

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE
PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA PLANTA DE
TRANSFORMACIÓN DE TERMOPLÁSTICOS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

DARWIN FERNANDO BORJA VELA

DIRECTOR: ING. MARCO BARRAGAN

Quito, diciembre 2.001

DECLARACIÓN

Yo, Darwin Fernando Borja Vela, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

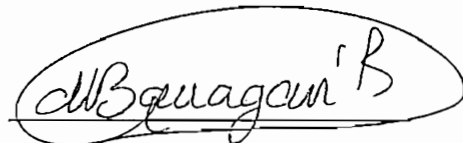
A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Darwin Fernando Borja Vela

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Darwin Fernando Borja Vela, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature appears to read "MBarragan" followed by a stylized flourish.

MSc. Marco Barragán

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros, por su entrega y dedicación a la noble tarea de educar.

A mi familia, por su apoyo incondicional y fraterno. En especial a mi esposa Elizabeth.

DEDICATORIA

A mis padres, por su abnegación y ejemplo.

Fernando.

CONTENIDO

Pag

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1	IMPORTANCIA DEL TEMA PROPUESTO	01
1.2	ALCANCE	03
1.3	CONTENIDO	04

CAPITULO 2

GENERALIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCION EN UNA PLANTA DE TRANSFORMACION DE TERMOPLASTICOS

2.1	INTRODUCCION	07
2.2	TERMOPLASTICOS	07
2.2.1	DEFINICIONES	07
2.2.2	CLASIFICACION DE LOS TERMOPLASTICOS	09
2.2.3	PROPIEDADES	10
2.2.3.1	Peso molecular	12
2.2.3.2	Distribución del peso molecular	12
2.2.3.3	Densidad	13

2.2.3.4	Temperatura Vicat	13
2.2.3.5	Efecto de las propiedades en el producto final	14
2.2.4	PROCESOS DE FABRICACION DE POLIMEROS	
	TERMOPLASTICOS	16
2.2.4.1	Polimerización	16
2.2.4.2	Poliadición	17
2.2.4.3	Policondensación	18
2.3	PROCESOS DE TRANSFORMACION DE	
	TERMOPLÁSTICOS	18
2.3.1	INYECCION	18
2.3.1.1	Unidad de inyección	20
2.3.1.2	Unidad de cierre	22
2.3.1.3	Unidad de expulsión	23
2.3.1.4	Sistema de control	24
2.3.1.5	Moldes	24
2.3.2	SOPLADO	25
2.3.2.1	Cilindro	28
2.3.2.2	Tornillo	29
2.3.2.3	Cabezal	31
2.3.2.4	Molde	33
2.3.2.5	Sistema de control	33
2.3.3	EXTRUSION DE PELICULA	33
2.3.4	OTROS PROCESOS	36
2.4	SITUACION GENERAL DE LAS PLANTAS DE	
	PRODUCTOS PLASTICOS EN EL ECUADOR	37
2.4.1	PLANTAS ESPECIALIZADAS EN UN SOLO PROCESO	38
2.4.2	PLANTAS QUE TRABAJAN CON VARIOS PROCESOS	38
2.4.3	EQUIPOS EXISTENTES PARA LOS DIFERENTES PROCESOS ..	39
2.4.3.1	Equipos auxiliares	39
2.4.3.2	Equipos para moldeo por soplado	41

2.4.3.3	Equipos para moldeo por inyección	41
2.4.3.4	Equipos para extrusión de película soplada	42
2.5	PUNTOS CRITICOS EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE PLASTICOS EN NUESTRO MEDIO	43
2.5.1	IRREGULARIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA	43
2.5.2	DIVERSIDAD DE FABRICANTES DE UNA MISMA RESINA	43
2.5.3	INCIPIENTE EXISTENCIA DE LABORATORIOS PARA ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA	44
2.5.4	INESTABILIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES	44
2.5.5	VARIACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MASA FUNDIDA EN LAS EXTRUSORAS	44
2.5.6	POCA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS	44
2.5.7	INEXISTENCIA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PRODUCCI[ON]	45
2.5.8	REGISTRO MANUAL DE DESPACHO	45
2.5.9	DEMANDA DEL MERCADO MUY VARIABLE.	45
2.5.10	CONTROL DE CALIDAD DEFICIENTE	46

CAPITULO 3

SISTEMA DE MONITOREO PROPUESTO

3.1	INTRODUCCION	47
3.2	CONCEPTOS GENERALES	47
3.2.1	MONITOREO DE VARIABLES	47

3.2.2	MONITOREO AUTOMATIZADO	48
3.2.3	CONSIDERACIONES DE HARDWARE	49
3.2.3.1	Monitoreo con tarjeta de adquisición de datos para PC	50
3.2.3.2	Monitoreo con sistema basado en microprocesador para propósito específico	51
3.2.3.3	Monitoreo con sistema basado en PLC	51
3.2.3.4	El sistema de monitoreo, del transductor al PC	52
3.2.3.4.1	<i>Transductor</i>	53
3.2.3.4.2	<i>Acondicionamiento de señales</i>	54
3.2.3.4.3	<i>Dispositivo de adquisición de datos</i>	54
3.2.3.4.4	<i>Canal físico de comunicación</i>	55
3.2.3.4.5	<i>Computador personal</i>	55
3.2.3.4.6	<i>Programa de adquisición de datos</i>	56
3.2.4	CONSIDERACIONES DE SOFTWARE	57
3.2.4.1	Factory Suite 2000 (Wonderware)	58
3.2.4.1.1	<i>Visualización (InTouch)</i>	59
3.2.4.1.2	<i>Control de procesos (InControl)</i>	60
3.2.4.1.3	<i>Recolección de datos</i>	60
3.2.4.1.4	<i>Almacenamiento de datos (Industrial SQL server)</i>	61
3.2.4.1.5	<i>Análisis de datos (SPC Pro)</i>	61
3.2.4.1.6	<i>Comunicaciones (Scout)</i>	61
3.2.4.2	Factory Link ECS (USDATA)	61
3.2.4.2.1	<i>Arquitectura del sistema</i>	61
3.2.4.2.2	<i>Sistema en tiempo real</i>	62
3.2.4.2.3	<i>WebClient</i>	63
3.2.4.2.4	<i>Stasticalprocess control</i>	64
3.2.4.3	LabView/BridgeView/Lookout (National Instruments)	64
3.2.4.3.1	<i>LabView (Laboratory virtual instrument engineering workbench)</i>	64
3.2.4.3.2	<i>Lookout</i>	64
3.2.4.3.3	<i>BridgeView</i>	65
3.2.4.4	Genesis (Iconics)	66

3.2.4.4.1	<i>GraphWorx (MMI)</i>	67
3.2.4.4.2	<i>AlarmWorx+ (alarmas)</i>	67
3.2.4.4.3	<i>TrendWorx+ (recolección de datos y tendencia)</i>	67
3.3	DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA	68
3.3.1	ARQUITECTURA	68
3.3.2	DISPOSITIVOS INVOLUCRADOS	69
3.3.2.1	Transductores	69
3.3.2.2	Hardware Fieldpoint	70
3.3.2.2.1	<i>Módulos E/S</i>	70
3.3.2.2.2	<i>Bases terminales</i>	70
3.3.2.2.3	<i>Módulos de red</i>	70
3.4	ADQUISICION DE DATOS	71
3.4.1	VARIABLES A SER MONITOREADAS	71
3.4.1.1	Recepción de materia prima	73
3.4.1.2	Preparación de mezclas	74
3.4.1.3	Procesamiento en máquina	74
3.4.1.3.1	<i>Horas de máquina encendida</i>	74
3.4.1.3.2	<i>Ciclo</i>	75
3.4.1.3.3	<i>Número de ciclos</i>	75
3.4.1.3.4	<i>Temperatura</i>	75
3.4.1.3.5	<i>Número de cavidades del molde buenas</i>	75
3.4.1.3.6	<i>Operador</i>	76
3.4.1.4	Totalización de producción	76
3.4.1.5	Entrega/recepción de producto terminado	76
3.4.1.6	Control de calidad	77
3.4.1.7	Mantenimiento	77
3.4.1.8	Tipos de entrada	77
3.4.1.9	Entradas digitales	77
3.4.1.10	Entradas analógicas	78
3.5	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	78

3.5.1	PLATAFORMA FÍSICA.....	78
3.5.1.1	Computador personal.....	79
3.5.1.2	Terminal gráfico.....	79
3.5.1.3	Tarjeta de red Fieldpoint.....	79
3.5.1.4	Llave física para Lookout.....	80
3.5.2	PLATAFORMA DE SOFTWARE.....	81
3.5.2.1	Lookout.....	81
3.5.2.2	Windows y Office.....	81
3.5.3	SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	82
3.6	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	82
3.6.1	REQUERIMIENTOS DEL USUARIO.....	82
3.6.1.1	Administrador.....	83
3.6.1.2	Supervisor.....	83
3.6.1.3	Operador.....	84
3.6.2	PRESENTACION EN PANTALLA.....	84
3.6.3	ELABORACION DE REPORTES.....	85

CAPITULO 4

PLANIFICACION DE LA REINGENIERIA EN PLANTA

4.1	HARDWARE.....	86
4.1.1	NECESIDADES EN PLANTA.....	86
4.1.1.1	Recepción de materia prima.....	87
4.1.1.2	Preparación de mezclas.....	89
4.1.1.3	Procesamiento en máquina.....	91
4.1.1.3.1	<i>Horas de máquina encendida.....</i>	91
4.1.1.3.2	<i>Ciclo y número de ciclos.....</i>	91
4.1.1.3.3	<i>Temperatura.....</i>	92

4.1.1.3.4	<i>Número de cavidades buenas del molde.....</i>	93
4.1.1.3.5	<i>Operador.....</i>	94
4.1.1.4	Totalización de producción.....	95
4.1.1.5	Entrega/Recepción de producto terminado.....	95
4.1.1.6	Control de calidad.....	95
4.1.1.7	Mantenimiento.....	96
4.1.2	SISTEMA FIELDPOINT.....	97
4.1.2.1	Bases terminales (FP-TB-1/2/3)	97
4.1.2.2	Módulo de entradas digitales (FP-DI-330)	98
4.1.2.2.1	<i>Cableado de campo.....</i>	98
4.1.2.2.2	<i>Circuito universal de entrada.....</i>	99
4.1.2.3	Módulo de entradas analógicas (FP-TC-120)	100
4.1.2.3.1	<i>Cableado de campo.....</i>	101
4.1.2.3.2	<i>Circuito de entrada</i>	101
4.1.2.4	Módulo de salidas a relés (FP-RLY-420)	102
4.1.2.4.1	<i>Conexión de campo.....</i>	103
4.1.2.4.2	<i>Circuito de salida</i>	103
4.1.3	INTERCONEXION SERIE.....	104
4.1.3.1	Interfaz de red RS-485 (FP-1001)	104
4.1.3.2	Tarjeta enchufable PCI para RS-485.....	106
4.1.4	DISPOSITIVOS ADICIONALES.....	106
4.2	SOFTWARE.....	107
4.2.1	ESTADO INICIAL.....	107
4.2.2	REQUERIMIENTOS INICIALES.....	107
4.2.2.1	Lookout 4.5.....	108
4.2.2.2	Fieldpoint 2.0.....	108
4.2.2.3	NI serie 1.45.....	109
4.3	CONSIDERACIONES DE COSTOS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	109
4.3.1	COSTO DE HARDWARE.....	110

4.3.2	COSTO DE SOFTWARE.....	110
4.3.3	COSTO DE CAPACITACION.....	111

CAPITULO 5

SIMULACION DE UNA APLICACION DEL MONITOREO

5.1	PROCESO A SER MONITOREADO.....	112
5.2	ESTRUCTURA FISICA.....	113
5.3	PROGRAMA PARA LA APLICACIÓN SIMULADA.....	114
5.3.1	CREACIÓN DE GRÁFICOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS PARA EL PROCESO.....	115
5.3.2	SELECCIÓN DE RECETAS EN LÍNEA, CARGADAS DESDE UNA HOJA DE EXCEL.....	117
5.3.3	SECUENCIA DEL PROCESO DE MEZCLA.....	118
5.3.4	SIMULACIÓN DEL FLUJO DE COMPONENTES.....	120
5.3.5	REPORTE DE LOTES.....	122
5.4	EVALUACION DE LA SIMULACION EFECTUADA.....	123

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.....	126
6.2	RECOMENDACIONES.....	128

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

ANEXO 1 Información técnica del hardware Fieldpoint

ANEXO 2 Programa fuente del ejercicio práctico de monitoreo

ANEXO 3 Manual de usuario de Lookout

RESUMEN

Se plantean las pautas para implementación de un sistema para adquisición de datos, tratamiento de la información y presentación de resultados en relación a las variables de los procesos de manufactura en una fábrica de productos plásticos en áreas como: moldeo por soplado, moldeo por inyección, extrusión de película soplada, termoformado, equipos auxiliares, etc.

Se efectúa una descripción general de los procesos de transformación en una planta de plásticos, con énfasis en el sector nacional y sus problemas. Se realiza el diseño del sistema de monitoreo de las variables más importantes, que son las que mayormente inciden en la eficiencia de la planta. Se describen algunas opciones de sistemas de monitoreo con representación en Ecuador, eligiendo uno de ellos para profundizar en su uso.

Además se estudia la reingeniería a desarrollarse en planta para la implementación del nuevo sistema, partiendo de la situación actual. Se evalúan necesidades y costos con el uso del software Lookout y el hardware Fieldpoint del fabricante National Instruments.

Por último se desarrolla un ejercicio práctico de monitoreo de variables con el uso de un computador personal y el sistema de National Instruments. Se aplica en la preparación de mezclas de materia prima.

PRESENTACION

La poca existencia de literatura para el sector de la industria plástica a nivel mundial, se evidencia por igual en el país. Para contribuir a suplir esta deficiencia se plantea el presente proyecto de titulación que trata del empleo de tecnología de punta en los procesos cotidianos ejecutados en una fábrica de plásticos.

El monitoreo de variables planteado, hace posible contar con información histórica y en tiempo real, que a su vez permitirá tomar decisiones adecuadas para incrementar la eficiencia de la planta. El empleo de computadores personales en combinación con software y hardware adecuado, constituyen una poderosa herramienta que brinda ventajas comparativas a las empresas que toman la decisión de dedicar recursos para diseñar e implementar tales sistemas.

El desarrollo de un ejemplo práctico, contribuye a la difusión de las bondades del uso de la tecnología en los procesos de fabricación, con la idea de incrementar el interés en los profesionales involucrados en el sector industrial plástico.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 IMPORTANCIA DEL TEMA PROPUESTO

En el mundo actual, es común hablar de globalización y competitividad, términos que son aplicados a todas las áreas del quehacer humano. Hoy por hoy, a las puertas del "Acuerdo para el libre comercio de las Américas" (ALCA) , se hace indispensable la generación de alternativas de mejoramiento en todas las áreas productivas del país, condiciones indispensables para la supervivencia de las empresas.

En particular se trata en este proyecto de titulación, de la planificación de un sistema de monitoreo de procesos de producción en una planta de transformación de termoplásticos, con la idea de contribuir al mejoramiento del sector de fabricación de productos plásticos en el Ecuador, para aportar a la inserción y mantenimiento de este tipo de empresas, en el cambiante y exigente mercado globalizador.

Dentro de cualquier línea de negocio, el uso de tecnología de punta que optimice los costos de producción, da lugar a ventajas competitivas frente a la competencia. En este tema en particular el empleo de las herramientas más adecuadas, para el monitoreo de procesos, posibilita el contar con información que permite tomar las mejores decisiones para incrementar la productividad y calidad de los productos fabricados.

El tema planteado se hace más importante aún, dada la escasez de literatura relacionada con el sector de la transformación de termoplásticos, pues lo poco que existe es contribución de autores extranjeros y no siempre actualizado.

Por otro lado, uno de los sectores de mayor crecimiento a nivel mundial, es el de la transformación de plásticos, y en el país no podía ser de otra manera, pues se ve que esta industria ha crecido en cantidad y calidad en todas sus variantes como son principalmente: inyección de cuerpos sólidos, soplado de cuerpos huecos, extrusión de película, termoformado, entre otros. El sector de mayor desarrollo es el de empaques flexibles y rígidos, pues la demanda mundial va siempre en aumento y, a decir de los especialistas, esta tendencia se mantendrá en el mediano y largo plazo.

Cada etapa del proceso de producción, contribuye al éxito global del desempeño de la planta de plásticos. Cuando una de estas etapas falla, la eficiencia global se afecta. A pesar de que un reporte de producción indica la eficiencia particular de una máquina, no existen en la mayoría de empresas procedimientos que indiquen sistemáticamente las causas que generan la pérdida de eficiencia. La tecnología electrónica moderna presenta varias alternativas para el monitoreo de variables que expresen el funcionamiento de las máquinas en tiempo real. La inversión en este tipo de sistemas automáticos lleva al aumento de productividad de la planta, lo que implica mayor rendimiento económico del negocio que le permitirá su expansión y por lo tanto permanencia en el tiempo.

Un sistema de monitoreo automático de variables moderno, permite disgregar la eficiencia de un proceso en sus partes constitutivas y por lo tanto da lugar a análisis más efectivos de la información recolectada. La toma de datos automática en sistemas complejos es confiable, frente a una recolección manual que es inexacta y hasta imposible.

La planificación de un sistema de monitoreo de tales características tendrá aplicación general dentro de las fábricas de plásticos. A futuro, la implementación de tal sistema permitirá determinar el estado de los procesos en planta, y en base a ello iniciar un proceso de automatización que ataque a los puntos más críticos dentro de la producción y genere mejoras inmediatas tendientes a conseguir eficiencia en la producción, buena calidad, satisfacción del cliente y por lo mismo permita a la

empresa afianzarse en el mercado y tender a competir con ventaja dentro de la globalización.

1.2 ALCANCE

El presente proyecto de titulación cubre la planificación de los pasos para implementar un sistema de monitoreo de los procesos de producción (manejo de materia prima, manufactura, control de calidad, bodegas, despachos, etc) en una planta de transformación de termoplásticos, que de manera general podría tratar con moldeo por inyección, soplado, termoformado, extrusión de película, etc.

Para el desarrollo de la planificación del sistema de monitoreo, se describe el sector al que se lo aplica, esto es, una planta de transformación de termoplásticos. En una planta de tal naturaleza, rara vez se trabaja con un proceso específico como sería por ejemplo: termoformado, extrusión, inyección, etc. Normalmente se cuenta con varias líneas en conjunto, así: inyección y soplado, extrusión e impresión, etc. Es decir, se combinan líneas complementarias y a veces diferentes. Esto se analiza en el entorno nacional para proponer el sistema de monitoreo enmarcado en la realidad del país.

El sistema de monitoreo propuesto está considerado para variables de procesos de producción en una planta de plástico. Entre los procesos mas importantes se refieren: ingreso de materia prima, manufactura por procesos diversos, control de calidad, manejo de bodega de materia prima y producto terminado, despacho, mantenimiento.

Se describen detalladamente las formas de transformación de termoplásticos, indicando las variables importantes a monitorear. En general en todos los procesos de manufactura se encuentran variables como: temperatura, flujo, presión, corriente, voltaje, posición, velocidad angular, etc. En los procesos complementarios a la

manufactura, se tienen: tiempo, peso, volumen, cantidad, propiedades cualitativas de materia prima y producto terminado, programación de despachos, existencia en bodegas, mantenimiento, etc.

Se proponen diferentes configuraciones del sistema de monitoreo de variables, considerando por separado la estructura física y lógica. Se realiza un análisis de las diferentes ofertas existentes en el mercado local. En el área de software, se evalúa la conveniencia técnica de varios sistemas como Lookout, Wonderware y Factory Link. Se describe el sistema desde la adquisición de datos, tratamiento de señales, comunicación, procesamiento central, tratamiento de la información y presentación de resultados.

Se describe el proceso a seguir para implementar físicamente el sistema diseñado. Se evalúa el hardware existente en planta que pueda ser empleado y el que se necesite adicionalmente. También se plantea el software adecuado para la etapa inicial y que a su vez permita un desarrollo futuro. Además se efectúa una referencia de costos del sistema planificado.

Como un ejemplo representativo de lo desarrollado, se expone un ejercicio práctico de simulación de monitoreo de un proceso de preparación de mezclas. Este ejercicio es desarrollado con el sistema de software Lookout y en hardware con Fieldpoint que son módulos de entrada/salida desarrollados por National Instruments.

1.3 CONTENIDO

Se inicia el desarrollo del proyecto en el capítulo 2 con la referencia general de los conceptos involucrados en la industria del plástico. Se dan definiciones de los diferentes termoplásticos de mayor uso en el medio local y mundial, indicando sus propiedades principales y clasificación. También se describen los procesos de

transformación de termoplásticos, siendo los más importantes: inyección, soplado y extrusión de película.

A continuación se comenta la situación general de las plantas de productos plásticos en el Ecuador, refiriendo los procesos con los que mayormente trabajan, los equipos con que cuentan y los puntos críticos en el proceso de transformación.

En el capítulo 3 se describe el sistema de monitoreo propuesto, haciendo una referencia inicial de los conceptos involucrados en el monitoreo de variables y los diversos sistemas disponibles. Se describe el hardware relacionado con un sistema de monitoreo automatizado así como el software de diferentes fabricantes, como son: Wonderware, National Instruments, USData, Iconics.

La descripción general del sistema de monitoreo incluye la arquitectura física y los dispositivos involucrados. En la parte de adquisición de datos se habla primero de las variables a ser monitoreadas como: recepción de materia prima, preparación de mezclas, procesamiento en máquina, totalización de producción, control de calidad, entrega/recepción de producto terminado, mantenimiento.

También se describe el tratamiento de la información recolectada y la presentación de resultados según los requerimientos del usuario.

En el capítulo 4 se trata sobre la planificación de la reingeniería en planta, lo que incluye hardware, software, dispositivos y equipos adicionales. En el hardware se refiere las necesidades en planta considerando un sistema distribuido y su interconexión. En cuanto a los equipos adicionales, se describe la necesidad de sensores y dispositivos para tratamiento de señales, adquisición y transmisión de datos, etc. En el área de software, se describe el estado actual de la empresa y los requerimientos adicionales para un sistema inicial. Como parte final se presentan consideraciones de costos del sistema propuesto.

En el capítulo 5 se desarrolla una simulación de una aplicación del monitoreo mediante un ejercicio práctico con el empleo del software Lookout y el hardware Fieldpoint, ambos del fabricante National Instruments, que presenta un costo inicial relativamente bajo, con una configuración básica útil para desarrollar una tarea de monitoreo y control de mediana complejidad. Se habla de una simulación por no ser implementado el ejercicio propiamente en planta sino únicamente a nivel de laboratorio.

El ejercicio planteado consiste en el proceso de preparación de mezclas de materia prima previo al procesamiento en máquina. Esta tarea es un trabajo en lotes que tiene aplicación general en diferentes industrias que trabajen con la preparación de recetas. Se describe su estructura física y el programa para la aplicación planteada, a través de la descripción de los diferentes objetos utilizados en el mismo.

Por último, en el capítulo final se presentan las conclusiones y recomendaciones relativas al tema desarrollado.

CAPITULO 2

GENERALIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCION EN UNA PLANTA DE TRANSFORMACION DE TERMOPLASTICOS

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se presentan los conceptos generales involucrados en una planta de fabricación de productos plásticos, así como una visión general de la situación en plantas de nuestro medio.

Se inicia con un enfoque de los termoplásticos como materia prima; revisando su clasificación, propiedades y métodos de fabricación. A continuación se tratan los diferentes procesos de transformación de termoplásticos, detallando sus características principales. Finalmente se refiere la situación de plantas tipo en nuestro medio, describiendo los equipos con que cuentan para los diferentes procesos de transformación con que trabajan.

2.2 TERMOPLASTICOS

2.2.1 DEFINICIONES

Se dice que un sólido tiene plasticidad cuando es capaz de cambiar su forma. De aquí una definición ampliamente aceptada para "plástico": "cualquier material de un grupo grande y variado consistente en su totalidad o en parte de combinaciones de carbono con hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y otros elementos orgánicos e inorgánicos que, siendo sólidos en su estado final, en cierta etapa de su procesamiento fueron líquidos, y por lo mismo capaces de tomar varias formas,

comunmente (pero no necesariamente) mediante la aplicación de calor y/o temperatura” (ROSATO, 1989: 56).

Los plásticos modernos son derivados de la industria petroquímica. Empleando como materia prima gas natural o derivados de petróleo y mediante procesos químicos, se fabrican materias primas en las llamadas industrias de primera y segunda generación y productos terminados en las industrias de tercera generación; así:

- La industria de primera generación entrega productos básicos como eteno, propeno, acetileno, benceno, tolueno, xileno, naftaleno, metanol, amoníaco, etc. Todos estos materiales son monómeros, átomos de diferentes elementos químicos enlazados para formar una molécula, a partir de los cuales por polimerización, se obtienen los polímeros respectivos.
- La industria de segunda generación transforma los productos básicos en productos intermedios como: caprolactama (intermedio para la producción de nylon), tolueno diisocianato TDI (intermedio para la producción de poliuretanos), dimetil tereftalato DMT (intermediario en la producción de poliéster), policloruro de vinilo PVC, polipropileno PP, polietileno de alta densidad HDPE, polietileno de baja densidad LDPE, poliestireno PS, etc. Todos estos materiales son los polímeros conseguidos por polimerización de los monómeros obtenidos en las industrias de primera generación.
- La industria de tercera generación, transforma los productos intermediarios en artículos para consumo diario tales como: envases, fundas, empaques, neumáticos, esponjas, tubos, perfiles, laminas, etc. De manera general, estas industrias emplean procesos de transformación como: soplado, inyección, extrusión, termoformado, etc.

De entre las varias maneras de clasificar a los plásticos, una de las más ampliamente aceptadas considera que los materiales plásticos se clasifican en termoplásticos, termofijos y elastómeros.

Los termoplásticos son “plásticos que después de acabados, pueden ablandarse y moldearse nuevamente por la acción del calor, volviéndose rígidos por enfriamiento” (LEXIS 22, 1.976: 254). Ejemplo de termoplásticos son el polietileno (PE) y polipropileno (PP).

Los termofijos, termoestables o termoendurecibles son “plásticos que después de terminados, no pueden ablandarse ni moldearse de nuevo por acción del calor” (LEXIS 22, 1.976: 254). Ejemplo de termofijos son el celuloide y la baquelita (resina fenol-formaldehído).

Los elastómeros o elastoplásticos son “plásticos que son elásticos y pueden estirarse a una longitud muy superior a la primitiva sin romperse” (LEXIS 22, 1976: 254). Ejemplos de elastómeros son el caucho, el nylon y en general hules naturales y sintéticos.

2.2.2 CLASIFICACION DE LOS TERMOPLASTICOS

Tomando en consideración la resina base, los termoplásticos pueden ser clasificados de acuerdo a lo indicado en la tabla 2.1 (BODINI, 1992: 14).

Las diferentes resinas termoplásticas son adecuadas para diferentes procesos de transformación. Así por ejemplo, las poliolefinas son las más ampliamente usadas en moldeo por soplado, sin embargo también existen poliolefinas adecuadas para moldeo por inyección o para extrusión de película. En general, partiendo de estructuras similares, las resinas termoplásticas con ciertas variaciones en sus propiedades principales, son más o menos adecuadas para un determinado proceso de transformación.

RESINA TERMOPLASTICA	SIMBOLO ISO 1043	DENOMINACION
Acrílica	PMMA	Polimetil - metacrilato
Celulósica	CA CAB CP	Acetato de celulosa Acetobutirato de celulosa Propionato de celulosa
Estirénica	PS SB ABS SAN*	Poliestireno Poliestireno alto impacto Acrinitrilo - butadieno - estireno Acrilonitrilo - estireno
Vinílica	PVC PVAC	Cloruro de polivinilo Poliacetato de vinilo
Poliiolefínica	PE PP	Polietileno Polipropileno
Polioacetálica	POM	Poliacetal (polio - simetileno)
Poliamida (nylon)	PA 66 PA 6 PA 610 PA 11 PA 12	Poliamida 66 Poliamida 6 Poliamida 610 Poliamida 11 Poliamida 12
Policarbonato	PC	Policarbonato
Poliéster Termoplástico	PBTP PETP	Polibutilén - tereftalato Polietilén - tereftalato
Polifenilénica	PPO	Polióxido de fenileno
Poliuretano (con estructura lineal)	PUR	Poliuretano termoplástico
Resina Fluoro - carbónica	FEP ETFC PCTFE	Fluoro etileno - propileno Tetrafluoroetileno - etileno Trifluoroetileno - policloro

Tabla 2.1 Clasificación de los termoplásticos de acuerdo a su resina base

2.2.3 PROPIEDADES

Las resinas termoplásticas presentan varias características que determinan su procesabilidad en las diferentes técnicas de transformación. Entre las propiedades más importantes se tienen: temperatura de fusión, densidad, peso molecular, distribución del peso molecular, sensibilidad de cizallamiento, etc. Estas propiedades tienen influencia directa en las características de los artículos finales como: resistencia química, claridad, impacto, flexibilidad, brillo, impermeabilidad a gases y líquidos, etc. Las propiedades de los productos

acabados pueden ser mejoradas con aditivos y modificadores que se mezclan con el polímero base.

Las propiedades de los termoplásticos son determinadas esencialmente por la tecnología de catalizantes y el proceso de fabricación utilizado para producir un grado específico de resina. Provieniendo de hidrocarburos, los termoplásticos están compuestos básicamente de átomos de hidrógeno y carbono. Por ejemplo, para el polietileno, estos átomos se combinan para formar el monómero de etileno C_2H_4 como en la figura 2.1.

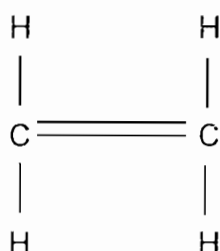


Fig. 2.1 Estructura molecular del monómero de etileno

En el proceso de polimerización, se quiebra el enlace doble que une a los átomos de carbono. Bajo las condiciones apropiadas, estos enlaces se reforman con otras moléculas de etileno para formar largas cadenas moleculares que resultan en la resina de polietileno.

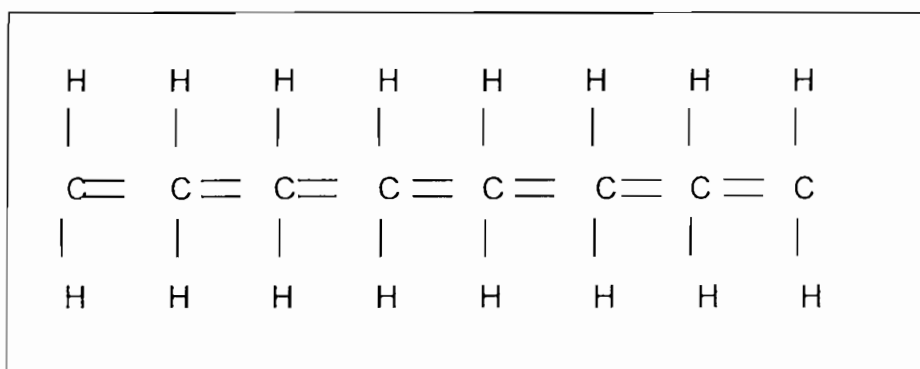


Fig. 2.2 Cadena molecular del polietileno

La polimerización de los monómeros crea una mezcla de cadenas moleculares tridimensionales de varios largos, con algunos cientos de miles de unidades de monómeros. Estas cadenas de moléculas, tienen disposiciones relativas entre sí, ordenadas (estado cristalino) o desordenadas (estado amorfo). En realidad, un polímero tiene una mezcla de cadenas en estado cristalino y amorfo que afectan muchas propiedades de él, incluyendo el peso molecular relacionado con el índice de fluidez, la densidad relacionada con la cristalinidad y la distribución del peso molecular.

2.2.3.1 Peso molecular

Esta propiedad depende del grado de polimerización, o tamaño de las cadenas macromoleculares del polímero, que indica el número de monómeros que son combinados para formar la cadena macromolecular. Todos los termoplásticos presentan un grado mediano de polimerización, o sea, presentan macromoléculas de diferentes tamaños en el orden de los miles de moléculas del monómero. Este parámetro puede ser representado y evaluado a través del índice de fluidez (MI), el cual expresa la facilidad que tiene el material para fluir durante el proceso.

El índice de fluidez, se expresa en términos de volumen de material que fluye por unidad de tiempo a temperatura y presión estándares. La norma ASTM D1238 define índice de fluidez como "el peso de polietileno que fluirá en un extrusor modelo en 10 minutos, a una temperatura de fundición de $190 \pm 0,2$ grados centígrados y una presión de 2160 gramos (ROSATO, 1.989: 754). El valor de índice de fluidez es inversamente proporcional al peso molecular promedio de la resina. A mayor índice de fluidez, mayor rendimiento en kilos por hora a través de un proceso de extrusión.

2.2.3.2 Distribución del peso molecular

Una resina puede tener una distribución de peso molecular (DPM) estrecha o amplia. El primer caso hace referencia a una distribución de cadenas

poliméricas de longitud aproximada al promedio. Por el contrario un polímero tiene distribución amplia de peso molecular cuando sus cadenas son de varias longitudes alejadas del promedio.

Las resinas con distribución estrecha presentan mejor característica de resistencia al resquebrajamiento. Las resinas con distribución amplia tienen mejores propiedades de impacto y procesabilidad.

2.2.3.3 Densidad

La mezcla de áreas cristalinas y amorfas que conforma un polímero termoplástico ayuda a su procesamiento en un túnel de extrusión. Un termoplástico completamente amorfo se comportaría como una grasa, en tanto que uno totalmente cristalino sería duro y quebradizo.

En los polímeros el grado de cristalinidad es proporcional a su densidad. Por ejemplo las resinas polietileno de alta densidad (PEAD), tienen cadenas moleculares con comparativamente pocas ramificaciones que por lo mismo se agrupan más apretadamente. El resultado es una cristalinidad de hasta el 95 %, lo cual hace que su densidad varíe entre 0,941 y 0,965 g/cm³. Otro ejemplo es la ligera cristalinidad del cloruro de polivinilo (PVC), que hace que su procesamiento sea difícil, necesitándose mayores temperaturas y compresión en el túnel de extrusión.

2.2.3.4 Temperatura Vicat

Cuando se trata de determinar una figura de temperatura de trabajo de un polímero, más que el rango de temperatura de fundición de la resina, es común hablar de la temperatura o punto de ablandamiento Vicat.

El punto Vicat es la temperatura a la que una aguja de punta plana penetra una pieza de determinada resina, bajo una carga determinada, usando una tasa uniforme de incremento de temperatura.

En la tabla 2.2. se pueden ver valores típicos de las características principales de los termoplásticos más usados.

RESINA	FABRICANTE	GRADO	DENSIDAD g/cm ³ ASTM D1505	IND. FLUIDEZ dg/min. ASTM D1238	TEMP. VICAT °C ASTM D1525
LLDPE/PEL	RESILIN	11U4	0,9215	1,4	96
HDPE/INY	RESILIN	2710	0,95	18	120
LLDPE/RO T	RESILIN	8305	0,932	3	110
LDPE/PEL	QUANTUM	NA 940- 085	0,918	0,25	
HDPE/INY	QUANTUM	LS 3150- 000	0.955	17	123
PP/INY	QUANTUM	PP 8312- KO		10	
LLDPE/RO T	QUANTUM	PA 436- 016	0,935	5,5	
HDPE/SOP	QUANTUM	LH 7350- 00	0,953	0,35	128
PVC/SOP	PRIMEX	VB50	0,76		
PET/INY- SOP	EASTMAN	9921W	1,4		
PS/INY	DEXTON	502		12,2	98

Tabla 2.2 Valores típicos de algunas propiedades de los termoplásticos.

2.2.3.5 Efecto de las propiedades en el producto final

Las propiedades inherentes, de la materia prima usada para la fabricación de determinado artículo final, dan lugar a diferentes características de estos. Así por ejemplo, resistencia a la rayadura o al ataque químico.

Se habla de estas características resultantes, tanto para la misma materia prima como para productos terminados. Por efectos prácticos, se analizan estas características relacionadas con los productos para usuario final antes que con el mismo polímero. Las características más importantes que se aprecian en un producto terminado son:

- a. Apilamiento.- También llamado rigidez o carga. Es la resistencia a ser apilado sin colapsar, que presenta el producto cuando está lleno.
- b. Tracción.- Resistencia del artículo a un estiramiento axial.
- c. Impacto.- Resistencia a fisurarse en la caída, cuando el envase está lleno y tapado con su contenido.
- d. Rayadura.- Resistencia del producto terminado a ser rayado.
- e. Dureza.- Apariencia no plástica del producto.
- f. Flexibilidad.- Facilidad del producto para ser cambiado de forma a temperatura ambiente.
- g. Resquebrajamiento bajo tensión ambiental.- Resistencia a ser quebradizo por efectos del medio ambiente o del contenido del envase.
- h. Permeabilidad.- Capacidad de evitar la migración del contenido del envase a través de sus paredes.
- i. Contracción.- Porcentaje de disminución de medidas del producto cuando se enfría luego de ser moldeado.
- j. Brillo.- Lustre o resplandor del producto
- k. Transparencia.- Capacidad de verse a través del producto los objetos.

En la tabla 2.3. se observa el efecto en las características del producto final por variación de las propiedades principales de los termoplásticos explicadas anteriormente.

Propiedad	Aumenta Índice fluidez	Aumenta densidad	Más estrecha DPM
Apilamiento/Rigidez	Disminuye	Aumenta	Lig. Mayor
Tracción	Disminuye	Aumenta	Lig. Mayor
Impacto	Lig. Menor	Disminuye	No definido
Rayadura	Lig. Menor	Mucho mayor	Igual
Dureza	Lig. Menor	Mucho mayor	Aumenta
Flexibilidad	Disminuye	Igual	Aumenta
Resquebrajamiento	Disminuye	Disminuye	Aumenta
Permeabilidad	Lig. Menor	Disminuye	Igual
Contracción	Disminuye	Aumenta	Igual
Brillo	Aumenta	Aumenta	Igual
Transparencia	Aumenta	Disminuye	Igual

Tabla 2.3 Efecto de las propiedades físicas de las resinas termoplásticas sobre sus propiedades mecánicas y procesamiento.

Como ejemplo de fabricación empleado, Quantum Chemical Corporation fabrica su resina de polietileno de baja densidad mediante polimerización. Este proceso se ilustra en la fig. 2.4. donde el gas etileno de alta pureza, producto colateral de la refinación de petróleo o extraído de mezclas de gas licuado etano-propano, es bombeado a los reactores de polimerización de alta presión y alta temperatura donde se cataliza y se polimeriza convirtiéndose en polietileno. El LDPE formado fluye a un separador en donde se retira el gas no utilizado. Luego el polietileno va a un extrusor mezclador donde se añaden los aditivos antes de la granulación. El LDPE formado fluye a un separador en donde se retira el gas no utilizado. Luego el polietileno va a un extrusor mezclador donde se añaden los aditivos antes de la granulación.

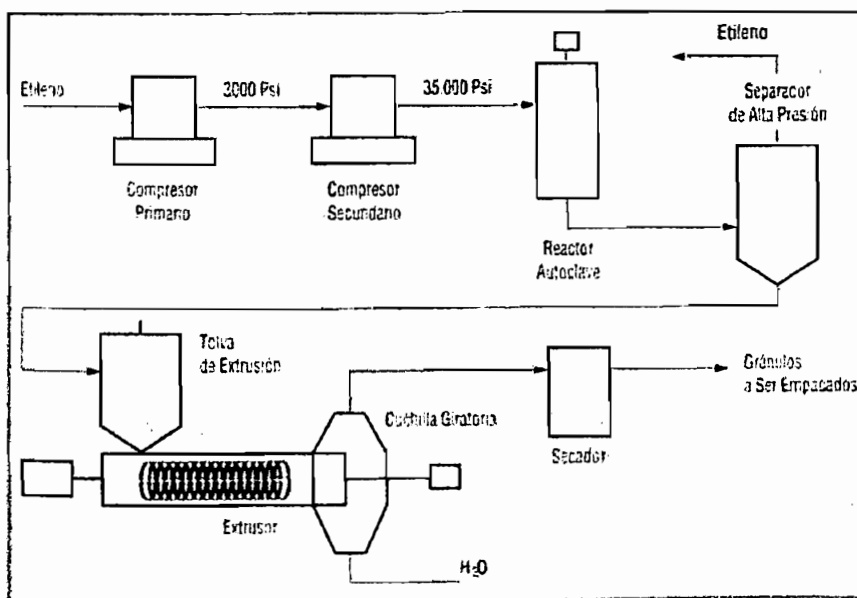


Fig. 2.4 Fabricación de LDPE en un reactor autoclave

2.2.4.2 Poliadiición

Este proceso consiste en el enlace entre los grupos reactivos sin eliminación de moléculas y, frecuentemente, con transposición de un átomo de hidrógeno.

2.2.4.3 Policondensación

En este proceso se da un enlace entre los grupos reactivos con eliminación de pequeñas moléculas. Generalmente se elimina agua; aunque también amoníaco, cloruro de hidrógeno, etc.

2.3 PROCESOS DE TRANSFORMACION DE TERMOPLASTICOS

Una vez revisados los procesos de fabricación de materias primas termoplásticas, que se efectúan en las industrias petroquímicas de segunda generación, se describen brevemente los procesos de transformación de termoplásticos en productos terminados, llevados a cabo en las industrias petroquímicas de tercera generación.

2.3.1 INYECCION

La técnica más antigua de transformación de plásticos es el moldeo por inyección, pues su origen se remonta a los experimentos en 1.868 de John Wesley Hyatt con el celuloide en una máquina de moldeo por compresión.

En el moldeo por inyección, el termoplástico en forma de gránulos (a veces de polvo), es alimentado en una tolva que entrega el material a un túnel de plastificación/inyección de la máquina. El plastificado de la resina se consigue por aplicación de presión y calor. La mezcla así fundida se inyecta a presión y velocidad controlable, en el molde cerrado, tomando la forma previamente maquinada en él. El material una vez inyectado en el molde es enfriado por unos segundos, después de lo cual se abre el molde y se expulsa la o las piezas terminadas.

El tiempo que le toma a la inyectora en conformar una pieza, desde que carga el material hasta que expulsa, se denomina tiempo de ciclo. El ciclo en una máquina moderna con funcionamiento automático se resume en el diagrama de la figura 2.5.



Fig. 2.5 Ciclo de inyección

Son cuatro las partes más importantes de una inyectora de plástico: unidad de inyección, unidad de cierre, unidad de expulsión y sistema de control. Para la fabricación de piezas de excelentes características, a más de materia prima y

máquinas inyectoras de calidad se debe disponer de moldes adecuados. En la figura 2.6. se aprecia una inyectora con sus diferentes partes constitutivas, las mismas que se describen a continuación.

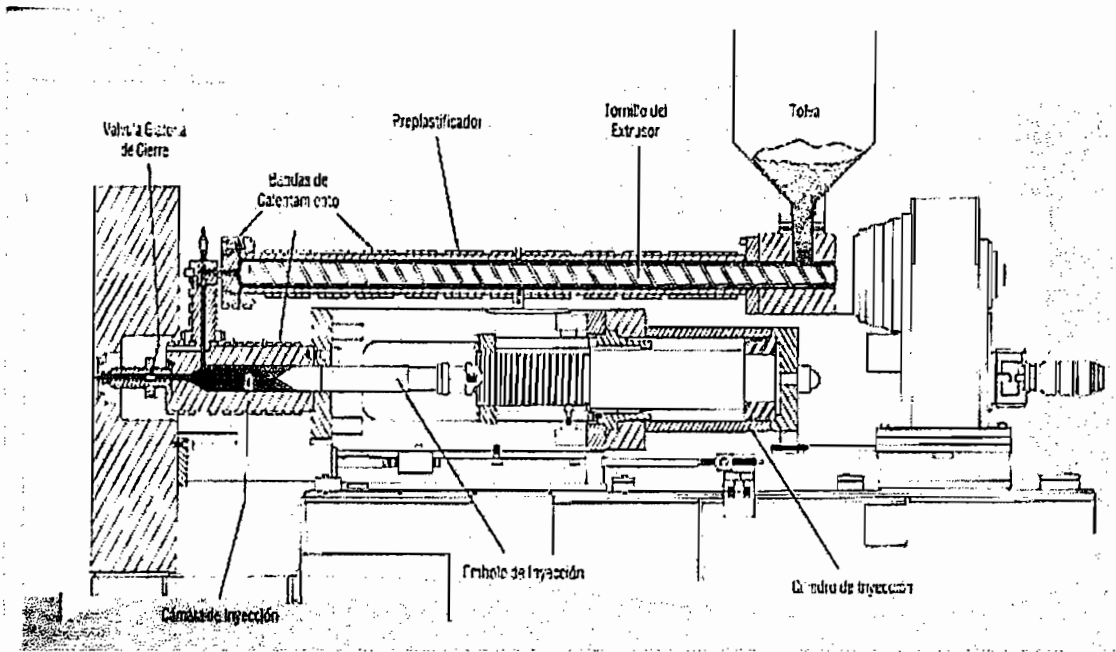


Fig. 2.6 Máquina para moldeo por inyección

2.3.1.1 Unidad de inyección

La unidad de inyección, también llamada carro, es en realidad la unidad de mezcla, plastificación e inyección del material dentro del molde cerrado. Actualmente, casi la totalidad de las inyectoras son de tornillo recíprocante (también llamado husillo). Los tornillos, en función de la capacidad de volumen de material inyectado por ciclo, van de diámetros de 20 a 200 mm, con longitudes de 10 a 30 veces su diámetro. En la figura 2.7. se observan típicos diseños de tornillos para inyección de polietileno.

