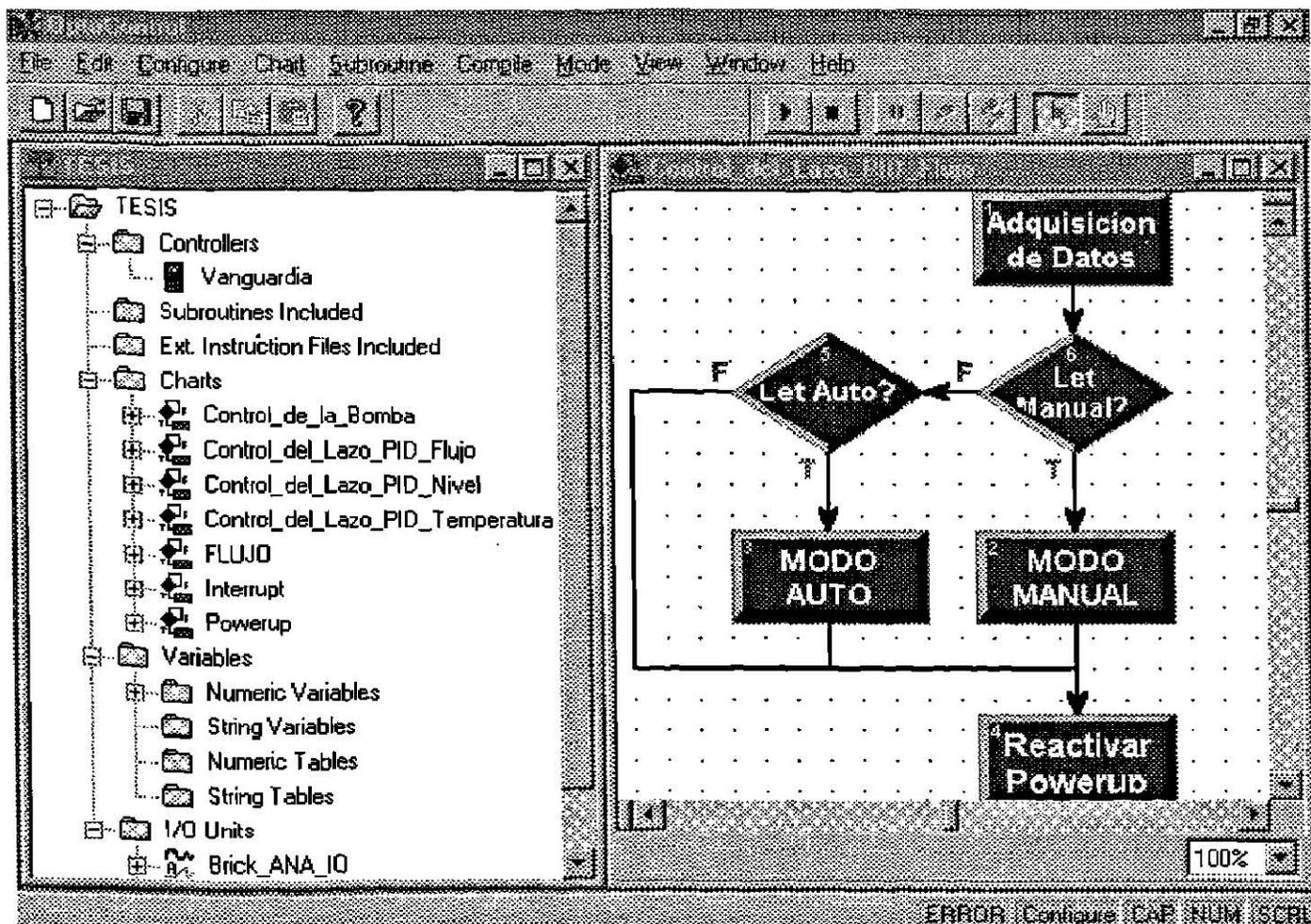


Fig. 5.8.1. Pantalla de Arranque de la Estrategia de Control.

Nuestra estrategia estará en funcionamiento al oprimir la tecla de arranque de la barra mostrada enseguida en la Fig. 5.8.2.