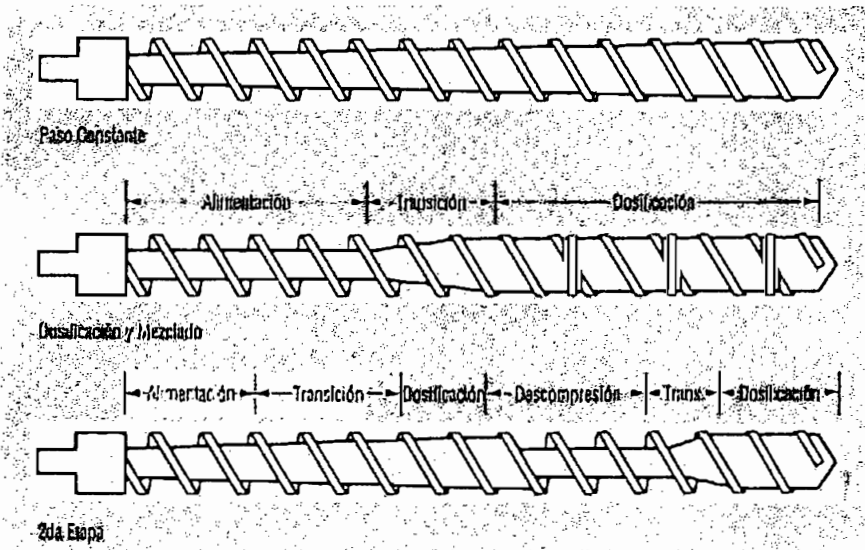


Fig. 2.7 Tornillos para inyección de PE

Inicialmente el tornillo, a la vez que gira, comienza a retroceder dentro de la camisa o túnel. Los gránulos de resina van hacia adelante por los canales que tiene el tornillo; rodando, mezclándose y comprimiéndose a medida que avanzan y los canales se hacen menos profundos. Por efecto del calor de las cintas de calentamiento que envuelven el túnel y por fricción con las paredes de la camisa y el mismo tornillo, la resina se funde. El tornillo deja de girar cuando el volumen de la masa fundida producida delante de su punta, es suficiente para llenar completamente la cavidad del molde. Esta cantidad de material se denomina tamaño de la carga, y el período durante el cual gira el tornillo se llama tiempo de carga. Por último desplazando el tornillo sin girar, hacia adelante, la colada se inyecta en el molde cerrado.

En una unidad de inyección, los parámetros más importantes que la especifican son:

- Peso de inyección teórico, que se expresa como tamaño máximo de la carga para poliestireno (PS) de uso general.
- Capacidad de plastificación, que referida al PS se da en Kg./h.
- Diámetro del tornillo.

- d. Carrera del tornillo, que es la distancia que puede recorrer en su movimiento recíprocante.

En la tabla 2.4, se dan valores típicos de los parámetros de la unidad de inyección, para máquinas de la empresa WELLTEC IND. EQUIPMENT LTD. de diferentes tonelajes (presión máxima de la unidad de cierre).

TONELAJE	50	200	400	1600
DIAMETRO TORNILLO (mm)	28	56	75	130
VOL INYECCION TEORICO (cm ³)	84	603	1373	10255
PESO INY. TEORICO (PS) (g)	78	557	1287	9476
MAXIMA PRESION INY. (Kg/cm ²)	2008	1848	1792	1822
VOLUMEN DE INY. CALCULADO (cm ³ /s)	61	240	319	1145
CAPACIDAD DE PLASTIFICACION (Kg/h)	28	174	248	913
VELOCIDAD MAX. ROTACION (rpm)	180	190	135	100
CARRERA DEL HUSILLO (mm)	138	245	311	773

Tabla 2.4 Características de la unidad de inyección

2.3.1.2 Unidad de cierre

La característica más importante de la unidad de cierre, es la fuerza máxima con que puede mantener cerrado el molde de inyección. Esta fuerza se conoce más comúnmente como tonelaje, siendo una tonelada de fuerza equivalente a 10 KN. Otros parámetros importantes que determinan la unidad de cierre son:

- Carrera de cierre, que es la distancia máxima que puede desplazarse la placa portamolde móvil.
- Grosor de molde máximo y mínimo que puede alojarse en la unidad.
- Separación entre platos o placas portamolde.

- d. Distancia entre columnas sobre las que se desliza la placa móvil.
- e. Carrera del expulsor, que es la distancia máxima que puede recorrer el expulsor del producto terminado.

En la tabla 2.5 se especifican valores típicos de las características principales de la unidad de cierre de inyectoras WELLTEC de varios modelos.

TONELAJE	50	200	400	1600
FUERZA DE CIERRE (KN)	500	2000	4000	16000
CARRERA DE CIERRE (mm)	250	440	620	1500
GROSOR MAX. DEL MOLDE (mm)	140	200	300	800
GROSOR MIN. DEL MOLDE (mm)	265	500	650	1500
DISTANCIA ENTRE COLUMNAS (mm)	325	520	740	1400
DIMENSION DE PLATOS (mm)	500	785	1050	2120
POTENCIA EXPULSOR HIDRAULICO (KN)	27	62	80	370
CARRERA EXPULSOR HIDRAULICO (mm)	75	125	150	400

Tabla 2.5 Características principales de la unidad de cierre

2.3.1.3 Unidad de expulsión

La pieza formada en el interior del molde, debe ser expulsada una vez que el molde abre.

Para la expulsión existen básicamente dos opciones: sistemas hidráulicos que mueven un eje o una placa expulsora o válvulas neumáticas que accionan un soplo de aire a presión que golpea a la pieza formada y la desmolda.

2.3.1.4 Sistema de control

El proceso de moldeo por inyección demanda diferentes tipos de instrumentos de control y monitoreo. Los controles de temperatura, presión, tiempo, posición y velocidad, están sujetos a amplios rangos de variación de las condiciones de operación y, a pesar de ello, son muy precisos pues detectan pequeñas desviaciones.

Atrás han quedado los controles electromecánicos para dar paso a los controles basados en microprocesador que pueden incorporar todos los controles para las unidades de inyección, compresión y moldeo, y mantener el proceso dentro de las condiciones preseleccionadas. Si las condiciones exceden los límites establecidos, se activan las alarmas y/o se detiene el proceso. Estos sistemas de control en lazo cerrado producen moldeados de muy alta calidad con gran rendimiento en la producción.

El control de presiones y velocidades es efectuado con el uso de sistemas hidráulicos de acción proporcional en lazo cerrado. De igual manera, la posición de carro, tornillo y molde se controla en lazo cerrado mediante potenciómetros lineales o codificadores rotativos.

El sistema de control también puede ofrecer opciones como: control estadístico de la producción, puertos de comunicación, control de robots para sacar el producto, control de cargadores de material, etc.

2.3.1.5 Moldes

En el proceso de inyección, tiene igual importancia que la materia prima seleccionada y la máquina inyectora, el molde que conforma la masa fundida en el producto terminado.

Existen básicamente dos tipos de moldes de inyección: colada caliente y colada fría.

En el molde de colada caliente, los conductos internos tienen un sistema de calentamiento que permite mantener la colada fundida, con lo cual la pieza que se expulsa es normalmente la terminada o en ciertos casos con una pequeña parte adicional correspondiente al canal de ingreso del material unido a la pieza.

En el molde de colada fría, la porción de resina fundida que ingresa al molde llena los canales y también se endurece, con lo cual las piezas expulsadas caen unidas por esta espiga.

La mayoría de moldes de inyección son muy complejos por el diseño y por los aceros con que se los fabrica. Cada componente del molde debe ser maquinado y acabado sobre dimensiones exactas, en el orden de las centésimas de milímetro y considerando la contracción que tienen las piezas moldeadas cuando ya expulsadas, se enfrían afuera, en el transcurso de las horas.

En la actualidad existen herramientas poderosas para el maquinado de moldes complejos de varias cavidades y de formas complejas que pueden ir desde moldes para inyectar docenas de tapas para botellas hasta piezas de ingeniería como partes para la industria aeroespacial. La herramienta de fabricación que más ha facilitado el diseño y fabricación de moldes sin duda se fundamenta en el uso de veloces computadoras con programas CAD/CAM que permiten el diseño, simulación dinámica del comportamiento de la colada dentro del molde, así como la manufacturación automática en centros de mecanizado CNC.

2.3.2 SOPLADO

A finales del siglo anterior, con el entusiasmo de los resultados obtenidos en el moldeo por compresión, se inició el trabajo en una nueva técnica para moldeo de piezas plásticas huecas a partir de una manga de polímero preformado.

El ciclo de moldeo de un termoplástico por soplado puede ser dividido en cuatro etapas (Fig. 2.8), y que se describen a continuación.

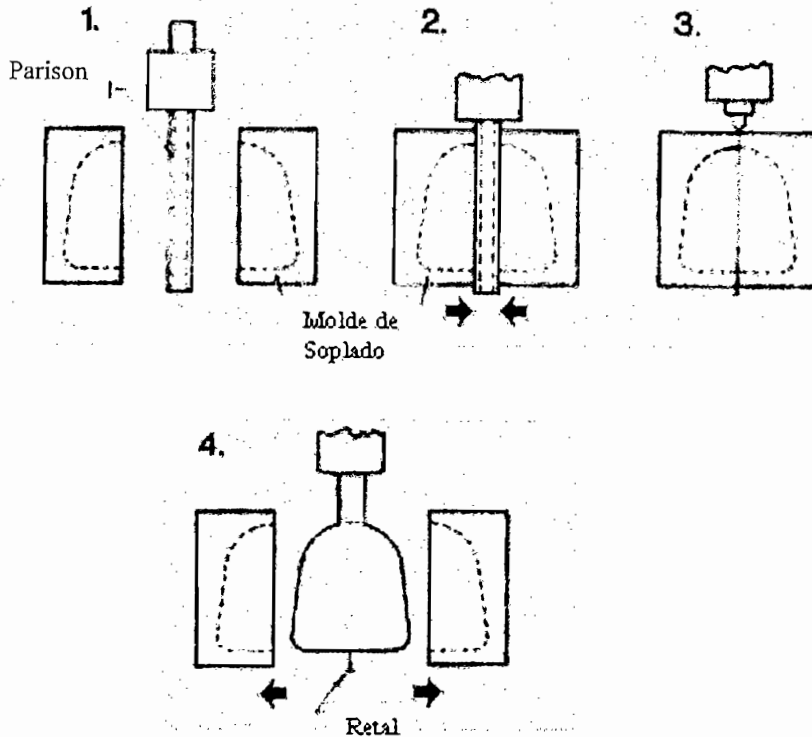


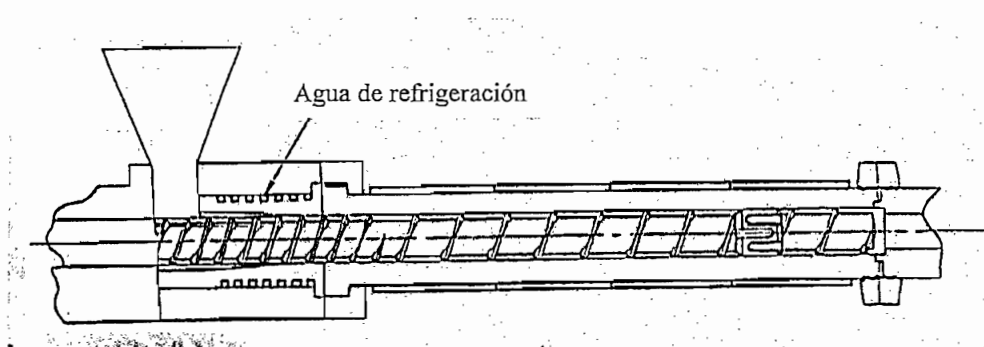
Fig. 2.8 Etapas del proceso de moldeo por soplado

1. El material fundido en un túnel de extrusión, pasa al cabezal de la sopladora, de donde sale en forma de manga con un diámetro y espesor de pared, determinado por la matriz y a una velocidad controlada que regula a su vez la longitud requerida para el cuerpo soplado. Esta manga conocida como "parison" desciende entre las dos mitades del molde abierto en la posición superior de un sistema de subida bajada comunmente en un plano inclinado.
2. Habiendo alcanzado el parison la longitud requerida, el molde cierra a su rededor, se corta la manga en la parte superior con una cuchilla en caliente o en frío, y el molde desciende hasta quedar alineado con la estación de soplado.

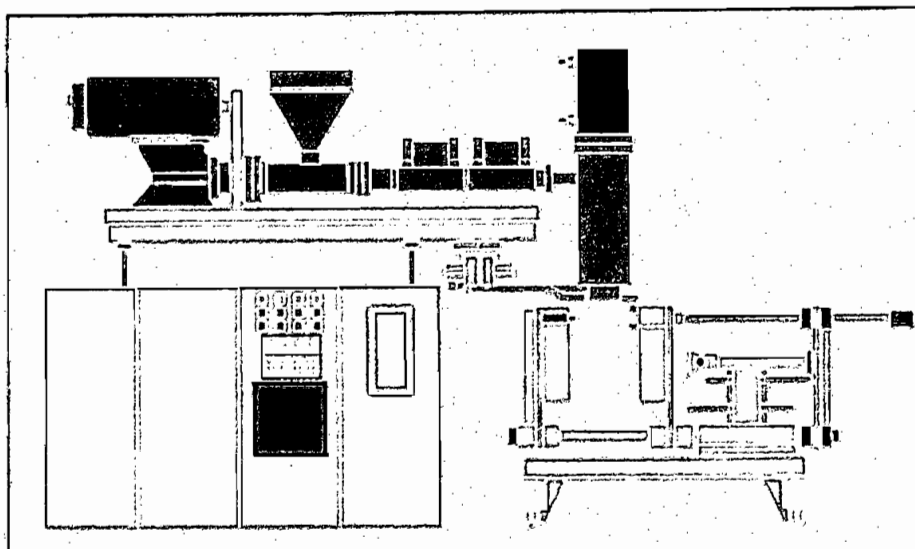
3. En la estación de soplado, un pin baja y hace contacto hermético con la entrada del molde aprisionando la parte superior del parison en una área circular del molde que generalmente es una rebaba pegada al cuello del envase. Enseguida se sopla aire a presión (usualmente a 0,7 MPa) a través del pin de soplado, logrando que el parison se expanda hasta tocar las paredes del molde y por lo mismo tome su forma hueca.
4. En cuanto se termina el soplado, se espera un corto tiempo de enfriamiento de la pieza soplada por efecto de las paredes frías del molde que tienen canales internos por los que fluye agua fría (en el orden de 8°C). Se descomprime la presión interna, se abre el molde y se retrae el pin de soplado con lo cual la nueva pieza cae verticalmente.

Los pasos indicados anteriormente pueden tener cierta variación según el fabricante de la máquina y el proceso de soplado. Lo indicado anteriormente es aplicable a un proceso de extrusión continua pero también existen máquinas con tornillo recíprocante en las cuales la manga no fluye continuamente sino intermitentemente. En los últimos años se ha incrementado el soplado de PET con máquinas que a la vez inyectan preformas o que usan preformas preinyectadas y por lo mismo ya no extruyen un parison.

En la figura 2.9 se esquematiza una sopladora convencional (para PE) en la que se tienen las siguientes partes más importantes:



A. Corte transversal de un extrusor



B. Esquema general

Fig. 2.9 Máquina para moldeo por soplado

2.3.2.1 Cilindro

Se trata de una cámara cilíndrica dentro de la cual es transportado y plastificado el material a través del giro del tornillo, el cual es accionado por un sistema motovariador / caja reductora. El tornillo gira en el orden de las decenas de RPM, velocidad controlada por motores AC con inversores de frecuencia.

El cilindro es fabricado en aceros especiales muy resistentes al desgaste por fricción que se da especialmente cuando se procesa PVC. Frecuentemente la camisa, nombre también usado para el cilindro, es interiormente cromada, nitrurada o recubierta con cerámica para mejorar sus propiedades antidesgaste y corrosión.

Existen básicamente dos tipos de cilindros, los lisos y los ranurados. Los lisos tienen su interior completamente liso. Los ranurados presentan surcos en la región de alimentación del material con lo cual se aumenta la velocidad de ingreso del mismo. Para evitar una plastificación de la materia prima, que bloquearía la

entrada al cilindro, se provee en esta área un circuito de refrigeración mediante agua fría.

El calor necesario para la plastificación del material puede originarse en dos fuentes:

- a. Calentamiento externo al cilindro que puede ser por resistencias eléctricas, vapor o aceite caliente.
- b. Fricción generada entre las moléculas de la resina y de la resina con el interior del cilindro.

Es más común tener un calentamiento por resistencias eléctricas por ser más fácilmente controlable, rápido, de baja inversión inicial y de fácil mantenimiento. El cilindro se divide en zonas de calentamiento con control individual de temperaturas mediante controladores de temperatura en lazo cerrado.

Dado el alto calor generado por fricción dentro de la camisa, para un buen control del perfil de temperatura, es necesario tener un sistema de enfriamiento del cilindro. El más utilizado es el enfriamiento por ventiladores, aunque también se tienen sistemas de enfriamiento por canales helicoidales alrededor de la camisa por los que circula agua o aceite. Los controladores de temperatura gobiernan a los ventiladores y calentadores para hacer ajustes muy precisos de la temperatura a lo largo de la camisa.

2.3.2.2 Tornillo

El tornillo en conjunto con la camisa, constituyen el elemento más importante en el proceso de extrusión, pues de su buen desempeño dependerá la calidad de la masa fundida y consecuentemente del producto final. En la figura 2.10 se pueden apreciar las tres partes en que se divide un tornillo: alimentación o transporte, compresión o plastificación, y regulación o dosificación.

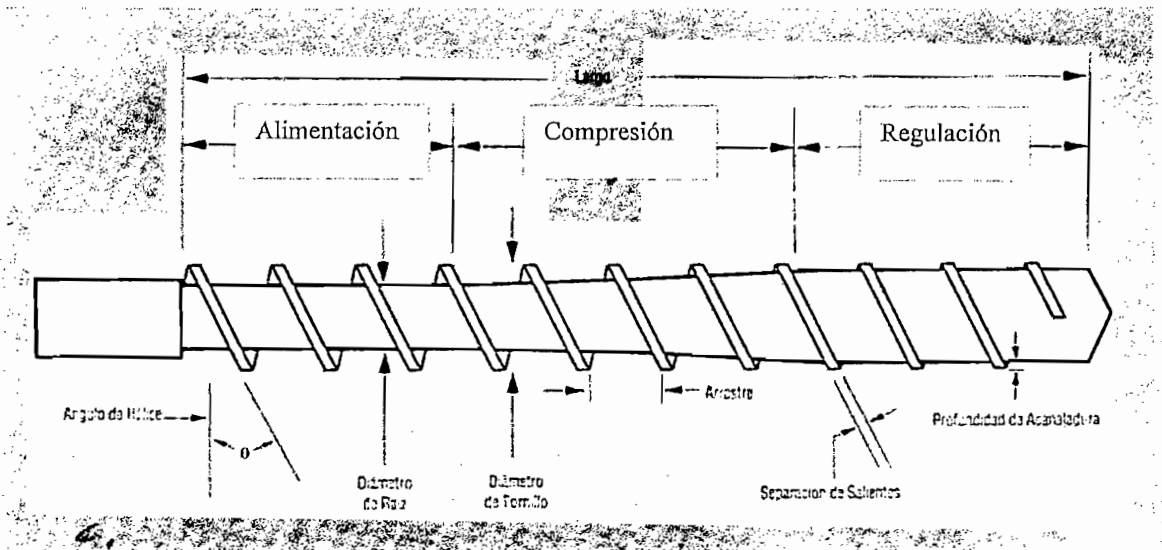


Fig. 2.10 Tornillo para extrusión de polietileno (PE) en un proceso de soplado

La profundidad del canal o filete es máxima en la sección de alimentación, disminuye gradualmente en la zona de compresión y finalmente se mantiene constante en la zona de dosificación. La zona de alimentación, ingresa desde la tolva la materia prima sólida y lo transporta a las zonas subsecuentes del cilindro. La zona de compresión, compacta y funde el material a la vez que empuja el aire residual hacia atrás. La zona de dosificación, homogeniza la masa ya fundida, proporcionándole uniformidad de temperatura y dosifica el flujo de material hacia la matriz proporcionando un flujo uniforme y sin pulsaciones.

Las características fundamentales de un tornillo son: relación longitud a diámetro (L/D) y razón o tasa de compresión. La relación L/D en los tornillos de extrusión van de 16 hasta $30D$ con diámetros de 30 a 90 mm. La tasa de compresión es la razón entre los volúmenes de material contenido en pasos de las zonas de alimentación y dosificación. Tasas de compresión típicas para polietileno (PE) son 1:2,5 o 1:3,2.

Basándose en las características del extrusor y otros parámetros importantes, se puede definir a una máquina de soplado. Los principales

parámetros se indican en la tabla 2.6 para máquinas de 1 y 5 litros fabricadas por la empresa Sintraco Co. Ltd. de Thailandia.

	UNID.	VK 750	VK 5000
CAPACIDAD MAX. SOPLADO	cm ³	1.000	5.000
CICLOS POR MINUTO EN VACIO	CICLOS	30	12
DIAMETRO DEL TORNILLO	mm	38	70
VELOCIDAD DEL TORNILLO	RPM	0-120	0-100
RELACION L/D DEL TORNILLO	RAZON	22	20
MOTOR DEL TORNILLO	HP	10	30
MOTOR SISTEMA HIDRAULICO	HP	7,5	10
CALENTADORES	ZONAS	3	5
DIMENSIONES MAX. DE MOLDE	mm	235X250	400X400
CARRERA DE CIERRE DE MOLDE	mm	130	225
ESPESOR DEL MOLDE	mm	135	250
FUERZA DE CIERRE DE MOLDE	TON	1,9	11
DIAMETRO MAX. DE MATRIZ	mm	60	150
PRESION DE AIRE NECESARIA	BAR	5-7	5-7
CONSUMO DE AIRE	l/m	200	800
CONSUMO MEDIO DE ENERGIA	KWH	12	33

Tabla 2.6 Características principales de una máquina sopladora

2.3.2.3 Cabezal

El material plastificado que fluye desde el extrusor, ingresa a un cabezal en donde da un giro de 90 grados para descender verticalmente. Mediante una matriz interna al cabezal, el material sale en forma de manga con diámetro y espesor adecuados. En la figura 9 se esquematiza un cabezal de flujo axial con sus partes constitutivas.

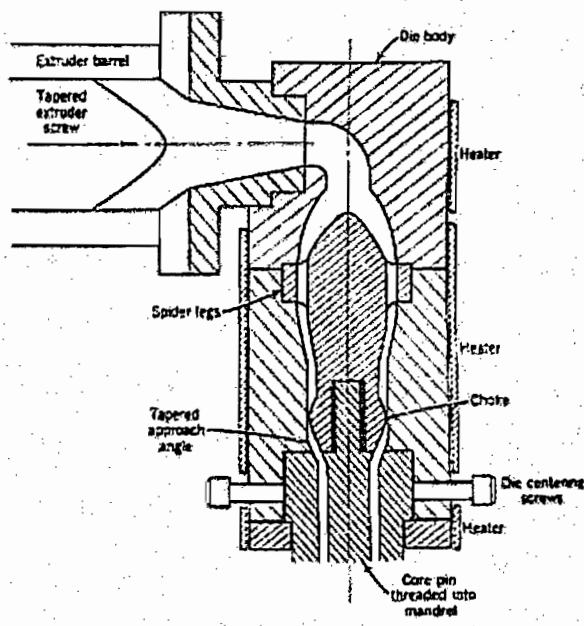


Fig. 2.11 Cabezal de flujo axial

Una variación a este cabezal de flujo axial lo presenta el de flujo radial en el que la masa fundida se desplaza radialmente al torpedero. También para el soplado de volúmenes grandes (más de 10.000 cm^3) se usan cabezales acumuladores en los que el material se acumula en una zona interna y es expulsado rápidamente mediante un pistón.

2.3.2.4 Molde

Los moldes para soplado de cuerpos huecos son herramientas repartidas en dos mitades, capaces de dar forma a uno o varios artículos. Estos moldes, por la necesidad de enfriamiento rápido de las piezas sopladas, son contruidos en materiales de alta conductividad térmica como aluminio fundido, zinc, cobre berilio y a veces en acero.

Dado la baja conductividad de calor de las resinas plásticas, los moldes son provistos de canales de refrigeración donde el medio de enfriamiento más empleado es el agua a bajas temperaturas.

2.3.2.5 Sistema de control

Al igual que los controles de máquinas inyectoras, en las sopladoras modernas se emplean controladores basados en microprocesadores. Estos controles incluyen el control de velocidad del tornillo, control de temperatura, control de posición y movimientos accionados hidráulicamente.

Los controles en ciertos casos usan PLC y en otros, son diseños propios de los fabricantes de la máquina.

2.3.3 EXTRUSION DE PELICULA

Hay dos métodos básicos para hacer película de poliolefina: extrusión de película plana y extrusión de película soplada. En ambos métodos, la resina alimentada desde una tolva, es primeramente fundida sometiéndola al calor y presión dentro del cilindro de un extrusor y finalmente impulsando la masa fundida a través de una ranura estrecha en un cabezal. La ranura puede ser una línea recta o tener forma de anillo. La película delgada resultante tiene forma de una lámina (película plana) o de un tubo, también llamado burbuja (película soplada). Conforme la película sale del cabezal se enfría y luego se enrolla en núcleos de cartón o PVC.

A diferencia de los procesos de inyección y soplado descritos anteriormente, en el soplado de burbuja no se tienen ciclos consecutivos sino que el proceso es continuo. Sin embargo, estos procesos tienen en común la unidad extrusora con características muy similares. La mayor diferencia radica en el diseño del tornillo (Figura 2.12).

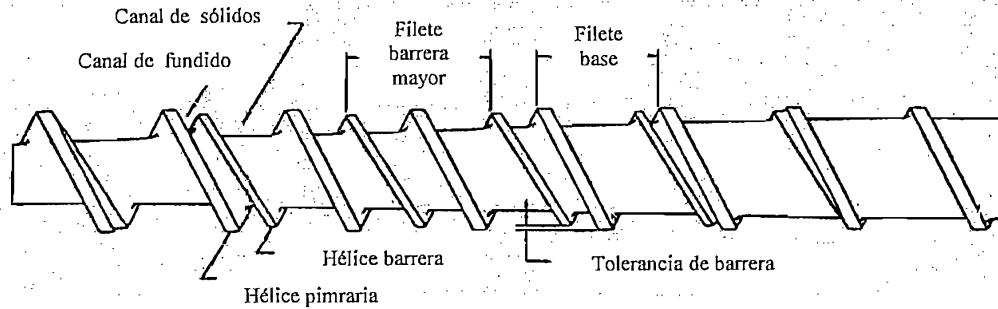


Fig. 2.12 Tornillo para extrusión de película

En el proceso de fabricación de lámina por soplado (Figura 2.13), el material fundido sale de la extrusora y pasa a través de filtros hacia el cabezal. El material fluye hacia arriba y sale del cabezal con el diámetro requerido conformado por la matriz. La masa fundida es soplada hacia arriba con la ayuda de un anillo de soplado y una unidad de halado de película que se ubica unos metros por encima del cabezal para que se enfríe completamente. Desde este punto superior, la burbuja se convierte en una manga plana por acción de los rodillos de halado y comienza su descenso a través de un sistema de rodillos guía hasta bobinarse en un núcleo manejado por la unidad bobinadora. El espesor de la película obtenida se controla con la velocidad de extrusión y de halado.

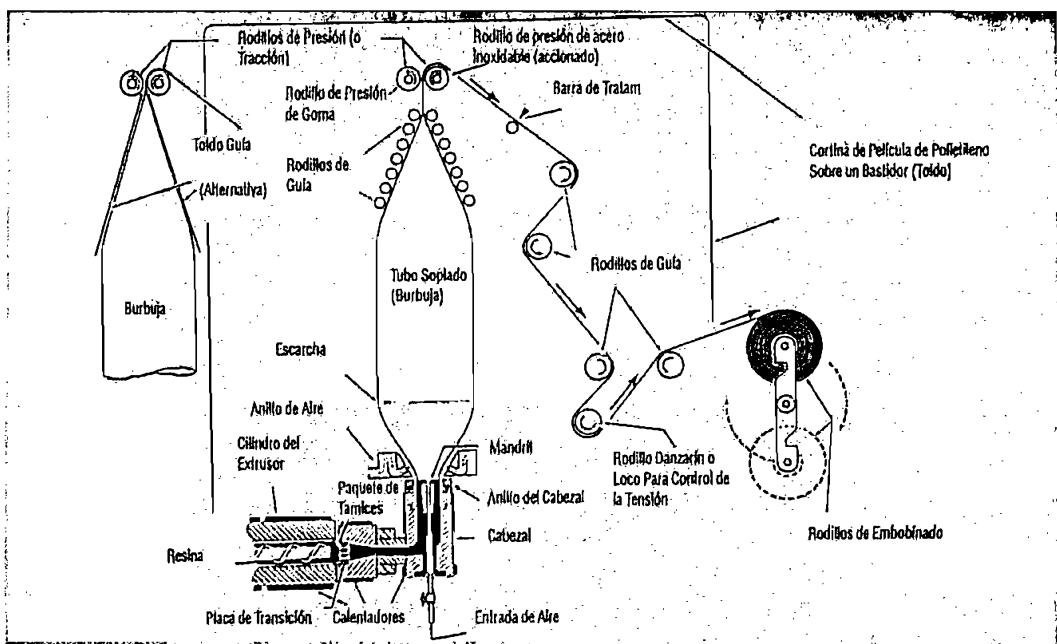


Fig. 2.13 Extrusión de película soplada

La bobinadora dispone de dos rodillos de bobinado en caso de que la manga plana no sea bobinada como tal sino que se refile en su descenso, mediante cuchillas cortantes hundidas a cada lado de la manga, para formar lámina y por lo tanto requiera dos bobinadoras a la vez.

En el proceso de extrusión de película, más que en el soplado e inyección, se usan varias extrusoras que forman algunas capas para obtener película coextruída (multicapa) para optimizar uso de materiales y propiedades de permeabilidad y resistencia a agentes externos. En la figura 2.14 se observa un sistema para coextrusión con 3 unidades extrusoras. Es común encontrar películas coextruídas en 3, 5 y 7 capas.

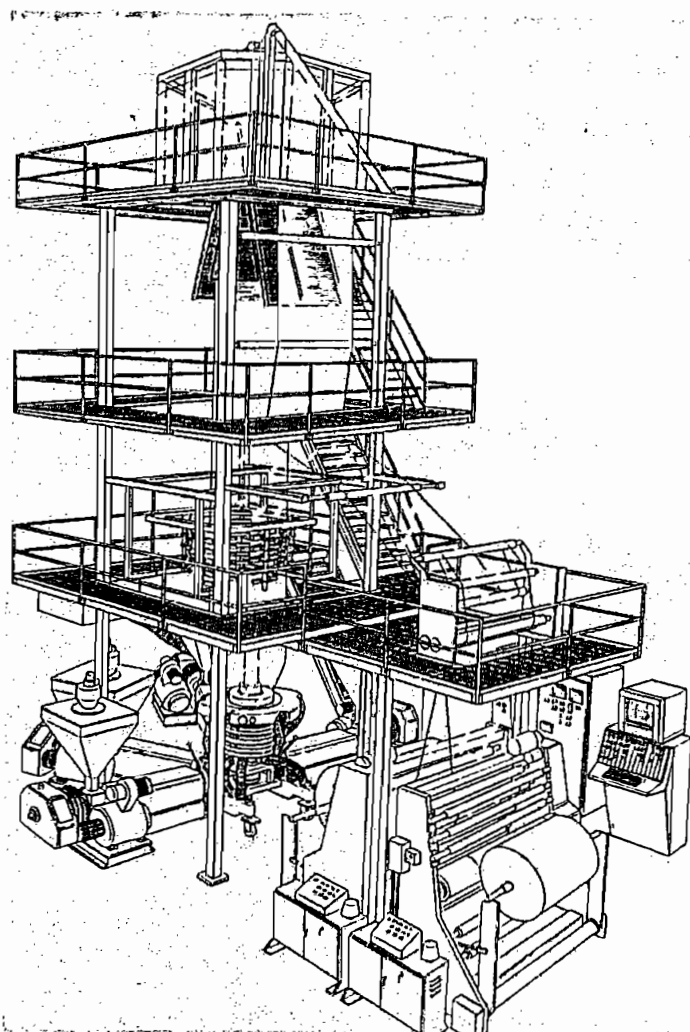


Fig. 2.14 Sistema de coextrusión de película

2.3.4 OTROS PROCESOS

Entre los procesos de transformación de termoplásticos, los más usados a escala mundial, en orden de consumo de materia prima son: inyección, soplado de película y soplado de cuerpos huecos. Sin embargo existen otras técnicas de amplio uso en la industria como son:

- Rotomoldeo
- Moldeo por compresión
- Extrusión de tubería y perfiles
- Termoformado
- Calandrado

En el rotomoldeo, una carga de materia prima es alimentada a un molde calentado previamente y este se hace rotar en dos sentidos dentro de un horno a temperatura controlada. La acción del calor funde la resina y la fuerza centrífuga obliga a esta masa fundida a tomar la forma de la cavidad del molde. Una vez que se saca el molde del horno y se enfría, la pieza puede ser extraída. El moldeo rotacional es adecuado para fabricación de partes grandes y artículos de vinyl como pelotas playeras y muñecos.

El moldeo por compresión es el primer proceso usado en el inicio de los plásticos. Justamente se trabajó con el celuloide y la baquelita (termofijos), a finales del siglo anterior, para moldear por compresión planchas y tubos. En este proceso, la materia prima se coloca en el molde caliente y se aplica presión y temperatura para completar la polimerización tomando la forma de la cavidad del molde.

La extrusión de tuberías y perfiles hace uso de extrusoras como las descritas para soplado e inyección, que entregan un tubo a la salida de la matriz. Este tubo caliente es enfriado en una tina de agua a la vez que es halado por una unidad ubicada en forma horizontal. El diseño de la matriz da la forma de tubo o perfil requerido. Luego de la unidad de halado, el tubo o perfil que avanza.

continuamente es cortado en pedazos de longitud requerida. Una aplicación muy común de este proceso es la fabricación de tubería de PVC, perfiles para usos arquitectónicos, sorbetes, etc.

El termoformado comprende dos pasos. Primero se obtiene una lámina que es extruída y sale en esta forma gracias a un cabezal de salida ancha. Esta lámina bobinada pasa a la etapa de termoformado en donde es alimentada en forma intermitente y calentada para que, posicionándose sobre la parte hueca de un molde de varias cavidades, sea estirada por la parte de los machos del molde, tomando la forma de la cavidad. Este proceso es muy usado para la fabricación de tarrinas y vasos de polipropileno (PP) o resina ABS.

El calandrado es un proceso en el que el termoplástico pasa a través de una serie de rodillos con calentamiento o enfriamiento auxiliar, para formar laminas de espesor uniforme. Este proceso también se emplea para aplicar recubrimientos de termoplásticos a láminas de otros materiales como tela de algodón, madera, fibra de vidrio, papel, etc.

2.4 SITUACION GENERAL DE LAS PLANTAS DE PRODUCTOS PLASTICOS EN EL ECUADOR

En el medio ecuatoriano existen plantas de procesamiento de termoplásticos cuya tendencia general ha sido abarcar varios procesos, dada la afinidad de materias primas y equipos auxiliares. En las principales ciudades, se cumple la tendencia mundial de importancia de los diferentes procesos. Así el proceso más difundido es el moldeo por inyección, seguido por la extrusión de película y el moldeo por soplado.

Las fábricas del país se pueden separar en aquellas que se especializan en un solo proceso y aquellas que trabajan con varios procesos de transformación de plásticos.

2.4.1 PLANTAS ESPECIALIZADAS EN UN SOLO PROCESO

Existen plantas que se especializan en procesos de:

- Termoformado
- Inyección
- Extrusión de película

En termoformado se ha dado el posicionamiento de la empresa BOPP del Ecuador en Quito, como la de mayor volumen de producción. Su principal producto son los vasos de polipropileno. Esta industria, por complemento de su principal artículo, también trabaja con impresión serigráfica y off set.

En moldeo por inyección existen pocas empresas especializadas. Una de las más importantes es IEPESA. La existencia de fábricas exclusivas de inyección es posible dado que los productos inyectados no necesitan de otros procesos para ser utilizables como partes de ensamble o como productos terminados.

En extrusión de película, existe el mayor número de industrias dedicadas en exclusividad. Claro que también disponen de máquinas complementarias de proceso del producto primario como son las selladoras de fundas e impresoras flexográficas. Este es el caso de Fupel, Neyplex, Flexiplast, Plastifil, Plastiempaques, sin duda entre los más grandes productores de lámina en Ecuador.

2.4.2 PLANTAS QUE TRABAJAN CON VARIOS PROCESOS

La gran mayoría de fábricas inician con un proceso de fabricación de plásticos pero, dado el carácter complementario de los mismos, abarcan otros con éxito.

Es imposible encontrar plantas exclusivamente dedicadas a moldeo por soplado ya que los envases así obtenidos siempre necesitan de tapas que deben

ser fabricadas en máquinas inyectoras. Tal es el caso de Delta Plásticos en Guayaquil y en general de la mayoría de fábricas que ofrecen botellas plásticas.

También es común encontrar empresas que son subsidiarias de plantas de envasado de líquidos, este es el caso por ejemplo de Termoplast que provee envases plásticos en tereftalato de polietileno (PET) para la fábrica de aceites La Favorita.

Existen empresas que han iniciado actividades en determinado proceso de moldeo de plástico y han incursionado en otros, dando una diferente razón social a esta otra actividad.

2.4.3 EQUIPOS EXISTENTES PARA LOS DIFERENTES PROCESOS

La maquinaria presente en el país es básicamente de tecnología de los años 60 en adelante. En general, la estructura básica de las máquinas no ha cambiado significativamente, sino que su sistema de control basado en la electrónica es el que mayormente ha evolucionado. En este sentido se diferencian dos grupos, los basados en controles electromecánicos y los basados en controles con microprocesador.

2.4.3.1 Equipos auxiliares

En casi todos los procesos de fabricación de artículos plásticos se tienen uno o varios de los siguientes equipos auxiliares:

- Enfriadores de agua (chillers)
- Torres de enfriamiento de agua
- Compresores de aire
- Secadores de aire
- Grupos moto generadores de energía eléctrica auxiliar

Los enfriadores de agua son básicamente circuitos de intercambio de calor entre agua y gas freón. El agua recorre un circuito cerrado partiendo desde el enfriador, mediante una bomba de suministro, hacia la carga constituida por los moldes y el aceite hidráulico (que acciona las máquinas) a ser enfriados. Esta agua que salió a unos 8°C, capta energía calórica de dichas fuentes subiendo su temperatura en algunos grados y retorna hacia el enfriador en donde por intercambio con el gas freón vuelve a bajar su temperatura para iniciar nuevamente el ciclo.

En procesos menos exigentes en cuanto a enfriamiento, es posible utilizar en vez de los chillers una torre de enfriamiento de agua por disipación del calor al ambiente. En este sistema se tiene una cisterna de la cual se bombea el agua fría hacia la carga, retornando luego a la parte superior de la torre para caer dividiéndose en múltiples chorros y así entregar el calor al ambiente. Como es obvio, la menor temperatura que se conseguirá con este método será la del ambiente, la cual puede ser suficiente para máquinas que no requieran temperaturas bajas.

Prácticamente en todos los métodos de transformación de termoplásticos es necesario contar con aire comprimido normalmente a una presión de 7 a 8 bares. En equipos de soplado de tereftalato de polietileno (PET) se requieren presiones más altas en el orden de los 20 a 40 bares. Los compresores de aire pueden ser de tornillo o reciprocantes (pistón). Para garantizar un mejor funcionamiento de válvulas y cilindros neumáticos es aconsejable emplear secadores de aire. Estos entregan un aire comprimido libre de humedad que contribuye a mejorar el funcionamiento de las máquinas.

Los grupos auxiliares de generación de energía eléctrica son indispensables en el soplado de PVC pues en caso de corte de energía de la red pública, el equipo auxiliar debe ayudar por lo menos a vaciar el PVC de la camisa de extrusión hasta que reinicie el proceso. En caso contrario la extrusión continua de PVC al detenerse da lugar a que el material se queme internamente, siendo

luego necesario desmontar el cabezal y el tornillo para una limpieza total, lo cual toma muchas horas de parada.

2.4.3.2 Equipos para moldeo por soplado

En este país lo más frecuente en equipos de soplado son: sopladoras de una o dos estaciones para polietileno (PE) y para cloruro de polivinilo (PVC).

Las máquinas más comunes son de procedencia alemana como lo es Bekum, aunque últimamente es común encontrar equipos procedentes de Tailandia, Hong Kong a muy buenos precios y calidad. La aplicación de los envases de PVC monorientado o biorientado ha sido tradicionalmente al envasado de aceite vegetal, en tanto que los envases de PE han sido absorbidos en el envasado de agua de mesa, jugos, químicos para limpieza, aceites minerales, etc. La capacidad en envases de PE va de los pocos cm^3 hasta los 60 y 100 litros.

También se ha incursionado en el soplado de garrafones de agua de 20 litros en policarbonato, PP y PVC.

En los últimos años ha entrado con fuerza el soplado de botellas de tereftalato de polietileno (PET) con fondo petaloide para bebidas carbonatadas, con volúmenes de 250 a 2.000 cm^3 . Existen en el país máquinas con tecnología de punta tanto en inyección - estirado - soplado en tres estaciones (inyección, soplado y expulsión) como son las AOKI de fabricación japonesa, y máquinas de estirado - soplado que usan preformas preinyectadas como lo son las NISSEI también japonesas o SIDEL de Italia.

2.4.3.3 Equipos para moldeo por inyección

En el área de inyección, la maquinaria existente en la mayoría de empresas del medio son con control por microprocesador y accionamiento hidráulico. En cuanto a tonelaje, van desde las 50 a las 1.000 toneladas con capacidad de

inyección de pocos gramos hasta varios kilogramos en productos como jabas de colas y tinas grandes.

También se está incursionando ya en la utilización de plásticos de ingeniería para la fabricación de piezas de alta precisión.

No se ha llegado todavía al uso de inyectoras con accionamiento eléctrico en vez de hidráulico, pese a que la tendencia a nivel mundial indica que en unos 10 años la mayoría de inyectoras disponibles en el mercado estarán dotadas de accionamiento completamente eléctrico gracias a la disponibilidad de servomotores DC de potencias altas.

2.4.3.4 Equipos para extrusión de película soplada

En cuanto a la maquinaria existente para extrusión de película soplada, las empresas locales cuentan con máquinas eletromecánicas y controladas por microprocesador. Existen extrusoras multicapa para aplicaciones especiales como lo es el envasado automático de leche y aceite vegetal en funda plástica.

En los últimos años ha crecido mucho el sector de producción de lamina ancha (más de 3 m), para cerramientos de cultivos de flores. Esta película también puede ser coextruída y contiene aditivos para resistencia a rayos UV.

Dentro de la extrusión de película, a más de máquinas con soplado de burbuja existen extrusoras de película plana con tina de enfriamiento a la salida. Este método es muy usado para producir rafia de polipropileno que luego es torcido en soguillas y sogas o es usado como fibra base para el tejido de sacos para embalaje de azúcar, arroz, etc.

2.5 PUNTOS CRITICOS EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION DE PLASTICOS EN NUESTRO MEDIO

Conviene identificar los puntos problemáticos en los diferentes procesos de transformación de termoplásticos para encausar soluciones mediante la planificación del sistema de monitoreo que se desarrollará más adelante. Entre los cuellos de botella presentes en el proceso en fábricas del medio, se tienen los siguientes:

2.5.1 IRREGULARIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA.

La resina para trabajo en planta, es normalmente importada por los procesadores con la ayuda de representantes locales de las industrias petroquímicas fabricantes. Esto hace que el cálculo de fecha de recepción en planta sea muy difícil con lo cual es posible quedar desabastecido a ciertos intervalos. Es muy poco lo que los representantes ofrecen de inventario local y normalmente a precios no competitivos.

2.5.2 DIVERSIDAD DE FABRICANTES DE UNA MISMA RESINA.

Lejos de ser una ventaja esta diversidad en la oferta de polímeros hace que en ocasiones se consigan lotes de excelente precio pero de calidad mala, lo cual crea problemas de procesamiento que generan altos porcentajes de desperdicio, pues la resina una vez adquirida tiene que ser consumida por la demora en conseguir un nuevo lote. Estos problemas de calidad se evidencian no sólo de un a marca a otra sino también dentro de un mismo fabricante de un lote a otro. Esto se debe a que no siempre un pedido de resina tiene el fabricante disponible en inventario, sino que se produce tras la confirmación de compra del procesador.

2.5.3 INCIPIENTE EXISTENCIA DE LABORATORIOS PARA ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA.

Al recibir en planta un embarque de resina, no existe un procedimiento de pruebas de laboratorio que certifique la calidad del mismo. Disponer en planta de un laboratorio de esta capacidad resultaría un costo inicial muy alto y son pocos los laboratorios en los que se puede alquilar los análisis respectivos.

2.5.4 INESTABILIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES.

Principalmente en el trabajo de chillers y compresores se da una considerable variación a lo largo del día por variación de la carga y condiciones climatológicas. Esto es necesario controlar para mantener la temperatura de agua de salida hacia la carga en un valor lo más estable posible, y de la misma manera la presión de sistema de aire.

2.5.5 VARIACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MASA FUNDIDA EN LAS EXTRUSORAS.

Desde los inicios del soplado e inyección de los plásticos, el obtener un buen producto ha dependido mucho de la habilidad del operador de las máquinas, dada la continua variación de la masa extruída por efectos de variación del perfil de temperaturas y velocidad del tornillo. Esto ha mejorado considerablemente con el aparecimiento de sistemas de control eficientes para la máquina de extrusión pero todavía se tienen variaciones considerables de la masa fundida producidas también por la irregularidad de calidad de la materia prima y los aditivos que se usan.

2.5.6 POCA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS.

En el medio local no existen plantas automatizadas que integren los diferentes procesos en forma distribuida ni centralizada. Únicamente se cuenta

con máquinas que individualmente poseen sus funciones de control basadas en microprocesador. Por regla general, no hay la decisión de los empresarios para iniciar un proyecto de automatización, que es visto como un alto costo, sin que los resultados prometidos puedan convencerlos de invertir.

2.5.7 INEXISTENCIA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN.

Para iniciar cualquier proyecto de automatización es necesario monitorear los parámetros de producción y plasmarlos en cuadros estadísticos. Lamentablemente al no existir esta información básica, no se dispone de datos e histogramas concretos que justifiquen cualquier gestión de automatización de los procesos. Ciertas máquinas están dotadas de facilidades para control estadístico de la producción, pero por lo general este recurso no es aprovechado pues ni siquiera se toma la decisión de usar una computadora personal para conectarse a la máquina y usar dicho recurso.

2.5.8 REGISTRO MANUAL DE DESPACHOS Y EXISTENCIAS EN BODEGA.

Complementario a la falta de automatización de los procesos de manufactura en sí, se tienen deficiencias en el registro histórico de despachos y existencias en bodega. Esto es necesario para poder planificar la producción y optimizar el empleo de mano de obra. Idealmente se debe tender a una manufactura justo a tiempo.

2.5.9 DEMANDA DEL MERCADO MUY VARIABLE.

Es característica común del mercado ecuatoriano una gran variación a lo largo del año y aun más del mes. Esto hace que la producción tenga que ser planificada, considerando siempre un fuerte stock para suplir los picos de demanda. En muchas ocasiones deben existir máquinas cuya producción se planifica únicamente para épocas altas.

2.5.10 CONTROL DE CALIDAD DEFICIENTE.

El control de calidad que se efectúa en las plantas de plástico por lo general es empírico y cuenta con equipos para ensayos muy rudimentarios. Esto se debe a los altos costos de equipos de pruebas de laboratorio para el sector del plástico, sin embargo esta deficiencia va poco a poco siendo suplida por la existencia de laboratorios privados que ofrecen servicios a la industria del plástico.

Este proyecto de titulación, como se mencionó en el capítulo uno, está encaminada a reducir estas dificultades existentes en los procesos de transformación de termoplásticos en el medio ecuatoriano, mediante el monitoreo de parámetros críticos que permitan al personal tomar decisiones adecuadas en el menor tiempo posible. En los siguientes capítulos se plantean las alternativas, enmarcándose en los recursos técnicos y económicos disponibles.

CAPITULO 3

SISTEMA DE MONITOREO PROPUESTO

3.1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se detalla el sistema de monitoreo propuesto, con aplicación general para una planta de transformación de termoplásticos estándar en el Ecuador, según lo definido en el capítulo anterior.

Se inicia con una revisión general de conceptos involucrados en el monitoreo de variables. A continuación se da una descripción general del sistema considerando tanto el software como el hardware propuestos. Se continúa con el desarrollo de lo que es adquisición de datos, tratamiento de la información y finalmente presentación de resultados.

3.2 CONCEPTOS GENERALES

3.2.1 MONITOREO DE VARIABLES

La palabra monitoreo viene de monitor que en su significado técnico es un "aparato registrador que se utiliza para el control de una magnitud física" (Círculo de lectores, 1993: 2818). De aquí que se puede decir que monitoreo de una variable es el registro de la magnitud de la variable.

El concepto anterior involucra al monitoreo como un paso previo al control de una variable. Así pues, dentro del lazo de control, se enmarca el monitoreo como una de sus etapas que permite registrar la magnitud de las variables, para en función de estos valores efectuar decisiones de control automático. Esto se esquematiza a continuación en un lazo cerrado de control (CREUS, 1998: 3)

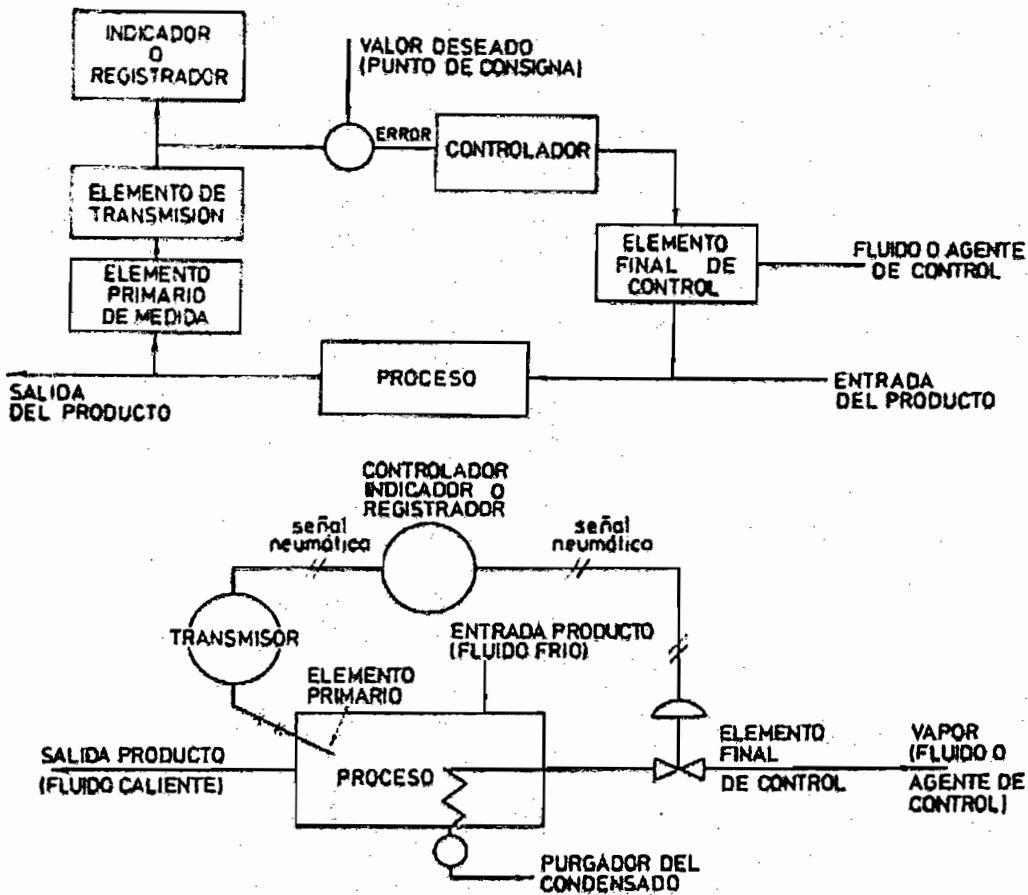


Fig. 3.1. Bucle cerrado de regulación

3.2.2 MONITOREO AUTOMATIZADO

El enfoque que se da en el presente trabajo al monitoreo de variables está enmarcado en un sistema manejado por un computador personal. Esto es lo que se denomina monitoreo automatizado, pues el computador será capaz de automatizar el registro de magnitudes de diferentes variables en horarios predefinidos, almacenar esos datos, procesarlos y finalmente presentar resultados en pantalla, por ejemplo en forma de alarmas, tablas numéricas, gráficas históricas, predicciones, etc.

En este contexto se dejan fuera los registradores tradicionales de variables,

como los aparatos autónomos (stand alone) de registro en cartillas, o aún sistemas con microprocesador central.

A continuación se representa un sistema de monitoreo automatizado con sus partes constitutivas:

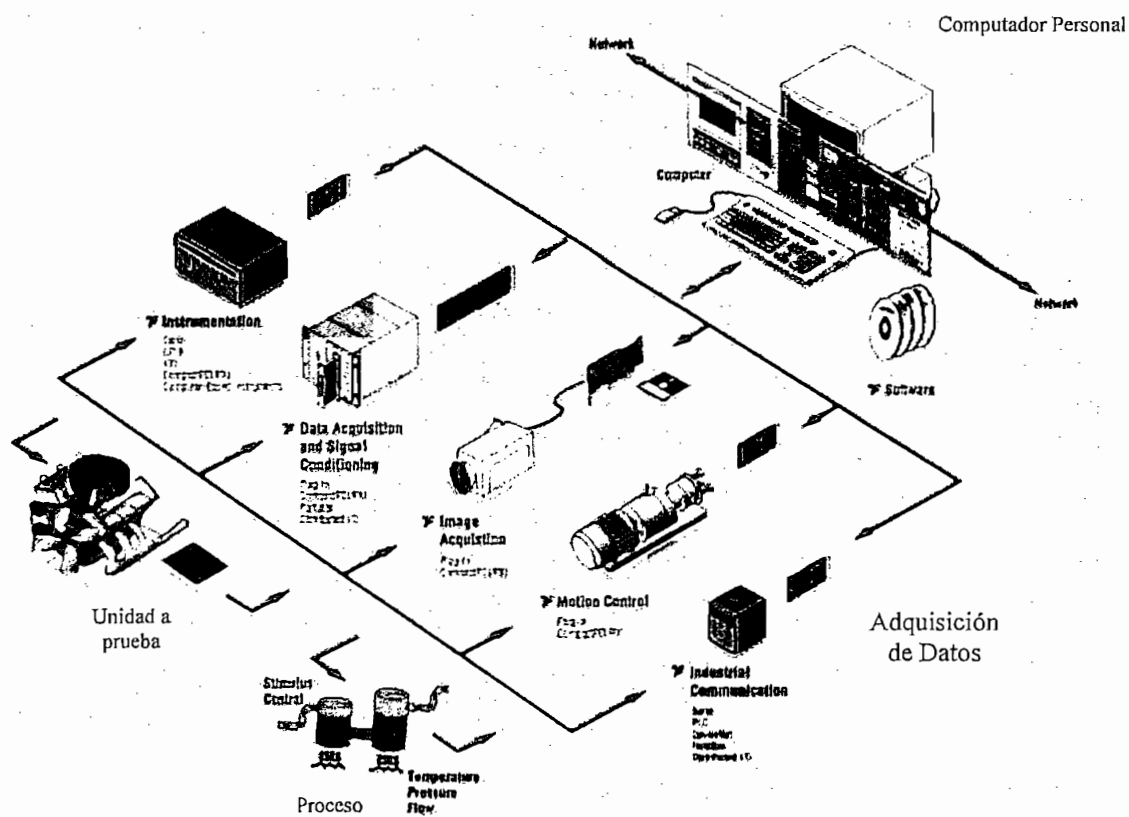


Fig. 3.2 Sistema de monitoreo automatizado

3.2.3 CONSIDERACIONES DE HARDWARE

De lo más reciente de la tecnología electrónica para monitoreo de procesos se tienen tres opciones claramente diferenciadas:

1. Empleo de PC (computador personal por sus siglas en Inglés) con tarjetas enchufables para adquisición de datos.

2. Diseño de sistemas basados en microprocesador para propósito específico.
3. Uso de PC con controladores lógicos programables (PLC).

3.2.3.1 Monitoreo con tarjeta de adquisición de datos para PC

En lo referente a la automatización con PC's y tarjetas enchufables para adquisición de datos, ha cobrado importancia ya que los fabricantes de PC's y otras empresas de automatización ofrecen en el mercado tarjetas con diferentes capacidades de canales de entrada digitales o analógicos, así como salidas de los dos tipos. Sin embargo esto no ha sido tan difundido por tratarse de diseños no tan versátiles tanto en hardware como en software para aplicaciones industriales.

Por ejemplo Metra Byte Corp. ofrece una amplia gama de tarjetas enchufables para diferentes tipos de computadores personales. Dentro de sus catálogo de tarjetas para instrumentación, adquisición de datos, control industrial y monitoreo se encuentran una gran variedad de ofertas en cuanto a precios y calidad. Así, su uCMDB-64 METRABUS DRIVER BOARD, controla hasta un máximo de 512 entradas/salidas digitales o 256 analógicas y es indicada para aplicaciones como manejo de energía, control de procesos, prueba de productos y automatización de laboratorios.

La firma National Instruments, entre sus múltiples tarjetas para adquisición de datos, ofrece la PCI-MIO-16E-1. Esta posee 16 entradas analógicas de un terminal y 8 diferenciales con una resolución de 12 bits, dos salidas analógicas, 8 canales digitales de entrada/salida, 2 contadores/temporizadores de 24 bits, y trabaja con el software Labview para Windows.

Un inconveniente adicional a la falta de versatilidad del software de estas tarjetas, es que no dan facilidad para las conexiones externas. Ellas se encuentran dentro del computador, el cual está normalmente alejado del proceso mismo que se desea monitorear. Esto hace necesario proveer de acondicionadores de señal para poder amplificar y conectar los canales de entrada/salida.

3.2.3.2 Monitoreo con sistema basado en microprocesador para propósito específico

El caso de diseños específicos para monitorear variables puede dar buenos resultados cuando la aplicación no es muy compleja, pues de lo contrario el trabajo puede volverse extremadamente difícil en cuanto a hardware y software, lo cual absorberá gran cantidad de tiempo en el proyecto de monitoreo haciendo perder de vista el sistema general.

Por otro lado el trabajar con un sistema de diseño propio de un determinado fabricante, hace que el usuario se vuelva dependiente del proveedor para futuros cambios, mantenimiento y repuestos.

3.2.3.3 Monitoreo con sistema basado en PLC

El caso del empleo de controladores lógicos programables para monitoreo de variables es uno de los más empleados en la actualidad. A nivel mundial se ha generalizado el criterio de usar estos dispositivos para tareas de control y monitoreo en máquinas simples o altamente complejas.

Los PLC se emplean en todos los sectores de la industria y en aplicaciones muy diversas. Tienen aceptación tanto en la industria del automóvil como en la alimenticia, tanto para el control de producción en lotes como para un simple control de tratamiento de aguas. No importa que las tareas de automatización sean diferentes pues el PLC se adapta a los cometidos más diversos, ya sea una simple tarea de monitoreo como una regulación de gran complejidad. La clave de esta versatilidad está en la estructura modular del dispositivo con sus diferentes funciones repartidas en diferentes tarjetas, lo cual permite emplear únicamente las tarjetas necesarias para el caso particular de supervisión o control.

Entre las ventajas más destacadas del empleo de PLC en monitoreo de procesos y automatización, se tienen:

- Manejo fácil gracias a un montaje simple y diferentes técnicas de conexión.
- Ejecución de las tarjetas como bloques enchufables que pueden combinarse sin problemas.
- Adaptabilidad máxima gracias a las diversas tensiones de entrada y salida, y a la estructura modular en pequeños escalones, tanto para las entradas/salidas como para memoria.
- Montaje sencillo de los bloques resistentes a vibraciones.
- Programación fácil gracias a la estructuración del programa y el empleo de módulos funcionales preescritos.
- Descarga de los procesadores centrales y del programa mediante tarjetas con preprocesamiento de las señales.
- Comunicación sencilla con otros PLC y PC's por medio de procesadores de comunicaciones y sistemas de bus propios.
- Puesta en marcha fácil gracias a los aparatos de programación y mantenimiento con ayudas de programación y pruebas.
- Disponibilidad de repuestos y soporte técnico con distribuidores locales de la marca.

Tratándose de un sistema solamente dedicado al monitoreo, el uso de PLC tiene una desventaja en cuanto al costo total pues la inversión puede resultar alta para tales funciones específicas. Sin embargo existen diseños de PLC muy reducidos en entradas y salidas y sin posibilidad de expansión que tienen un costo relativamente bajo y que podrían ser usados en estos casos.

En resumen, el uso de PLC en el monitoreo y automatización constituye una alternativa conveniente para tareas que van desde el simple monitoreo de una variable hasta el complejo control de procesos industriales.

3.2.3.4 El sistema de monitoreo, del transductor al PC

En la siguiente figura se esquematizan en detalle, las diferentes partes constitutivas de un sistema de monitoreo basado en PC.

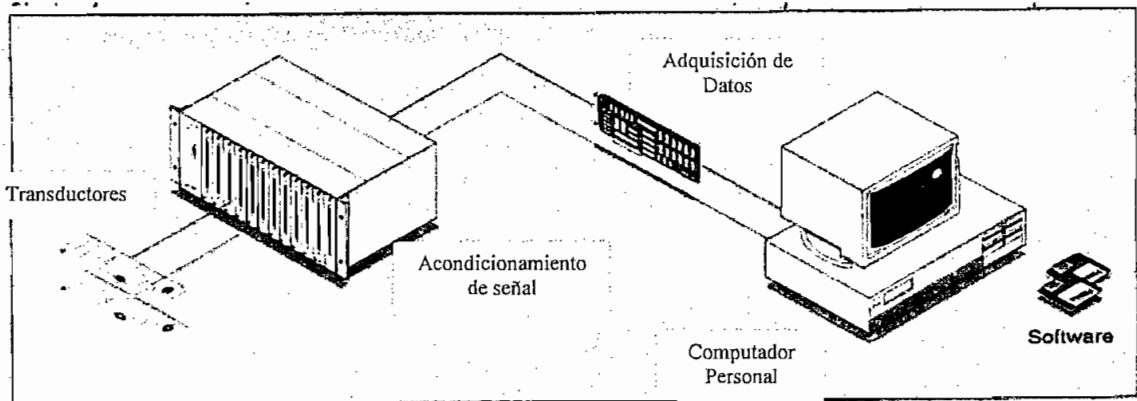


Fig. 3.3 Sistema de monitoreo basado en PC

Las partes constitutivas de este sistema, que a continuación se describen, son: transductor o sensor, acondicionador de señal, dispositivo de adquisición de datos, canal físico de comunicación, computador personal y programa.

3.2.3.4.1 Transductor

El transductor, nombre más apropiado que el comunmente usado "sensor", "recibe una señal de entrada, función de una o más cantidades físicas y la convierte modificada o no, a una señal de salida" (Creus, 1997: 749). Así pues, el transductor recibe un tipo de energía (eléctrica, mecánica, acústica, etc.), de uno o varios sistemas o medios de transmisión, y suministra energía de diferente naturaleza, pero de características dependientes de la que recibió, a otro sistema de transmisión distinto del primero.

Entre los transductores más usados en la industria, se tienen para medir magnitudes como: temperatura, presión, flujo, voltaje, corriente, pH, densidad, velocidad, carga, peso, etc.

El transductor entrega una señal analógica y por tanto, en el sistema de monitoreo se deben considerar entradas analógicas reflejo de las magnitudes medidas. Estas señales pueden provenir de: termocuplas, RTD's, termistores,

celdas de carga, presión, fuerza, torque, potenciómetros, resistencias o transformadores de corriente, milivoltaje, voltaje o alto voltaje.

También existirán entradas digitales con niveles TTL, CMOS, altos voltajes ac/dc. Estas señales digitales pueden ser: con aislamiento óptico, de relés de estado sólido o electromecánicos, entradas de frecuencia, codificadores lineales o rotativos, interruptores fotoeléctricos, interruptores de proximidad, interruptores mecánicos, etc.

3.2.3.4.2 Acondicionamiento de señales

La mayoría de señales que entrega un transductor deben ser acondicionadas antes de ser conectadas a un dispositivo de adquisición de datos. El acondicionamiento necesario puede incluir: amplificación, aislamiento, filtrado, polarización, multiplexación, etc.

Esta es la etapa intermedia entre los transductores y el dispositivo de adquisición de datos que hace posible tener una señal confiable y proporcional a la magnitud monitoreada.

3.2.3.4.3 Dispositivo de adquisición de datos

Estos dispositivos hacen posible el ingreso de señales analógicas o digitales hacia el computador central. Las características más relevantes a considerar en estos equipos son: precisión, tasa de recolección de datos, número de canales, flexibilidad, confiabilidad, expandibilidad, conectividad y plataforma computacional (arquitectura de bus).

Como ya se mencionó, estos elementos pueden variar en forma de tarjetas de aplicación específica (diseño particular), tarjetas enchufables en PC (diseños estándar) o PLC's.

Las tarjetas de aplicación específica, es más común verlas como parte de

un medidor independiente, que puede tener un canal de comunicación serial o paralelo para enlazarse con un PC.

En cuanto a las tarjetas enchufables en PC's, son varios los fabricantes que ofrecen estos dispositivos para toda la gama de computadores existentes ya sea PC, Macintosh, workstation o red. Además están disponibles controladores que hacen de interfaz entre cualquier tipo de bus (ISA, EISA, PCMCIA) con GPIB.

3.2.3.4.4 Canal físico de comunicación

Para la interconexión de los aparatos de acondicionamiento de señal con los dispositivos de adquisición de datos, y de estos con el computador, es necesario un canal físico de comunicación. Este canal normalmente son cables aislados o no, aunque también puede ser radiofrecuencia o aún fibra óptica.

En un sistema de monitoreo, lo más usado son cables aislados con malla metálica o conductores en paralelo que forman un solo cuerpo (ribbon cables). En los extremos de los cables pueden haber variados tipos de conectores como son BNC, DB, NB, etc., según el tipo de conector al que deba acoplarse en las tarjetas respectivas.

3.2.3.4.5 Computador personal

Al final de la cadena del sistema de monitoreo automatizado se encuentra el computador. Este recibe datos desde fuera y mediante programa, los transforma en información útil para los usuarios.

Existe una amplia gama de computadores entre los que se puede citar a los sistema IBM PC, MACINTOSH, SUN, NEC, etc., que deben ser compatibles con el resto del equipo de adquisición de datos.

Dentro de lo que es el computador personal se debe tener en cuenta el sistema operativo con el que trabaja, pues este debe ser compatible con el

software de adquisición de datos. Así pues en sistemas operativos básicamente se puede trabajar con Windows.

3.2.3.4.6 Programa de adquisición de datos

El computador personal trabajando con su sistema operativo definido, necesita un software de adquisición de datos que maneje al hardware periférico y lo integre con el PC.

Este software es específico de cada fabricante del hardware de adquisición de datos, y puede ser dividido básicamente en programas para: instrumentación virtual, prueba/medición, automatización industrial y análisis/visualización.

El software para instrumentación virtual hace posible que en base a los datos recolectados se tenga una representación gráfica del instrumento en pantalla del PC que registra en tiempo real la magnitud de la variable medida. Dentro de este software también se consideran los manejadores de instrumentos reales que pueden disponer de un canal de comunicación y se pueden integrar al PC para ser representados virtualmente en pantalla.

El software para prueba/medición es el que hace interactuar el hardware de adquisición con el PC, para poder ingresar datos a la memoria del computador.

El software para automatización industrial, va más allá del alcance de este proyecto pues da lugar al control de variables mediante la información de entrada y su procesamiento en el PC. Es posible controlar los procesos de producción y aún sistemas completos mediante interfaces hombre máquina y otras herramientas de control industrial.

Por último los programas para análisis/visualización, hacen posible que los datos recolectados tengan el carácter de información para los usuarios al ser procesados estadísticamente o con cálculos matemáticos definidos, para su representación gráfica en pantalla. La facilidades que prestan tales programas se

resumen en los llamados instrumentos virtuales que registran las variables en tiempo real en la pantalla del computador. Además estos programas facilitan tareas como: investigación, simulación, pruebas, etc. Más detalles sobre el software se presentan a continuación.

3.2.4 CONSIDERACIONES DE SOFTWARE

En la actualidad existen varias empresas a nivel mundial, que ofrecen paquetes de programas para control supervisor y adquisición de datos (SCADA por las siglas en Inglés de Supervisory Control and Data Acquisition) y para control distribuido. Llamándolos simplemente como sistemas SCADA, ellos emplean lo más reciente de la tecnología computacional y de comunicaciones para monitorear y controlar procesos industriales sin importar que tan dispersos se encuentren en un área geográfica o en una planta industrial, pues la recolección de datos es muy rápida y se presenta al operador en un ambiente amigable para toma de decisiones.

Los primeros sistemas SCADA fueron simples sistemas de telemetría que entregaban reportes continuos de condiciones de campo. Estos sistemas básicos presentaban la información en grandes paneles llenos de luces e indicadores. Con la evolución de las computadoras, éstas tomaron el rol de recolección de datos y emisión de señales de control más complejas y lo que es más importante la presentación de resultados en pantallas de video.

Los sistemas SCADA computarizados iniciales fueron específicos para la industria a la que se los aplicaba, pero poco a poco fueron cambiando su diseño para ser versátiles en cuanto al tipo de industria en que se podían aplicar. A tal punto que hoy en día un sistema de estos puede ser usado en cualquier industria con el empleo de módulos de aplicación particular ya desarrollados por el fabricante del software.

En la actualidad los sistemas SCADA han dejado de ser de uso exclusivo de los técnicos en planta para pasar a ser una herramienta indispensable que

proporciona información corporativa a la gerencia. En este sentido, estos sistemas se mantienen como el centro para operación y control, pero además entregan información en tiempo real a usuarios fuera del sistema, quienes dependen de ésta para toma de decisiones. Por esta razón los fabricantes de software tienen hoy la tendencia a integrar al bloque básico de supervisión y control, bloques adicionales para manejo de información en forma estadística, facilidades de comunicación vía radiofrecuencia o red telefónica, manejo de inventarios, planificación de producción, control de calidad, mantenimiento, etc.

Entre los paquetes de software SCADA que se pueden citar, con representación en el mercado local, se tienen:

Wonderware	Factory Suite 2000
USDATA	Factory Link ECS
National Instruments	LabView /BridgeView/Lookout
Iconics	Genesis

Todos estos paquetes dan facilidades para monitoreo de datos y para control industrial. A continuación se presenta una referencia somera de las bondades de los más difundidos:

3.2.4.1 Factory Suite 2000 (Wonderware)

La firma Wonderware Corporation de Estados Unidos ofrece su paquete Factory Suite 2.000 como un sistema interfaz hombre máquina (MMI, Man Machine Interface) integrado y basado en componentes. Este software corre bajo windows o windows NT.

Los componentes que integran este software incluyen: visualización, control de procesos, recolección de datos del área de producción de planta, almacenamiento de datos, análisis de datos, acceso vía intranet o internet. Todos estos módulos se esquematizan en la fig. 3.4 y se describen a continuación:

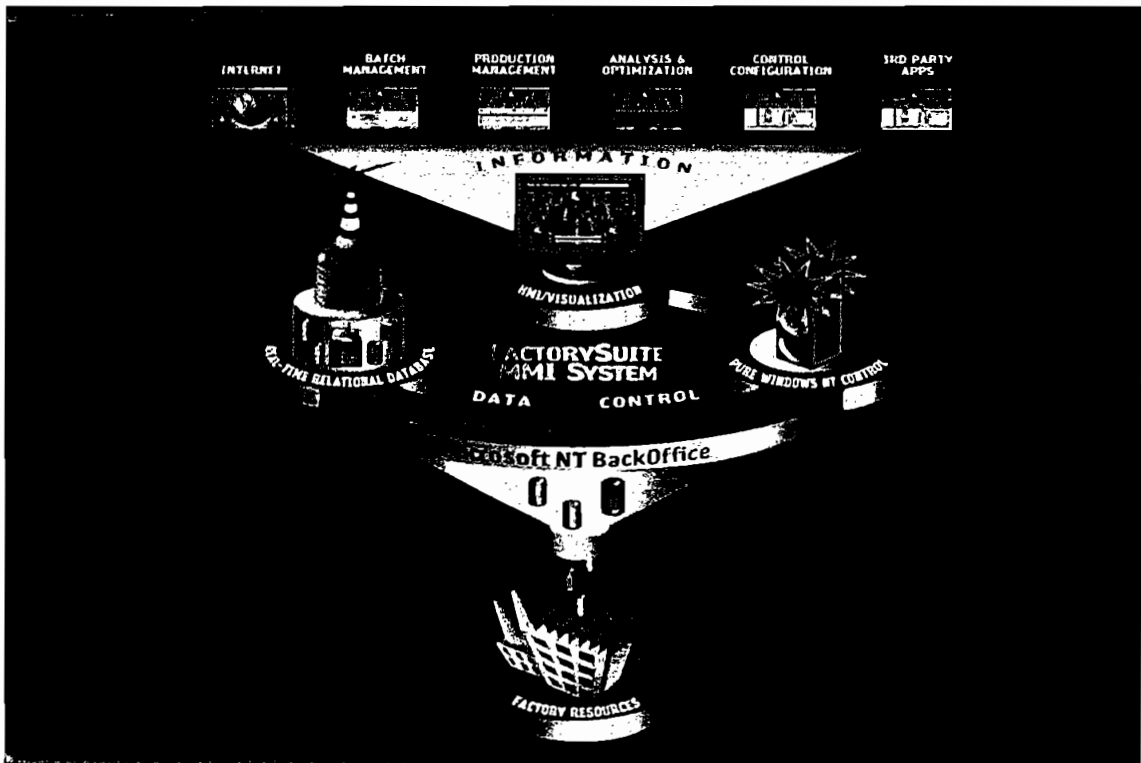


Fig. 3.4 Factory Suite 2000 (Wonderware), sistema MMI

3.2.4.1.1 Visualización (InTouch)

El bloque de software del factory suite 2000 dedicado a visualización se denomina InTouch. Este constituye una interfaz hombre máquina que proporciona en pantalla una representación gráfica animada del proceso de producción.

Las características más sobresalientes de la actualizada versión 7.1 de InTouch, incluyen:

- A. Arquitectura que garantiza un despliegue y mantenimiento fácil del sistema, con las consiguientes características sobresalientes: conexión directa de la fábrica a cualquier parte del mundo usando una conexión de Internet, desarrollo de aplicaciones en red, soporte a plataformas Windows.

- B. Interfaz gráfica con el usuario que permite rápido desarrollo de aplicaciones de automatización.
- C. Accesibilidad. Es un sistema abierto que permite conectar múltiples estándares existentes y usar lo último en herramientas como Activex, OPC, DDE.
- D. Funciones generales como:
 - Referencia remota de tags (variables).
 - Manejo de alarmas distribuidas.
 - Datos históricos distribuidos con un "industrial SQL server".
 - Uso en redes a base de PC's.
 - Nodo de solo visualización (Factory Focus).
 - Auto desarrollo de objetos preconfigurados (wizards).
 - Gráficos orientados a objetos que facilitan la configuración de aplicaciones.
 - Facilidad para manejar vínculos de animación.
 - Explorador de aplicaciones que facilita el despliegue jerárquico de los objetos que componen la aplicación.
 - Referenciación remota de etiquetas para desplegar datos en tiempo real de una variable sin crear una localmente.
 - Análisis estadístico en línea (SPCPro).
 - Servidores de entrada salida.

3.2.4.1.2 Control de procesos (InControl)

El módulo InControl es un sistema de tiempo real de arquitectura abierta para control de procesos y maquinaria. Este software permite crear el programa de automatización en varios lenguajes como C, visual Basic o Java y enlazarse con múltiples dispositivos de entrada salida.

3.2.4.1.3 Recolección de datos

El adquirir datos de equipos periféricos demanda una alta conectividad del sistema. Factory Suite cuenta con servidores de entrada/salida para conectarse a

dispositivos de control provenientes de varios fabricantes como: Allen Bradley, Siemens, Modicon, Opto 22, Square D, etc.

3.2.4.1.4 Almacenamiento de datos (Industrial SQL server)

Cuenta con una base de datos relacional en tiempo real que constituye una fuente común de información para producción, inventarios, recursos humanos, etc. Esto hace posible tomar decisiones a nivel gerencial contando con información confiable.

3.2.4.1.5 Análisis de datos (SPC Pro)

Es una poderosa herramienta que permite efectuar análisis estadístico en línea y generar gráficas que constituyen la plataforma para tomar decisiones que permitan optimizar el uso de los recursos, incrementando así la productividad.

3.2.4.1.6 Comunicaciones (Scout).

Dispone del módulo de comunicaciones denominado Scout para visualización remota de datos vía Internet o intranet.

3.2.4.2 Factory Link ECS (USDATA)

El paquete FactoryLink ECS (Enterprise Control System) ofertado por USDATA Corporation de Estados Unidos de Norteamérica, es otra de las alternativas de software en tiempo real para automatización industrial con las siguientes características sobresalientes:

3.2.4.2.1 Arquitectura del sistema

Soporta un conjunto diverso de sistemas operativos, redes, bases de datos y plataformas de computación.

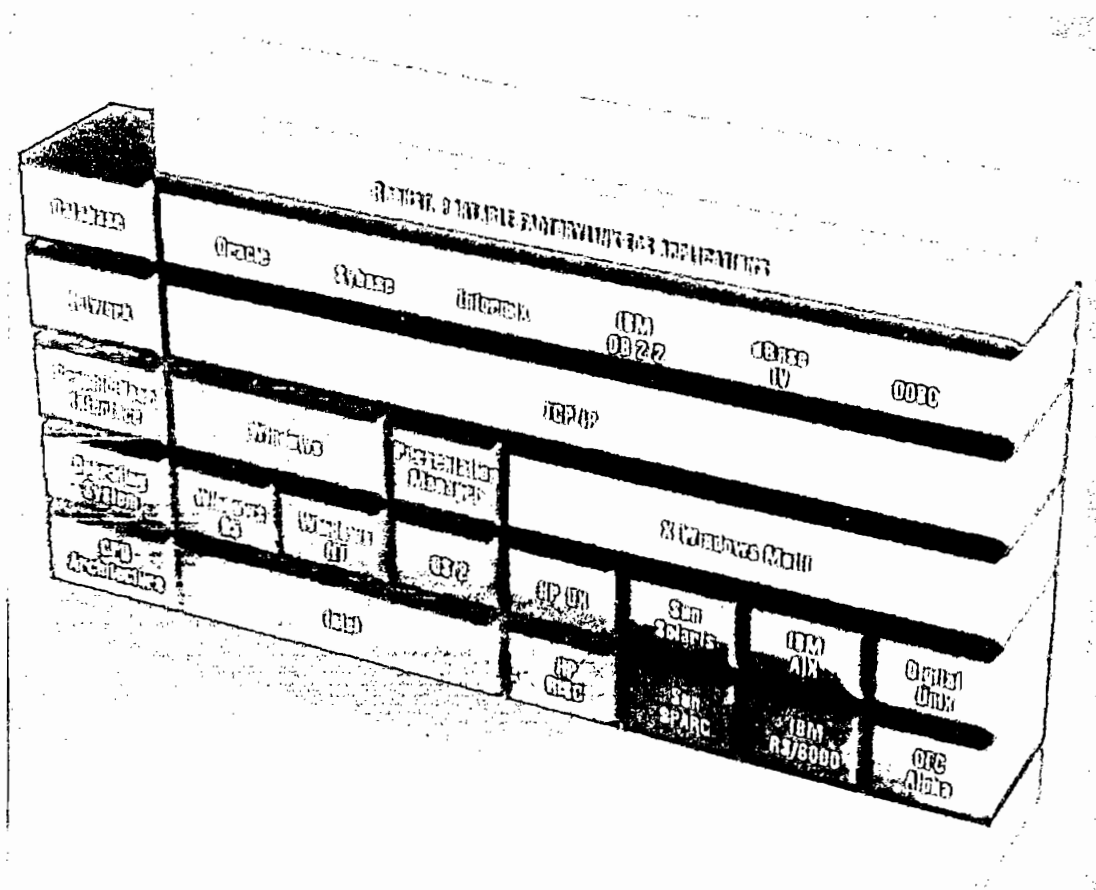


Fig. 3.5 Arquitectura de Factory Link

3.2.4.2.2 Sistema en tiempo real

La recolección y distribución de datos se efectúa en tiempo real para que los distintos sectores de la empresa puedan tomar decisiones o simplemente inspeccionar los procesos. Esto se grafica en la fig. 3.6.

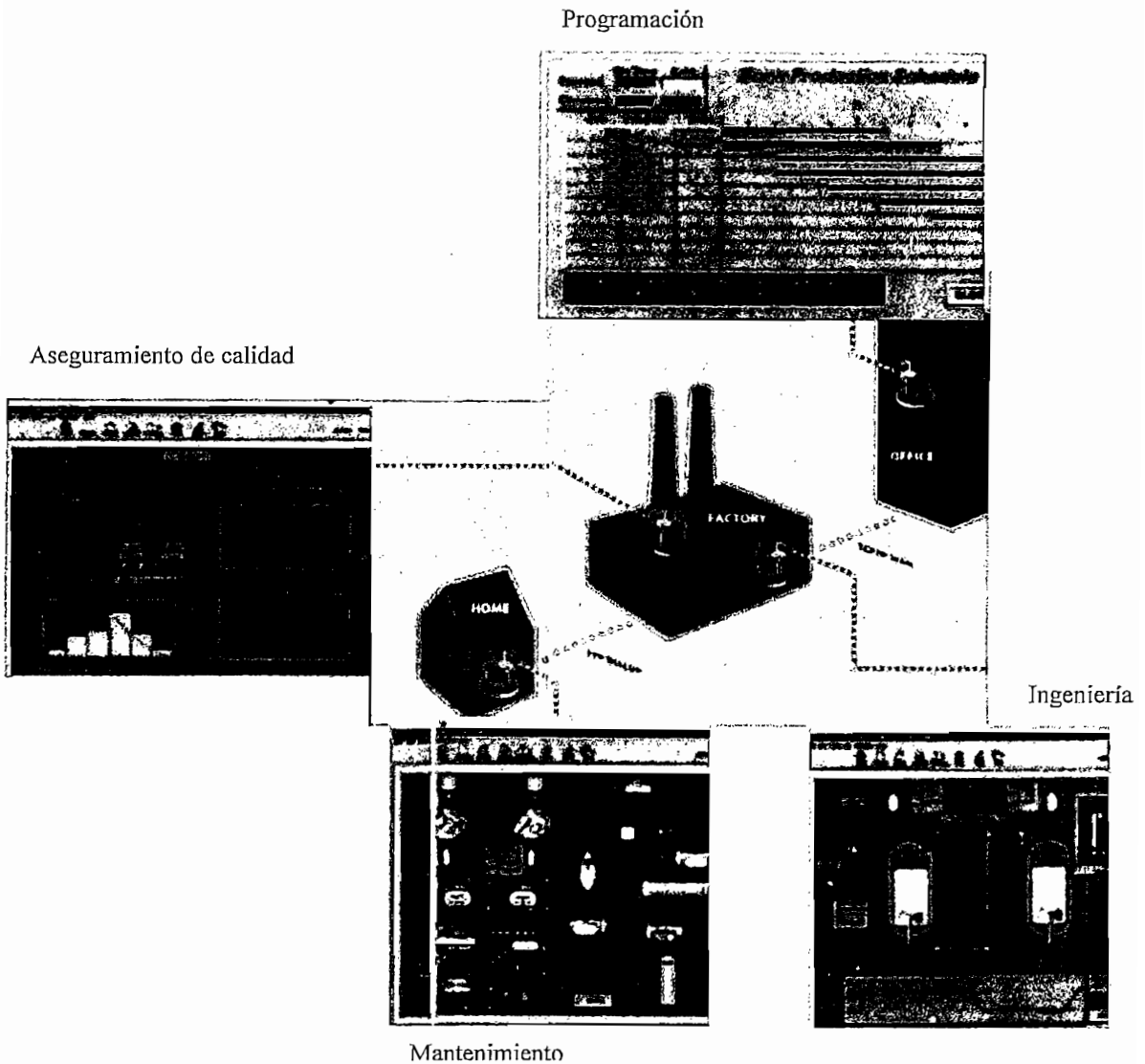


Fig. 3.6 Distribución de datos en tiempo real

3.2.4.2.3 *WebClient*

Es la parte del sistema que permite el control e inspección de las operaciones de producción mediante una intranet, ya sea que se tenga un solo servidor o muchos puntos en la empresa.

El concepto de diseño establece servidores poderosos que ejecutan recolección de datos, manipulación de datos, gráficos de aplicación, etc., y clientes que reciben esa información sin sobrecargar sus equipos.

3.2.4.2.4 *Statistical process control*

Permite analizar información histórica o en tiempo real para fines de aseguramiento de calidad, trazabilidad de los productos y toma de decisiones.

3.2.4.3 **LabView/BridgeView/Lookout (National Instruments)**

La firma National Instruments ofrece tres paquetes basados en su lenguaje G para aplicaciones MMI/SCADA, que se describen a continuación.

3.2.4.3.1 *LabView (Laboratory virtual instrument engineering workbench)*

Es un lenguaje de alto nivel basado en lenguaje de programación gráfica G que permite la implementación de pantallas de interfaz hombre máquina para supervisión de procesos y recolección de datos. La idea central es el desarrollo de instrumentación virtual para aplicaciones de supervisión de procesos en un computador personal. Está totalmente integrado para comunicación con hardware externo que use protocolos como GPIB, VXI, RS-232, RS-485, y tarjetas enchufables de adquisición de datos. Por otro lado está basado en librerías que le permiten usar programas estándar tales como redes TCP/IP y OLE Automation (Object linking and embedding).

3.2.4.3.2 *Lookout*

Es un software, que trabaja en ambiente Windows, para desarrollar programas de automatización industrial para computadores personales. No se necesita en verdad programar, sino unicamente personalizar las pantallas (configurar). Los proyectos típicos de Lookout están relacionados con monitoreo continuo de procesos, control supervisor, manufactura discreta, procesamiento por lotes y telemetría. El paquete incluye módulos para proceso por lotes, SPC, SQL y alarmas.

3.2.4.3.3 BridgeView

Análogamente a Lookout, el paquete BridgeVIEW permite el desarrollo de aplicaciones de automatización industrial que alcanzan adicionalmente módulos de aplicación más poderosos en cuanto al análisis y tratamiento de la información. En la fig. 3.7, se esquematiza la arquitectura de este software:

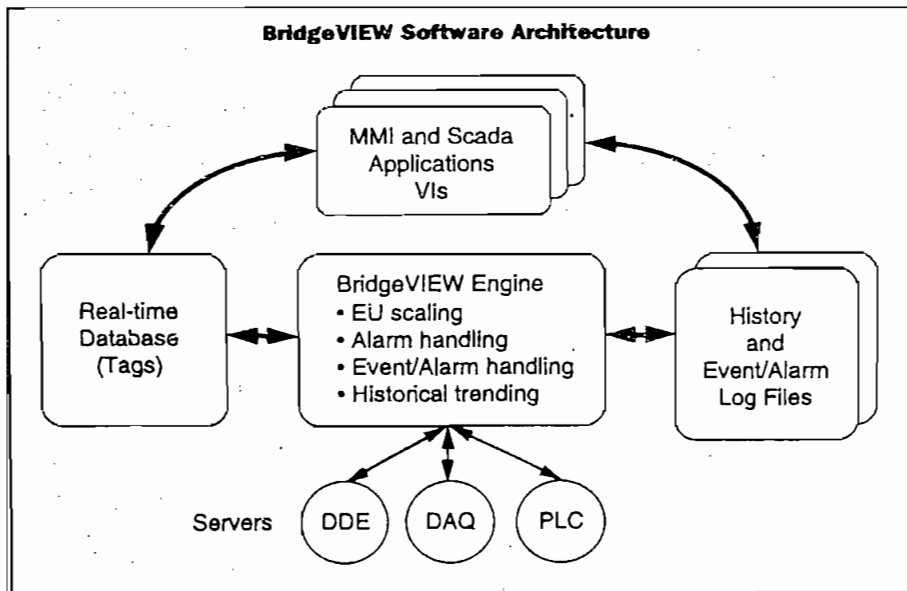


Fig. 3.7 Arquitectura de BridgeVIEW

A continuación se presenta en la tabla 3.1 en forma comparativa las características principales de estos tres paquetes de National Instruments.

	<i>LabView</i>	<i>BridgeView</i>	<i>Lookout</i>
Estilo de configuración	Programación gráfica con lenguaje G	Igual a LabView, más configuración de diálogo	Configuración de diálogo, no requiere programación
Flexibilidad/Potencia	Muy poderoso y flexible	Muy poderoso y flexible	Funcionalidad basada en objetos. Se puede crear objetos propios con C.
Recolección de datos	Alta velocidad	Alto volumen	Alto volumen
Alarmas	No incluye. Se puede programar	Incluye un subsistema de alarmas	Incluye un subsistema de alarmas
Seguridad	No incluye. Se puede programar	Incluye seguridad	Incluye un sistema de seguridad comprensible
Tendencias y cartas	Cartas extensas y flexibles	Igual que LabView, más integración de datos históricos y en tiempo real	Tendencias basadas en tiempo. Integra datos históricos y en tiempo real

Tabla 3.1 Características de LabView-BridgeView-Lookout

3.2.4.4 Genesis (Iconics)

La empresa inglesa Iconics tiene el paquete modular Genesis para Windows para MMI, SCADA y aplicaciones de control. Su arquitectura distribuida cliente/servidor permite a cada módulo cliente, comunicarse independientemente con cualquiera de los servidores de datos. Esto se esquematiza a continuación en la figura 3.8.

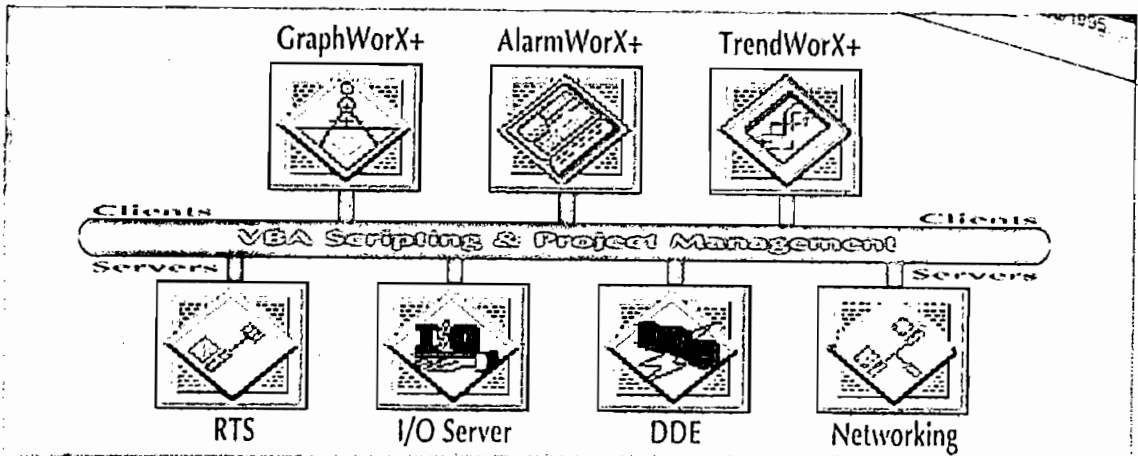


Fig. 3.8 Arquitectura de Genesis

A continuación se da una breve descripción de cada módulo representado en la figura 3.8.

3.2.4.4.1 *GraphWorx (MMI)*

Permite ver y controlar el proceso. Usando tecnología orientada a objetos se pueden crear pantallas dinámicas muy detalladas de interfaz para el operador.

3.2.4.4.2 *AlarmWorx+ (alarmas)*

Este módulo maneja alarmas del proceso que advierten al operador en donde se encuentre. Puede ser con el uso de sirenas, por teléfono o con mensajes al receptor de mensajes (pager).

3.2.4.4.3 *TrendWorx+ (recolección de datos y tendencia)*

Mediante este módulo se puede acceder a adquisición de datos, tendencias y herramientas de análisis para poder examinar las variables y condiciones de los procesos. Es posible representar gráficamente datos históricos y en tiempo real.

Este software usa VBA (Visual Basic for applications) para elaborar programas que permitan desarrollar aplicaciones específicas que satisfagan a los clientes usando los recursos de los servidores.

3.3 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

Se detalla a continuación el sistema de monitoreo propuesto considerando la arquitectura del hardware y software aplicado. Se da una descripción general de cada componente en cuestión.

3.3.1 ARQUITECTURA

El sistema propuesto permite la adquisición de datos basado en el software Lookout de National Instruments y el empleo del hardware Fieldbus del mismo fabricante. Se trata de un conjunto que se inicia en los transductores necesarios para monitorear las variables, continua con el hardware de entradas y salidas distribuidas, que dispone de comunicación en red, y termina en el computador personal. En este esquema, representado en la figura 3.9, las señales manejadas pueden ser de tipo analógico y digital.