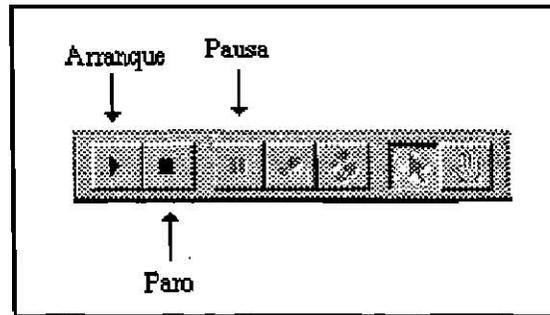


Fig. 5.8.2. Barra de Control de la Estrategia.

Una de las pruebas para determinar si nuestra estrategia esta funcionando correctamente, es revisar que no indique ningún error.

Pasada esta prueba, cerraremos nuestra hoja de trabajo, sin oprimir la tecla de paro, de la barra de control de la estrategia, ya que no es necesario, tenerla abierta, pues el controlador la tiene grabada en su memoria desde el momento que se oprimió la tecla de arranque.

- ◆ **Arranque del OptoDisplay Runtime**, siguiendo la secuencia siguiente mostrada en la pantalla de la Fig. 5.8.3.

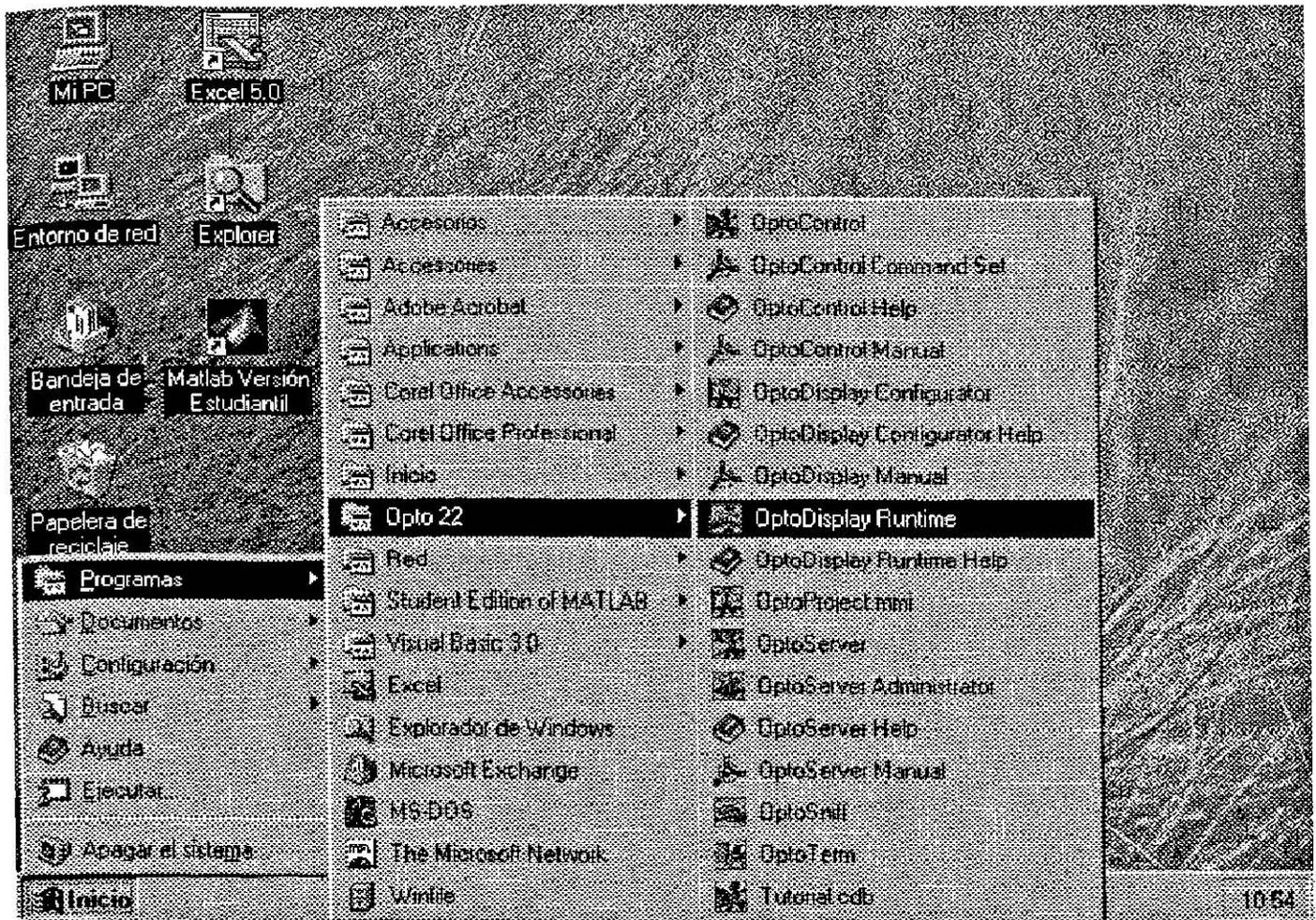


Fig. 5.8.3. Secuencia de Arranque del archivo **OptoDisplay Runtime**.

Después de haber arrancado la estrategia se activara el archivo **OptoDisplay Runtime**, para interactuar la animación con la estrategia.

Las pruebas para detectar el buen funcionamiento de la animación son:

- Asegurarse que no aparezca ningún letrero de error.
- Que aparezcan los cambios de color aplicados en los gráficos que cuenten con atributos dinámicos.
- Los valores visualizados en el monitoreo deben ser los mismos a los del proceso.

- ◆ Y por ultimo arrancar el OptoServer para la comunicación vía red, aplicando la secuencia presentada en la siguiente pantalla de la Fig. 5.8.4.