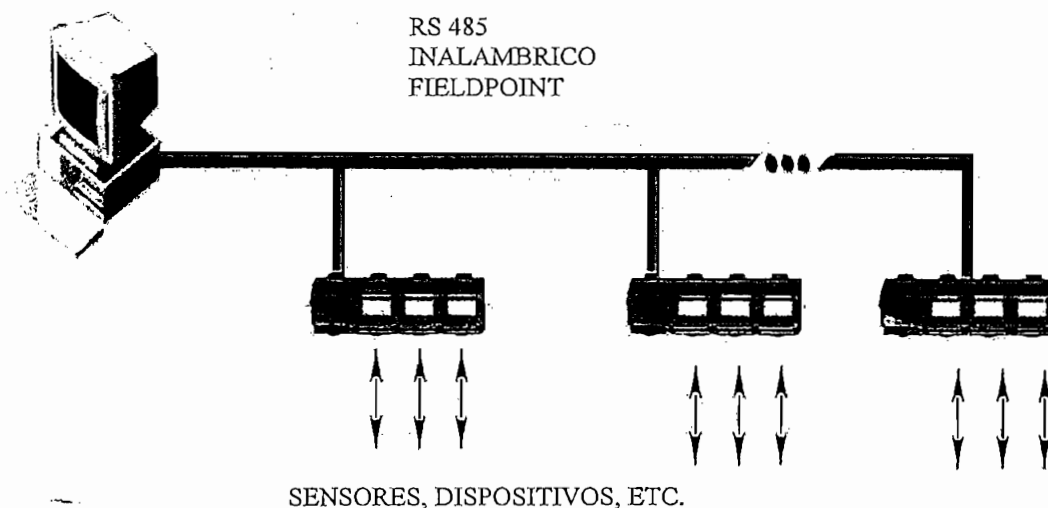


Fig. 3.9 Sistema Fieldpoint de entradas/salidas distribuidas

El hardware Fieldpoint permite distribuir a lo largo de una planta industrial los puntos de monitoreo y control y provee conexión del sistema en red. La existencia de sistemas abiertos por parte de distintos fabricantes de hardware ha hecho posible disponer de funciones de adquisición de datos y control en el campo que son enlazados por un mismo software. Con el uso de tecnología de redes confiable es posible ubicar los dispositivos de entrada y salida junto a los procesos monitoreados, lo cual significa ahorro en hardware y optimización del desempeño del sistema.

El sistema Fieldpoint dispone de varias opciones para conexión en red: Ethernet TCP/IP, RS-232, RS-485, inalámbrica y Fieldbus.

El software considerado es el Lookout de National Instruments, que como ya se indicó en párrafos anteriores, es un paquete de automatización orientado a objetos y manejado por eventos, que trabaja en ambiente Windows. El desarrollo de una aplicación no demanda programación complicada ni codificación ni compilación. Permite la conexión en red a cualquier servidor o cliente y acceso a Internet. El desarrollo y modificación de aplicaciones es verdaderamente en línea pues para esto no es necesario parar en ningún momento el proceso.

3.3.2 DISPOSITIVOS INVOLUCRADOS

De acuerdo al esquema de la figura 3.9, se describe a continuación cada uno de los componentes considerados.

3.3.2.1 Transductores

Según ya se definió, son todos los sensores de señales analógicas y dispositivos para ingreso de variables digitales que son necesarios en el sistema. De acuerdo a las variables a monitorear se explicará más adelante los tipos requeridos.

3.3.2.2 Hardware Fieldpoint

El sistema Fieldpoint presenta una arquitectura modular en cuanto a comunicaciones, funciones de entrada y salida, y bloques de conexión de señales. Esto hace posible que el usuario seleccione el hardware, justo a medida para su aplicación, de entre los módulos de entrada/salida, bases terminales o módulos de red. Estos componentes se explican a continuación.

3.3.2.2.1 Módulos E/S

El conjunto Fieldpoint incluye dos tipos generales de módulos de E/S, módulos de 8 o 16 canales estándar y módulos de canal dual. Estos módulos proveen entradas/salidas, análogas y discretas aisladas, para una amplia variedad de señales y sensores. Son intercambiables en caliente y autoconfigurables, lo cual permite fácil instalación y mantenimiento.

3.3.2.2.2 Bases terminales

Son las bases en las que se instalan el módulo de fuente, el módulo de comunicaciones y los módulos de E/S, y proveen los terminales para conexión del cableado. Esto facilita la conexión y desconexión de los módulos de E/S sin necesidad de desconectar el cableado.

3.3.2.2.3 Módulos de red

Estos módulos permiten la conectividad a redes industriales abiertas. Los módulos de red se comunican con los módulos locales de E/S por medio del bus local de alta velocidad formado por bases terminales encadenadas. Las opciones existentes para módulos de red incluyen: RS-232, RS-485, Ethernet (10 y 100 Mb/s) y Fieldbus.

3.4 ADQUISICION DE DATOS

A continuación se describen las variables a ser monitoreadas, indicando su importancia y frecuencia, así como considerando el hardware necesario en caso de que lo existente no pueda ser empleado o no sea suficiente.

3.4.1 VARIABLES A SER MONITOREADAS

En los procesos de transformación de termoplásticos (sea soplado, inyección, extrusión, etc), existen muchas variables involucradas, por lo que para fines prácticos hay que limitar a las que mayor influencia tienen en la eficiencia de los mismos. Como refiere Carlos Serrano en su artículo de análisis “La medición de la eficiencia de la planta” de la revista Tecnología del plástico: “Una buena medición de la eficiencia debe indicar la cantidad de desperdicio generada, si las máquinas están operando por debajo de los estándares aceptados para cada una de ellas y si se está experimentando una gran cantidad de tiempo perdido por paradas de la producción”. Este criterio permite enfocar las variables importantes a ser monitoreadas.

En la figura 3.10 se esquematiza el proceso de transformación estándar en una planta de plásticos indicando las variables más importantes en cada etapa. Los procesos que son netamente administrativos no están en el alcance de este proyecto, por lo que se tomará en cuenta únicamente los procesos de fabricación propiamente dicha, que son: recepción de materia prima para 24 horas, mezclas para cada turno, procesamiento en máquina y empaque y totalización por turno.

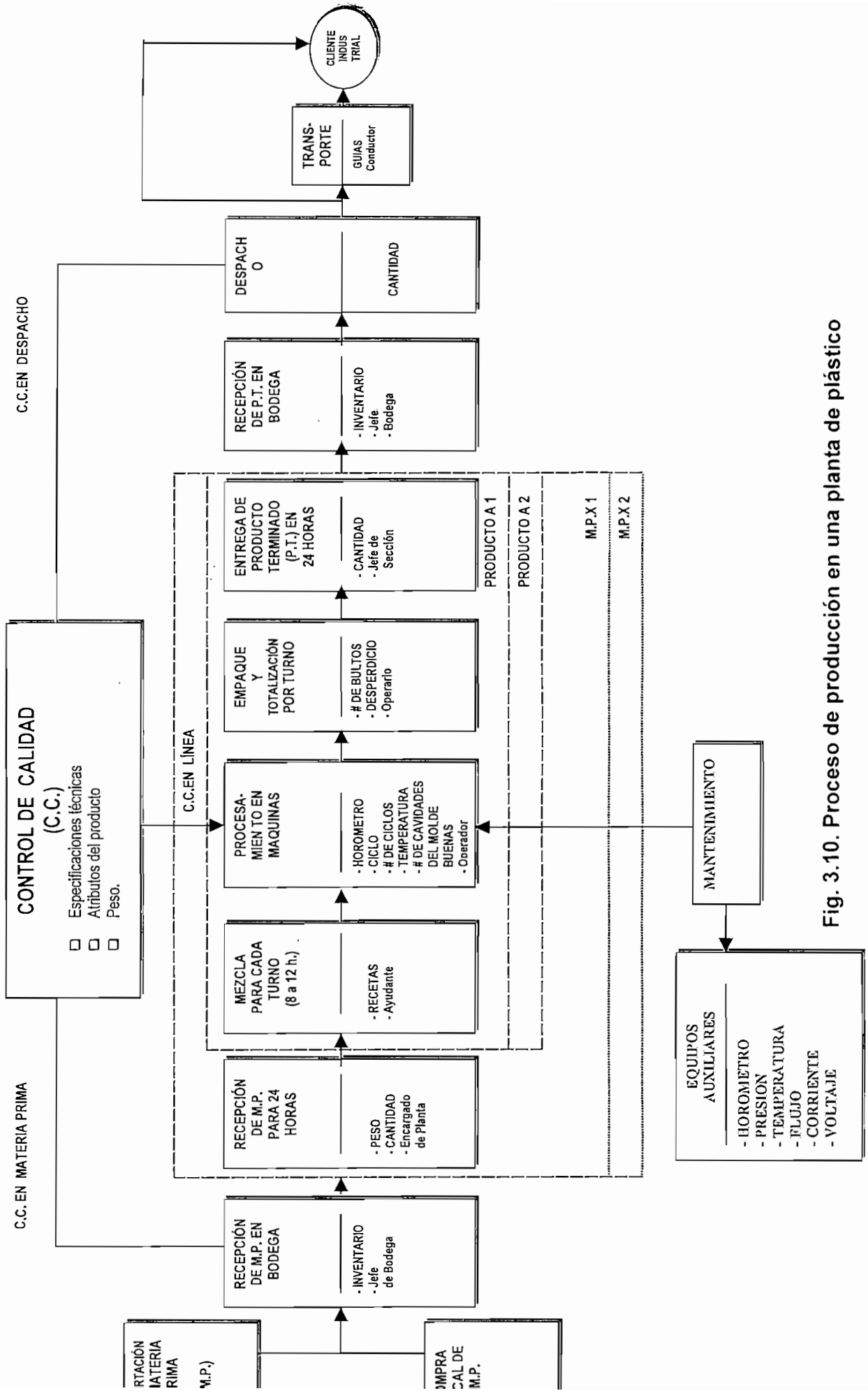


Fig. 3.10. Proceso de producción en una planta de plástico

Cada etapa del proceso de fabricación tiene diferentes variables de interés cuya importancia y frecuencia de monitoreo se indica en los siguientes párrafos.

3.4.1.1 Recepción de materia prima

El inicio del proceso de fabricación, está marcado por la recepción en planta, de la materia prima para 24 horas de producción, ya sea que se trabaje en turnos de 8 o 12 horas. La materia prima normalmente está constituida por: resina base, aditivos, colorantes, materiales complementarios para el artículo producido (manijas, etiquetas, insertos, etc.), y material de empaque (fundas, cartones, etc.).

Sin lugar a dudas la variable más importante en esta etapa es el peso de la resina base. Normalmente lo que se hace es entregar material para 24 horas de producción, en base al cálculo teórico de producción de la máquina, para todos los productos que usen la misma resina base. Para el siguiente día, se contabiliza el sobrante de lo entregado el día anterior y se vuelve a completar la cantidad requerida para las próximas 24 horas. Entonces el dato de interés será el sobrante de material al cabo de 24 horas de producción, que determina a su vez el material adicional que se debe entregar, y esto es lo que el sistema deberá registrar.

Para automatizar esta toma de datos se debe pensar en que la materia prima viene en sacos de 25 Kg, lo cual da lugar a que antes que tomar pesos es posible contar el número de sacos que se reciba. Esta labor puede ser facilitada con la ayuda de una banda transportadora en la que estén dispuestos sensores para conteo de los sacos.

Las otras variables del proceso de recepción de materia prima, como cantidad de materiales complementarios y peso de aditivos y colorantes, pueden ser ingresadas por teclado desde la bodega, en el momento de registrar la entrega a planta.

3.4.1.2 Preparación de mezclas

Para un producto en particular, se dispone de una receta que debe ser aplicada fielmente. En cada turno (de 8 o 12 horas) se pesan los componentes por separado y se los mezcla en aparatos adecuados por un tiempo establecido.

En esta etapa es posible recolectar los pesos de todos los componentes, pero esto puede volver muy complejo al sistema. Normalmente en las cantidades de la receta no existen equivocaciones, por lo que sería más adecuado únicamente registrar el tiempo de mezcla, que es una variable que define la calidad del producto a ser fabricado y en ciertas ocasiones no es cumplido estrictamente por acelerar este proceso de preparación.

3.4.1.3 Procesamiento en máquina

En el procesamiento en máquina están el mayor número de variables de interés, entre las que se pueden mencionar: horas de máquina encendida, corriente, voltaje, presión de aire, presiones hidráulicas, flujos hidráulicos, temperatura de aceite, temperatura de zonas del extrusor, r.p.m. del tornillo, tiempo de ciclo, número de ciclos, número de cavidades del molde en funcionamiento, número de molde, operador, etc.

Las de mayor incidencia para determinar y mejorar la eficiencia de producción de la máquina son:

3.4.1.3.1 Horas de máquina encendida

Esta variable puede ser registrada por un horómetro y es de interés para determinar la eficiencia total, así como para ejecución de planes de mantenimiento preventivo y predictivo.

3.4.1.3.2 *Ciclo*

El ciclo o más correctamente tiempo de ciclo, es el tiempo que toma a la máquina producir un objeto terminado. Esta variable es tan importante que todas las máquinas disponen de un temporizador con display digital.

3.4.1.3.3 *Número de ciclos*

Así también es importante conocer el número total de ciclos que da la máquina, por lo cual normalmente disponen de contadores para tal efecto. Esto permitirá determinar la eficiencia real de producción al evaluar con la producción entregada del turno.

3.4.1.3.4 *Temperatura*

En todos los procesos de transformación de termoplásticos, una de las variables más importantes es la temperatura de la masa fundida, que es definida por las temperaturas de las diferentes zonas del extrusor. De ser posible es adecuado registrar todas las temperaturas, sin embargo puesto que los valores típicos de número de zonas están el orden de 5 a 16, es conveniente limitar las lecturas de temperatura a las zonas más críticas según la máquina en particular. Por ejemplo en soplado, se puede considerar dos puntos de lectura que tienen mayor influencia: la zona del extrusor que corresponde a compresión del material y la zona del torpedo en el cabezal.

3.4.1.3.5 *Número de cavidades del molde buenas*

Principalmente en inyección, los moldes son de varias cavidades y a veces hay algunas defectuosas. Esta variable es importante registrar para determinar la eficiencia perdida por molde separadamente de la pérdida por máquina.

3.4.1.3.6 *Operador*

Finalmente, es también importante conocer el operador de la máquina en el turno en el que se evalúe. Es bien sabido que la eficiencia de producción en un proceso de transformación de plásticos, viene definida por máquina, molde, materia prima y operador.

3.4.1.4 **Totalización de producción**

En el último subproceso del proceso de fabricación, tiene lugar el empaque del producto terminado y su totalización. El empaque se realiza según el tipo de producto en: cajas, fundas, pallets, etc. Entonces la variable de interés es el número de bultos que se obtuvieron en el turno.

En esta etapa también es necesario que el operador notifique el peso de materia prima que se desperdició y fue dado de baja. Comparando el dato de peso total de producto terminado más desperdicio, deberá igualar al peso de materia prima recibido para el turno.

3.4.1.5 **Entrega/recepción de producto terminado**

La producción total de los 3 turnos de 8 horas o los 2 turnos de 12 horas es reportada por los operadores a los supervisores de planta. Estos a su vez totalizan la producción de los diferentes artículos en las 24 horas y efectúan una entrega/recepción al jefe de bodega de producto terminado.

En esta etapa la variable de interés es el número de bultos, de buena calidad, producidos en las 24 horas y entregados a bodega.

3.4.1.6 Control de calidad

Como lo indica la figura 3.10, el control de calidad está presente en tres etapas del proceso: recepción de materia prima ya sea de importación o compra local, procesamiento en máquina y despacho a clientes.

El interés, según el alcance del presente proyecto, es el control de calidad en línea de producción. La variable más importante en esta área es el peso del producto que se está fabricando.

3.4.1.7 Mantenimiento

El departamento de mantenimiento efectúa varios procesos, tanto en equipos de fabricación como en equipos auxiliares, en base a los datos que se registran en ellos.

Dos de los más importantes son el mantenimiento preventivo y predictivo, que hacen uso entre otros, del dato de horas de trabajo de los equipos para cumplir con su plan periódico. Como variables de interés dentro del proceso de mantenimiento puede ser importante tener el registro de horas hombre dedicadas a mantenimiento preventivo y correctivo por máquina.

3.4.2 TIPOS DE ENTRADA

Según el tipo de variables que se planteó monitorear en el apartado anterior, se tienen entradas digitales y analógicas.

3.4.2.1 Entradas digitales

Dentro de las variables digitales de interés en los subprocesos de fabricación se tienen principalmente:

- Recepción de materia prima para 24 horas: número de sacos de 25 Kg.

- Procesamiento en máquina: número de ciclos, número de cavidades buenas del molde, número de operador.
- Totalización de producción por turno: número de bultos de producto terminado.
- Entrega/recepción de producto terminado: número de bultos entregados en 24 horas.

3.4.2.2 Entradas analógicas

Las variables analógicas a ser monitoreadas en las diferentes etapas del proceso son:

- Preparación de mezclas: tiempo de mezcla
- Procesamiento en máquina: temperatura, tiempo de ciclo, tiempo de máquina encendida.
- Control de calidad: peso de los productos terminados
- Mantenimiento: horas hombre dedicadas a mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

3.5 TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

Una vez que los datos recolectados están en el computador central, estos deben ser procesados, para que sean información de utilidad para los usuarios del sistema. En los párrafos siguientes se describe el hardware y software propuesto así como el sistema de procesamiento de datos.

3.5.1 PLATAFORMA FISICA

Debido al gran desempeño de los computadores personales en la actualidad, a un costo relativamente bajo, es recomendable emplearlos en el sistema de recolección de datos y a la vez en el procesamiento de la información.

3.5.1.1 Computador personal

En cuanto al computador central, el requerimiento mínimo satisfactorio para la tarea de monitoreo, puede ser un sistema Pentium con las siguientes características:

- Velocidad de procesamiento de al menos 90 MHz
- 32 MB RAM
- Windows NT version 4 o mayor, o Windows 98 o mayor
- Espacio en disco de 45 MB para instalación
- Espacio en disco para almacenamiento de datos (mayor a 20 MB)

3.5.1.2 Terminal gráfico

Para tener facilidad en la visualización de los paneles de control, es necesario contar con terminales gráficos. Estos dispositivos tienen mejor resolución y mayor tamaño.

3.5.1.3 Tarjeta de red Fieldpoint

El único hardware adicional al computador, para trabajar con el sistema Fieldpoint propuesto, es una tarjeta de red que puede ser una del tipo RS-485 que es adecuada para trabajar a distancias de 2 Km, en ambiente industrial.

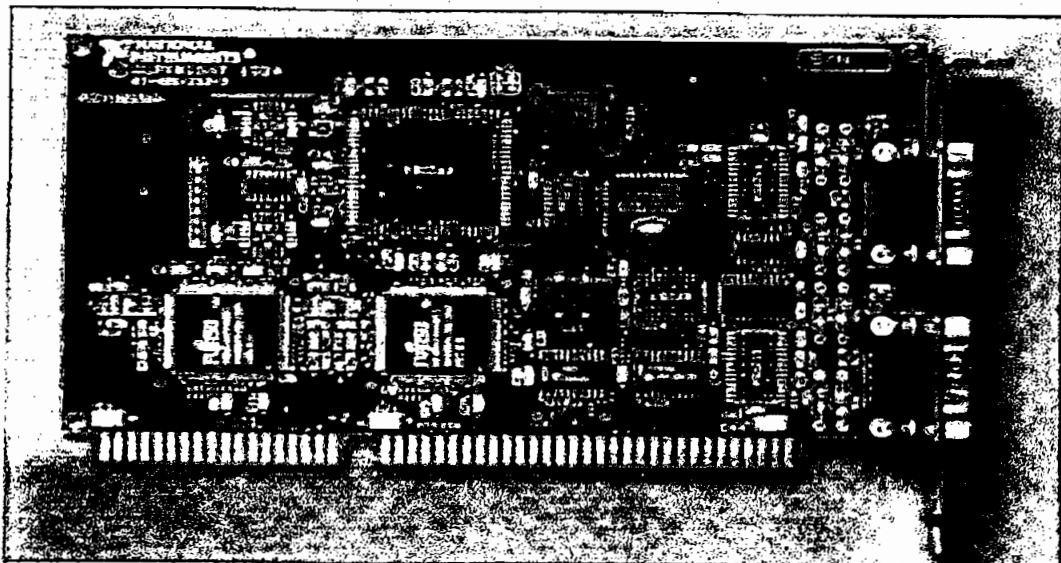


Fig. 3.11 Tarjeta de red RS-485 para Fieldpoint

También existe hardware para conexión serial RS232, GPIB y para Ethernet, pero la tarjeta propuesta es la que mejor costo/beneficio presenta para el sistema planteado.

3.5.1.4 Llave física para Lookout

El software Lookout requiere de una llave física que debe ser conectada en el puerto paralelo del computador para poder funcionar. Esto es necesario en el caso del software vendido a latinoamérica para evitar la piratería del mismo.

3.5.2 PLATAFORMA DE SOFTWARE

En relación al software necesario para el sistema de monitoreo, se incluye: Lookout (National Instruments), Windows y Office (Microsoft).

3.5.2.1 Lookout

Este paquete desarrollado por National Instruments, ya fue descrito brevemente en el inicio del presente capítulo. La versión actualizada corresponde a la revisión 4.5 y se denomina "Lookout development system". Este programa puede ser adquirido para diferente número de entradas/sálidas siendo el básico total de 50 y el máximo ilimitado.

3.5.2.2 Windows y Office

El computador personal puede trabajar con el sistema operativo Windows y además debe disponer del paquete Office de Microsoft para el manejo de archivos con los datos recolectados.

¿

El software Lookout es perfectamente compatible con Windows y puede trabajar con los diferentes paquetes de Office para el almacenamiento y presentación de información.

3.5.3 SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos ingresados por el sistema son almacenados en una base de datos conocida con el nombre de Citadel.

En esta base de datos se almacenan los datos históricos por períodos que pueden ser definidos por los usuarios para cada una de las variables, pudiendo de esta manera tener registros pasados con los que se pueden hacer gráficas y analizar estadísticamente.

Además el software permite comunicación DDE con lo cual es muy fácil leer o crear archivos Excel para el almacenamiento y manejo de datos.

3.6 PRESENTACION DE RESULTADOS

Toda la información recolectada y procesada por el sistema, debe ser presentada a los usuarios de manera útil para su análisis, bajo formatos estándares (que se manejan cotidianamente).

3.6.1 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

Según el nivel del usuario, sus requerimientos de información son diferentes y se puede controlar el acceso, empleando los niveles de seguridad que brinda el propio sistema. De manera general lo más utilizado serán reportes

en hoja electrónica y gráficos en pantalla para niveles: administrador, supervisor y operador.

3.6.1.1 Administrador

Es el usuario de más alto nivel y se encarga de la administración del sistema. Su requerimiento de información es total. Tiene acceso a reportes de todas las áreas, esto es: recepción de materia prima, preparación de mezclas, procesamiento en máquina, totalización de producción, entrega/recepción de producto terminado, control de calidad y mantenimiento.

3.6.1.2 Supervisor

En el nivel de supervisión se ubican los jefes de las diferentes áreas de planta como son: producción, control de calidad y mantenimiento.

El usuario de producción debe tener acceso a la información relativa al proceso de manufactura, es decir: recepción de materia prima, preparación de mezclas, procesamiento en máquina, totalización de producción y entrega/recepción de producto terminado.

La información respecto a control de calidad y mantenimiento, a más de ser accesible al administrador deberá estar disponible a los jefes de control de calidad y mantenimiento, que son los usuarios finales.

3.6.1.3 Operador

El operador tendrá un nivel de acceso básico que únicamente le permita leer reportes y gráficos en pantalla. Su aplicación es inmediata pues en base a las variables del procesamiento en máquina, monitoreadas por el sistema en el momento, este usuario puede tomar acciones correctivas.

3.6.2 PRESENTACION EN PANTALLA

La capacidad de manejo de gráficos de Lookout es una de sus mejores características y por lo mismo la presentación en pantalla, de las variables monitoreadas, puede ser efectuada en forma amigable para el usuario.

El panel de control de un proceso puede ser fácilmente configurado usando bibliotecas de gráficos que pueden ser editadas por el usuario. Los gráficos pueden ser estáticos o animados. Estos últimos representan gráficamente los cambios que ocurren en ese momento.

En pantalla también se pueden mostrar datos de diferentes fuentes a la vez, ya sean analógicos o digitales, históricos o en tiempo real. Esto se aprecia en la figura 3.12, a continuación.

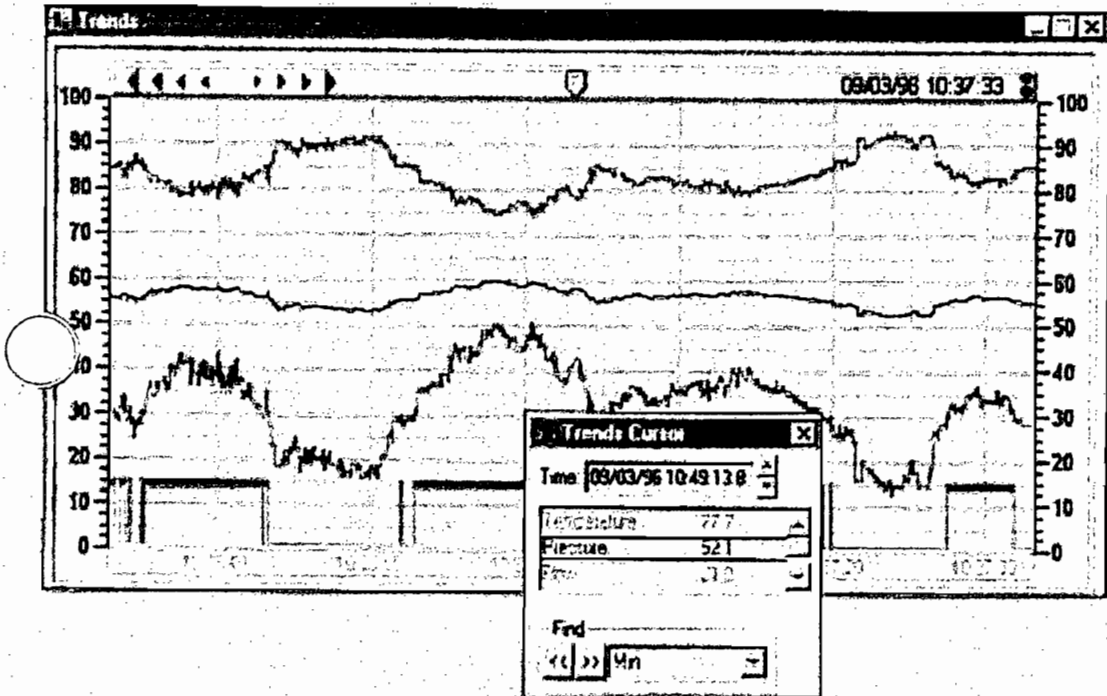


Fig. 3.12 Gráficos de datos históricos y en tiempo real

3.6.3 ELABORACION DE REPORTES

El sistema permite generar reportes para clientes usando paquetes de software como Office, siendo el más empleado Excel.

Es posible configurar la aplicación para generar reportes automáticamente programados así como bajo demanda particular de un usuario. La aplicación puede visualizarse en pantalla como una hoja de Excel en la cual los datos pueden estar cambiando en tiempo real.

CAPITULO 4

PLANIFICACION DE LA REINGENIERIA EN PLANTA

Una vez que en el capítulo anterior se describió el sistema de monitoreo propuesto, y usando esta información, en el presente capítulo se plantea la reingeniería necesaria para implementar este sistema planteado. Se hace referencia, como se mencionó antes, tanto al hardware como al software necesarios para el monitoreo de las variables de mayor interés, que son las de influencia crítica en la eficiencia de la planta.

4.1 HARDWARE

El hardware necesario involucra lo disponible en planta en la actualidad, y todos los equipos adicionales. Partiendo del punto de acceso a la variable, se describen a continuación los dispositivos físicos para la toma de datos, hasta llegar al computador personal.

4.1.1 NECESIDADES EN PLANTA

Dependiendo de la variable a ser monitoreada, los dispositivos complementarios serán de diferentes características. A continuación se detalla, para cada etapa del proceso de producción en planta, el hardware adicional que permitirá la recolección de datos empleando en lo posible lo existente en la actualidad.

También se indica gráficamente para cada proceso el panel de control del sistema propuesto. Este panel de control es la presentación en pantalla del estado de las variables a ser monitoreadas y que pueden incluir funciones básicas de control, de acuerdo con las facilidades que presta el software de Lookout trabajando con el sistema Fieldpoint.

4.1.1.1 Recepción de materia prima

Según ya se refirió en el capítulo tres, la materia prima se divide en dos tipos principales que son: la resina base y los demás insumos de fabricación (colorantes, aditivos, insumos complementarios, etc).

Las resinas bases que se manejan en una planta de plásticos, normalmente incluyen:

- Polietileno de alta densidad (PAD)
- Polietileno de baja densidad (PBD)
- Polipropileno (PP)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Tereftalato de polietileno (PET)

Todas estas resinas comunmente vienen en sacos de rafia de polipropileno de 25 Kg en contenedores de 20 o 30 toneladas y son almacenadas en bodega principal. De aquí se entrega esta materia prima a planta a diario para la producción planificada para 24 horas.

Normalmente la entrega a planta se la realiza cargando los sacos en coches de paletas y firmando un acta de entrega recepción entre bodeguero y supervisor de planta. Este procedimiento puede adolecer de errores si se falla en el conteo de sacos. En la tabla 4.1 se tiene un formato típico para esta tarea.

ENVAPLAST S.A.		
Acta de entrega/recepción de materia prima en planta.		
Fecha: _____		Entregado por: _____
<i>Resina base</i>	<i>No. de sacos</i>	<i>Recibido</i>
PAD		
PBD		
PP		
PVC		
PET		

Tabla 4.1 Registro de entrega/recepción de materia prima

Para mejorar este procedimiento tratando de evitar el error humano, se propone implementar en planta el sistema ya mencionado, de banda transportadora en el que se pueda seleccionar material transportado y contar el número de sacos con sensores ubicados convenientemente al costado de la banda. Así pues, el personal traerá las diferentes resinas base desde bodega principal y descargará de saco en saco a la banda transportadora, que los llevará hasta la bodega de resina base de planta.

En el tablero de arranque de la banda transportadora existirá un interruptor por cada tipo de resina base. En la banda transportadora se dispondrán dos sensores (que pueden ser de tipo interruptor de proximidad capacitivo, óptico a aún fin de carrera), para detectar la presencia de un saco de materia prima siempre y cuando se activen los dos sensores a la vez al pasar el saco en forma horizontal sobre la banda, lo cual evitará falsos impulsos que puedan ser erróneamente contados. Esto se representa en la figura 4.1, a continuación.



Fig. 4.1 Panel de control para conteo de sacos de materia prima

El panel de control (más comunmente conocido como interfaz hombre/máquina), deberá incluir también un botón de reset para encerar el número de sacos de los diferentes materiales.

En cuanto a los demás insumos de producción, dado que son en cantidades mucho menores, se puede hacer un ingreso por teclado desde el computador de bodega general via intranet.

4.1.1.2 Preparación de mezclas

Una vez recibida la materia prima en planta, se procede a elaborar las mezclas de acuerdo a recetas preestablecidas para un turno de producción de 8 horas.

Lo más usual es tomar las cantidades según la receta y colocar todos los materiales en un tambor mezclador que se lo prende por el tiempo establecido. En

este proceso es común cometer errores debido a que los materiales no son pesados sino solamente estimados en volumen de acuerdo al mejor criterio del encargado. También el proceso adolece de error en el tiempo de mezcla pues el mismo es estimado por el encargado sin el uso de un temporizador.

Se propone para el monitoreo preciso de este proceso, un sistema de tolvas dosificadoras en las que se mida el flujo de material bombeado hacia el tambor mezclador, el cual se accionaría por un tiempo prefijado. Las diferentes recetas estarán grabadas en el computador central y serán el patrón a cumplirse.

En la figura 4.2 se esquematiza el sistema propuesto, así:

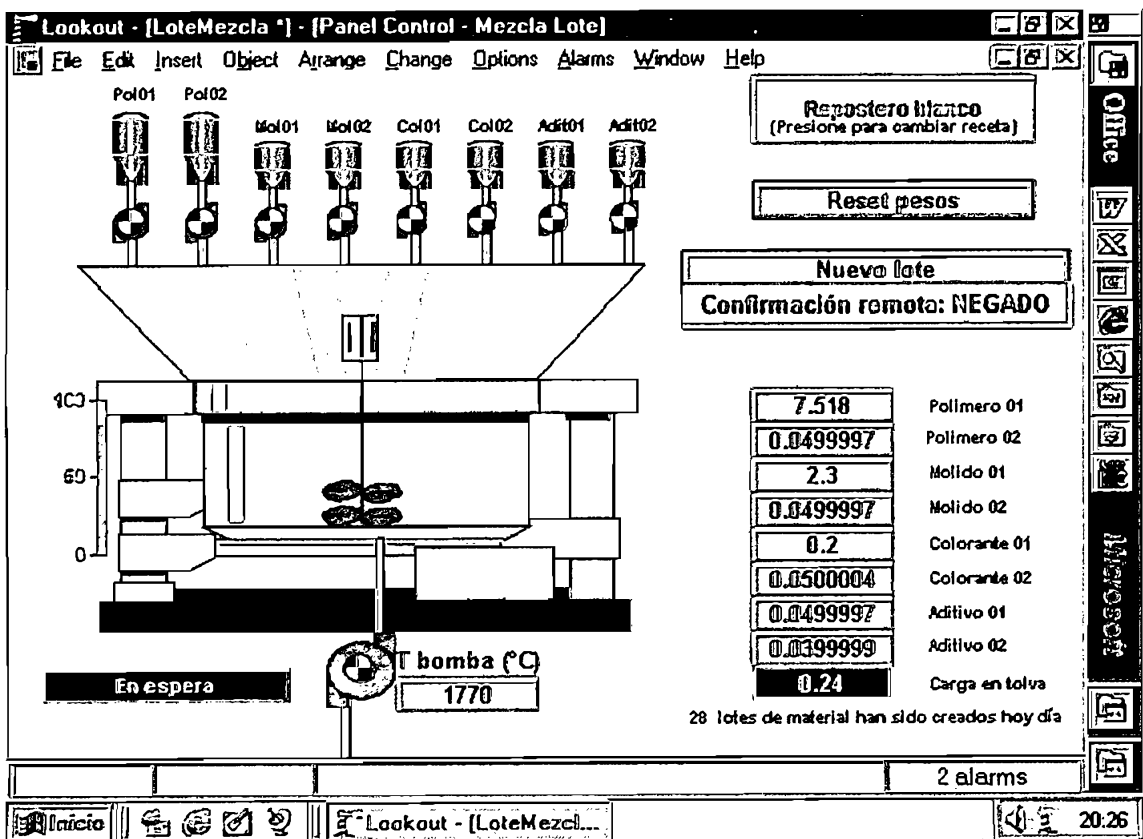


Fig. 4.2 Panel de control para preparación de mezclas.

Para la dosificación de materiales es necesario implementar cargadores neumáticos de materia prima con sensores de flujo. Las señales de los sensores

de flujo serán de 4 a 20 mA y por lo mismo se necesitará un módulo de entrada analógica de 8 canales para Fieldpoint.

4.1.1.3 Procesamiento en máquina

La etapa más crítica en el proceso de una planta de transformación de termoplásticos está en el procesamiento en máquina. Por lo mismo es aquí donde se encuentran la mayoría de variables de interés y las que principalmente definen la eficiencia del sistema. En el capítulo 3 se indicaron las variables de mayor interés en esta etapa, y a continuación se trata de igual manera sobre ellas, para redefinir la reingeniería en planta.

4.1.1.3.1 Horas de máquina encendida

Esta variable puede ser medida conectando algún contacto auxiliar del interruptor principal de encendido de la máquina, a una entrada digital del módulo respectivo de Fieldpoint.

Mientras esta entrada se mantenga activa, el sistema lookout registra el tiempo mediante un temporizador interno y de esta manera se dispone un horómetro de máquina.

Análogamente se pueden implementar horómetros para subsistemas de cada máquina como por ejemplo calentamiento, encendido de bombas hidráulicas, etc.

4.1.1.3.2 Ciclo y número de ciclos

Estas dos variables se pueden monitorear simultáneamente pues se inician con el accionamiento de un sensor de proximidad que detecta molde cerrado y terminan con el accionamiento del sensor de expulsor accionado. Esto se puede apreciar en el apartado 2.3.1 en el que se describe el ciclo del proceso de inyección.

En la máquina se puede implementar un circuito que genere una salida lógica en función del estado del sensor de expulsión y del selector de funcionamiento automático para contar los ciclos únicamente en este estado y no en manual o semiautomático. Esta señal lógica sería una entrada digital para el respectivo módulo de Fieldpoint, la misma que activaría un contador interno y temporizaría el ciclo entre un estado activo y el siguiente.

4.1.1.3.3 Temperatura

Entre los principales procesos de transformación de termoplásticos referidos en este proyecto de titulación están: inyección, soplado, extrusión de película soplada. Estos procesos tienen en común la etapa inicial de plastificación de material que se lleva a cabo en un extrusor constituido por un cilindro en cuyo interior gira un tornillo sinfín. Este plastifica la resina base que le ingresa desde una tolva conectada en una boca de carga dispuesta en el cilindro, y se funde con el calentamiento de cintas de calefacción dispuestas alrededor del cilindro que mantienen temperaturas que varían de 150°C a 300°C, en función de la zona y el tipo de materia prima.

La calidad de plastificación del material es sumamente importante y por lo mismo se plantea disponer un sistema redundante para monitoreo de temperatura, es decir, el sistema de control de temperaturas propio de la máquina no se lo emplea, sino que se dispone un sistema paralelo con sensores de temperatura conectados a un módulo Fieldpoint apropiado para monitoreo de temperaturas.

Dispuesto el sistema de esta manera se tiene la ventaja de evaluar rápidamente si existen zonas de calentamiento defectuosas que se pueden deber a fallas en el controlador de temperatura, en el dispositivo de potencia que conecta al calentador (contactor o relé de estado sólido), en el elemento de calefacción, en el sensor de temperatura o en el cableado. Estos problemas son muy comunes en la práctica, por lo que la inversión adicional en hardware es justificable, pues las consecuencias acarreadas por el descontrol de temperatura

son muy perjudiciales. Por ejemplo puede llegar a quemarse el material dentro del cilindro con lo cual se hace necesario desarmar el cabezal y el tornillo para poder limpiar toda la resina que ya no tiene capacidad de plastificación, lo que implica horas de parada de máquina y reinicio.

4.1.1.3.4 Número de cavidades buenas del molde

En el proceso de inyección, el número de cavidades en buen estado del molde, es una variable de importancia pues incide directamente en la eficiencia de todo el sistema y es común encontrar moldes de 8, 16 o 24 cavidades trabajando con hasta 50% de su capacidad.

El problema en el trabajo con moldes de varias cavidades es que por las condiciones de máquina hay ciertas cavidades que no se llenan y en otros casos por impurezas en la materia prima hay puntos de inyección que se tapan provocando que la pieza de esa cavidad no se forme en absoluto. Esto varía a lo largo de las horas de producción, es decir las diferentes cavidades pueden dar piezas completas en ciertos intervalos y en otros pueden obstruirse.

El monitoreo de esta variable es importante pues de esta manera se puede determinar cual cavidad necesita mantenimiento, que básicamente consiste en reemplazar ciertas partes como bujes, bocines o expulsores que debido a la alta precisión son costosos y por lo mismo el cambio debe ser limitado a las cavidades que realmente tienen baja producción.

El hardware adicional necesario para esta tarea de monitoreo, consiste en un sistema de matriz de fotoemisores y receptores, ubicados en la periferia de la placa móvil del molde para detectar a cada pieza el momento en que es expulsada. El sistema debe tener un tiempo de respuesta muy corto y la alineación entre emisores y receptores debe ser perfecta.

Cada señal del fotoreceptor constituye una entrada digital al sistema Fieldpoint que puede contar el número de piezas producidas en todo el tiempo de trabajo de la máquina.

4.1.1.3.5 Operador

La eficiencia de todo proceso de transformación de termoplásticos está determinada también por la destreza del operador. En este contexto es absolutamente indispensable registrar el nombre del operador que se encuentra al frente de la máquina para disponer de ese archivo histórico y evaluar estadísticamente el desempeño de los diferentes operadores que rotan en turnos de 8 o 12 horas.

Esto puede ser fácilmente implementado mediante el acceso al sistema de monitoreo con claves, que es una de las bondades del software de Lookout.

En la figura 4.3 a continuación, se representa el panel de control correspondiente al monitoreo de variables en el proceso en máquina:

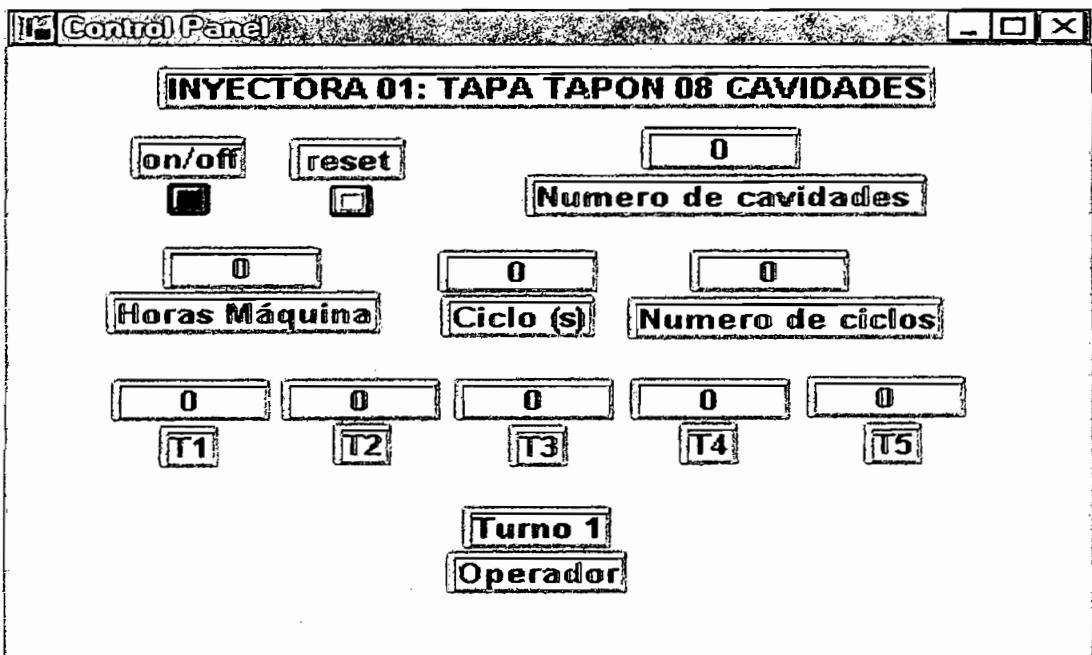


Fig. 4.3 Panel de control para procesamiento en máquina

4.1.1.4 Totalización de producción

Cada turno debe contar su producción y entregar a una bodega de recepción o tránsito. Esta totalización de producción es responsabilidad del operador de turno pues es el resultado de su labor diaria. En este proceso normalmente se cuenta el número de bultos (cajas, fundas, rollos, etc) cuyo contenido en unidades es preestablecido, pero adolece de errores humanos en el conteo.

Se plantea la automatización de esta etapa con un sistema similar al de recepción de materia prima, es decir disponer una banda transportadora de planta hacia la bodega de tránsito. En el panel de control se deberá disponer de selectores que indiquen el código de producto y contadores que incrementen su valor con el paso de cada bulto por la banda transportadora.

4.1.1.5 Entrega / Recepción de producto terminado

La totalidad de producción del día, constituida por el aporte de cada turno, se almacena en la bodega de tránsito. Puesto que ya se tiene el registro de producción de cada turno, según lo indicado en el apartado anterior, la entrega/recepción solamente generará un reporte del total producido de cada artículo en el que firman la conformidad tanto el jefe de producción como el jefe de bodega de producto terminado.

4.1.1.6 Control de calidad

El control de calidad, ya sea en línea de producción o mediante muestreo en bodega de producto terminado considera, entre otras, las siguientes variables en la evaluación de los diferentes artículos:

- Peso
- Número de artículos por bulto
- Dimensiones del artículo

- Resistencia al impacto
- Atributos visuales (color, impurezas, deformaciones, etc)

La variable de mayor importancia para el desempeño de la planta es el peso, y por lo mismo es la única que se propone registrar automáticamente en el sistema, al menos en la primera fase.

Para esto se debe disponer de una balanza que tenga una salida analógica de milivoltios o miliamperios y respectivamente un módulo Fieldpoint de entrada analógica. Además en el panel de control se necesitará un selector del tipo de producto que se está pesando.

4.1.1.7 Mantenimiento

El departamento de mantenimiento hace uso de la información de variables ya registradas en el proceso en máquina como son, horómetros, temperaturas, etc. En función de esto planifica cada tipo de mantenimiento de las diferentes máquinas de producción.

Para los equipos auxiliares también es necesario implementar horómetros que serán similares a lo planteado anteriormente para las máquinas. Sin embargo, por la naturaleza crítica de estos equipos que sirven a toda la planta, también se plantea monitorear otras variables para predecir condiciones anómalas.

Entre los equipos auxiliares, comunes en una planta de plásticos están: enfriadores de agua, compresores de aire y motogeneradores de emergencia. Las variables que pueden ser monitoreadas en ellos como: presión (de aceite, de agua, de refrigerante, etc), flujo, velocidad (r.p.m.), pueden ser ingresadas como señales analógicas o digitales según corresponda a los módulos de Fieldpoint con los transductores adecuados.

4.1.2 SISTEMA FIELDPOINT

En el capítulo anterior se describió brevemente el hardware del sistema Fieldpoint de National Instruments. En este apartado se presenta en detalle los módulos enchufables necesarios para el sistema propuesto.

El hardware Fieldpoint consiste de un módulo de conexión con el computador personal, al cual se conecta una llamada base terminal que a su vez se conecta en cascada con otras similares y sobre las cuales se enchufan los diferentes módulos existentes. Todo el conjunto se puede fijar en riel DIN según se puede ver en la figura 4.4

4.1.2.1 Bases terminales (FP-TB-1/2/3)

Son dispositivos para montaje en riel DIN de 35 mm que disponen lateralmente de un conector de bus local para unirse con un módulo de red o a otras bases terminales. En ellas se enchufan los módulos de entrada/salida analógicos o digitales y quedan accesibles 32 terminales para conexiones de campo.

Las principales características de estas bases son:

- Trabajan con módulos E/S de fieldpoint
- Disponen de dos terminales de voltaje y dos de tierra para trabajar con polarización externa
- Montaje en panel o en riel DIN
- Disponibles 32 terminales para conexiones de campo
- Disponibles con terminales de tornillo o de resorte
- Construcción isotérmica para minimizar gradientes de temperatura cuando se trabajan con termocuplas
- Operación entre -40 a 70°C

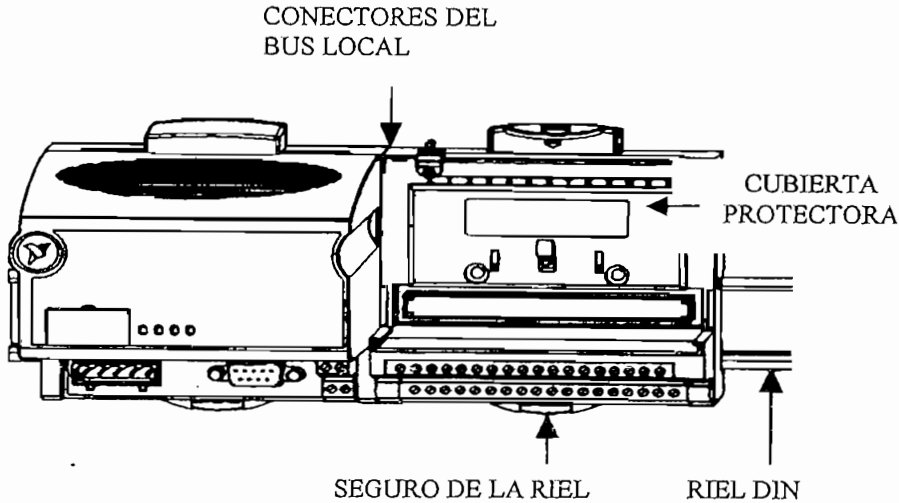


Fig. 4.4 Base terminal conectada a un módulo de red fieldpoint

4.1.2.2 Módulo de entradas digitales (FP-DI-330)

El módulo FP-DI-330 de fieldpoint consta de 8 canales de entradas discretas con las siguientes características:

- Entradas universales que trabajan con cualquier voltaje desde un nivel TTL de 5 VDC hasta un máximo de 250 VDC/VAC
- Compatibles con aplicaciones de entrada o salida de corriente
- Dispone de indicadores LED de prendido/apagado
- Operación enchufable en caliente
- Aislamiento entrada/salida de 3000 V
- Operación de -40 a 70°C

4.1.2.2.1 Cableado de campo

Las bases terminales proveen las conexiones para cada uno de los 8 canales de entrada y una fuente externa para los dispositivos de campo. Cada canal puede ser cableado para uso con dispositivos que entregan o reciben corriente. En la figura 4.5 se muestran ejemplos de estas conexiones básicas.

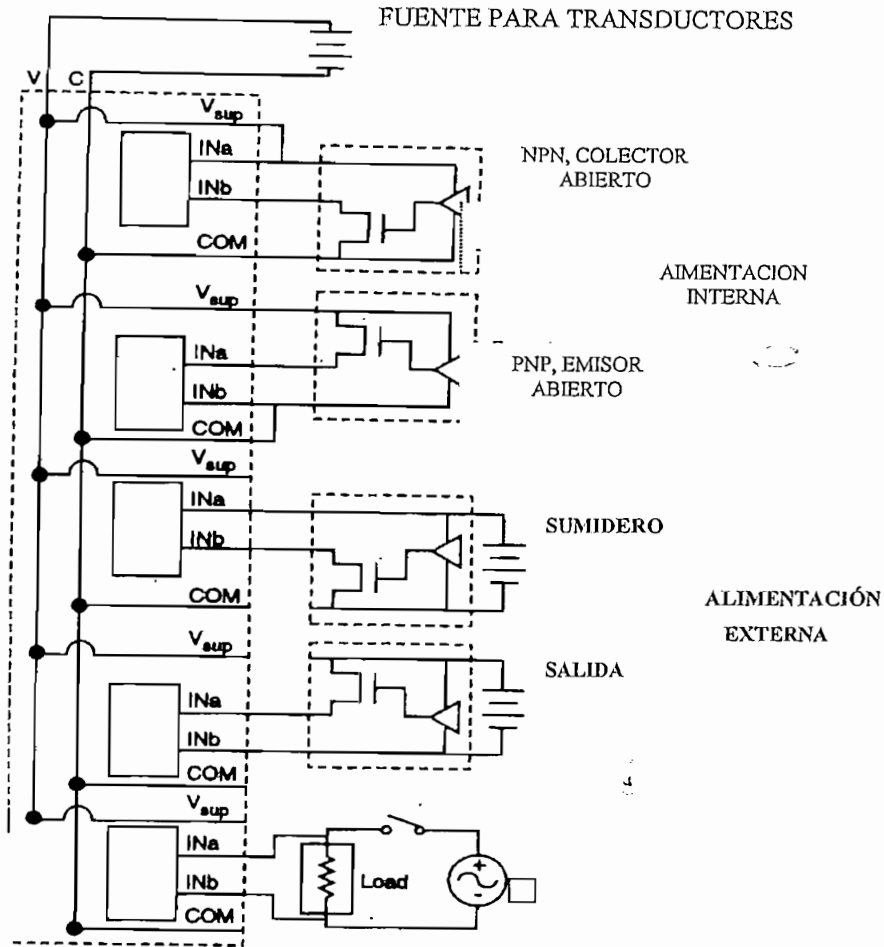


Fig. 4.5 Conexiones de campo para entradas digitales

Si fuese necesario conectar una fuente externa a los dispositivos de campo, se pueden usar los puntos V y C indicados en la misma fig 4.5 de la base terminal. Cada canal tiene dos entradas INa e INb , un terminal común COM , y un terminal de fuente V_{sup} .

4.1.2.2.2 Circuito universal de entrada

Las entradas universales del módulo FP-DI-330 consisten de optoacopladores bidireccionales con un circuito limitador de corriente. Cuando se aplica un voltaje entre INa e INb , la corriente fluye y activa el optoacoplador, registrando una condición de encendido. El circuito limitador de corriente limita el

flujo de corriente a 1,5 mA, aún cuando el voltaje aplicado fuera tan alto como 250 VAC. En la figura 4.6 se indica el circuito de entrada para un canal.

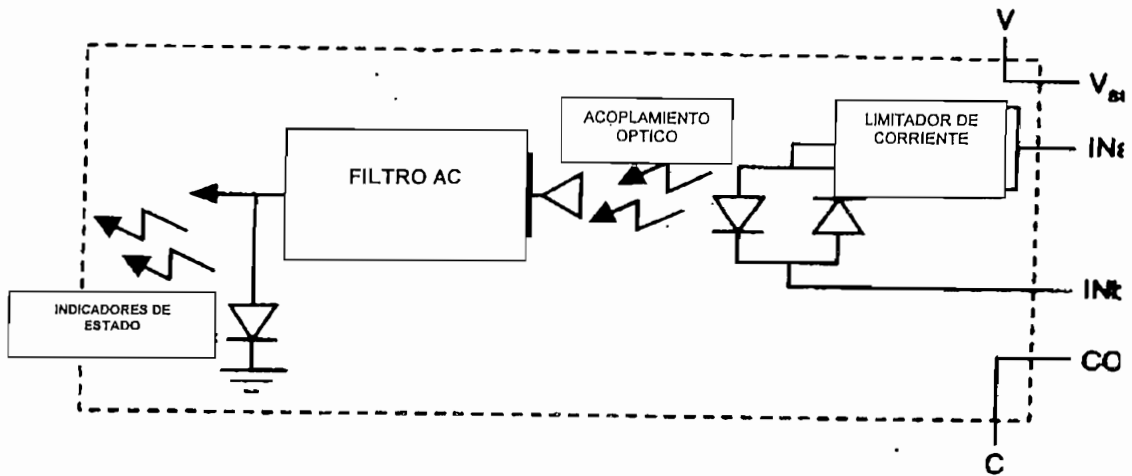


Fig. 4.6 Circuito de entrada para el módulo FP-DI-330

4.1.2.3 Módulo de entradas analógicas (FP-TC-120)

Se plantea el uso del módulo FP-TC-120 de Fieldpoint, correspondiente a 8 canales de entrada para termocuplas o milivoltaje en general, con las siguientes características sobresalientes:

- Incluye linealización y compensación de junta fría para 8 tipos de termocuplas: J, K, R, S, T, N, E, y B.
- Cuatro rangos de voltaje: +/-25, +/-50, +/-100 y -20 a +80 mV.
- Indicadores de termocupla abierta y LEDs señalizadores.
- Entradas diferenciales.
- Filtrado contra ruido de 50 y 60 Hz.
- Resolución de 16 bits.
- Aislamiento de entrada a 3.000 V.
- Operación de -40 a +70 °C

4.1.2.3.1 Cableado de campo

La base terminal tiene conexiones para cada uno de los 8 canales de entrada diferenciales y un terminal común para conectar un blindaje a cada canal. Se cablea la termocupla (o entrada de milivoltaje) a los terminales IN (+) e IN (-). En la figura 4.7 se muestra un ejemplo de conexión básica.

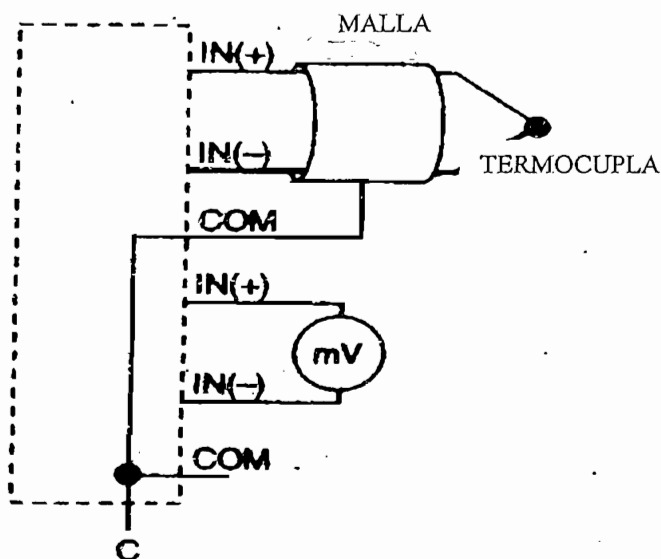


Fig. 4.7 Conexión de campo básica del módulo FP-TC-120.

4.1.2.3.2 Circuito de entrada.

Los ocho canales de este módulo comparten una referencia común a tierra que es aislada del resto del sistema Fieldpoint. Cada uno de los canales de entrada tiene una resistencia de polarización a esta referencia de tierra aislada en el terminal negativo, IN (-), y una resistencia de pull-up en el terminal positivo, IN (+), para detectar termocuplas abiertas. Cada canal tiene un terminal COM que está conectado a la referencia de tierra aislada. Si se usan cables apantallados, se debe unir esta pantalla al terminal COM. Como se muestra en la figura 4.8, cada canal es filtrado y muestreado por un convertidor análogo a digital (ADC) de 16 bits.

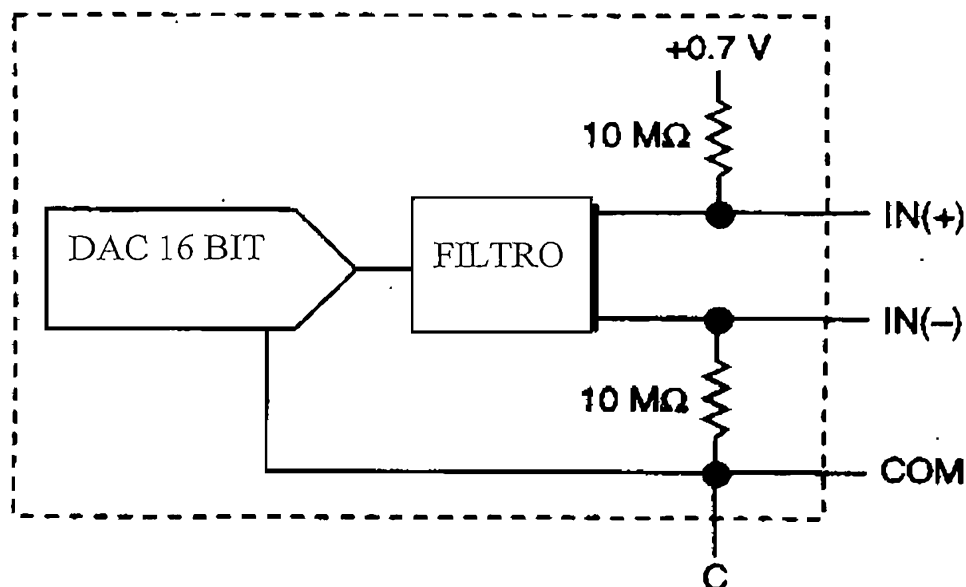


Fig. 4.8 Circuito de entrada analógico del módulo FP-TC-120.

A las entradas positiva y negativa se conecta correspondientemente, la señal de milivoltaje o de la termocupla en uso, y vía programa se selecciona el rango de milivoltaje o el tipo de termocupla utilizada.

4.1.2.4 Módulo de salidas a relés (FP-RLY-420)

Si bien el presente proyecto trata del monitoreo de variables, para lo cual se necesitan únicamente entradas analógicas y digitales, se describe a continuación el módulo de salidas a relés, que se emplea en el capítulo siguiente, para un ejemplo práctico de control básico y señalización.

Este módulo de 8 salidas a relés presenta las siguientes características:

- Capacidad de conmutación de 3 A a 35 VDC o 250 VAC.
- LEDs indicadores de prendido/apagado.
- Aislamiento de 3.000 V entre entrada y salida.
- Operación de -40 a $+70$ °C.

4.1.2.4.1 Conexión de campo.

La base terminal tiene conexiones para cada uno de los 8 canales de relés y una fuente externa para energizar los dispositivos de campo cuando se requiere una corriente mayor a 6 A. Cada canal tiene dos terminales: N.O. (Normally Open) e I.C. (Isolated Common), según se aprecia en la figura 4.9.

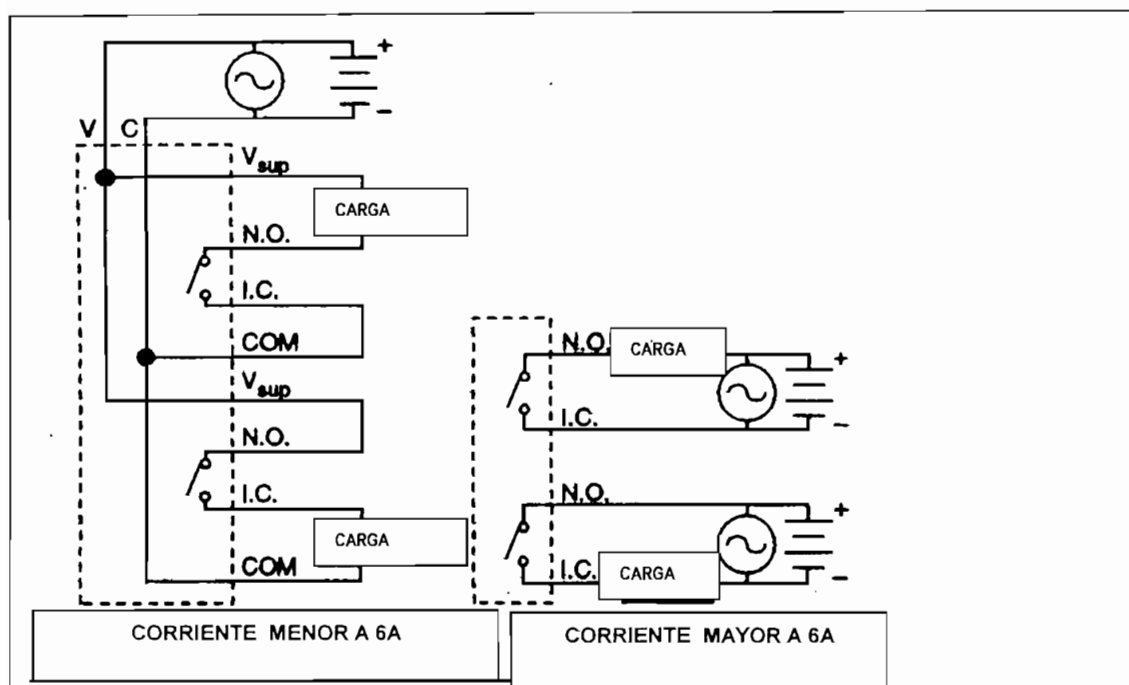


Fig. 4.9 Conexión de campo básica del módulo FP-RLY-420.

4.1.2.4.2 Circuito de salida.

Las salidas del módulo FP-RLY-420, consisten en relés electromecánicos. El estado de energización de la bobina es apagado (abierto). En el estado encendido, los terminales N.O. e I.C. se conectan para formar un corto circuito. La carga no debe ser mayor a 3 A. En la figura 4.10 se muestra el diagrama de una salida a relé.

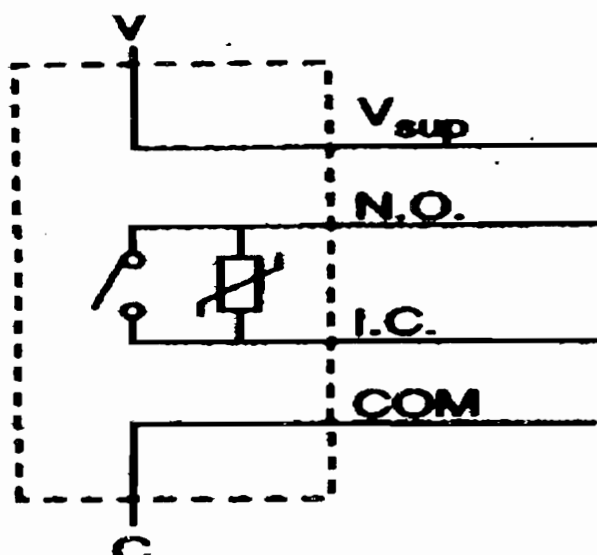


Fig. 4.10 Circuito de salida a relé del módulo FP-RLY-420.

4.1.3 INTERCONEXION SERIE

En lo referente a hardware, para la interconexión del sistema Fieldpoint con el computador personal, es necesario un módulo de red y una tarjeta enchufable de interfaz para comunicación. Esto se describe en los siguientes párrafos.

4.1.3.1 Interfaz de red RS-485 (FP-1001)

De entre los módulos de red disponibles para Fieldpoint: Ethernet TCP/IP, RS-232 (con opción inalámbrica), RS-485 y Foundation Fieldbus, el sistema de comunicación seleccionado es el RS-485, por sus ventajas de buena inmunidad al ruido, aceptable distancia de interconexión y precio moderado.

Este módulo de red se conecta como primer bloque del sistema Fieldpoint y junto a él se instalan las bases terminales en cascada, y sobre ellas los módulos de entrada salida (máximo 9 para cada localidad distribuida).

Según se indica en la figura 4.11, para el funcionamiento del módulo de red se debe conectar una fuente de alimentación de 24 VDC que puede ser compartida o no con los módulos de entrada salida.

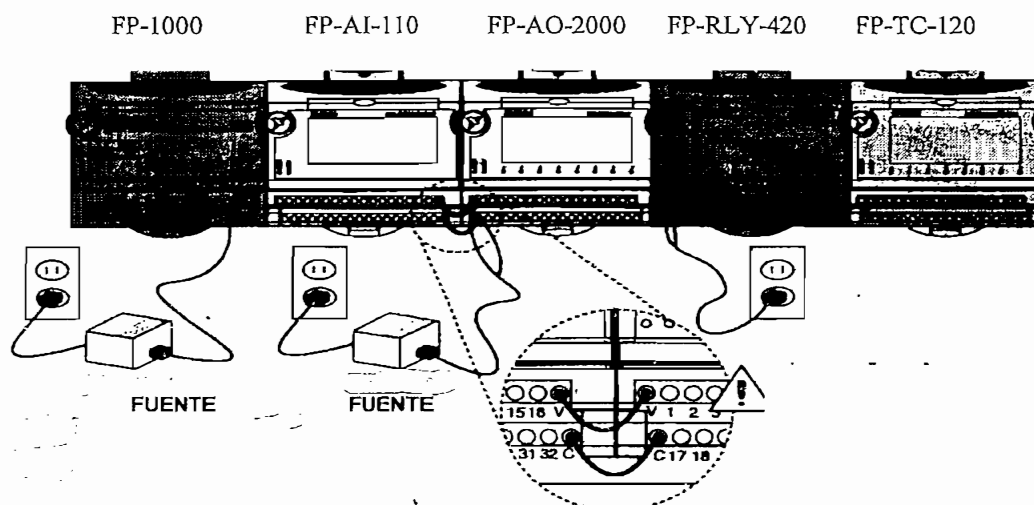


Fig. 4.11 Alimentación de los módulos Fieldpoint.

Por otro lado, el módulo de red necesita ser conectado desde su puerto de salida al servidor. Es posible conectar un máximo de 25 módulos de red FP-1001 a un único puerto RS-485 de un PC. En la figura 4.12 se muestra la conexión serial entre módulos de red y el computador.

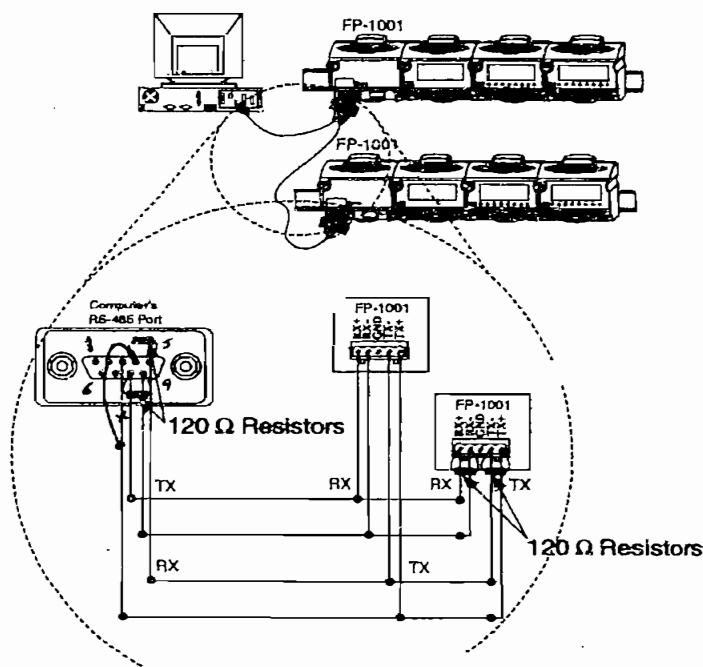


Fig. 4.12 Conexión del FP-1001 al puerto serial RS-485 de un PC.

Es posible seleccionar en el módulo de red, tanto la velocidad de transmisión (115.200 bps máximo) como la dirección del bloque distribuido (25 máximo). Estos valores por defecto se muestran en la figura 4.13 a continuación.

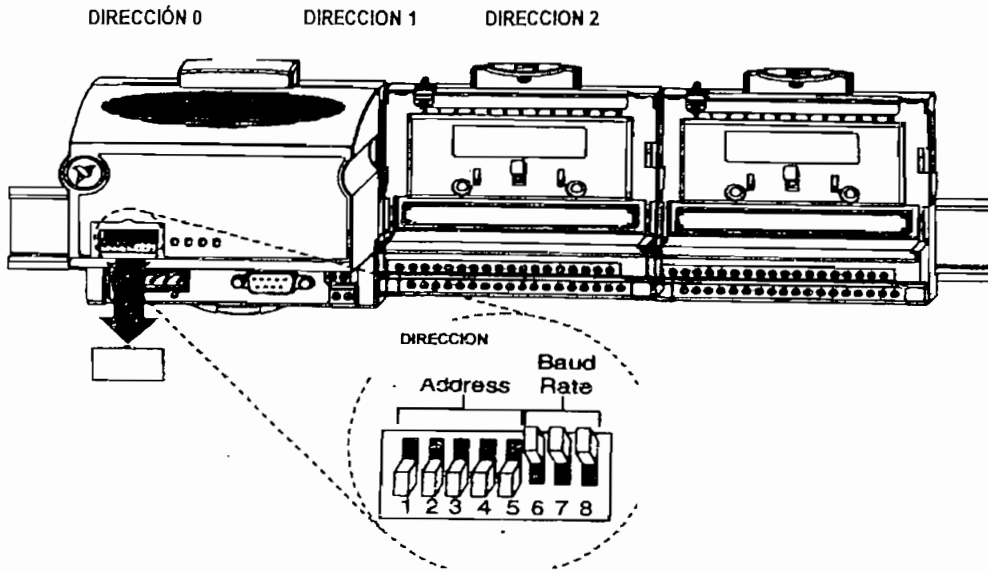


Fig. 4.13 Selección de la dirección de red y velocidad de transmisión.

4.1.3.2 Tarjeta enchufable PCI para RS-485

Para la conexión con el computador, es posible usar cualquier tarjeta RS-485 enchufable. Su conexión con el módulo de red se indicó en párrafos anteriores.

4.1.4 DISPOSITIVOS ADICIONALES

Para complementar el hardware necesario para la reingeniería en planta se requerirá el cableado de los diferentes bloques distribuidos (que estarán junto a los procesos monitoreados) hacia el computador servidor.

También debe considerarse el sistema de montaje de los bloques distribuidos que normalmente se lo hará en riel DIN y dentro de tableros apropiados.

Finalmente, en los dispositivos adicionales de hardware se contarán los diferentes transductores y otros elementos empleados según las variables a medir, así: fines de carrera, pulsantes, transductores de presión, flujo, peso, etc.

4.2 SOFTWARE

Los programas necesarios para el funcionamiento del sistema incluyen tanto el software de base que corresponde al básico de un sistema de computación para una empresa en general, así como el software de aplicación específica constituido principalmente por el Lookout de National Instruments.

4.2.1 ESTADO INICIAL

Normalmente en las empresas industriales, se dispone de un software de administración que puede constar normalmente de: Windows (red o monousuario), Office y un paquete de manejo administrativo.

Es bueno determinar desde un inicio si el paquete de administración cuenta con bases de datos abiertas, lo cual puede permitir su conexión futura con el sistema de monitoreo.

4.2.2 REQUERIMIENTOS INICIALES

Tanto el software de Fieldpoint como el Lookout, son diseñados para trabajar con Windows 95 o versiones posteriores. Por esta razón es indispensable la disponibilidad de este sistema operativo de Microsoft.

También es necesario contar con el paquete Office para poder trabajar los reportes del sistema con el uso de Excel.

Además es deseable contar con una base de datos SQL para llevar los históricos del sistema de monitoreo.

A continuación se describen brevemente estos programas referidos, necesarios para la implementación del ejercicio práctico que se desarrolla en el capítulo siguiente.

4.2.2.1 Lookout 4.5

Este paquete ya fue descrito en el capítulo anterior y deberá ser adquirido para poder trabajar el sistema de monitoreo planteado. Es necesario instalar este software antes que todos los demás descritos en los párrafos siguientes, de este modo esos programas crearán un manejador de Lookout para trabajar con él.

4.2.2.2 Fieldpoint 2.0

Este software es el que permite trabajar el hardware de Fieldpoint con el Lookout, considerándolo un paquete de aplicación.

El explorador de Fieldpoint es el utilitario para configurar su hardware y software ejecutando las siguientes tareas:

- Configura las características y hardware de un dispositivo de red Fieldpoint.
- Configura los nombres y entradas/salidas de los servidores Fieldpoint.
- Escribe y lee valores de entrada/salida desde y hacia el hardware.

El primer paso para emplear el software de Fieldpoint es correr el Explorador de Fieldpoint. Luego se usa este Explorador para configurar los parámetros programables del hardware Fieldpoint, tales como el rango de entrada de un módulo de entrada analógico, o los ajustes del temporizador de alerta que chequea cada corrida (watchdog timer), o los valores de encendido de los módulos de salida. El Explorador de Fieldpoint también puede servir como interfaz de usuario para leer y escribir interactivamente valores de entrada/salida, lo cual ayuda a verificar si la instalación del sistema es correcta.

4.2.2.3 NI serie 1.45

Este software es el que permite funcionar la tarjeta de comunicación serie instalada en el computador personal. En combinación con la tarjeta PCI-485 de National Instruments permite velocidades de comunicación de hasta 460.800 bps. Con este software es posible seleccionar el puerto de comunicación en uso, según se haya seleccionado en la tarjeta y se maneja completamente por interrupciones.

4.3 CONSIDERACIONES DE COSTOS DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema Fieldpoint / Lookout de National Instruments, descrito en los párrafos anteriores, es uno de los que mejor costo inicial presenta entre las alternativas con representación local. Tómese en cuenta también que el soporte de un representante local es decisivo a la hora de seleccionar un sistema de automatización en general, pues para la adquisición del software y hardware siempre será necesaria una asesoría especializada, a más del servicio técnico en las etapas de diseño, implementación y funcionamiento.

Adicionalmente a la opción de National Instruments, se consideró en un inicio el sistema de Wonderware que también tiene soporte local; sin embargo este software, si bien es mucho más poderoso, tiene un costo inicial alto. El sistema In Touch básico, que es el que permite monitoreo, está en el orden de los 4.000 dólares, que es aproximadamente 4 veces el costo del software lookout para 50 entradas/salidas.

A continuación se presentan los costos iniciales de los componentes, para el ejemplo presentado en el capítulo próximo.

4.3.1 COSTO DE HARDWARE

Es posible cotizar cualquier sistema a través de Internet, directamente con National Instruments, sin embargo por la ventaja del soporte local se cotizó con el representante local que se margina alrededor de un 10 %. Los precios sin impuestos, del sistema propuesto en los párrafos anteriores, son:

N°	N° parte	Descripción	Valor (U.S.\$)
1	777517-01	Módulo de red RS-485, FP-1001	508,95
2	777641-02	Tarjeta de comunicación serial de 2 puertos para Windows, PCI-485/2	444,60
3	777584-01	Fuente de poder 24 VDC, PS-2	087,75
4	777518-120	Módulo de 8 entradas analógicas (termocuplas), FP-TC-120	450,45
5	777518-330	Módulo de 8 entradas digitales universales (5-240 VDC), FP-DI-330	228,15
6	777518-420	Módulo de 8 salidas digitales a relé SPST, FP-RLY-420	292,50
7	777519-01	Base terminal universal, FP-TB-1	122,85
		TOTAL	2.135,25

En el Anexo 1 se presenta los manuales de operación de los diferentes módulos descritos anteriormente

4.3.2 COSTO DE SOFTWARE

El software necesario, para el sistema propuesto, incluye tanto el Lookout como el de comunicación serie; este último es un paquete propio de National Instruments que se incluye con la compra de la tarjeta de comunicación serie RS-485, ítem 2 de la tabla anterior.

En cuanto al Lookout, que es el software HMI/SCADA para el sistema, se emplea un paquete básico de 50 entradas/salidas, el mismo que permite

desarrollo y corrida del sistema. El costo de este programa, con número de parte 777320-01, es de 959,40 dólares americanos.

4.3.3 COSTO DE CAPACITACION

El representante local de National Instruments ofrece el curso "Lookout Basics", en la misma modalidad del que ofrece el fabricante en Estados Unidos. Este curso es dirigido a quienes requieren conocimientos básicos para el desarrollo de aplicaciones y posterior corrida de sistemas de monitoreo y automatización en general. El costo del curso en Austin-Tx-U.S.A. es de 895 dólares y en Ecuador se lo ofrece por 385 dólares.

Para desarrolladores que necesiten un mayor nivel de conocimientos, existen cursos adicionales más especializados que pueden ser solicitados expresamente.

CAPITULO 5

SIMULACION DE UNA APLICACION DEL MONITOREO

Una vez descritos en los capítulos anteriores el sistema Fieldpoint/Lookout propuesto para monitorear las variables en los diferentes procesos de transformación de termoplásticos, en el presente capítulo se describe un ejemplo práctico del uso del sistema para monitoreo del proceso de preparación de mezclas para la fabricación de los diferentes productos, ya sea por inyección, soplado o extrusión. Se denomina a este ejercicio práctico, una simulación, puesto que no se lo implementa físicamente en la planta industrial sino que solamente se lo desarrolla a nivel de laboratorio usando un computador personal, el software referido previamente de Lookout y el hardware Fieldpoint también ya descrito con anterioridad. Se simulan los elementos de entrada con interruptores, y los de salida con los indicadores LED, propios del módulo Fieldpoint de salidas a relés.

Además de monitoreo, también se realizan funciones simples de control, como prendido-apagado de motores.

Esta aplicación de preparación de mezclas en lotes es comunmente utilizada en la industria. Por ejemplo en el sector de alimentos, uno de los procesos demanda la mezcla de los diferentes materiales de la respectiva receta. Así también en la industria de la construcción, una de las aplicaciones mas difundidas es la preparación de hormigón premezclado. Justamente este último ejemplo, es desarrollado en el curso básico de Lookout impartido por National Instruments, y en base al mismo se ha aplicado un concepto similar para el presente ejercicio práctico.

5.1. PROCESO A SER MONITOREADO

El proceso tomado como ejemplo práctico para el monitoreo, es la "preparación de mezclas", ya descrito en el capítulo anterior.

Este trabajo es básicamente una tarea de procesamiento en lotes en la que se parte de una receta preestablecida. Se tienen diversos componentes (materia prima virgen, material molido, colorante y aditivos) que son cargados a una tolva, mediante cargadores neumáticos que cuentan con sensores de flujo, para totalizar el material que se pone por cada lote. Una vez cargados todos los componentes, se activa el mezclador por un tiempo fijo, y finalmente se entrega la mezcla preparada encendiendo un cargador neumático de salida.

Se han establecido las variables más importantes, de acuerdo a lo que el sistema deberá mostrar:

- El total de kilogramos cargados de cada material en cada lote.
- La carga de la tolva en tiempo real.
- El número de lotes realizados en cada día.
- La temperatura de la bomba de salida.
- El estado del proceso

También debe disponer de las siguientes funciones:

- Selección de recetas en línea, cargadas desde una hoja electrónica.
- Reseteo de pesos del sistema.
- Confirmación remota para proceder con nuevo lote.

5.2. ESTRUCTURA FISICA

La preparación de mezclas en lote, de la materia prima para cualquier proceso de transformación de plásticos, es uno de los pasos más importantes pues depende de esta tarea la buena calidad del producto final.

Para el presente ejemplo de simulación se considera la existencia de 8 tolvas para los siguientes componentes:

- a. Polímero virgen 01, Pol01
- b. Polímero virgen 02, Pol02
- c. Material molido 01, Mol01
- d. Material molido 02, Mol02
- e. Master batch (colorante) 01, Col01
- f. Master batch (colorante) 02, Col02
- g. Aditivo 01, Adit01
- h. Aditivo 02, Adit02

A la salida de estas tolvas existen cargadores neumáticos que al accionarse envían el material a una tolva de mezclado. La cantidad de material es totalizada mediante sensores de flujo ubicados en la tubería de transporte. El accionamiento de cada cargador es secuencial. Cuando el último cargador termina de entregar su cantidad prefijada, se enciende el mezclador y trabaja un tiempo definido en la receta.

Una vez que el material ha sido mezclado, se activa un cargador que envía el material a un tanque de almacenamiento, para su consumo a lo largo del día en las máquinas que trabajen productos que usen el mismo preparado.

Finalmente el sistema reporta el lote preparado y queda en espera para un siguiente lote, sin borrar los valores del lote anterior.

5.3. PROGRAMA PARA LA APLICACIÓN SIMULADA

El programa Lookout es un sistema orientado a objetos, es decir que posee subprogramas que pueden ser utilizados dentro de cualquier aplicación. En el

presente ejemplo se usarán algunos de los objetos que ofrece el paquete como son: objeto gráficos, objeto receta, objeto secuenciador, objeto integrador, objeto hoja electrónica, entre otros. Descritos a continuación están los más representativos.

5.3.1 CREACIÓN DE GRÁFICOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS PARA EL PROCESO.

Iniciando el programa Lookout, en modo de edición, navegando en “file”/“new”, se crea un nuevo proceso al que se le ha denominado “LoteMezcla”, como se indica en la siguiente pantalla:

The screenshot shows a 'Create Process' dialog box. The 'Process Name' field is filled with 'LoteMezcla'. Under 'State Information', the first radio button 'Save State File with Process File' is selected. The 'Save state file(s) every' checkbox is checked, with '60' entered in the adjacent field. The 'Citadel Database' section has 'Use Default Values' checked. At the bottom, there are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

Fig. 5.1 Pantalla de creación del proceso en lote “LoteMezcla”

El primer paso para implementar el programa de preparación de mezclas es ubicar

en el panel de control los gráficos de los diferentes componentes, como: tolvas, tuberías, simuladores de cargador neumático encendido, simulador de nivel variable en la tolva y agitador de la mezcla.

Una vez insertados los gráficos, el panel de control se verá como se indica en la figura 5.2.

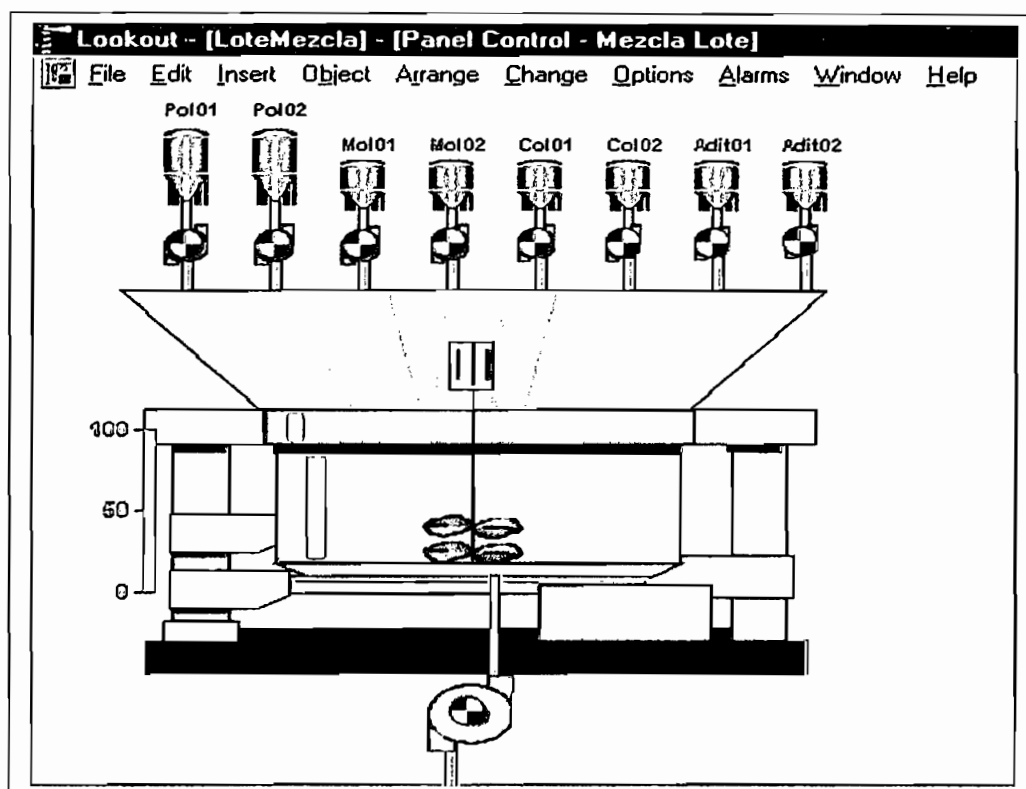


Fig 5.2 Panel de control del proceso “LoteMezcla” con los gráficos iniciales.

Usando el objeto “spinner” , los círculos con cuadrantes blancos y negros de la figura, se simula el movimiento giratorio de los cargadores de materia prima, lo cual da animación adecuada para ver el estado del proceso, pues al encenderse el respectivo cargador el círculo simula rotación.

5.3.2 SELECCIÓN DE RECETAS EN LÍNEA, CARGADAS DESDE UNA HOJA DE EXCEL.

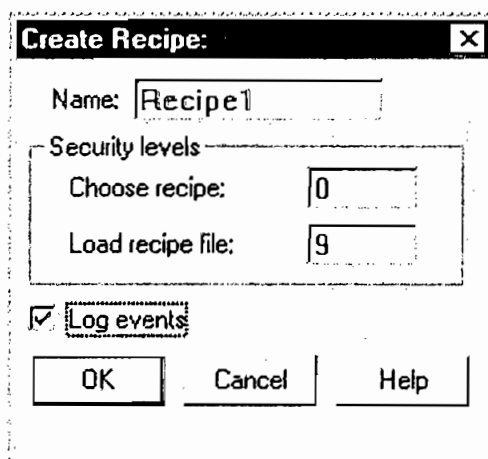
Las múltiples recetas para los diferentes compuestos son obtenidas de una hoja electrónica, en la que las filas son las variadas mezclas y las columnas son los componentes, que para el presente ejemplo son 8 en total. Esta hoja se muestra en la figura 5.3, a continuación:

	Polímero 01	Polímero 02	Molido 01	Molido 02	Colorante 01	Colorane 02	Aditivo 01	Aditivo 02	Tiempo mezcla
<i>Balde Regia</i>	7,0	0	2,5	0	0,2	0	0,3	0	0:00:15
<i>Balde Manteca</i>	5,0	0	2,0	2,8	0,1	0,1	0	0	0:00:05
<i>Repostero Blanco</i>	7,5	0	2,3	0	0,2	0	0	0	0:00:15
<i>Tapa Balde Azul</i>	4,0	3,0	1,5	1,4	0	0,1	0	0	0:00:05
<i>Tapa Balde Blanca</i>	4,0	2,0	3,8	0	0,2	0	0	0	0:00:15
<i>Tapa Repostero Azul</i>	3,0	3,0	2,0	1,8	0	0,1	0	0,1	0:00:10
<i>Tapa Repostero Blanca</i>	3,0	3,0	3,7	0	0,2	0	0	0,1	0:00:15
<i>Manija</i>	5,0	0	3,0	1,8	0,2	0	0	0	0:00:10

Fig 5.3 Hoja de Excel conteniendo las recetas para las diferentes mezclas.

Los valores de cada componente están en kilogramos. La hoja de Excel debe ser guardada como "Worksheet", para que Lookout la pueda reconocer adecuadamente.

Ahora se crea el objeto receta usando el explorador de objetos de Lookout. En el proceso "LoteMezcla" se da un click derecho y navegando en "New Object"/ "Control"/ "Recipe" se crea dicho objeto.



Create Recipe:

Name:

Security levels

Choose recipe:

Load recipe file:

Log events

Fig. 5.4 Pantalla de creación de una receta

Luego de llenar la pantalla anterior, asoma una ventana de diálogo que requiere el nombre del archivo excel que será usado con la receta.

El objeto "Recéta" puede importar grandes arreglos de datos desde un archivo Excel hacia Lookout. Estos arreglos de datos contienen recetas y sus ingredientes. El arreglo de la hoja electrónica es predefinido por el objeto, así los nombres de las recetas deben estar enlistados en la columna A iniciando en A2. Los ingredientes deben estar enlistados en la fila 1, iniciando en la celda B1.

5.3.3 SECUENCIA DEL PROCESO DE MEZCLA.

El proceso de preparación de un lote es secuencial y responde al siguiente esquema:

1. Cargar receta requerida
2. Añadir uno a uno los 8 ingredientes
3. Mezclar los ingredientes en la tolva
4. Descargar la mezcla de la tolva
5. Generar el reporte del lote

Esta secuencia se consigue implementar con el empleo del objeto "Sequencer" que dispone Lookout.

Dicho objeto permite ejecutar una tarea paso a paso, cumpliendo la condición preestablecida para la transición de un estado al otro. Al finalizar el ciclo repite automáticamente el mismo. Para incluir este objeto en el programa se activa "Sequencer" del bloque "Control" en el explorador de objetos de Lookout. Así se obtiene la siguiente pantalla:

State No.	Label	Time Limit (HH:MM:SS)	Outputs
1	En espera		A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
2	Polímero 01		<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z
3	Polímero 02		<input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z
4	Molido 01		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z
5	Molido 02		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z
6	Colorante 01		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z
7	Colorante 02		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z

Buttons: OK, Cancel, Help

Fig. 5.5 Pantalla de creación del objeto secuencia.

Las principales características del objeto secuencia son las siguientes:

- El número de estados posibles va de 1 a 100.
- Es posible permanecer en cada estado un lapso determinado de tiempo. Este lapso puede ser suspendido.
- Cada estado tiene 26 posibles salidas (de A hasta Z), en donde un visto significa activado y un blanco desactivado.
- Es posible pasar de un estado a cualquier otro mediante saltos, variando la secuencia cíclica de la ejecución.

Para el presente ejemplo, la ejecución es estrictamente cíclica y el número de estados es de 12:

1. En espera
2. Añadir polímero 01
3. Añadir polímero 02
4. Añadir molido 01
5. Añadir molido 02
6. Añadir colorante 01
7. Añadir colorante 02
8. Añadir aditivo 01
9. Añadir aditivo 02
10. Mezclar
11. Descargar
12. Generar reporte

5.3.4 SIMULACIÓN DEL FLUJO DE COMPONENTES.

Puesto que no se dispone de tolvas ni sensores para implementar la carga de los distintos materiales, se desarrolla una simulación de esto con el empleo del objeto "integrador" de Lookout.

En el proceso real, para cargar un componente, se accionaría una electroválvula que abra el paso y un cargador de material succionaría desde la tolva de almacenamiento hacia la tolva de mezclado. Un sensor de flujo ubicado en la tubería de transporte, mediría el caudal existente y en base a esto se calcularía en el programa la cantidad de material cargado.

Para simular la tasa de flujo de cada material, se crea el objeto integrador cagando el objeto "Integral" del bloque "Control" en el explorador de objetos de Lookout. La correspondiente pantalla se presenta en la figura 5.6 , a continuación:

Name:	TPolimero01
Input =	SEQCorrerLote.A
Update =	0:0:0.01
Time unit:	0:0:1
Reset =	PBResetCarga

Buttons: OK, Cancel, Help

Fig. 5.6 Pantalla del objeto "Integral"

En el campo "entrada" (Input) se tiene el dato SEQCorrerLote.A que es un valor lógico que corresponde a "Polímero01 " del objeto sequencia descrito anteriormente. Este valor lógico hace que la tasa de flujo se active o desactive (1 o 0). En el campo "actualizar" (update) se define la frecuencia con que se recalcula la integral de la entrada. El campo "unidad de tiempo" (Time unit) define la unidad de tiempo que Lookout integra con el valor de entrada, en este caso la unidad de tiempo es 1 segundo y la unidad de la integral es kilogramos (tomado del objeto receta), entonces la tasa de flujo es 1 Kg/s.