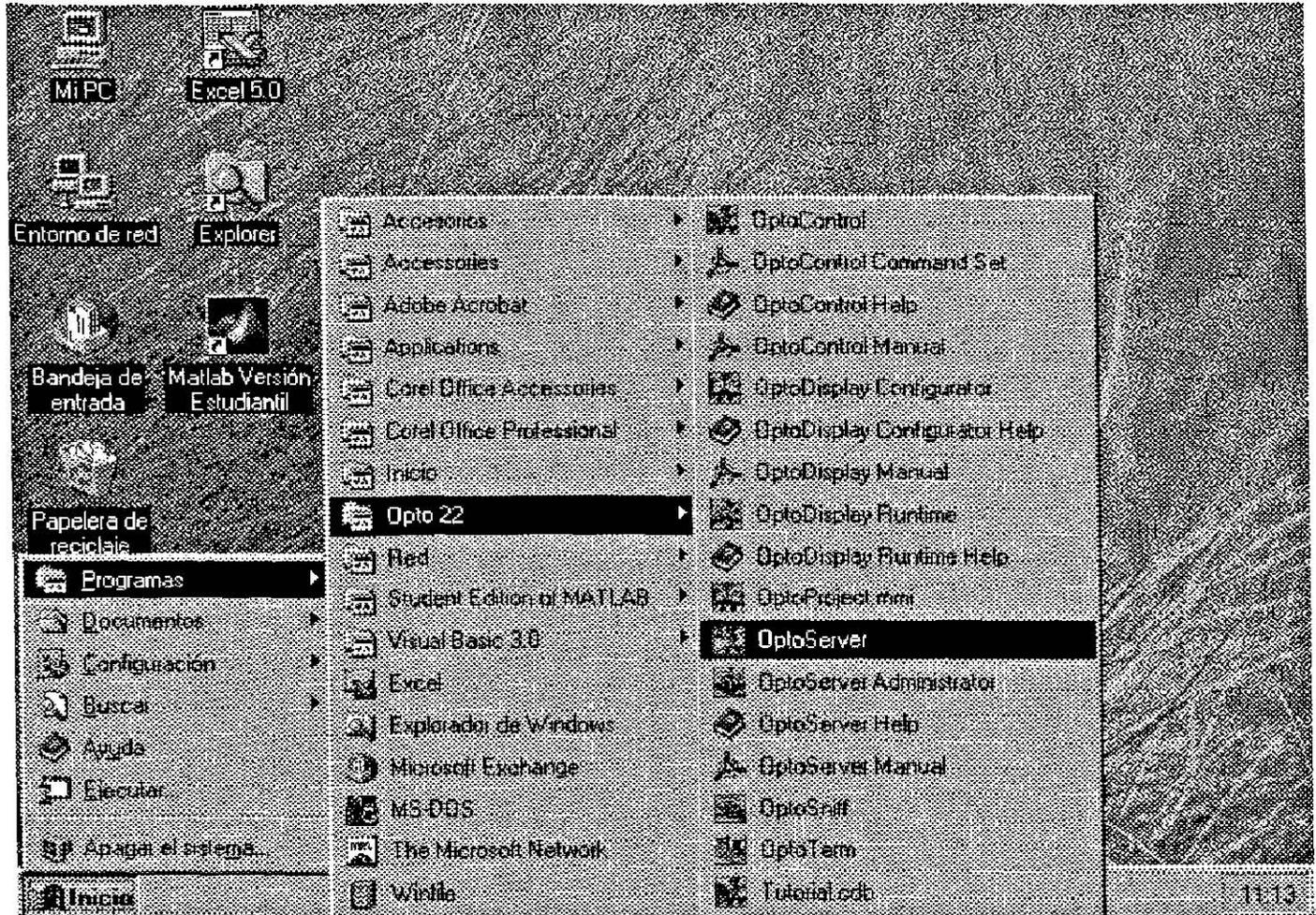


Fig. 5.8.4. Secuencia de Arranque del archivo OptoServer.

La prueba del OptoServer será la presentación del letrero “Startup Complete”, si esto es correcto, todo nuestro sistema de control esta funcionando perfectamente.

Una prueba final será la que nos demuestre que todo el control lo esta realizando el controlador, y esta será la desactivación de nuestra computadora maestra. Y el sistema deberá de estar funcionando normalmente.

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.

El desarrollo de la ingeniería en control nos ha llevado por varios caminos, sin embargo todo apunta a un control autónomo de las partes que conforman a un sistema, cada una de estas partes tendrán que comunicar sus resultados y estatus a un control supervisor, sin perder su autonomía, permitiendo de esta manera una respuesta más rápida, una adaptabilidad mejor y una facilidad de configuración modular superior a las existentes hoy en día. Para lograr esto es necesario una comunicación robusta, una forma rentable de establecer la transferencia de datos entre los entes que conforman el sistema de control. El desarrollo de las redes de comunicación nos dio las herramientas necesarias para la realización de ésta implementación.

### **La Implementación:**

La amabilidad del sistema permite su fácil desarrollo, lo cual lo hace un medio óptimo para la enseñanza de esta tecnología y todo lo que envuelve en un ambiente de aulas, nos permite la enseñanza de