5.3.5 REPORTE DE LOTES.

Para crear un reporte de los lotes efectuados se crea el objeto "spreadsheet" que permite obtener por escrito lo efectuado en cada lote. Este objeto se obtiene del bloque "logging" del explorador de objetos. La figura 5.7 muestra la pantalla de creación de este objeto:

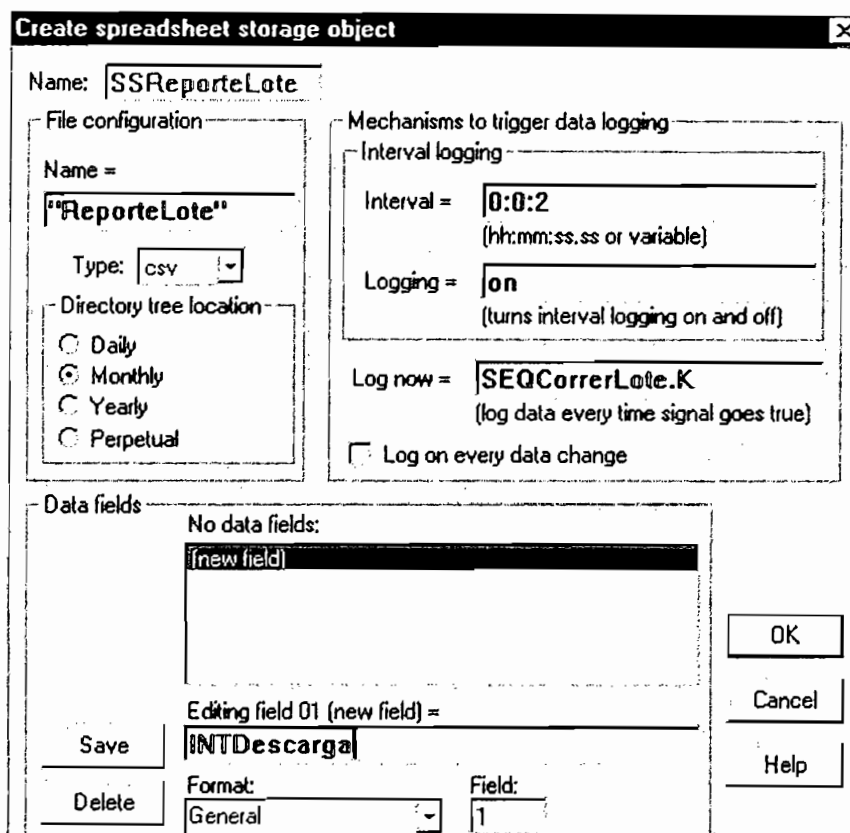


Fig. 5.7 Pantalla del objeto "spreadsheet"

Este objeto permanentemente registra datos en un archivo con extensión csv (comma-separated-value). Se especifica que variable muestra en cada columna y se fija un activador lógico que habilita el registro del conjunto de datos cada vez que sea uno. También se puede habilitar el registro de datos a intervalos definidos sin el uso

del activador lógico. Este archivo se crea en el directorio C:\Archivos de programa\National Instruments\Lookout\2001\Nov, con el nombre reportelote.csv.

En la figura 5.8 se presenta el reporte de los últimos 10 lotes preparados:

Time	Material									
		"INTDescarga"	"INTPolimero01"	"INTPolimero02"	"INTMolido01"	"INTMolido02"	"INTColorante01"	"INTColorante02"	"INTAditivo01"	"INTAditivo02"
16/10/2001 3:40	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:42	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:43	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:45	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:47	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:49	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:49	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:53	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:55	Repostero Blanco	10	8	2	0	0	0	0	0	0
16/10/2001 3:57	Balde Regia	10	7	0	2,5	0	0,2	0	0,3	0

Fig. 5.8 Reporte de lotes

5.4 EVALUACION DE LA SIMULACION EFECTUADA

La interfaz hombre máquina constituida por la pantalla completa, denominada panel de control, finalmente presenta la configuración mostrada en la figura 5.9:

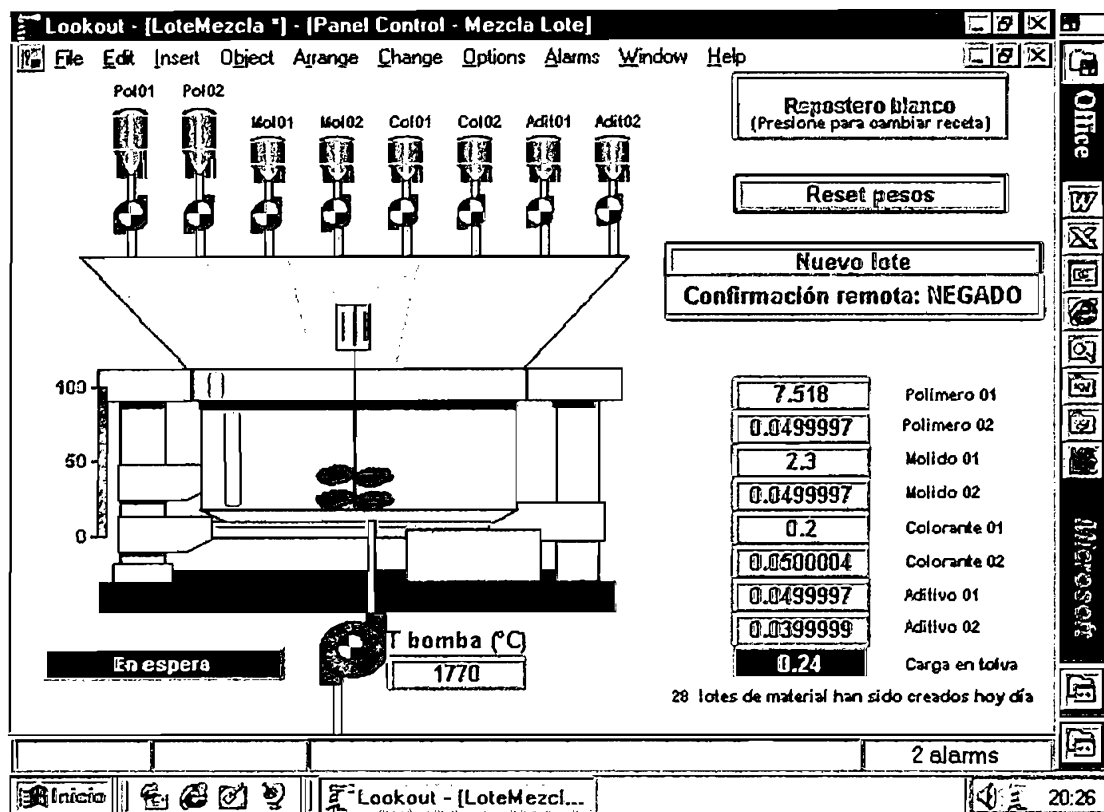


Fig. 5.9 Panel de control para el proceso LoteMezcla.

El ejercicio práctico efectuado, implementado con la creación de la pantalla del operador con el uso de los objetos diversos que tiene Lookout en modo de edición, ahora está en capacidad de ser corrido en el computador personal que tiene conectado el hardware de Fieldpoint.

Para correr la aplicación se pasa a modo de "correr" y se puede efectuar la carga de una receta cualesquiera presionando con el puntero del ratón en el recuadro de "cambiar receta". La ventana que se despliega permite seleccionar una de las diferentes recetas que ya fueron cargadas previamente del archivo excel.

Una vez cargada la receta se pueden resetear los pesos, presionando en el recuadro de "reset pesos". Se presenta una ventana que pregunta si existe o no confirmación remota, lo cual da lugar a que el operador pueda revisar que el sistema esté apto para iniciar un lote de mezcla de material. Esto se simula con un sensor de proximidad que está conectado a la entrada digital cero del sistema. Si existe dicha confirmación remota, se presiona el recuadro "si" y se enceran todos los pesos de los diferentes componentes.

Ahora el sistema está listo para iniciar un nuevo lote. Presionando el recuadro "nuevo lote", asoma una nueva ventana que recuerda al operador si reseteó los pesos. Confirmando dicha acción se inicia el ciclo de preparación del nuevo lote, empezando por la carga del primer material, lo cual se activa con una de las salidas digitales del Fieldpoint, y así con todos los componentes. Luego se da la mezcla durante el tiempo establecido, se descarga, se hace el reporte y finalmente el sistema se pone nuevamente en espera. Adicionalmente se monitorea la temperatura de la bomba de descarga durante todo el tiempo, mediante una entrada del módulo de lectura de temperaturas.

Todo el programa lo almacena Lookout, como cuatro archivos bajo el nombre de LoteMezcla con extensiones l4p, lka, lks y l4t. Cargando estos cuatro archivos en cualquier computador que tenga instalado Lookout se puede correr el proceso LoteMezcla. El archivo con extensión lks, contiene el programa fuente que puede ser cargado con Word para analizar todos los objetos usados así como las asignaciones de entradas y salidas del hardware. En el anexo 2 se presenta una impresión de este archivo. En el anexo 3 se incluye el manual de iniciación del paquete Lookout.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El empleo de tecnología de punta para monitorear procesos generales y variables en particular, dota a una empresa productiva de una ventaja competitiva que le permite conseguir mayor eficiencia en su operación diaria, siempre y cuando se lo implemente de manera planificada y con la adecuada capacitación para el personal involucrado en el proceso particular.
- Para la selección de un sistema de hardware y software, a ser empleado para monitorear las variables en cualquier proceso, se debe tener en cuenta entre otras cosas, las siguientes: precio inicial del conjunto, conectividad con los dispositivos y equipos existentes, asesoría y soporte técnico por parte de los representantes locales, facilidad de diseño e implementación, posibilidad de crecimiento futuro, difusión de uso a nivel local e internacional.
- La reingeniería en planta para la implementación del sistema planificado, conlleva cambios de fondo y de forma en la organización. Se deberá tener un equipo de personas concientes de la importancia de los cambios sugeridos, que sean capaces de manejar situaciones contrapuestas al momento de implementar cambios físicos en los procesos. Normalmente el personal de planta prefiere mantener el status quo de los procesos y se opone a cambios que no entienden y que les significa una amenaza para su estabilidad laboral. Un trabajador que no maneje un computador personal, puede sentirse en riesgo de perder su trabajo, por lo mismo el interfaz HMI constituido por el panel de control representado en la pantalla del computador, debe ser tan amigable como sea posible. Entonces la reingeniería necesaria incluye temas tan variados como la capacitación del personal y la implementación de

cambios en los procesos actuales, que deben ser liderados por personas con convencimiento de las ventajas futuras y con apoyo del más alto nivel de la organización.

- Un sistema de monitoreo automatizado de variables en una planta de fabricación de plásticos, no es estático. Es decir, todo el tiempo es necesario cambiar especificaciones del sistema de acuerdo a los requerimientos de los usuarios. Esta labor de mantenimiento del sistema es permanente y por tanto el personal debe estar en capacidad de responder a esta demanda cambiante. De esta manera un sistema trivial inicial, crecerá en complejidad pero con conocimiento y dominio del personal a cargo para dotar a los usuarios de herramientas de análisis de eficiencia de la empresa mejoradas, lo que posibilita la disminución del impacto negativo de los referidos puntos críticos en el proceso de transformación de plásticos en nuestro medio, como son: deficiente control de calidad, ausencia de información histórica de los procesos, inestabilidad en el procesamiento en máquina, mal manejo de inventarios, etc.

- La planificación propuesta para el sistema de monitoreo de variables en una planta de plásticos, contribuye al conocimiento del sector de la industria plástica en el país. Se ha descrito la situación general de las fábricas de este tipo en el medio nacional proponiendo áreas en las que la aplicación de un sistema de monitoreo automatizado puede dar lugar a mejoramiento de la eficiencia en el corto plazo. El ejercicio práctico desarrollado contribuye a la difusión del uso de tecnología de punta en procesos tradicionales. El mismo, con ciertos cambios puede ser ajustado a otras industria en particular, en donde se trate con fabricación en lotes.

6.2 RECOMENDACIONES

- La cantidad de variables existentes en una fábrica es tan amplia que se debe ser selectivo a la hora de definir cuales serán monitoreadas. Es conveniente elegir las que mayor incidencia tengan en el mejoramiento inmediato de los procesos.
- Es necesario hacer conciencia, en todos los niveles de la empresa, de las bondades que brinda un sistema de monitoreo automatizado de variables. La inversión y complejidad de la implementación puede traer a momentos oposición al desarrollo del sistema si no se ven resultados inmediatos, lo cual se soluciona si existe el convencimiento en todas las personas involucradas en el proyecto, de los beneficios que generará el sistema propuesto.
- Un sistema de monitoreo automático debe respetar la toma de datos manual que se lleve a cabo en el momento actual en la planta. Es decir, las primeras variables que se registren con el nuevo sistema deben ser de preferencia las que se llevan en formatos establecidos en la actualidad. La percepción de la bondad del nuevo sistema será mayor si el personal entiende que una tarea manual ha sido remplazada por un sistema automático que le hace más fácil su trabajo diario y le permite aplicarlo en forma inmediata en la evaluación cotidiana que hacía de sus procesos o sus necesidades específicas.
- Existen múltiples soluciones a un requerimiento de monitoreo de una variable en particular. Por ejemplo, para un contador es posible usar varios tipos de sensores como: fin de carrera, interruptor de proximidad capacitivo o inductivo, sensor óptico, etc. Es preferible emplear la opción que menor complejidad presente para que sea entendido por la mayoría de los usuarios y no de lugar a encarecimiento del sistema.

- Para la selección del sistema de hardware y software para la implementación del sistema de monitoreo, es necesario siempre tener en cuenta la compatibilidad con el sistema actual existente. Esto permitirá una comprensión mayor por parte de los usuarios actuales y en general una mejor aceptación del sistema a todo nivel empresarial. En particular en el área de software, es deseable analizar la compatibilidad con paquetes existentes en la organización, principalmente de administración y bases de datos.

ANEXO 1

INFORMACION TECNICA DEL HARDWARE FIELDPOINT

QUICK START GUIDE

NATIONAL
INSTRUMENTS™

FP-1000/1001 FieldPoint

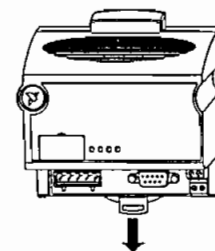
What You Need to Get Set Up

- Network Module
- Mounting Hardware (DIN rail or panel mount accessory)
- Terminal Base(s)
- I/O Module(s)
- Power Supply
- FieldPoint Software CD
- Accessories: serial cable, screwdriver




1 Install the Network Module

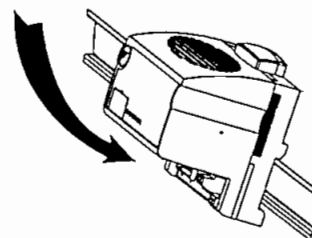
A. Unlock rail clip.



DIN Rail Mount

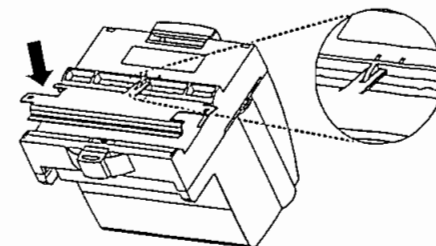
 **NOTE:** Do not use spliced DIN rails. Use only a single DIN rail.

B. Hook lip on back of module onto top of DIN rail, press down, and snap into place.



Panel Mount

B. Snap panel mount accessory (which you can order separately) onto module.



NATIONAL
INSTRUMENTS™

Support

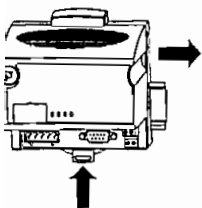
512 795 8248
379 5166, Austria 0662 45 79 90 0, Belgium 02 757 00 20,
5011, Canada (Calgary) 403 274 9391, Canada (Ontario) 905 785 0085,
ec) 514 694 8521, China 0755 3904939, Denmark 45 76 26 00,
725 11, France 01 48 14 24 24, Germany 089 741 31 30,
2 96 427, Hong Kong 2645 3186, India 91805275406, Israel 03 6120092,
i, Japan 03 5472 2970, Korea 02 596 7456, Mexico (D.F.) 5 280 7625,
array) 8 357 7695, Netherlands 0348 433466, New Zealand 09 914 0488,
73 00, Poland 0 22 528 94 06, Portugal 351 1 726 9011,
5886, Spain 91 640 0085, Sweden 08 587 895 00, Switzerland 056 200 51 51,
8 7227, United Kingdom 01635 523545

© 2000 National Instruments Corporation. All rights reserved. BridgeVIEW™, CVI™,
VIEW™, Lookout™, Measurement Studio™, National Instruments™, and ni.com™ are
National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are



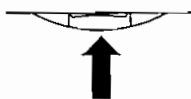
DIN Rail Mount

Slide into position and lock rail clip.

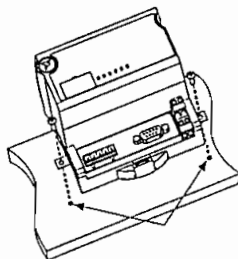


Panel Mount

C. Lock rail clip.



D. Use template that came with your accessory to drill pilot holes and mount module onto panel using accessory.

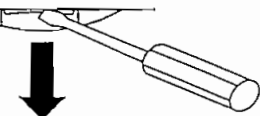


Install the Terminal Base(s)

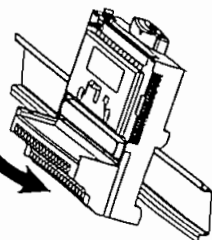
CAUTION: Terminal bases must be connected to the network module before applying power to the module. Do *not* connect or disconnect terminal bases while power is applied to the network module.

DIN Rail Mount

Slide into position and lock rail clip.



Slide onto rail.

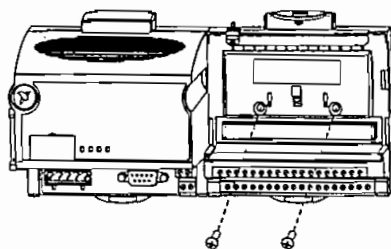


Panel Mount

A. Use template that came with your accessory to drill pilot holes.

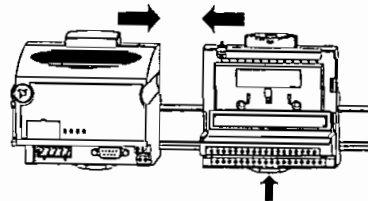
B. Connect terminal base to network module connector, being careful not to bend any connector pins.

C. Fasten terminal base to panel.



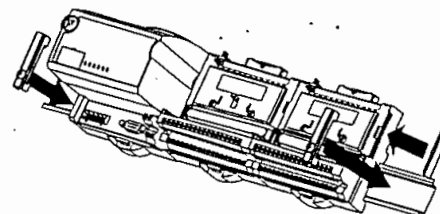
DIN Rail Mount

C. Slide into position and lock the rail clip. Be careful not to bend any pins.



D. Repeat for each terminal base, up to nine for each network module in most cases. You can use one or two extender cables (which you can order separately) if your FieldPoint bank is too long for your available space.

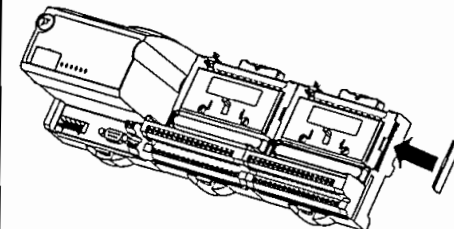
E. Place protective cover on last base, and install rail locks at each end.



Panel Mount

D. Repeat for each terminal base, up to nine for each network module in most cases. You can use one or two extender cables (which you can order separately) if your FieldPoint bank is too long for your available space.

E. Place protective cover on last base.



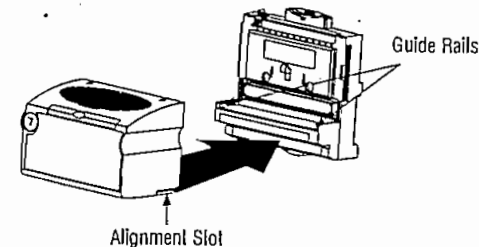
3 Install the I/O Module(s)

It does not matter where you install each I/O module, except for these types of situations:

- If you plan to cascade power between any I/O modules using the V and C terminals, those modules should be grouped together.
- For more accurate measurements, you might want to locate any thermocouple modules away from heat sources, including network modules or relay modules, unless you are mounting them on an FP-TB-3.

A. Align slots on module with guide rails on base, and press onto base until terminal base's latch locks the module in place.

B. Repeat for each I/O module.

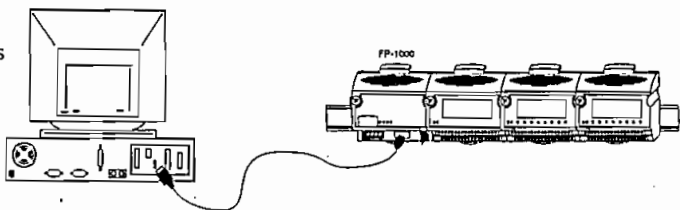


Connect the Network Cables

You have several network connection options with the FP-1000 and FP-1001, as shown here.

Connecting the FP-1000 to a Computer's RS-232 Serial Port

Use a male-to-female (through) cable to connect your computer's RS-232 port to the RS-232 port on the FP-1000.



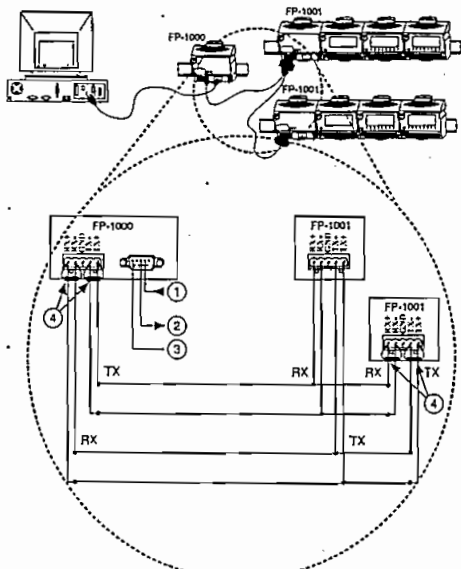
You cannot connect the RS-485 port of the FP-1000 directly to an RS-485 port on your computer.

Connecting the FP-1000 to an FP-1001

You can connect up to 24 FP-1001 RS-485 network modules to an FP-1000. Use the repeater port of the FP-1000, with the connection shown in this figure.

Connect the TX outputs of the FP-1001 to the RX inputs of the FP-1000, and the RX inputs of the FP-1001 to the TX outputs of the FP-1000.

Install the termination resistors. Terminate each end of your RS-485 network using the 120 Ω termination resistors included with the FP-1001. Install them between the RX and TX pair of the host computer's RS-485 port, and between the RX and TX pair on the last FP-1001's RS-485 port, as shown. Twist the resistor leads with the RS-485 signal wires and insert them into the RS-485 port terminals.



- ① From the Computer's RS-232 Transmit Output
- ② To Host Computer's RS-232 Receive Input
- ③ Ground
- ④ 120 Ω Termination Resistors

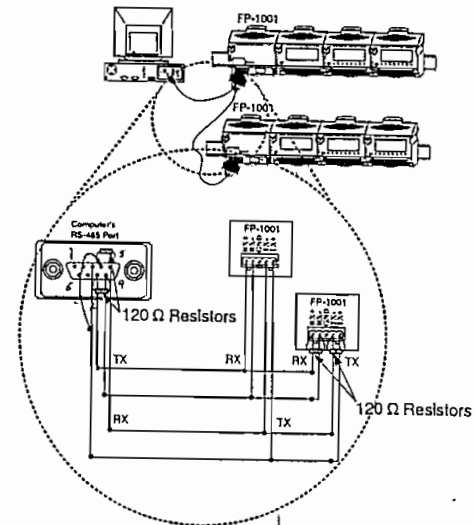
Connecting the FP-1001 to a Computer's RS-485 Serial Port

You may connect up to 25 FP-1001 network modules to a single RS-485 port of a host computer. Use the connection shown in this figure.

A. Connect the FP-1001 to a host computer using the 5-position Combicon screw terminal adapter of the RS-485 connector on the FP-1001.

B. Install the termination resistors. Terminate each end of your RS-485 network using the 120 Ω termination resistors included with the FP-1001. Install them between the RX and TX pair of the host computer's RS-485 port, and between the RX and TX pair on the last FP-1001 in the system, as shown. Twist the resistor leads with the RS-485 signal wires and insert them into the RS-485 port terminals.

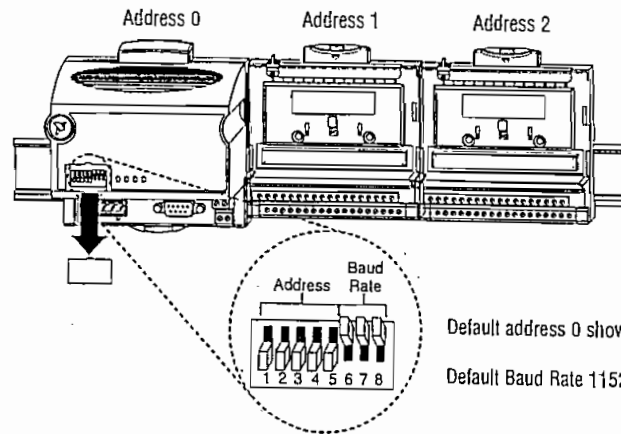
C. Check the biasing feature. The host computer's RS-485 interface, usually provides for biasing resistors, which are required on an RS-485 network. You should use this biasing feature for better reliability and noise immunity.



5

Set the Network Address and Baud Rate

If the default values will not work for you, remove the switch cover from the 8-position switch on the front of the FP-1000/1001 to set the network address and baud rate.



Default address 0 shown

Default Baud Rate 115200 shown

Set the Network Address

Network module connected to one serial port of the host computer a unique address, but modules on ports may have the same address. The addresses of the terminal bases connected to the network are automatically configured to be sequentially higher than the network module's address, moving out from the base. The default network address for the FP-1000/1001 is 0.

Network Module Address (Decimal)	Switch Positions 1-5	Network Module Address (Decimal)	Switch Positions 1-5	Network Module Address (Decimal)
0 Default		90		180
10		100		190
20		110		200
30		120		210
40		130		220
50		140		230
60		150		240
70		160		240
80		170		240
			Other Settings	Not Allowed

B. Check/Set the Baud Rate

Every module on one serial port of the host computer must have the same baud rate, which must be less than or equal to the computer's serial port baud rate. The default baud rate for the FP-1000/1001 is 115200, which should provide the fastest performance. You should not need to change this setting unless you experience communication problems.

Switch Positions 6-8	Network Module Baud Rate	Switch Positions 6-8	Network Module Baud Rate	Switch Positions 6-8	Network Module Baud Rate
	300		9600		57600
	1200		19200		115200 (Default)
	2400		38400		

C. Apply the New Settings

- Note the new settings on the FP-1000/1001 label so that you can refer to them when you configure your software.
- If power was supplied to the network module, cycle it off and back on again to enable the new settings.

6 Wire Power to Your FieldPoint System

- Connect 11-30 VDC power supply leads to V and C terminals of the network module. If you want to verify that your power supply is sufficient for your modules and devices, refer to your FieldPoint hardware documents for instructions on calculating power requirements.
- Connect power to the FieldPoint modules that require external power for outputs (output modules, counter modules, PWM, PG). Refer to the I/O module's operating instructions for power consumption details. You can power a module by connecting the V and C inputs on its terminal base to a separate power supply, connecting the V and C outputs of a neighboring terminal base or network module, or using a combination of both methods. If you want to power field I/O devices from a terminal base, supply power to the terminal base, and then connect the terminal base V and C output terminals to the field device.

CAUTION: Cascading power from neighboring bases or network modules defeats isolation between cascaded modules.

FP-DI-330

8-Channel, Universal Discrete Input Module

**FieldPoint™**

These operating instructions describe the installation, features, and characteristics of the FP-DI-330. For details on configuring and accessing the FP-DI-330 over a network, refer to the user manual for the particular FieldPoint network module you are using with the FP-DI-330.

Features

The FP-DI-330 is a FieldPoint discrete input module with the following features:

- Eight discrete input channels
- Universal inputs work with any voltage from 5 V TTL level up to 250 VDC/VAC
- Compatible with sourcing, sinking, or power sensing applications
- On/Off LED indicators
- Hot plug and play operation
- 3,000 V input to output isolation
- Double insulated for 250 V safe working voltage
- -40 to +70 °C operation

Installation

The FP-DI-330 mounts on a FieldPoint terminal base (FP-TB-xx) unit. The hot plug and play operation of the FP-DI-330 allows you to install it onto a powered terminal base without disturbing



3216338-01

Jun99

FieldPoint™ is a trademark of National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

3216338-01 © Copyright 1997, 1999 National Instruments Corp. All rights reserved. June 1999

operation of other modules or terminal bases. The FP-DI-330 provides operating power from the terminal base.

To install the FP-DI-330, refer to Figure 1 and follow these steps:

Slide the terminal base key to either position X (used for any module) or position 3 (used for the FP-DI-330 module.)

Align the FP-DI-330 alignment slots with the guide rails on the terminal base.

Press firmly to seat the FP-DI-330 on the terminal base. The terminal base latch locks the FP-DI-330 into place when it is firmly seated.

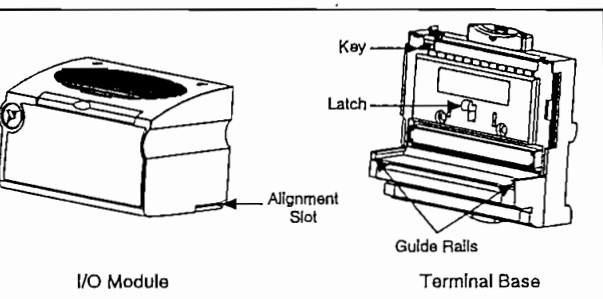


Figure 1. Module Installation Diagram

Field Wiring

The terminal base provides connections for each of the eight input channels and an external supply to power field devices. Each channel can be wired for use with either a sourcing or sinking input device, or to sense whether power is being delivered to a load. Figure 2 shows examples of these basic wiring connections. The connection of an external supply to power field devices is made to the V and C terminals of the terminal base. Each channel has two input terminals, INa and INb; a common terminal, COM (internally connected to the C terminal); and a supply terminal, V_{sup} (internally connected to the V terminal).

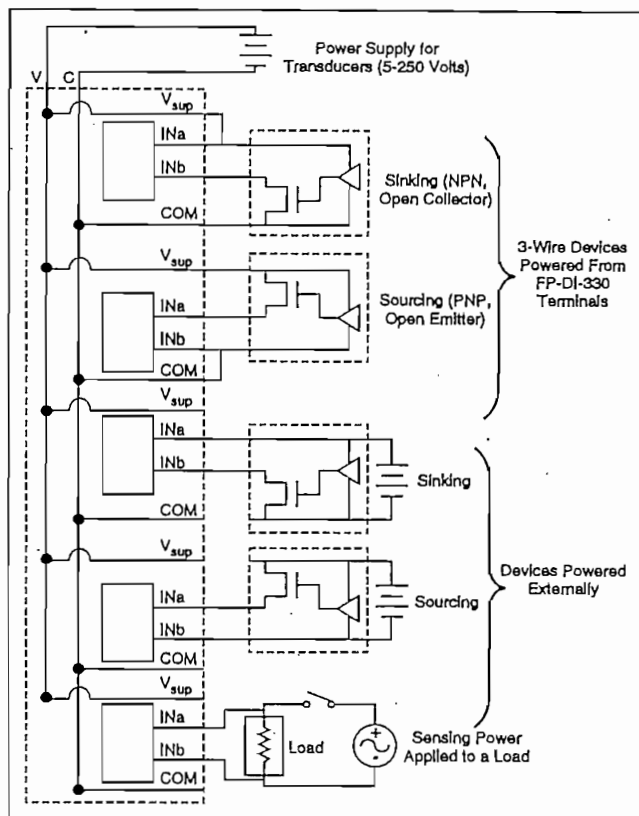


Figure 2. Basic Field Connections (Five Channels Shown)

Table 1 lists the terminal assignments for the signals associated with each channel.

Table 1. Terminal Assignments

Channel	Terminal Numbers		
	INa, INb	V _{sup}	COM
0	1, 2	17	18
1	3, 4	19	20
2	5, 6	21	22
3	7, 8	23	24
4	9, 10	25	26
5	11, 12	27	28
6	13, 14	29	30
7	15, 16	31	32

Universal Input Circuit.

The universal inputs of the FP-DI-330 consist of bi-directional optical isolators with current-limiting circuitry. Each channel has two signal inputs, INa and INb, which are interchangeable. When a voltage is applied between the INa and INb inputs of a channel, a small current flows through the input and turns on the optical isolator, registering as an ON condition. The current-limiting circuitry limits the amount of current flow to 1.5 mA, even when the applied voltage is as high as 250 V_{rms}.

Each input is functionally isolated from the other inputs and may be wired independently, but this is *not* a safety isolation.

Warning Do not mix circuits with hazardous voltages and human accessible circuits on the same module!

For more information, refer to the *Isolation and Safety Guidelines* section of this document.

Figure 3 shows a diagram of the input circuit for a single channel.

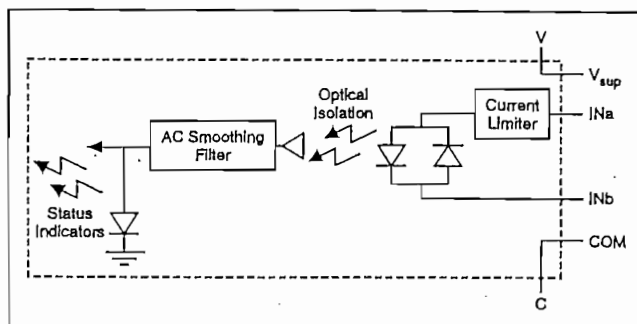


Figure 3. FP-DI-330 Input Circuit

Sensing DC Voltages

When a DC voltage (either positive or negative) with a magnitude of at least 2.5 V is applied between the INa and INb inputs, the FP-DI-330 senses the input as an ON. The FP-DI-330 limits the current drawn by the input circuit to approximately 1.5 mA for voltages up to 250 V. When the voltage applied between the INa and INb inputs is less than 1 V, the FP-DI-330 senses the input as an OFF. (Voltages in the transition region between 1 and 2.5 V are not guaranteed to be either off or on. The typical threshold voltage is 1.5 V.)

Figure 2 shows connections to sourcing output devices, sinking output devices, and powered loads. These devices should have OFF state leakage currents of less than 350 μ A to ensure that they do not provide false ON state readings to the FP-DI-330.

The filter on the FP-DI-330 input stages provides for a delay of approximately 1.2 ms between the time a voltage transitions from the ON to the OFF state and the time the FP-DI-330 recognizes this change. The delay for a transition from an OFF to an ON state is approximately 0.2 μ s. Thus, a signal must be in the OFF state for at least 1 ms before the FP-DI-330 recognizes it as being OFF.

ensing AC Voltages

FP-DI-330 senses a wide range of AC signals by registering a constant ON state while an AC voltage is present at an input. The threshold level for AC signals depends on the frequency of the signal. For sinusoidal signals with a frequency of 50 or 60 Hz, a signal of at least 15 Vrms results in a constant ON state. For signals 1 KHz and higher, a signal of at least 3 Vrms results in a constant state. At any frequency, a constant OFF state is guaranteed when the peak voltage is less than 1 V. For AC signals in the transition region between the 1 V guaranteed OFF voltage and the guaranteed ON voltages described above, the FP-DI-330 may register the state as either ON, OFF, or as a signal alternating between ON and OFF.

Status Indicators

Figure 4 shows the module label and status indicators. You can remove the insertable label to see wiring diagrams for the input channels.

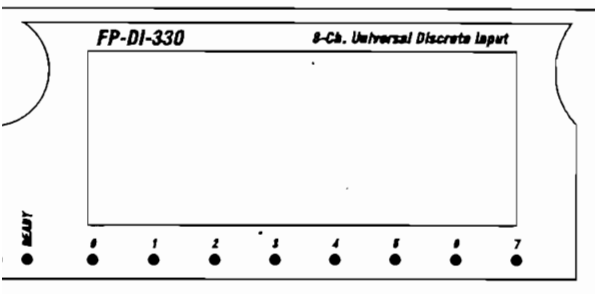


Figure 4. Status Indicators

After the module has been inserted into a terminal base (and power is applied), the green POWER indicator turns on and the FP-DI-330 informs the network module of its presence. When the network module recognizes the FP-DI-330, it sends initial configuration information to the FP-DI-330. After receiving this information, the READY indicator turns on and the FP-DI-330 is in its normal operating mode. In addition to the green POWER and READY indicators, each channel has a numbered green status indicator which lights when the channel is in the ON state.

Isolation and Safety Guidelines



Caution Read the following information before attempting to connect ANY circuits which may contain hazardous voltages to the FP-DI-330.

This section describes the isolation of the FP-DI-330 and its compliance with international safety standards. The field wiring connections of the FP-DI-330 are isolated from the backplane provided by the terminal base with an optical and galvanic isolation barrier designed and tested to provide protection against fault voltages of up to 3000 Vrms. In addition, the FP-DI-330 provides *double insulation* (compliant to IEC 1010-1) for working common mode voltages of 250 Vrms. Safety standards (such as those published by UL and IEC) require the use of double insulation between hazardous voltages and any human-accessible parts or circuits. You should *never* attempt to use any isolation product between human accessible parts (such as DIN rails or monitoring stations) and circuits which may be at hazardous potentials under normal conditions, unless the product is specifically designed (as the FP-DI-330 is) for such an application.

Even when a product like the FP-DI-330 is used in applications with hazardous potentials, follow these guidelines to ensure a safe total system.

- The *safety* isolation of the FP-DI-330 is from input to output, *not* between channels on the same module. If any of the channels on a module are wired at a hazardous potential, ensure that all other devices or circuits connected to that module are properly insulated from human contact.
- Do *not* share the external supply voltages (V and C on the terminal base) with other devices (including other FieldPoint devices) unless those devices are also isolated from human contact.
- As with any hazardous voltage wiring, ensure that all wiring and connections meet with applicable electrical codes or common sense practices. Mount terminal bases in an area, position, or cabinet that prevents accidental or unauthorized access to wiring with hazardous voltages.
- The isolation of the FP-DI-330 is certified as double insulated for normal operating voltages of 250 Vrms. Do *not* use the FP-DI-330 as the sole isolating barrier between human contact and working voltages of more than 250 Vrms.

Specifications

These specifications are typical for -40 to +70 °C unless otherwise noted.

Output Characteristics

Number of channels 8
 Compatibility TTL, CMOS, 24 VDC, 48 VDC, 120/240 VAC
 Maximum input voltage 250 VAC or 250 VDC
 Digital logic levels

Logic Level	Minimum	Maximum
Off state (DC or peak AC)	—	±1 V
On state		
DC	4 VDC	±250 VDC
50-60 Hz AC	15 VAC	250 VAC
1 kHz AC	3 VAC	250 VAC

Output current limiting 1.5 mA
 Output delay times 1 ms
 Isolation 3,000 Vrms
 Safety isolation, working voltage 250 Vrms, designed per IEC 1010 as double insulated

Physical

Indicators Green POWER and READY indicators, 8 green input state indicators
 Weight 130 g (4.5 oz.)

Power Requirements

Power from network module 200 mW

Environment

Operating temperature -40 to +70 °C
 Storage temperature -55 to +100 °C
 Relative humidity 5% to 90% non-condensing

CE Mark Compliance

This product meets applicable EU directive(s) as follows:

Safety isolation EN 61010 (double insulation for 250 Vrms working isolation, installation category II)

EMC Directive

Immunity EN 50082-1:1994
 Emissions EN 55011:1991 Group I Class A at 10 meters

Mechanical Dimensions

Figure 5 shows the mechanical dimensions of the FP-DI-330. Dimensions are given in inches [millimeters].

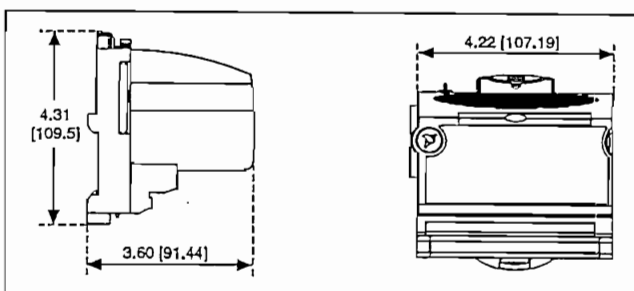


Figure 5. Mechanical Dimensions

FP-TB-1/2/3

FieldPoint Terminal Bases



These operating instructions describe the installation, features, and characteristics of the FP-TB-1, FP-TB-2, and FP-TB-3.

Features

The FP-TB-1, FP-TB-2, and FP-TB-3 are FieldPoint terminal bases with the following features:

- Work with all FieldPoint I/O modules
- V and C terminals provide external supply voltages common to all channels
- DIN-rail mounting or panel mounting
- 32 terminals available for field connections
- Available with screw terminals (FP-TB-1 and FP-TB-3) or spring terminals (FP-TB-2)
- Isothermal construction (FP-TB-3) minimizes temperature gradients when using thermocouples
- -40 to +70 °C operation

The FP-TB-1, FP-TB-2, and FP-TB-3 terminal bases provide the intra-system communication link between FieldPoint I/O modules and network modules, provide a means for wiring field connections, and provide the mounting mechanism. Either terminal base can be used equally well with any of the FieldPoint I/O modules. The choice of terminal base depends on the type of field wiring terminal preferred: screw terminal or spring terminal.



321699B-01

Jun99

FieldPoint™ is a trademark of National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

321699B-01 © Copyright 1997, 1999 National Instruments Corp. All rights reserved. June 1999

DIN Rail Mounting

Note Before connecting a terminal base to a network module, the network module *must* be powered off.

FieldPoint terminal bases have simple rail clips for mounting onto a standard 35 mm DIN rail. To install the terminal base to the DIN rail, follow these steps:

With a flat-bladed screwdriver, open the rail clip to the unlocked position as shown in Figure 1.

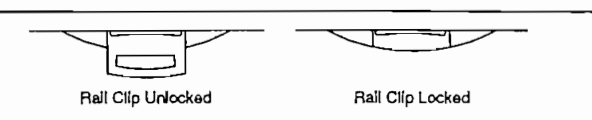


Figure 1. DIN Rail Clip

Hook the lip on the rear of the terminal base onto the top of a 35 mm DIN rail and rotate the terminal base down onto the DIN rail as shown in Figure 2.

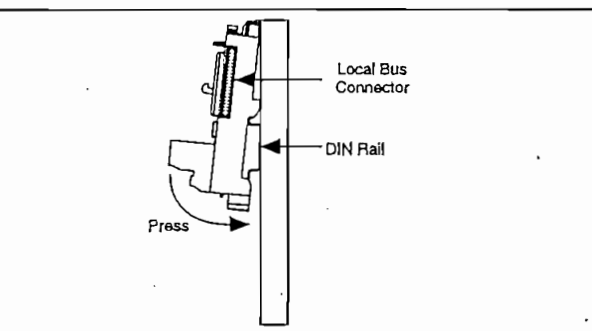


Figure 2. Installing the Terminal Base onto a DIN Rail

Slide the terminal base along the DIN rail until its local bus connector mates with the connector of the terminal base or network module adjacent to it.

Lock the terminal base to the DIN rail by pushing the rail clip in.

5. Continue adding as many terminal bases as you need to the DIN rail, making sure to mate the local bus connectors.
6. Place the protective cover over the local bus connector of the last terminal base in the stack. Figure 3 shows an installed terminal base.

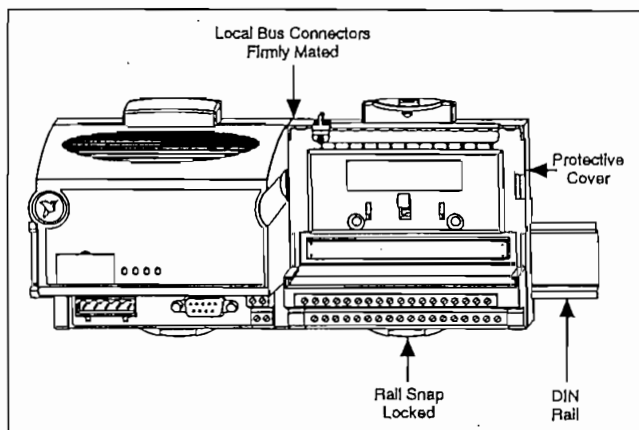


Figure 3. Installed Terminal Base

Panel Mounting

The terminal bases may be directly mounted to a wall or panel, instead of onto a DIN rail. Use the mechanical dimensions drawing at the end of this document as a guide to locating mounting holes on your panel.

Installation and Removal

To install an I/O module onto a terminal base, refer to Figure 4 and follow these steps.

Slide the key to the appropriate position for the I/O module. The position marked X is a universal position that works for all modules.

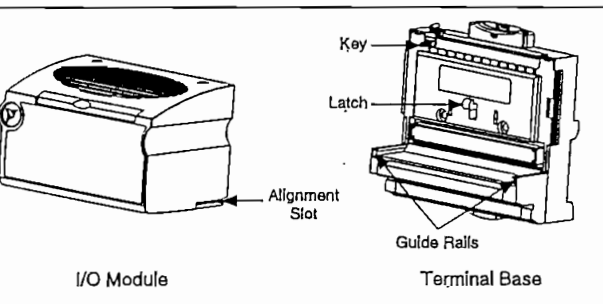


Figure 4. Module Installation Diagram

Position the I/O module with its alignment slots aligned with the guide rails on the terminal base.

Press firmly to seat the I/O module on the terminal base. The terminal base latch locks the I/O module into place when the module is firmly seated.

To remove an I/O module, insert a 1/4" flat-bladed screwdriver behind the ejector button and twist, as shown in Figure 5. This action unlatches the I/O module, which can then be lifted off of the terminal base.

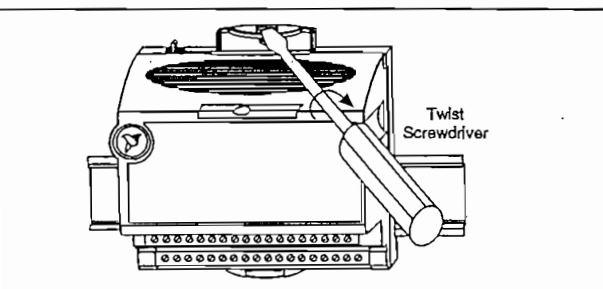


Figure 5. Unlatching an I/O Module from the Terminal Base

Field Wiring

The terminal bases provide four dedicated terminals and 32 numbered terminals defined by the I/O module. The four dedicated terminals are two V and two C terminals, one of each at each end of the terminal base. The two V terminals are internally connected by the terminal base, as are the two C terminals. Generally, these terminals are intended to connect external power supplies to field devices. Refer to the appropriate I/O module operating instructions for details on the use of these terminals and the additional 32 terminals.



Note You only need to wire power to the terminal bases if you want to use the terminal bases to route power to your field devices. FieldPoint I/O modules get their power from the network module through the backplane, and in most cases require no external power for proper operation.

The total amount of current flowing through the V and C terminals must be limited to 10 A. If a single external supply is to be used for the field devices of more than one channel, then wire the supply to the V and C terminals as shown in Figure 6.



Note You may want to use separate power supplies for I/O modules both to prevent power dips caused by field devices from disrupting the operation of the network module, and to maintain the isolation barrier between the I/O modules and the network module.

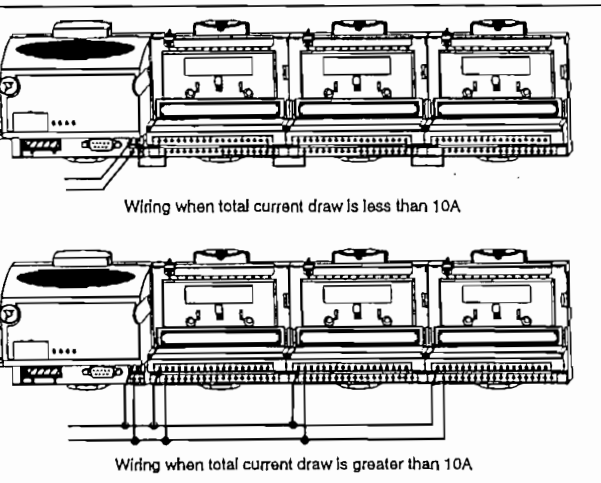


Figure 6. Wiring of External Supplies

Thermocouple Wiring

The FP-TC-120 thermocouple input module has the ability to measure the temperature of the terminals on any of the FieldPoint terminal bases. This measurement is called the *cold junction temperature* and indicates the temperature of the junctions between your thermocouple wire and the screw terminals. This measurement is used internally by the FP-TC-120 to correct for the thermoelectric voltages that are generated at these junctions.

Heat dissipated by adjacent modules (or other nearby heat sources) can cause errors in thermocouple measurements by heating up the terminals so that they are at a different temperature than the sensor used to measure the cold junction. The thermal gradient generated across the terminals can cause the terminals of different channels to be at different temperatures, and so the resulting measurement includes not only errors in absolute accuracy but also in the relative accuracy between channels. The accuracy specifications for the FP-TC-120 include the errors caused by a 0.2 °C (0.36 °F) thermal gradient. The actual gradient you can expect to encounter depends on the terminal base you use and the details of your installation. Guidelines for estimating these gradients, as well as for minimizing them, are provided here.

Thermal Gradients with the FP-TB-3 Isothermal Terminal Base

The FP-TB-3 is designed with *isothermal* construction to keep the terminals at the same temperature. It is the terminal base recommended for the best accuracy of thermocouple measurements. Adjacent FieldPoint modules (either network modules or I/O modules) create a thermal gradient across the terminals of the FP-TB-3, which you can estimate by dividing the larger of the amounts of heat dissipated by each of the adjacent modules by 20 Watts/°C (11 Watts/°F). For example, if the FP-TB-3 is between an analog input module dissipating 0.35 W and a discrete output module dissipating 3 W, the thermal gradient would be $3 \text{ W} + 20 \text{ W/}^\circ\text{C} = 0.15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Thermal Gradients with the FP-TB-1 or FP-TB-2 Terminal Bases

The lack of isothermal construction in the FP-TB-1 and FP-TB-2 terminal bases makes them more susceptible to errors caused by thermal gradients. These terminal bases are recommended for use with thermocouple measurements only where these errors are acceptable or where precautions can be taken to minimize them (refer to the next section, *Minimizing Thermal Gradients*). Adjacent FieldPoint modules (either network modules or I/O modules) create a thermal gradient across the terminals of the FP-TB-1, which you can estimate by dividing the larger of the amounts of heat dissipated by each of the adjacent modules by 1 Watt/°C (0.6 Watts/°F). For example, if the FP-TB-1/2 is between an analog input module dissipating 0.35 W and a discrete output module dissipating 3 W, the thermal gradient would be $3 \text{ W} + 1 \text{ W/}^\circ\text{C} = 3 \text{ }^\circ\text{C}$. The typical thermal gradient created by the FP-TC-120 mounted on an FP-TB-1 (neglecting any adjacent modules) is about 0.2 °C.

Minimizing Thermal Gradients

The most common source of thermal gradients, particularly for the FP-TB-1 and FP-TB-2, is the heat generated by adjacent modules. For example, placing an FP-TB-1 next to an FP-1000 network module can create more than a 1 °C thermal gradient. Mounted thermocouple modules can be separated from the higher-power modules by the lowest-power modules in your system or by the FieldPoint Bus Extender Cable (part number 185576-14). This precaution is generally not necessary with the FP-TB-3.

drafts (either hot or cold) can be another source of thermal gradients. It is usually best to avoid having air blowing directly on terminals, although circulating air around other nearby components may help them dissipate their heat and cause them to be less of a source of thermal gradients on the terminal base.

Thermocouple wire also has the potential to be a significant source of thermal gradients. Even the FP-TB-3 can be susceptible to these errors. Heat (or cold) may be directly conducted to the terminal base by the thermocouple wire. If the thermocouple wires, or objects they are in contact with (such as wiring ducts), near the terminal base are at a different temperature than the terminals, the wires transfer heat to or from the terminals and cause thermal errors. To minimize these errors, use small gauge thermocouple wire (to reduce their ability to transfer heat), run thermocouple wires together near the terminal base (to keep the wires at the same temperature), and avoid running the thermocouple wire near hot or cold objects.

Specifications

Operating temperature	-40 to +70 °C
Storage temperature	-55 to +100 °C
Relative humidity	5% to 90% non-condensing
Weight	
FP-TB-1	210 g (7.4 oz.)
FP-TB-2	160 g (5.7 oz.)
FP-TB-3	240 g (8.5 oz.)

Mechanical Dimensions

Figure 7 shows the mechanical dimensions of the FP-TB-1 and FP-TB-2 with an I/O module installed. Figure 8 shows two terminal bases connected. Dimensions are given in inches [millimeters].

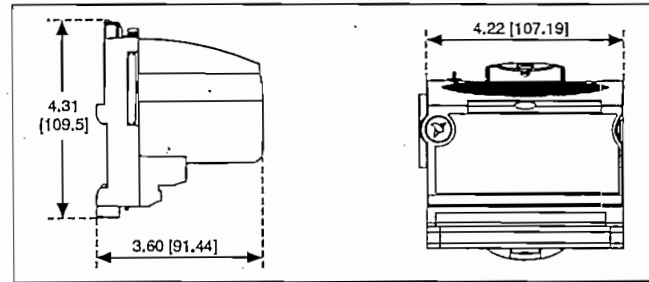


Figure 7. Mechanical Dimensions

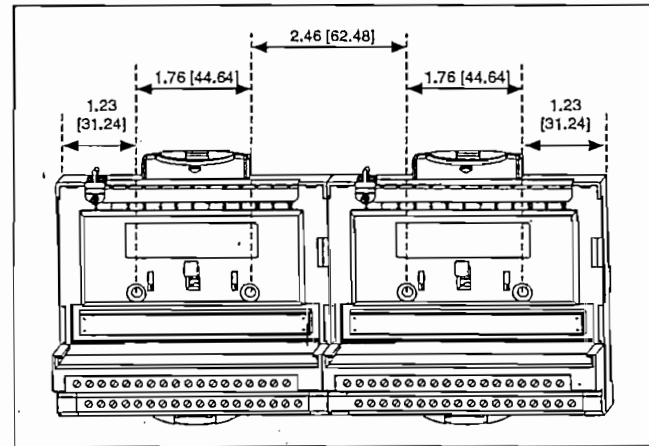


Figure 8. Mechanical Dimensions

Mechanical Dimensions

Figure 8 shows the mechanical dimensions of the FP-TC-120 mounted onto a terminal base. Dimensions are given in inches [millimeters].

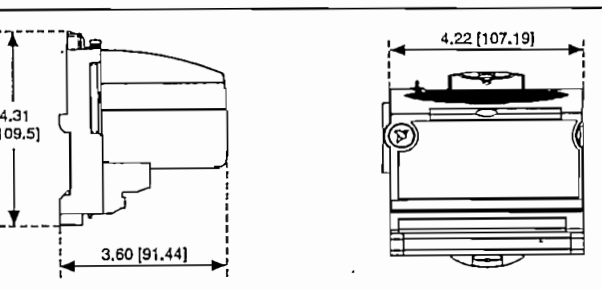


Figure 8. Mechanical Dimensions

OPERATING INSTRUCTIONS

NATIONAL
INSTRUMENTS

FP-TC-120

8-Channel Thermocouple Input Module



These operating instructions describe the installation, features, and characteristics of the FP-TC-120. For details on configuring and accessing the FP-TC-120 over a network, refer to the user manual for the particular FieldPoint network module you are using with the FP-TC-120.

Features

The FP-TC-120 is a FieldPoint thermocouple input module with the following features:

- Eight thermocouple or millivolt inputs
- Built-in linearization and cold-junction compensation for eight thermocouple types: J, K, R, S, T, N, E, and B
- Four voltage ranges: ± 25 , ± 50 , ± 100 , and -20 to $+80$ mV
- Open thermocouple detection and indicator LEDs
- Differential inputs
- Filtered against 50 and 60 Hz noise
- 16-bit resolution
- 3,000 V input isolation
- Double insulated for 250 V safe working voltage
- -40 to $+70$ °C operation

Installation

The FP-TC-120 mounts on a FieldPoint terminal base (FP-TB-xx) unit. The hot plug and play operation of the FP-TC-120 allows you to install it onto a powered terminal base without disturbing the



321902B-01

Jun99

FieldPoint™ is a trademark of National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

321902B-01 © Copyright 1998, 1999 National Instruments Corp. All rights reserved. June 1999

ration of other modules or terminal bases. The FP-TC-120 provides operating power from the terminal base.

Install the FP-TC-120, refer to Figure 1 and follow these steps:
 Slide the terminal base key to either position X (used for any module) or position 1 (used for the FP-TC-120 module).

Align the FP-TC-120 alignment slots with the guide rails on the terminal base.

Press firmly to seat the FP-TC-120 on the terminal base. The terminal base latch locks the FP-TC-120 into place when it is firmly seated.

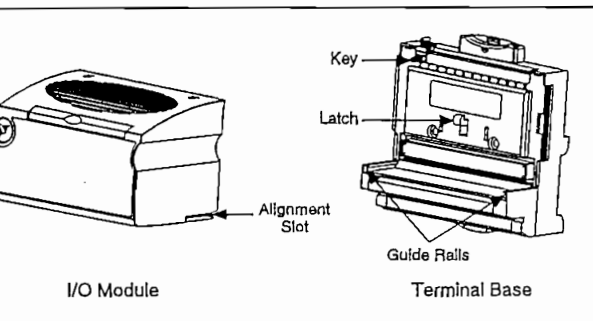


Figure 1. Module Installation Diagram

Field Wiring

The terminal base has connections for each of the eight differential input channels and a common terminal for connecting a shield to each channel. Wire the thermocouple (or millivolt input signal) to the IN(+) and the IN(-) terminals. If you are using shielded wiring, connect the shield to the channel's COM terminal. Figure 2 shows an example of basic wiring connections. The COM terminals of all channels are internally connected and are connected to the terminals labeled C on the terminal base. There is no need to connect any power supplies to the V or C terminals of the terminal base. However, if you do make any connections to these terminals, be in mind that the C and COM terminals are the shield and isolated ground reference points for the input channels.

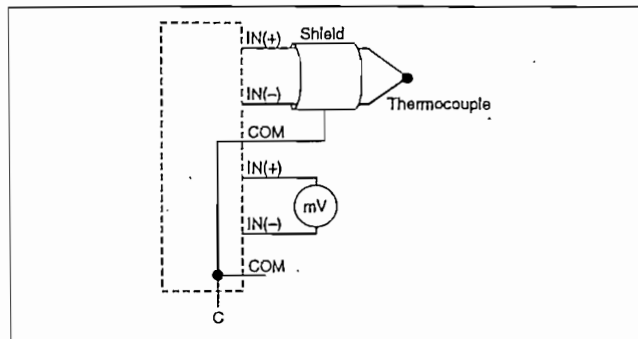


Figure 2. Basic Field Connections with Two Channels Shown

Table 1 lists the terminal assignments for the signals associated with each channel.

Table 1. Terminal Assignments

Channel	Terminal Numbers		
	IN(+)	IN(-)	COM
0	1	2	18
1	3	4	20
2	5	6	22
3	7	8	24
4	9	10	26
5	11	12	28
6	13	14	30
7	15	16	32

Input Circuit

The FP-TC-120 has eight differential input channels. All eight channels share a common ground reference that is isolated from other modules of the FieldPoint system. Each of the input channels has a bias resistor to this isolated ground reference on the negative terminal, IN(-), and a pull-up resistor on the positive terminal, IN(+), to detect open thermocouples. Each channel has a COM terminal that connects to the isolated ground reference. If you are

g shielded signal wires, tie the shield to this COM terminal. n channel is filtered, then sampled by a 16-bit analog-to-digital rter (ADC).

re 3 shows a diagram of the input circuit for a single channel.

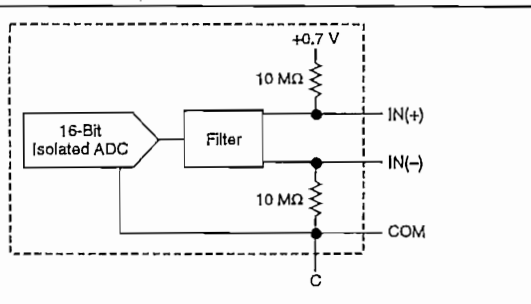


Figure 3. FP-TC-120 Analog Input Circuit

Voltage Inputs

Connect the positive leads of millivolt signals to the IN(+) terminal and the negative leads to the IN(-) terminal. If shielded wires are used, connect the shield to the COM terminal. The input ranges for the voltage inputs are ± 25 , ± 50 , ± 100 , and -20 to $+80$ mV. Any input signals outside of the selected input range result in an "Out of range" error being reported by the FP-TC-120 for the affected channels. The FP-TC-120 ignores any configuration of thermocouple type when one of these ranges is selected.

Thermocouple Inputs

Connect the positive lead of the thermocouple to the IN(+) terminal and the negative lead to the IN(-) terminal. If shielded wires are used, connect the shield to the COM terminal. Thermocouple wires are color coded, but the color codes are different for different thermocouple types and even differ depending on the country of manufacture, so check the thermocouple vendors' documentation for the thermocouple wire spool if you are unsure which of the thermocouple leads is the positive and which is the negative.

The FP-TC-120 linearizes the thermocouple voltage and returns the reading in units of temperature. The available ranges are 0 to 2048 K, -270 to $+1770$ °C, and -454 to $+3218$ °F. The supported thermocouple types are J, K, R, S, T, N, E, and B.



Note You must configure each channel of the FP-TC-120 for the type of thermocouple connected to it.

The algorithms in the FP-TC-120 linearize the measurements according to the National Institute of Standards and Technology NIST-175 standard for thermocouple characteristics, based on the ITS-90 International Temperature Scale. These linearization algorithms are typically accurate to within ± 0.05 °C (0.03 °F) of the NIST standard over the entire range of temperatures defined by the NIST for the supported thermocouple types. The valid temperature ranges for the supported thermocouple types are listed in the *Specifications* section, later in this document. Temperatures outside of these ranges result in an "Out of range" error for the affected channels.

Open Thermocouple Detection

The FP-TC-120 can detect open thermocouples. When one of the temperature ranges is selected for a channel, open thermocouple detection for that channel is enabled. When an open thermocouple is detected, the FP-TC-120 reports an "Open Thermocouple Detected" error for the channel(s) with open thermocouples, and the red LED(s) on the front of the module for those channels are lit.

The open thermocouple detection works in part by the use of the resistors shown in Figure 3. The use of this circuit causes an input current of 35 nA and an input impedance of 20 M Ω , which normally result in negligible errors when used with thermocouples. When other voltage sources with relatively high source impedance are used, the errors become more significant. The gain and offset errors resulting from this circuit are as follows:

- Offset error: 0.035 μ V per ohm of source resistance
- Gain error: 0.05 ppm (parts per million) per ohm of source resistance

Thus, a voltage source with a source impedance of 1 k Ω has an additional offset error of 35 μ V and an additional gain error of 50 ppm.

Cold-Junction Compensation

When the thermocouple leads are connected to the terminal base, new thermocouple junctions are created between the thermocouple wires and the terminals. These *cold junctions* affect the measured readings of the thermocouple and must be compensated for. FieldPoint terminal bases have temperature measuring elements

into them, which the FP-TC-120 uses to measure the temperature of the terminals. This temperature measurement is used to compensate for the cold junctions created at the terminals. This compensation is by default automatically enabled on the FP-TC-120 whenever one of the temperature ranges is selected. It is not used when a voltage range is selected.

Note Temperature gradients across the terminal base can add to measurement errors. You can minimize temperature gradients by avoiding mounting the FP-TC-120 adjacent to high power devices or other heat sources, and by mounting the FP-TC-120 in an enclosure to prevent drafts.

You can read the cold-junction temperature (the temperature of the terminal base) from the FP-TC-120. The module reports it in channel 8. If the FP-TC-120 senses a temperature of less than $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ or more than $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (-58 to $185\text{ }^{\circ}\text{F}$), the temperature of the cold junction and for all of the channels are reported as "out of range."

Although the default setting is for the FP-TC-120 to enable cold-junction compensation for all temperature measurements, you can disable this feature by setting the CJC Source attribute of channel 8 (the cold-junction channel) to either 0 or $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ instead of the default setting of "Internal." Selecting one of these settings causes the FP-TC-120 to assume a cold-junction temperature of either 0 or $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for all temperature readings. Regardless of the setting of the CJC Source attribute, channel 8 continues to reflect the actual measured temperature of the terminal base.

Measurement Accuracy

Because of the highly nonlinear nature of thermocouples, it is difficult to define the errors of a temperature measurement in simple terms. The errors depend, among other things, on the thermocouple type, the cold-junction temperature, the temperature being measured, and the accuracy of the thermocouple itself. It is important to distinguish between *absolute accuracy* and *precision*. Absolute accuracy (generally referred to here as simply *accuracy*) is a measure of how far off a single measurement of the FP-TC-120 is from the "correct" value, and includes all gain and offset errors, differential and integral nonlinearity, quantization errors, noise errors, errors in the linearization algorithms, and errors in the measurement of the cold-junction temperature.

Resolution refers to the smallest change in a value that can be measured.

The following charts show the typical and maximum errors for the different thermocouple types, both with the FP-TC-120 at room temperature (15 to $35\text{ }^{\circ}\text{C}$) and over the full temperature range (-40 to $70\text{ }^{\circ}\text{C}$). These charts allow for a $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperature gradient across the terminal base, and do not include the accuracy of the thermocouple itself.

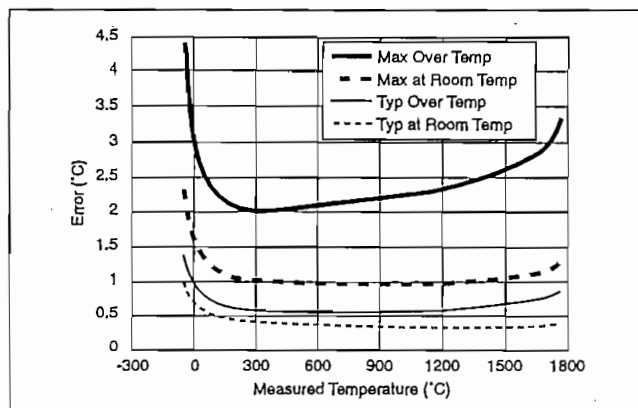


Figure 4. Type R and S Errors

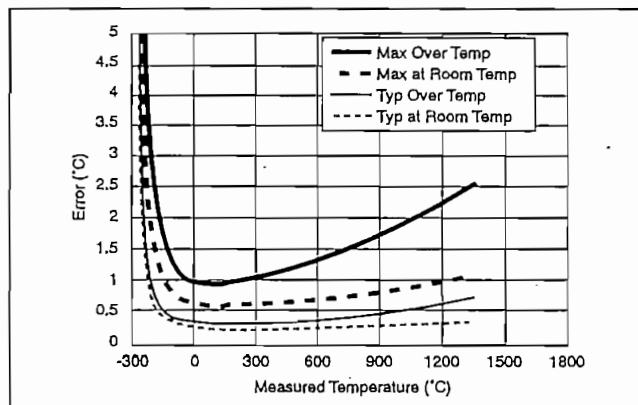


Figure 5. Type J, K, N, T, and E Errors

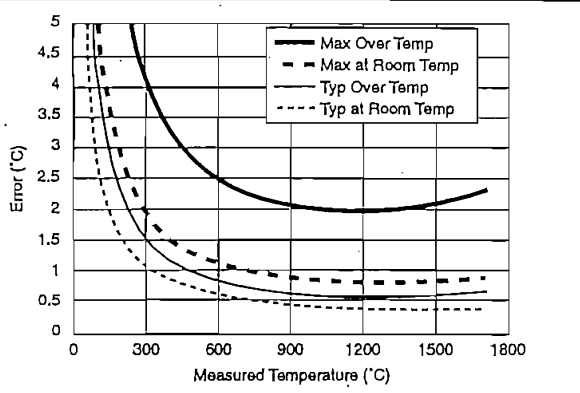


Figure 6. Type B Errors

Status Indicators

Figure 7 shows the module label and status indicators. You can remove the insertable label to see wiring diagrams for the input channels.

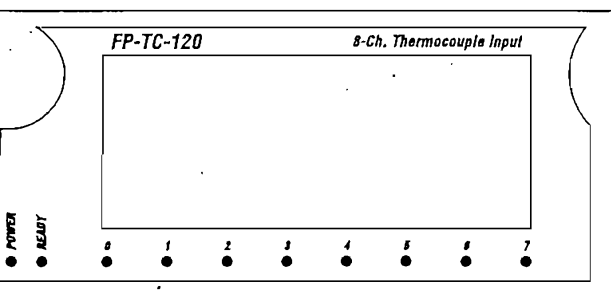


Figure 7. Status Indicators and Module Label

The FP-TC-120 has two green status LEDs (labeled **POWER** and **READY**) and eight red open thermocouple LEDs (labeled **0** through **7**). After the FP-TC-120 has been inserted into a terminal base and power has been applied to the connected network module, the green **POWER** indicator lights and the FP-TC-120 informs the network module of its presence. When the network module recognizes the FP-TC-120, it sends initial configuration information to the FP-TC-120. After receiving this initial

information, the green **READY** indicator lights and the FP-TC-120 is in its normal operating mode.

A red open thermocouple LED lights whenever a channel that has been configured for temperature measurements detects an open thermocouple condition.

Isolation and Safety Guidelines



Caution Read the following information before attempting to connect ANY circuits that may contain hazardous voltages to the FP-TC-120.

This section describes the isolation of the FP-TC-120 and its compliance with international safety standards. The FP-TC-120 field wiring connections are isolated from the backplane of the terminal base with an optical and galvanic isolation barrier designed and tested to protect against fault voltages of up to 3000 Vrms. In addition, the FP-TC-120 provides *double insulation* (compliant to IEC 1010-1) for working common-mode voltages of 250 Vrms. Safety standards (such as those published by UL and IEC) require the use of double insulation between hazardous voltages and any human-accessible parts or circuits. You should *never* attempt to use any isolation product between human-accessible parts (such as DIN rails or monitoring stations) and circuits that may be at hazardous potentials under normal conditions, unless the product is specifically designed (as the FP-TC-120 is) for such an application.

Even when the FP-TC-120 is used in applications with hazardous potentials, follow these guidelines to ensure a safe total system.

- Do *not* share the external supply voltages (V and C on the terminal base) with other devices—including other FieldPoint devices—unless those devices are also isolated from human contact.
- As with any hazardous voltage wiring, ensure that all wiring and connections meet with applicable electrical codes or common sense practices. Mount terminal bases in an area, position, or cabinet that prevents accidental or unauthorized access to wiring with hazardous voltages.
- The isolation of the FP-TC-120 is certified as double insulated for normal operating voltages of 250 Vrms. Do *not* use the FP-TC-120 as the sole isolating barrier between human contact and working voltages of more than 250 Vrms.

Specifications

The following specifications are typical for an operating temperature of -40 to +70 °C, unless otherwise noted.

Input Characteristics

Number of channels 8
 DC resolution 16 bits
 Type of ADC Delta-sigma
 Voltage measurement ranges (software-selectable per channel)

Input Range	Offset Error 15 to 35 °C	Offset Error -40, +70 °C
±25 mV	3 µV typ., 5 µV max.	4.5 µV typ., 13 µV max.
±50 mV	3.5 µV typ., 6 µV max.	5 µV typ., 13 µV max.
±100 mV	4 µV typ., 7 µV max.	5.5 µV typ., 15 µV max.
±20 to +80 mV	3.5 µV typ., 8 µV max.	5 µV typ., 13 µV max.

Temperature measurement ranges

Thermocouple Type	Valid Range
J	-210 to 1200 °C
K	-270 to 1372 °C
R	-50 to 1768 °C
S	-50 to 1768 °C
T	-270 to 400 °C
N	-270 to 1300 °C
E	-270 to 1000 °C
B	40 to 1770 °C

Cold-junction accuracy 0.15 °C typ., 0.3 °C max.

(There is typically an additional 0.2 °C difference between the temperature of the cold-junction sensor and the actual terminals.)

Update rate Each channel is updated every 0.8 s

Input bandwidth 3 Hz

Noise rejection (at 50/60 Hz)

Normal mode 85 dB
 Common mode referenced
 to COM 110 dB
 Common mode referenced
 to Earth >160 dB

Oversvoltage protection ±40 V

Input impedance 20 MΩ

Input current 35 nA typ., 140 nA max.

Input noise ±1 LSB pk-pk

Gain error

(25 °C) 0.01% typ., 0.03% max.

(-40 to +70 °C) 0.046% typ., 0.12% max.

Physical

Indicators Green POWER and
 READY LEDs, Red open
 thermocouple detected LEDs

Weight 140 g (4.8 oz.)

Power Requirements

Power required from network

module 350 mW

Environment

Operating temperature -40 to +70 °C

Storage temperature -55 to +85 °C

Relative humidity 5% to 90% noncondensing

CE Mark Compliance

This product meets applicable EU directive(s) as follows:

Safety isolation EN 61010 (double insulation
 for 250 Vrms working
 isolation, installation
 category II)

EMC directive

Immunity EN 50082-1:1994

Emissions EN 55011:1991 Group I
 Class A at 10 m

Mechanical Dimensions

Figure 6 shows the mechanical dimensions of the FP-RLY-420 installed onto a terminal base. Dimensions are given in inches and millimeters.

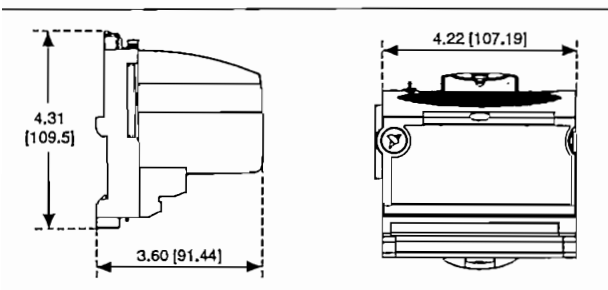


Figure 6. Mechanical Dimensions

OPERATING INSTRUCTIONS

NATIONAL INSTRUMENTS

FP-RLY-420

8-Channel, SPST Relay Module



FieldPoint™

These operating instructions describe the installation, features, and characteristics of the FP-RLY-420. For details on configuring and accessing the FP-RLY-420 over a network, refer to the user manual for the particular FieldPoint network module you are using with the FP-RLY-420.

Features

The FP-RLY-420 is a FieldPoint relay output module with the following features:

- Eight Single-Pole Single-Throw (SPST) relay channels
- Switching capacity 3 A at 35 VDC or 250 VAC
- On/Off LED indicators
- Hot plug and play operation
- 3,000 V input to output isolation
- Double insulated for 250 V safe working voltage
- -40 to +70 °C operation

Power Requirement

The FP-RLY-420 is powered via the local backplane bus from the FieldPoint network module. The FP-RLY-420 is a high-power consumption module and requires more than the nominal power allocated to an I/O module from the network module. In some applications, this could limit the number of I/O modules that you can connect to a single network module.

When defining a FieldPoint system that uses an FP-RLY-420 module, you must calculate the power consumption. First refer to the specifications section in the user manual for your network



321904B-01

Jun99

FieldPoint™ is a trademark of National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

321904B-01 © Copyright 1998, 1999 National Instruments Corp. All rights reserved. June 1999

rule. The maximum number of terminal bases per bank multiplied by 1 watt is the total power the network module can supply. For example, an FP-1000 or FP-1001 can support nine terminal bases ($9 \times 1 \text{ W} = 9 \text{ W}$).

For more information, refer to the specifications section in the operating instructions for the I/O modules. Use the *Power from Network Module* specification. For example, a bank of modules consisting of four FP-RLY-420 and five FP-DI-301 modules requires a total of 8.4 W from the FieldPoint network module [$4 \times (1.7 \text{ W}) + 5 \times (0.325 \text{ W}) = 8.4 \text{ W}$]. This power requirement is less than the 9 W maximum and is therefore acceptable.

Installation

The FP-RLY-420 mounts on a FieldPoint terminal base (FP-TB-xx) unit. The hot plug and play operation of the FP-RLY-420 allows you to install it onto a powered terminal base without disturbing the operation of other modules or terminal bases. The FP-RLY-420 receives operating power from the terminal base.

To install the FP-RLY-420, refer to Figure 1 and follow these steps:

Slide the terminal base key to either position X (used for any module) or position 7 (used for the FP-RLY-420 module).

Align the FP-RLY-420 alignment slots with the guide rails on the terminal base.

Press firmly to seat the FP-RLY-420 on the terminal base. The terminal base latch locks the FP-RLY-420 into place when it is firmly seated.

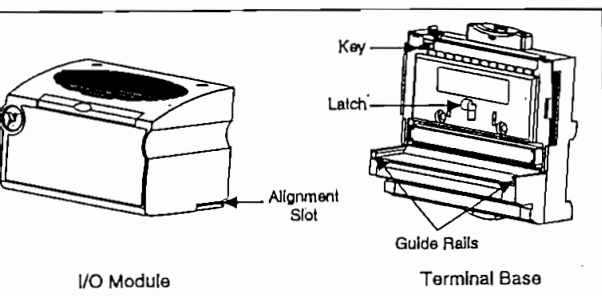


Figure 1. Module Installation Diagram

Field Wiring

The terminal base has connections for each of the eight relay channels and an external supply to power field devices. Each relay channel of the FP-RLY-420 has two terminals: N.O. (Normally Open) and I.C. (Isolated Common). The external supply is not needed for the internal operation of the FP-RLY-420; however, you may connect an external supply to power field devices by connecting to the V and C terminals of the terminal base. If you connect an external supply to the V and C terminals, the total current supplied cannot exceed 6 A.

Table 1 lists the terminal assignments for the signals of each channel.

Table 1. Terminal Assignments

Channel	Terminal Numbers			
	N.O.	I.C.	V _{amp}	COM
0	1	2	17	18
1	3	4	19	20
2	5	6	21	22
3	7	8	23	24
4	9	10	25	26
5	11	12	27	28
6	13	14	29	30
7	15	16	31	32

ures 2a and 2b show examples of basic wiring connections.

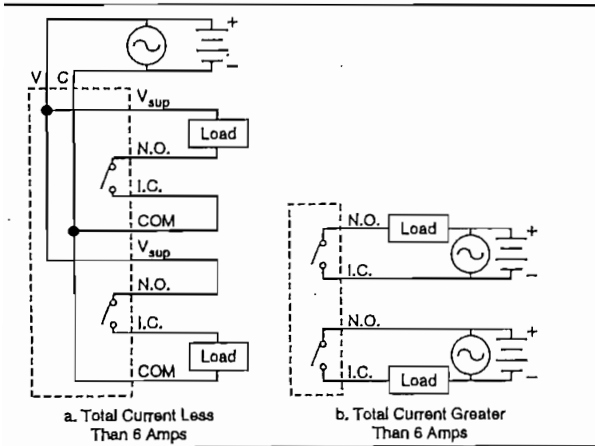


Figure 2. Basic Field Connection (Two Channels Shown)

Relay Output Circuit

The outputs of the FP-RLY-420 consist of Form A electromechanical relays. The power-up state is off (open) to ensure safe installation. In the ON state, the N.O. and I.C. contacts connect together to form a short circuit. Choose the impedance of loads so that the current switched by any one channel in the ON state is no more than 3 A.

In the ON state, there is an effective resistance of 100 mΩ between N.O. and I.C. terminals, which causes a voltage drop. For example, if the current is 3 A, the voltage drop across the N.O. and I.C. terminals is 0.3 V.

Figure 3 shows the diagram of one channel's relay output circuit.

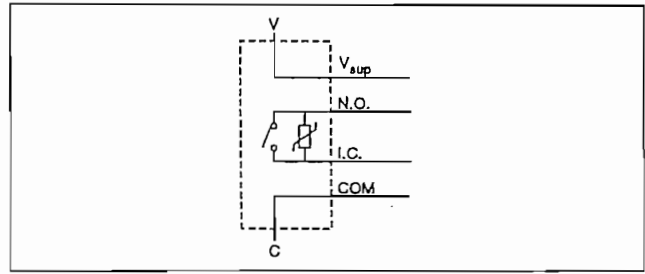


Figure 3. Relay Output Circuit

The maximum switching capacity of each relay is 3 A up to 250 VAC or 35 VDC. To switch greater DC voltages, refer to Figure 4.

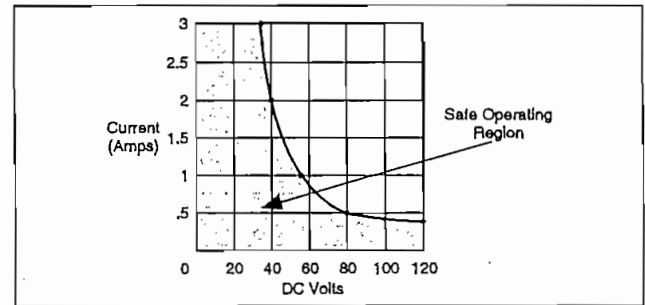


Figure 4. Maximum Current vs. DC Volts

Contact Protection for Inductive Loads

When inductive loads are connected to the relays, a large counter-electromotive force may occur at relay switching time because of the energy stored in the inductive load. These flyback voltages can severely damage the relay contacts and greatly shorten the life of the relay.

It is best to limit these flyback voltages at your inductive load by installing, across your inductive load, a flyback diode for DC loads or a metal oxide varistor (MOV) for AC loads. Refer to the next section, *Guidelines for Selecting Contact Protection Circuits*, for more information.

In addition, the FP-RLY-420 contains its own internal protection circuitry to prevent excessively high voltage from being applied across the contacts. The MOV is located between the N.O. and I.C. contacts of each relay, but National Instruments still recommends the use of a protection circuit across your inductive load.

Guidelines for Selecting Contact Protection Circuits¹

Proper selection is critical as the use of a contact-protection device can extend contact life. When mounting the protection device, always locate it near the immediate area of the load or contact. Ideally you should mount a protective device within 18 in. of the load or contact.

Typically, contact-protection circuits are provided for an overview, you should thoroughly examine the circuit you are planning to use. For more specific information on any of these circuits, contact the Technical Services Department at American Zettler, Inc.

Diode and Zener Diode Circuit

Diagram	Notes
	Use in DC applications only.
	Use when diode circuit causes too long release time.
	Use zener diode with zener voltage about equal to power supply voltage.

Diode Circuit

Diagram	Notes
	Use in DC applications only.
	Compared to RC type, circuit delays release time (2 to 5 times values stated in catalog).
	For larger voltages, use diode with reverse breakdown 10 times circuit voltage and forward load circuit.
	For smaller voltages, use reverse breakdown voltage of 2 to 3 times power supply voltage.

CR Circuits

Diagram	Notes
	Circuit A is suitable for AC or DC applications, but if used with AC voltage, impedance of the load should be smaller than the CR circuit's. Do not utilize for timer loads, as leakage current can cause faulty operations.
	Circuit B is suitable for AC or DC. If the load is a relay or solenoid, release times lengthen. Effective when connected to both contacts, power supply voltage across the load is 100 to 200 V.

Varistor Circuit

Diagram	Notes
	Effective for AC and DC applications.
	Circuit slightly delays release time. Effective when connected to both contacts, power supply voltage across the load is 100 to 200 V.

This section has been reprinted with permission from American Zettler, Inc.

Rush Current

Each type of load and its in-rush current characteristics, together with switching frequency, can cause contact welding. For loads with high in-rush current, measure the steady state current and in-rush current to determine the proper relay. Some typical types of loads and the in-rush current they create are summarized in the following chart.

Type of Load	In-Rush Current
Resistive load	Steady-state current
Solenoid load	10 to 20 times the steady-state current
Motor load	5 to 10 times the steady-state current
Incandescent lamp load	10 to 15 times the steady-state current
Mercury lamp load	Approximately 3 times the steady-state current
Sodium vapor lamp load	1 to 3 times the steady-state current
Capacitive load	20 to 40 times the steady-state current
Transformer load	5 to 15 times the steady-state current

Status Indicators

Figure 5 shows the module label and status indicators. You can remove the insertable label to see wiring diagrams for the input channels.

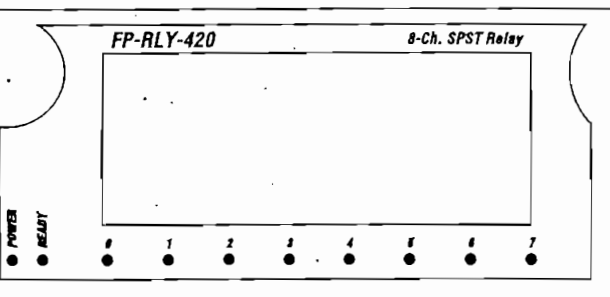


Figure 5. Status Indicators and Module Label

After the module has been inserted into a terminal base (and power is applied), the green **POWER** indicator lights and the FP-RLY-420 informs the network module of its presence. When the network module recognizes the FP-RLY-420, the network module sends initial configuration information to the FP-RLY-420. After receiving this initial information, the green **READY** indicator lights and the FP-RLY-420 is in its normal operating mode. In addition to the green **POWER** and **READY** indicators, each channel has a numbered, green, output state indicator that lights when the channel is in the ON state.

Isolation and Safety Guidelines



Caution Read the following information before attempting to connect ANY circuits that may contain hazardous voltages to the FP-RLY-420.

This section describes the isolation of the FP-RLY-420 and its compliance with international safety standards. The outputs are isolated from the backplane of the terminal base with an isolation barrier designed and tested to protect against fault voltages of up to 3000 Vrms. In addition, the FP-RLY-420 provides *double insulation* (compliant to UL and IEC safety standards) for working common-mode voltages of 250 Vrms. Safety standards (such as those published by UL and IEC) require the use of double insulation between hazardous voltages and any human-accessible parts or circuits. You should *never* attempt to use any isolation product between human-accessible parts (such as DIN rails or monitoring stations) and circuits that may be at hazardous potentials under normal conditions, unless the product is specifically designed (as the FP-RLY-420 is) for such an application.

Even when a product like the FP-RLY-420 is used in applications with hazardous potentials, follow these guidelines to ensure a safe total system:

- The *safety* isolation of the FP-RLY-420 is from input to output, *not* between channels on the same module. If any of the channels on a module are wired at a hazardous potential, ensure that all other devices or circuits connected to that module are properly insulated from human contact.

Do *not* share the external supply voltages (V and C on the terminal base) with other devices (including other FieldPoint devices) unless those devices are also isolated from human contact.

As with any hazardous voltage wiring, ensure that all wiring and connections meet with applicable electrical codes or common sense practices. Mount terminal bases in an area, position, or cabinet that prevents accidental or unauthorized access to wiring with hazardous voltages.

The isolation of the FP-RLY-420 is certified as double insulated for normal operating voltages of 250 Vrms. Do *not* use the FP-RLY-420 as the sole isolating barrier between human contact and working voltages of more than 250 Vrms.

Specifications

The following specifications are typical for the range 0 to +70 °C, unless otherwise noted.

Output Characteristics

Number of channels	8
Relay type	1 Form A (SPST) Nonlatching
Maximum Switching Capacity (Resistive Load)	
AC	3 A at 250 VAC
DC	3 A at 35 VDC 2 A at 40 VDC 1 A at 55 VDC 0.4 A at 120 VDC

Note Above 55 °C ambient, max. 1.5 A per channel.

Minimum switching voltage	10 mA at 5 VDC
On-resistance	100 mΩ
Off-state leakage	0.3 μA at 250 VAC
Expected Life	
Mechanical	20 × 10 ⁶ operations min.
Electrical (at 30 cpm)	300,000 operations at 3 A, 35 VDC 100,000 operations at 3 A, 250 VAC

Maximum switching frequency

Mechanical	20 operations per second
Electrical	1 operation per second at maximum load

Relays operate time

Relays release time

Relay bounce time

Contact material

Isolation (CH-GND and CH-CH)

Safety isolation, working voltage

(CH-GND only)

Physical

Indicators

Weight

Power Requirements

Power from network module

Environment

Operating temperature

Storage temperature

Relative humidity

CE Mark Compliance

This product meets applicable EU directive(s) as follows:

Safety isolation

EMC Directive

Immunity

Emissions

ANEXO 2.