puntos críticos en un sistema de control, tales como, algoritmos, tiempos de respuesta, sintonización, etc. Además de la estética de los sistemas mostradas por las pantallas y la lógica de organización tan importantes en la práctica.

**Comentarios acerca de las aplicaciones con las cuales se puede continuar trabajando y desarrollando.**

Se logró la implementación en los protocolos TCP/IP, así como la red de Microsoft, sin embargo, la red Microsoft resultó más rápida debido a su naturaleza local, cuando se hizo la prueba en TCP/IP se logró un rendimiento pobre dentro de la misma red local, y cuando se probó desde otros puntos fuera del anillo de la FIME (Club de Informática FACPyA) no se pudo lograr una conexión, lo cual llevó a la suposición de que el tipo de enlace en TCP/IP es de "sockets" tipo "stream" con restricciones, lo cual impide una comunicación según su estándar debido al tráfico del anillo de la UANL.

En la actualidad existen algunos compañeros que continúan desarrollando este proyecto para la implementación de TCP/IP, y poder ampliar aún más, todas las ventajas con que ya se cuentan e incrementar las mejoras en nuestra Facultad (FIME).

Exito...

“Agradecemos al Departamento de Control y Computación, y a los diferentes Ingenieros que nos apoyaron en ditintas formas, todo lo logrado no hubiera sido posible sin el apoyo brindado por cada uno de ellos.”



**ENCUADERNACION  
MONTERREY, S.A. DE C.V.**

GALEANA 510 NTE. / MONTERREY, N.L.  
TELS.: 372-4207 Y 375-2382