**PROGRAMA FUENTE DEL EJERCICIO PRACTICO DE
MONITOREO**

```
*****/
This file was generated by Lookout 4.5 (build 9)                               */
Date:      09/02/01 22:38:48                                               */
File:      c:\ejercicios lookout\lotemezcla2212_0209.lks                    */
Company:   Grupo Bas Cia. Ltda.                                           */
Serial#:   J12X56611                                                       */
Account:   Administrator                                                  */
*****/
```

```
ersion "4.5.0.9"
rocess "LoteMezcla"
aveperiod "60"
tatefiles "<PF>"
basecomputer "<default>"
basepath "<default>"

xportall "true"
```

```
IMMezclador = new Animator ("Mixers\Blad5Spn.bmp", 0, 0, 70, 185, , , , , 1,
    8, yes, SEQCorrerLote.I*10, 0, no, 0, , , , , , 0x0000FF,
    0xFF0000, 0x00FF00, 0x00FFFF, 0x800080, 0x000080, yes);

ntLotesDia = new Counter (SEQCorrerLote.K, TimerDia);

eldPoint1 = new FieldPoint (, 8, 4, 5, 250, "COM6", 57600, 1, ,
    "C:\Mis documentos\field.iak", 0, 0)
    alias ("FP_DI_330_1.All", "MDI001.00FF"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_0", "DI001.00"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_1", "DI001.01"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_2", "DI001.02"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_3", "DI001.03"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_4", "DI001.04"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_5", "DI001.05"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_6", "DI001.06"),
    alias ("FP_DI_330_1.Channel_7", "DI001.07"),
    alias ("FP_RLY_420_3.All", "MRL003.00FF"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_0", "RL003.00"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_1", "RL003.01"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_2", "RL003.02"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_3", "RL003.03"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_4", "RL003.04"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_5", "RL003.05"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_6", "RL003.06"),
    alias ("FP_RLY_420_3.Channel_7", "RL003.07"),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_0", "TC002.00", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_1", "TC002.01", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_2", "TC002.02", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_3", "TC002.03", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_4", "TC002.04", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_5", "TC002.05", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_6", "TC002.06", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_7", "TC002.07", , , , , -270, 1770, 0,
65535),
    alias ("FP_TC_120_2.Channel_8", "TC002.08", , , , , 223, 358, 0, 65535)
```



```

;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_0= SEQCorrerLote.A;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_1= SEQCorrerLote.B;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_2= SEQCorrerLote.C;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_3= SEQCorrerLote.D;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_4= SEQCorrerLote.E;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_5= SEQCorrerLote.F;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_6= SEQCorrerLote.I;
eldPoint1.FP_RLY_420__3.Channel_7= SEQCorrerLote.J;
eldPoint1.PollRate= 0:01;

TAditivo01 = new Integral (SEQCorrerLote.G, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TAditivo02 = new Integral (SEQCorrerLote.H, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TColorante01= new Integral (SEQCorrerLote.E, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TColorante02= new Integral (SEQCorrerLote.F, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TDescarga = new Integral (SEQCorrerLote.J, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TMolido01 = new Integral (SEQCorrerLote.C, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TMolido02 = new Integral (SEQCorrerLote.D, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TPolimero01 = new Integral (SEQCorrerLote.A, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);
TPolimero02 = new Integral (SEQCorrerLote.B, 0:0:1, 0:0:0.01, PBResetCarga);

tePanel = new Panel ("Panel Control - Mezcla Lote", 0, 395, 292, 192,
23, 0xC0C0C0, 0, 0, "0",
SEQCorrerLote.H*10
, h= 19
, opt=12803, type=4, tclr=0x8080FF, mx=10),
SEQCorrerLote.G*10 {l= 300, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x8080FF, mx=10},
SEQCorrerLote.F*10 {l= 260, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x800000, mx=10},
SEQCorrerLote.E*10 {l= 220, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0xFFFFFFFF, mx=10},
SEQCorrerLote.D*10 {l= 180, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x008080, mx=10},
SEQCorrerLote.C*10 {l= 140, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x008080, mx=10},
SEQCorrerLote.B*10 {l= 100, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x00FFFF, mx=10},
SEQCorrerLote.A*10 {l= 60, t= 90, w= 20, h= 19, opt=12803,
type=4, tclr=0x00FFFF, mx=10},
SEQCorrerLote.J*10 {l= 180, t= 360, w= 20, h= 40, opt=12803,
type=4, tclr=0x00FFFF, mx=10},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 180, t= 340, w= 21, h= 60, opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf", txl=0, tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 60, t= 80, w= 21, h= 44, opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf", txl=0, tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 100, t= 72, w= 21, h= 44, opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf", txl=0, tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 140, t= 72, w= 21, h= 44, opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf", txl=0, tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 180, t= 72, w= 21, h= 44, opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf", txl=0, tyl=0},

```

```

"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 220,t= 72,w= 21,h= 44,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 260,t= 72,w= 21,h= 44,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 300,t= 72,w= 21,h= 44,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 340,t= 72,w= 21,h= 44,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Hoppers\Hopper3.wmf" {l= 40,t= 108,w= 320,h= 212,opt=8192,
picl="Hoppers\Hopper3.wmf",txl=0,tyl=0},
INTPolimero01+INTPolimero02+INTMolido01+INTMolido02+
INTColorante01+INTColorante02+INTAditivo01+INTAditivo02-
INTDescarga {l= 120,t= 185,w= 160,h= 83,opt=12291,
type=4,tclr=0x00FFFF,mx=10},
ANIMMezclador.display1{l= 159,t= 132,w= 81,h= 136},
"scale" {l= 46,t= 185,w= 11,h= 90,opt=4120,
tclr=0x0000FF,d0=50,d1=1,fht=-11},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 60,t= 55,w= 20,h= 36,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 100,t= 55,w= 20,h= 36,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 140,t= 58,w= 20,h= 33,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 180,t= 58,w= 20,h= 33,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 220,t= 55,w= 20,h= 36,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 260,t= 55,w= 20,h= 36,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 300,t= 58,w= 20,h= 33,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 340,t= 55,w= 20,h= 33,opt=8192,
picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 100,t= 20,w= 20,h= 42,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 140,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 180,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 220,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 260,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 300,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 340,t= 37,w= 20,h= 28,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
"Tanks\Tank05.wmf" {l= 60,t= 20,w= 20,h= 42,opt=8192,
picl="Tanks\Tank05.wmf",txl=0,tyl=0},
RecLote.Display {l= 420,t= 0,w= 160,h= 40,tclr=0x0000FF
,fht=-12},
PBInicio.display1.button {l=
0,t= 100,w= 220,h= 24
,opt=4},
PBResetCarga.display1.button {l=
0,t= 60,w= 160,h= 24
,opt=4},
INTPolimero01 {l= 420,t= 180,w= 80,h= 20,type=4},
INTPolimero02 {l= 420,t= 200,w= 80,h= 20,type=4},

```

```

INTMolido01          {l= 420,t= 220,w= 80,h= 20,type=4},
INTMolido02          {l= 420,t= 240,w= 80,h= 20,type=4},
INTColorante01      {l= 420,t= 260,w= 80,h= 20,type=4},
INTColorante02      {l= 420,t= 280,w= 80,h= 20,type=4},
INTAditivo01        {l= 420,t= 300,w= 80,h= 20,type=4},
INTAditivo02        {l= 420,t= 320,w= 80,h= 20,type=4},
INTPolimero01+INTPolimero02+INTMolido01+INTMolido02+
INTColorante01+INTColorante02+INTAditivo01+INTAditivo02-
INTDescarga         {l= 420,t= 340,w= 80,h= 20,opt=1,type=4,
                    tclr=0xFFFFFF,bclr=0x000000},
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 60,t= 72,w= 20,h= 23,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINPolimero01.displayl
                                                                {l=
,t= 75,w= 16,h= 16
                    },
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 101,t= 72,w= 18,h= 23,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINPolimero02.displayl
                                                                {l=
2,t= 75,w= 16,h= 16
                    },
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 140,t= 73,w= 18,h= 22,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINMolido01.displayl {l= 141,t= 75,w= 16,h= 16},
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 181,t= 72,w= 17,h= 22,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINMolido02.displayl {l= 181,t= 74,w= 16,h= 16},
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 220,t= 72,w= 17,h= 21,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINColorante01.displayl
                                                                {l=
0,t= 74,w= 16,h= 16
                    },
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 260,t= 72,w= 16,h= 21,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINColorante02.displayl
                                                                {l=
0,t= 74,w= 16,h= 16
                    },
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 300,t= 73,w= 16,h= 19,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINAditivo01.displayl {l= 300,t= 74,w= 16,h= 16},
"Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 341,t= 72,w= 15,h= 19,opt=8192,
                    grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
                    },
SPINAditivo02.displayl {l= 340,t= 73,w= 16,h= 16},
SEQCorrerLote.Label {l= 20,t= 340,w= 140,h= 20,type=8,
                    tclr=0xFFFFFF,bclr=0x000000,fht=-11},
"(Presione para cambiar receta)"
                                                                {l=
0,t= 20,w= 200,h= 20
                    },
"Pol01"              {l= 60,t= 0,w= 38,h= 19,opt=35,fht=-9
                    },

```

```

    },
    "Polimero 01"      {l= 520,t= 180,w= 62,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    "Pol02"           {l= 100,t= 0,w= 38,h= 19,opt=35,fht=-9
    },
    "Polimero 02"     {l= 518,t= 198,w= 62,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    "Mol01"           {l= 140,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Molido 01"       {l= 520,t= 218,w= 60,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    "Mol02"           {l= 180,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Molido 02"       {l= 520,t= 238,w= 60,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    "Col01"           {l= 220,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Colorante 01"    {l= 520,t= 260,w= 60,h= 19,opt=35,fht=-9
    },
    "Col02"           {l= 260,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Colorante 02"    {l= 520,t= 280,w= 60,h= 19,opt=35,fht=-9
    },
    "Adit01"          {l= 300,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Aditivo 01"      {l= 520,t= 300,w= 60,h= 19,opt=35,fht=-9
    },
    "Adit02"          {l= 340,t= 20,w= 38,h= 17,opt=35,fht=-9
    },
    "Aditivo 02"      {l= 520,t= 318,w= 60,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    "Carga en tolva"  {l= 520,t= 340,w= 80,h= 22,opt=35,fht=-9
    },
    ContLotesDia&" lotes de material han sido creados hoy día"
                                                                {l=
0,t= 360,w= 221,h= 20
                                                                ,opt=3,type=8,fht=-9},
    SEQCorrerLote.J*10 {l= 200,t= 260,w= 20,h= 60,opt=12803,
                                                                type=4,tclr=0x00FFFF,mx=10},
    "Pipes\Pipe_V.wmf" {l= 200,t= 260,w= 20,h= 96,opt=8192,
                                                                picl="Pipes\Pipe_V.wmf",txl=0,tyl=0},
    "Pumps\Pmp6_rd.wmf" {l= 180,t= 320,w= 39,h= 43,opt=8192,
                                                                grp=1,picl="Pumps\Pmp6_rd.wmf",txl=0,tyl=0
    },
    SPINPolimero03.displayl
                                                                {l=
0,t= 332,w= 16,h= 16
                                                                },
    FieldPoint1.FP_DI_330__1.Channel_0
                                                                {l=
0,t= 119,w= 220,h= 26
                                                                ,opt=1,type=2,tclr=0x0000FF,txt1=
                                                                "Confirmación remota: NEGADO",txt2=
                                                                "Confirmación remota: O.K."},
    FieldPoint1.FP_TC_120__2.Channel_0
                                                                {l=
0,t= 346,w= 80,h= 20
                                                                ,type=4,mn=-270,mx=1770},
    "T bomba (°C)"     {l= 200,t= 320,w= 120,h= 32,opt=3});
Inicio = new Pushbutton ("Nuevo lote", "Ha reseteado los pesos", yes,

```

```
0);
```

```
ResetCarga = new Pushbutton ("Reset pesos", "Tiene confirmación remota?",  
yes, 0);
```

```
cLote = new Recipe (yes, 0, 9)  
  alias ("Aditivo01", "H", "i"),  
  alias ("Aditivo01.logical", "H.logical", "i"),  
  alias ("Aditivo01.txt", "H.txt", "i"),  
  alias ("Aditivo01.unavail", "H.unavail", "i"),  
  alias ("Aditivo02", "I", "i"),  
  alias ("Aditivo02.logical", "I.logical", "i"),  
  alias ("Aditivo02.txt", "I.txt", "i"),  
  alias ("Aditivo02.unavail", "I.unavail", "i"),  
  alias ("Baldemanteca", "pick2", "i"),  
  alias ("BaldeRegia", "pick1", "i"),  
  alias ("Colorante01", "F", "i"),  
  alias ("Colorante01.logical", "F.logical", "i"),  
  alias ("Colorante01.txt", "F.txt", "i"),  
  alias ("Colorante01.unavail", "F.unavail", "i"),  
  alias ("Colorante02", "G", "i"),  
  alias ("Colorante02.logical", "G.logical", "i"),  
  alias ("Colorante02.txt", "G.txt", "i"),  
  alias ("Colorante02.unavail", "G.unavail", "i"),  
  alias ("Manija", "pick8", "i"),  
  alias ("Molido01", "D", "i"),  
  alias ("Molido01.logical", "D.logical", "i"),  
  alias ("Molido01.txt", "D.txt", "i"),  
  alias ("Molido01.unavail", "D.unavail", "i"),  
  alias ("Molido02", "E", "i"),  
  alias ("Molido02.logical", "E.logical", "i"),  
  alias ("Molido02.txt", "E.txt", "i"),  
  alias ("Molido02.unavail", "E.unavail", "i"),  
  alias ("Polimero01", "B", "i"),  
  alias ("Polimero01.logical", "B.logical", "i"),  
  alias ("Polimero01.txt", "B.txt", "i"),  
  alias ("Polimero01.unavail", "B.unavail", "i"),  
  alias ("Polimero02", "C", "i"),  
  alias ("Polimero02.logical", "C.logical", "i"),  
  alias ("Polimero02.txt", "C.txt", "i"),  
  alias ("Polimero02.unavail", "C.unavail", "i"),  
  alias ("Reposteroblanco", "pick3", "i"),  
  alias ("Tapabaldeazul", "pick4", "i"),  
  alias ("Tapabaldeblanca", "pick5", "i"),  
  alias ("Tapareposteroblanco", "pick6", "i"),  
  alias ("Tapareposteroblanca", "pick7", "i"),  
  alias ("TiempoMezcla", "J", "i"),  
  alias ("TiempoMezcla.logical", "J.logical", "i"),  
  alias ("TiempoMezcla.txt", "J.txt", "i"),  
  alias ("TiempoMezcla.unavail", "J.unavail", "i");
```

```
QCCorrerLote = new Sequencer (12, "En espera", , , "Polimero 01", , 0x1,  
"Polimero 02", , 0x2, "Molido 01", , 0x4, "Molido 02", , 0x8,  
"Colorante 01", , 0x10, "Colorante 02", , 0x20, "Aditivo 01",  
, 0x40, "Aditivo 02", , 0x80, "Mezclado",  
, 0x100, "Descargando tanque", , 0x200,
```

```
CorrerLote.Jump5.6= INTMolido02>RecLote.Molido02;
CorrerLote.Jump6.7= INTColorante01>RecLote.Colorante01;
CorrerLote.Jump7.8= INTColorante02>RecLote.Colorante02;
CorrerLote.Jump8.9= INTAditivo01>RecLote.Aditivo01;
CorrerLote.Jump9.10= INTAditivo02>RecLote.Aditivo02;
CorrerLote.Jump11.12= INTDescarga>10;
CorrerLote.Goto1= \..\$Keyboard.f10;

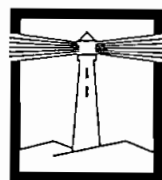
INAditivo01 = new Spinner (SEQCorrerLote.G, 100);
INAditivo02 = new Spinner (SEQCorrerLote.H, 100);
INColorante01= new Spinner (SEQCorrerLote.E, 100);
INColorante02= new Spinner (SEQCorrerLote.F, 100);
INMolido01 = new Spinner (SEQCorrerLote.C, 100);
INMolido02 = new Spinner (SEQCorrerLote.D, 100);
INPolimero01= new Spinner (SEQCorrerLote.A, 100);
INPolimero02= new Spinner (SEQCorrerLote.B, 100);
INPolimero03= new Spinner (SEQCorrerLote.J, 100);

ReporteLote = new Spreadsheet ("ReporteLote", "csv", "monthly", 0:0:2, on,
    SEQCorrerLote.K, no, INTDescarga, "General");

merDia      = new TimeOfDay (true, 21:08:00, 0:00.5);
```

ANEXO 3

MANUAL DE USUARIO DE LOOKOUT



LOOKOUT™

**Getting Started
with Lookout**

Important Information

Warranty

The media on which you receive National Instruments software are warranted not to fail to execute programming instructions, due to defects in materials and workmanship, for a period of 90 days from date of shipment, as evidenced by receipts or other documentation. National Instruments will, at its option, repair or replace software media that do not execute programming instructions if National Instruments receives notice of such defects during the warranty period. National Instruments does not warrant that the operation of the software shall be uninterrupted or error free.

A Return Material Authorization (RMA) number must be obtained from the factory and clearly marked on the outside of the package before any equipment will be accepted for warranty work. National Instruments will pay the shipping cost of returning to the owner parts which are covered by warranty.

National Instruments believes that the information in this document is accurate. The document has been carefully reviewed for technical accuracy. In the event that technical or typographical errors exist, National Instruments reserves the right to make changes to subsequent editions of this document without prior notice to holders of this edition. The reader should consult National Instruments if errors are suspected. In no event shall National Instruments be liable for any damages arising out of or related to this document or the information contained in it.

EXCEPT AS SPECIFIED HEREIN, NATIONAL INSTRUMENTS MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. CUSTOMER'S RIGHT TO RECOVER DAMAGES CAUSED BY FAULT OR NEGLIGENCE ON THE PART OF NATIONAL INSTRUMENTS SHALL BE LIMITED TO THE AMOUNT THEREOF PAID BY THE CUSTOMER. NATIONAL INSTRUMENTS WILL NOT BE LIABLE FOR DAMAGES RESULTING FROM LOSS OF DATA, PROFITS, USE OF PRODUCTS OR INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF. This limitation of the liability of National Instruments will apply regardless of the form of action, in contract or tort, including negligence. Any action against National Instruments must be brought within one year after the cause of action accrues. National Instruments shall not be liable for any delay in performance due to causes beyond its reasonable control. The warranty provided herein does not cover damages, defects, malfunctions, or service failures caused by owner's failure to follow the National Instruments installation, operation, or maintenance instructions; owner's modification of the product; owner's abuse, misuse, or negligent acts; and power failure or surges, fire, flood, accident, actions of third parties, or other events outside reasonable control.

Copyright

Under the copyright laws, this publication may not be reproduced or transmitted in any form, electronic or mechanical, including photocopying, recording, storing in an information retrieval system, or translating, in whole or in part, without the prior written consent of National Instruments Corporation.

Trademarks

Lookout™, natinst.com™, and National Instruments™ are trademarks of National Instruments Corporation. Product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

WARNING REGARDING USE OF NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS

(1) NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS ARE NOT DESIGNED WITH COMPONENTS AND TESTING FOR A LEVEL OF RELIABILITY SUITABLE FOR USE IN OR IN CONNECTION WITH SURGICAL IMPLANTS OR AS CRITICAL COMPONENTS IN ANY LIFE SUPPORT SYSTEMS WHOSE FAILURE TO PERFORM CAN REASONABLY BE EXPECTED TO CAUSE SIGNIFICANT INJURY TO A HUMAN.

(2) IN ANY APPLICATION, INCLUDING THE ABOVE, RELIABILITY OF OPERATION OF THE SOFTWARE PRODUCTS CAN BE IMPAIRED BY ADVERSE FACTORS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO FLUCTUATIONS IN ELECTRICAL POWER SUPPLY, COMPUTER HARDWARE MALFUNCTIONS, COMPUTER OPERATING SYSTEM SOFTWARE FITNESS, FITNESS OF COMPILERS AND DEVELOPMENT SOFTWARE USED TO DEVELOP AN APPLICATION, INSTALLATION ERRORS, SOFTWARE AND HARDWARE COMPATIBILITY PROBLEMS, MALFUNCTIONS OR FAILURES OF ELECTRONIC MONITORING OR CONTROL DEVICES, TRANSIENT FAILURES OF ELECTRONIC SYSTEMS (HARDWARE AND/OR SOFTWARE), UNANTICIPATED USES OR MISUSES, OR ERRORS ON THE PART OF THE USER OR APPLICATIONS DESIGNER (ADVERSE FACTORS SUCH AS THESE ARE HEREAFTER COLLECTIVELY REFERRED TO AS "SYSTEM FAILURES"). ANY APPLICATION WHERE A SYSTEM FAILURE WOULD CREATE A HARMFUL TO PROPERTY OR PERSONS (INCLUDING THE RISK OF BODILY INJURY) AND DEATH OR SYSTEM FAILURE TO AVOID DAMAGE, INJURY, OR DEATH, THE USER OR APPLICATION DESIGNER MUST TAKE REASONABLY PRUDENT STEPS TO PROTECT AGAINST SYSTEM FAILURES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO BACK-UP OR SHUT DOWN MECHANISMS, BECAUSE EACH END-USER SYSTEM IS CUSTOMIZED AND DIFFERS FROM NATIONAL INSTRUMENTS' TESTING PLATFORMS AND BECAUSE A USER OR APPLICATION DESIGNER MAY USE NATIONAL INSTRUMENTS' PRODUCTS IN COMBINATION WITH OTHER PRODUCTS IN A MANNER NOT EVALUATED OR CONTEMPLATED BY NATIONAL INSTRUMENTS. THE USER OR APPLICATION DESIGNER IS ULTIMATELY RESPONSIBLE FOR VERIFYING AND VALIDATING THE SUITABILITY OF NATIONAL INSTRUMENTS' PRODUCTS WHENEVER NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS ARE INCORPORATED IN A SYSTEM OR APPLICATION, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE APPROPRIATE DESIGN, PROCESS, AND SAFETY LEVEL OF SUCH SYSTEM OR

Worldwide Technical Support and Product Information

www.natinst.com

National Instruments Corporate Headquarters

111500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 512 794 0100

Worldwide Offices

Australia 03 9879 5166, Austria 0662 45 79 90 0, Belgium 02 757 00 20, Brazil 011 284 5011,

Canada (Calgary) 403 274 9391, Canada (Ontario) 905 785 0085, Canada (Québec) 514 694 8521,

China 0755 3904939, Denmark 45 76 26 00, Finland 09 725 725 11, France 01 48 14 24 24,

Germany 089 741 31 30, Greece 30 1 42 96 427, Hong Kong 2645 3186, India 91805275406,

Israel 03 6120092, Italy 02 4130911, Japan 03 5472 2970, Korea 02 596 7456, Mexico (D.F.) 5 280 7625,

Mexico (Monterrey) 8 357 7695, Netherlands 0348 433466, Norway 32 27 73 00, Singapore 2265886,

Spain (Barcelona) 93 582 0251, Spain (Madrid) 91 640 0085, Sweden 08 587 895 00,

Switzerland 056 200 51 51, Taiwan 02 2377 1200, United Kingdom 01635 523545

For further support information, see the *Technical Support Resources* appendix. To comment on the documentation, send e-mail to techpubs@natinst.com.

© Copyright 1996, 1999 National Instruments Corporation. All rights reserved.

Contents

About This Manual

Conventions	xi
Related Documentation.....	xii

Chapter 1 Installing Lookout

Hardware and Software Requirements	1-1
Testing TCP/IP	1-2
Installing Lookout.....	1-2
Installing from the CD	1-2
Installing Lookout from Floppy Diskettes	1-3
Registering Lookout	1-4
Starting Lookout for the First Time.....	1-5
Changing Registration Information.....	1-6
Adding Client Connections	1-6
Setting System Options.....	1-8
Computer Name Setting	1-8
Citadel Database Settings.....	1-9
Virtual Keyboard Settings	1-9
Log Alarms Setting.....	1-9
Security Level Settings.....	1-9
Panel Navigation Arrows	1-9
Startup Process File Setting	1-10

Chapter 2 How Lookout Works

Architecture	2-2
What is an Object?.....	2-2
Lookout Object Classes and Functionality.....	2-3
Parameters	2-4
Object Databases and Data Members.....	2-5
Logical Data Members.....	2-7
Numeric Data Members.....	2-7
Text Data Members.....	2-13
(implicit) Data Members	2-13
Data Polymorphism.....	2-14
Data Quality Attributes	2-15
Connections	2-16

- Client and Server Processes 2-18
- Supervisory Control 2-19
- Event-Driven Processing 2-19
 - Advantages of Active Notification 2-21
- Lookout Environment Services 2-22
 - Serial Port Communication Environment Service 2-22
 - Database Environment Service 2-23
 - Graphics Environment Service 2-23
 - Alarm Environment Service 2-23
 - Multimedia Environment Service 2-23
 - Security Environment Service 2-24
 - Historical Logging Environment Service 2-24
 - ODBC Environment Service 2-24
 - DDE Environment Service 2-24
 - Networking Environment Service 2-25
 - Redundancy Environment Service 2-25
- Lookout Windows Services 2-25

Chapter 3

Lookout Basics: Windows, Tools, and Files

- Starting Lookout 3-1
 - Logging on to Lookout 3-1
 - Opening a Process File 3-3
- The Lookout Screen 3-4
 - Title Bar 3-5
 - Menu Bar 3-5
 - Status Bar 3-5
 - Lookout Workspace 3-6
 - Object Explorer 3-6
 - Control Panels 3-9
 - Alarm Window 3-10
 - Operator Input and Navigation 3-11
 - Virtual Keypad 3-11
 - Virtual Keyboard 3-11
- Connection Browser 3-12
 - Connection Browser Options 3-15
- Lookout Application Files 3-16
 - Process File 3-16
 - Source Code File 3-17
 - State File 3-18
 - Security File 3-18

- Configuration Shortcuts 3-19
 - Mouse Shortcuts 3-19
 - Remembering Object Names 3-20

Chapter 4

Using Lookout

- Development Process 4-1
- Building Client and Server Processes 4-3
- Choosing Objects 4-3
- Lookout Navigation 4-4
- Creating A Lookout Process 4-5
- Creating Objects 4-7
 - Steps to Create an Object 4-7
 - Object Names 4-10
- Editing Object Databases 4-11
 - Editing Database Parameters 4-12
 - Numeric Member Parameters 4-14
 - Logical Member Parameters 4-19
 - Text Member Parameters 4-19
- Importing and Exporting Object Databases 4-20
 - Exporting an Object Database 4-20
 - Creating a Database Spreadsheet 4-22
 - Importing an Object Database 4-24
 - Copying an Object Database 4-26
- Connecting Objects 4-26
 - Connecting Data Members to Parameters 4-27
 - Identifying Object Data Members 4-29
 - Connecting Data Members to Data Members 4-29
 - URL Connections 4-33
 - Remote Position Source Connections 4-34
 - Symbolic Link Connections 4-34
 - HyperTrend Item Connections 4-35
- Path Names in Lookout 4-35
- Displaying Data Members on Control Panels 4-38

Chapter 5

Developer Tour

- Before Starting the Examples 5-1
- Make a Quick and Easy Network Connection to a Lookout Server 5-1
 - Modifying the Display 5-6

Make a Lookout Server 5-8
 Creating the Process 5-8
 Editing the Database 5-13
 Make a Lookout Client 5-19
 Connecting a Control 5-24
 Create a Multiple-Use Control and Symbolic Link 5-33
 Conclusion 5-43

Appendix A

Lookout Object Descriptions

Appendix B

Technical Support Resources

Glossary

Index

Figures

Figure 1-1. System Options Dialog Box 1-8
 Figure 2-1. Objects Encapsulate Data Members, Parameters, and Functionality ... 2-3
 Figure 2-2. Pot Definition Dialog Box 2-5
 Figure 2-3. Example Connections Between Two Objects 2-16
 Figure 2-4. Example of Conventional, Loop-Driven Software Program 2-20
 Figure 2-5. Lookout Object-Oriented and Event-Driven Architecture 2-21
 Figure 3-1. The Lookout Screen 3-4
 Figure 3-2. Expression Editor Activated by Right-Clicking on a Yellow Data Field 3-20
 Figure 4-1. Select Object Class Dialog Box 4-7
 Figure 4-2. Object Definition Dialog Box 4-8
 Figure 4-3. Pot Display Dialog Box 4-10
 Figure 4-4. Alarm Processing of Data Member Whose Alarm Setpoints are Shown and Whose Deadband is 12 4-18
 Figure 4-5. Example Spreadsheet File Created with Lookout Export Command ... 4-22
 Figure 4-6. Example of Importing Spreadsheet into Lookout 4-24

Tables

Table 2-1. Switch Data Members 2-6
 Table 2-2. Examples of Lookout Time Constants 2-8
 Table 2-3. General Numeric Format Examples 2-9
 Table 2-4. Leading Zeroes Numeric Format Examples 2-9
 Table 2-5. Fractional Numbers with Trailing Zeroes Format Examples 2-10
 Table 2-6. Exponential/Scientific Notation Format Examples 2-10
 Table 2-7. Hexadecimal Format Examples 2-11
 Table 2-8. Time Period Display Examples 2-11
 Table 2-9. Absolute Date and Time Display Examples 2-12
 Table A-1. Lookout System Objects A-1
 Table A-2. Lookout Driver Objects A-8

About This Manual

This manual provides instructions on installing and setting up Lookout. It also gives an overview of how Lookout works and how you can get started using it. This manual assumes that you are already familiar with your operating system environment.

Conventions

The following conventions appear in this manual:

»

The » symbol leads you through nested menu items and dialog box options to a final action. The sequence **File»Page Setup»Options** directs you to pull down the File menu, select the Page Setup item, and select Options from the last dialog box.



This icon denotes a tip, which alerts you to advisory information.



This icon denotes a note, which alerts you to important information.

bold

Bold text denotes items that you must select or click on in the software, such as menu items and dialog box options. Bold text also denotes parameter names.

italic

Italic text denotes variables, emphasis, a cross reference, or an introduction to a key concept. This font also denotes text that is a placeholder for a word or value that you must supply.

monospace

Text in this font denotes text or characters that you should enter from the keyboard, sections of code, programming examples, and syntax examples.

This font is also used for the proper names of disk drives, paths, directories, programs, subprograms, subroutines, device names, functions, operations, variables, filenames and extensions, and code excerpts.

monospace *italic*

Italic text in this font denotes text that is a placeholder for a word or value that you must supply.

Related Documentation

The following documents contain information that you might find helpful as you read this manual:

- *Lookout Developer's Manual*
- *Lookout Operator's Manual*
- *Lookout Object Reference Manual*

The *Lookout Object Reference Manual* is available in Portable Document Format (PDF) on the Lookout CD in the documentation directory. The Lookout installation gives you the option of copying the PDF files into the Lookout/documentation folder on your hard drive. To view these files, you must have Adobe Acrobat Reader 3.0 or later installed. If you do not have Adobe Acrobat Reader installed, you can install it from the Lookout/documentation directory or from the Adobe web site at www.adobe.com.

- *Lookout Object Developer's Toolkit Reference*

Installing Lookout

Hardware and Software Requirements

Lookout requires the following:

- Pentium class PC running at 90 MHz or faster
- At least 32 MB RAM
- 45 MB free disk space, plus possibly 100 MB or more, depending on how much data you intend to log to the Lookout database, Citadel. You should also have about 50 MB of disk space for file swapping or Windows NT computers.
- Windows 98/95 or Windows NT version 4 or later
- Network card and TCP/IP networking installed on the computers you want to connect, if you intend to take advantage of Lookout networking



Note Performance of Lookout depends on the number, size, and complexity of processes you are running. While the minimum requirements are fine for some processes, you should plan on using more powerful computer configurations for complex and data intensive applications.

Because Lookout can run 24 hours a day, your computer should have some form of AC power surge protection. An uninterruptible power supply (UPS) provides the ultimate protection. A UPS provides complete isolation between the AC power source and the computer and has backup battery power if there are blackouts and brownouts. A quality surge protector will protect your computer from most electrical surges and spikes if you do not need battery backup.

Lookout is Y2K compliant and requires no special considerations for the year 2000.

Testing TCP/IP

You must be properly set up on a network with TCP/IP protocols installed if you want to use the networking capabilities of Lookout 4. You must be able to ping any computer on your network that you intend to have as a part of your Lookout network.

To test this, open a DOS window and enter the following command:

```
Ping comprame
```


where *comprame* is the name of the computer you want to ping.

If TCP/IP is functioning properly on your computer, you should receive a response that looks something like the following example:

```
Pinging comprame [123.45.67.89] with 32 bytes of data:
Reply from 123.45.67.89: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 123.45.67.89: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 123.45.67.89: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 123.45.67.89: bytes=32 time<10ms TTL=128
```

If TCP/IP is not working properly on your computer, consult your system administrator.

See Chapter 4, *Networking*, in the *Lookout Developer's Manual* for more information on networking and network configuration with Lookout.

 **Tip** If your computer does *not* have a DOS prompt available in the Windows Start menu or in Start > Programs, select Start > Run and enter `command.com` in the Run dialog box. This opens a DOS window you can use for the ping command.

Installing Lookout

Installing from the CD

1. Before installing, make sure you have shut down all applications that may currently be using ODBC. Such applications include spreadsheets, word processors, database programs, MS Query, and similar applications.
2. Insert the Lookout CD into your CD drive.

3. The Lookout CD-ROM has autorun capability. If for some reason the autorun fails to start the CD installation routine, click on the Start icon in the taskbar and select Run.

Enter `X:\SETUP` where *X* represents your CD-ROM drive. Then select **OK**.

- Lookout allows you to choose whether to install its online help. Use **Browse** to enter the name of an alternate directory or select **OK** to accept the recommended directory name.
 - During installation, Lookout can install its ODBC driver. Make sure you select this option if you want to be able to access Lookout's Citadel database.
 - When installing Lookout on a Windows NT system, you are presented with a list of options on what you may install optionally. If you want to be able to block authorized users from using <Alt-Tab> to gain access to applications other than Lookout, make sure you install the optional NT keyboard driver.
4. Follow the remaining instructions to complete the Lookout installation.

Installing Lookout from Floppy Diskettes

If the computer you want to install Lookout on does not have a CD-ROM drive, follow these instructions for installing the software:

1. Prepare about two dozen blank diskettes: 3.5-inch, 1.4MB. Label each diskette as Disk1, Disk2, and so on.
2. On another computer with a CD-ROM drive and diskette drive, copy the files from the individual Disk*N* subdirectories on the CD onto the appropriately labeled 3.5-inch floppy diskette. Do *not* copy the Disk*N* directory itself onto your diskettes. Copy only the contents of each directory.
3. On the computer where you want to install Lookout, insert the diskette labeled Disk1 and run the setup.exe program from the diskette.
4. Follow the installation instructions on the screen.

Registering Lookout

Be sure to register your Lookout Package to receive your permanent unlock code. As an unregistered package, Lookout is limited to 50 I/O points and one client connection, and only runs for 30 days.

If you are installing Lookout as an upgrade to an earlier version, you will have already provided registration information, and Lookout will open with a request for you to log in.

If this is your first installation of Lookout on the computer you are using, or if you have any lost or corrupted your registration information, then the first time you launch Lookout, it prompts you for registration information.

Note When you register Lookout, you unlock it for permanent use at your appropriate I/O count. If you do not register Lookout by the end of the 30 day period, it lapses to a demo system. You must complete the license agreement and mail or fax a copy of the agreement to National Instruments in order to register Lookout. Upon receipt of the registration form, National Instruments generates a key code to unlock Lookout and faxes or mails it to you.

Lookout requires a hardware key in some countries. Contact National Instruments if you are not sure whether your system requires a hardware key. If you were supplied a key with Lookout, be sure to plug it into the parallel port on your computer before activating Lookout.

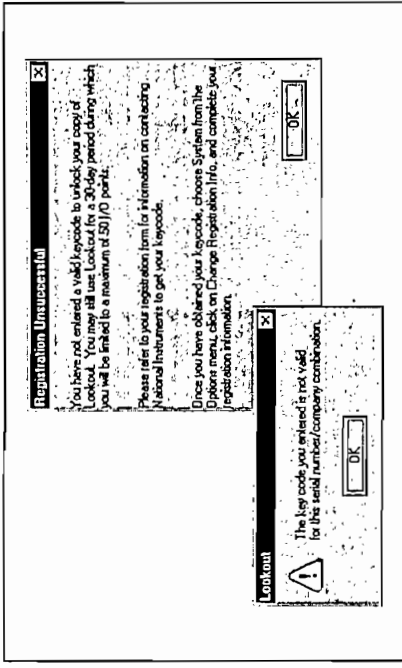
Starting Lookout for the First Time

1. Launch Lookout by selecting **Start»Programs»National Instruments Lookouts»Lookout**.

A dialog box appears asking you to register Lookout. If you are ready to register Lookout, click on **OK**. The registration dialog box appears.

2. Enter your name in the **Name** field.
3. Enter the **Organization** name exactly as it appears on the key code fax sent in response to your registration, including punctuation marks. This text is used in combination with the key code, and so it must be exact.
(If you have not yet received your key code from National Instruments, you can enter your registration data later. Select **OK** and Lookout will inform you that you have not registered your package yet. Select **OK** again until Lookout launches.)
4. Enter the **Serial Number** of your package. (This can be found on your registration form.)
5. Enter your **12-character Keycode**. The key code is not case sensitive and you can leave the hyphens out if desired. Notice that there are no spaces near the hyphens.

- After completing the entries, press <Enter> or select OK. If you enter the proper information correctly, Lookout appears on your screen with no process running.



If you are certain that you typed the information correctly and Lookout does not accept it, call the National Instruments technical support line for help.

Changing Registration Information

If you want to change the number of Lookout I/O points you are using, or make other changes in system capabilities, National Instruments must send you a new Lookout keycode.

To change your registration information, select **Options»System»Change Registration Info**. Enter the new keycode in the appropriate field to unlock your additional Lookout functionality.

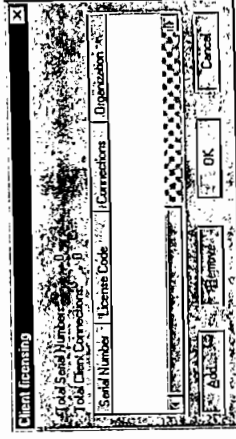
Adding Client Connections

You are limited in the number of client connections you are allowed to maintain in Lookout. Just as with your I/O license, you must enter a keycode.

Obtain your keycode by faxing your registration form to National Instruments, or by calling.

Unlike the I/O point registration, you can add and remove client licenses from any copy of Lookout. If you have a copy of Lookout running a server process with two clients connected and need to increase the number of client connections to three, you need only get a license for one more client connection, and enter that particular keycode in addition to the keycode that authorized your first two client connections.

To add or change client connection information in Lookout, Select **Options»System** from the menu, and click on the **Change Client License** button. The following dialog box appears.



Click on the **Add** button. The following dialog box appears.



Enter your **Organization** name as you reported it in your registration request for a client keycode. Enter the **Serial Number**, and the **License Code** you received. Click on **OK**.

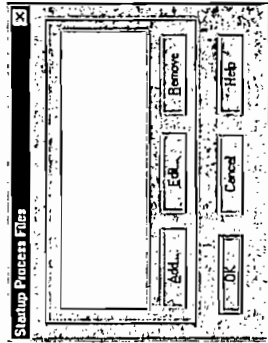
If your registration attempt fails, the following dialog box appears.



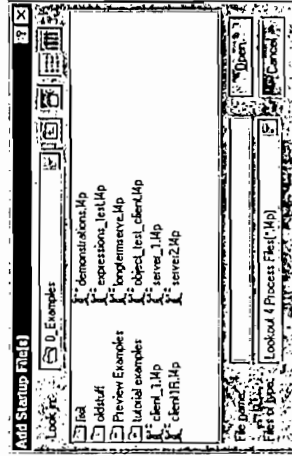
Startup Process File Setting

If your computer runs Lookout 24 hours a day, you may want to ensure that, if the computer temporarily loses power, it will automatically reboot and begin executing your processes when power returns.

To get startup processes, select Options»Startup, and the following dialog box appears.



To add a file to your list of startup processes, click on the Add button. A dialog box you can use to browse for a file appears. (The contents of the dialog box may not be identical to the illustration.)



Select the file you want to run when Lookout opens and click on Open.

You can add as many process files as you want. The files will open in the order in which they are entered in the Startup Process Files dialog box.

To edit a path name to a file, highlight the file name and click on the Edit button.

To make sure Lookout loads and runs when your computer boots or reboots, consult your operating system documentation instructions on how to set a default startup application.

How Lookout Works

This chapter explains the basics of how Lookout works, including descriptions of objects, data members, connections, processes, and services.

Lookout is a powerful yet easy-to-use Human-Machine Interface (HMI) and Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) software package for industrial automation. Lookout runs under Windows and communicates with field I/O from Programmable Logic Controllers (PLCs), Remote Terminal Units (RTUs), and other devices. Typical Lookout projects include continuous process monitoring and supervisory control, discrete manufacturing, batch applications, and remote telemetry systems.

Object-oriented and event-driven, Lookout is a configurable package that requires no programming or scripting. Instead, you use Lookout to create graphical representations on a computer screen of real-world devices such as switches, dial gauges, chart recorders, pushbuttons, knobs, sliders, meters, and then link your images to the actual field instruments using PLCs, RTUs, data acquisition boards, or other I/O devices.

Lookout has many diverse capabilities such as Statistical Process Control (SPC), recipe management, Structured Query Language (SQL), built-in security, flexible data logging, running multiple processes on one computer, sophisticated animation, complex alarming, radio and dial-up telemetry support, audit trails of events and setpoint adjustments, multimedia support, touch screen compatibility, networking (including multiple client and server processes running on one or many computers), Dynamic Data Exchange (DDE & NetDDE), and more.

With Lookout you can develop an application completely online, without shutting down. You do not have to recompile or download a database every time you make a modification, nor do you have to switch back and forth between programs. You do not even have to run separate development and configuration programs. Instead, you can add, delete and modify control panels, logic, graphics, PLCs, RTUs, I/O, and other field devices without ever interrupting your process.

Because Lookout is object-oriented and event-driven, you can use Lookout with other programs in the Microsoft Windows multitasking environment. For example, while Lookout monitors and controls your process, you can use a spreadsheet to analyze production figures of hourly average flow rates, then start a word processor to generate a memorandum, paste the spreadsheet into the memo and send it to a laser printer.

The remainder of this chapter describes Lookout architecture—the components and how they work together. This will help you understand fully how to use Lookout for all your continuous process, discrete, or batch applications.

Architecture

Once you understand the basic Lookout components and the fundamentals regarding object-oriented and event-driven structure, using the program becomes much easier.

Lookout consists mostly of objects and their data members, connections, and services. Developing a Lookout application is a matter of creating, configuring, and connecting objects. Objects are software representations of everything from potentiometers and switches to PLCs and RTUs connected physically to the computers you have running Lookout. You then make connections between the software objects. Lookout, and the Lookout services handle the connections between your computer and various PLCs or other controllers; between your computer and various sensors; between your computer and other computers; and between your computer and the Lookout database, Citadel.

Add to this the idea of client and server processes and you are well on your way to understanding the basic structure of all Lookout applications.

What is an Object?

A Lookout object is a self-contained software unit designed to do something specific in your HMI/SCADA application. What each object does is generally referred to as its functionality. Each object has a set of data members you can log to a predefined database, and a set of parameters. The following diagram depicts the functionality, data members, and parameters of an object.

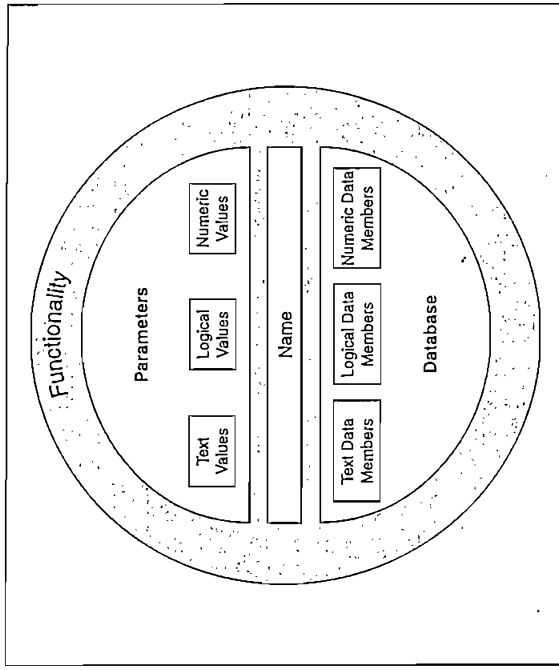


Figure 2-1. Objects Encapsulate Data Members, Parameters, and Functionality

Think of an object as a software model of something physical. For example, a potentiometer is something physical. You can adjust it up and down. In Lookout, a Pot object represents the physical potentiometer. You can adjust it, too.

Parameters define the limits of object functionality. For example, parameters set the minimum and maximum values of the Pot, the size of the smallest interval of adjustment, and other elements of the Pot's functionality.

The object *data members* contain information about the current state of the object, such as the value, whether the control is visible or hidden, and so on. The *database* can store data member information depending on what you want recorded, at what level of detail.

Lookout Object Classes and Functionality

A Lookout object is a specific instance of a Lookout object class. You can think of an object class as the generalized form for an object. When you create an object, you are taking the general form described by an object class, defining it with specific parameters, giving it a name, and putting it

Because Lookout is object-oriented and event-driven, you can use Lookout with other programs in the Microsoft Windows multitasking environment. For example, while Lookout monitors and controls your process, you can use a spreadsheet to analyze production figures of hourly average flow rates, then start a word processor to generate a memorandum, paste the spreadsheet into the memo and send it to a laser printer.

The remainder of this chapter describes Lookout architecture—the components and how they work together. This will help you understand fully how to use Lookout for all your continuous process, discrete, or batch applications.

Architecture

Once you understand the basic Lookout components and the fundamentals regarding object-oriented and event-driven structure, using the program becomes much easier.

Lookout consists mostly of objects and their data members, connections, and services. Developing a Lookout application is a matter of creating, configuring, and connecting objects. Objects are software representations of everything from potentiometers and switches to PLCs and RTUs connected physically to the computers you have running Lookout. You then make connections between the software objects. Lookout, and the Lookout services handle the connections between your computer and various PLCs or other controllers; between your computer and various sensors; between your computer and other computers; and between your computer and the Lookout database, Citadel.

Add to this the idea of client and server processes and you are well on your way to understanding the basic structure of all Lookout applications.

What is an Object?

A Lookout object is a self-contained software unit designed to do something specific in your HMI/SCADA application. What each object does is generally referred to as its functionality. Each object has a set of data members you can log to a predefined database, and a set of parameters. The following diagram depicts the functionality, data members, and parameters of an object.

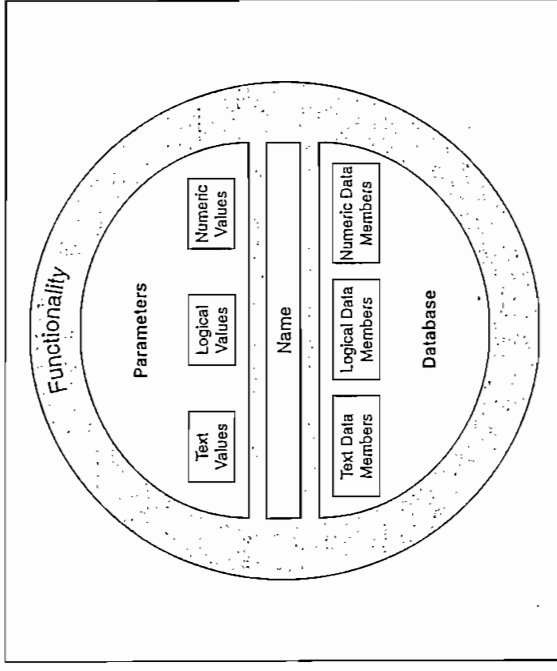


Figure 2-1. Objects Encapsulate Data Members, Parameters, and Functionality

Think of an object as a software model of something physical. For example, a potentiometer is something physical. You can adjust it up and down. In Lookout, a Pot-object represents the physical potentiometer. You can adjust it, too.

Parameters define the limits of object functionality. For example, *Parameters* set the minimum and maximum values of the Pot, the size of the smallest interval of adjustment, and other elements of the Pot's functionality.

The object *data members* contain information about the current state of the object, such as the value, whether the control is visible or hidden, and so on. The *database* can store data member information depending on what you want recorded, at what level of detail.

Lookout Object Classes and Functionality

A Lookout object is a specific instance of a Lookout object class. You can think of an object class as the generalized form for an object. When you create an object, you are taking the general form described by an object class, defining it with specific parameters; giving it a name, and putting it

to work as a software object. You can make as many objects as you need from each Lookout object class, each specifically configured to perform the task you need that particular object to perform.

For example, Lookout has both Pot and Switch object classes, from which you might create 20 pots and 30 switches. In this case, you would be creating a total of 50 objects using only two object classes.

Different object classes are designed to perform different functions, or tasks. For example, the Pot (potentiometer) object class operates differently from the Switch object class. This is the *functionality* built into every object class.

Global object classes are a special kind of object class. Each contains global system data such as the number of currently active alarms. You cannot create, modify or delete a global object, but you can use its data members just as you would use any other object data members.

When you create or open a Lookout process file, Lookout automatically creates three global objects: \$Alarm, \$Keyboard, and \$System.

Functionality is the way an object class works, operates, or performs a task. Functionality is a general concept that applies in the same way to all objects in a given object class. Parameters, however, can be unique, and define the specific functionality of an individual object.

The object class definitions, found in the *Lookout Object Reference Manual*, outline the functionality of each object class.

Parameters

An object's parameters define its characteristics. Lookout uses object parameters to complete the definition of the object functionality. For example, Data rate, Parity, and Stop bits are a few of the parameters that define how a Modbus object works. Other examples include the Control security level of a Switch object; Minimum, Maximum, and Resolution of a Pot object; and Data of an Average object.

Every object class supports a set of parameters that you must fill in or select when creating a new object. Many parameters are *expressions*, which means you can change parameters programmatically. Others require constant values. Some require you to pick specific settings.

Parameters that accept expressions appear as yellow data entry fields. These parameters can receive signals (that is, they are writable).

See Chapter 1, *Expressions*, of the *Lookout Developer's Manual* for more detailed information on expressions.

All the parameters for any given class are visible in the object definition dialog box. For information on how to create this object, see the *Creating Objects* section of Chapter 4, *Using Lookout*.

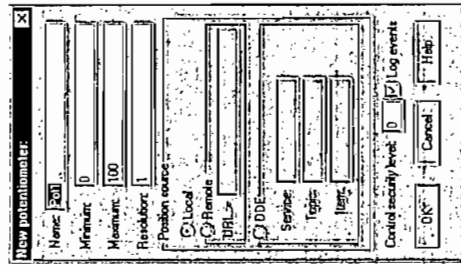


Figure 2-2. Pot Definition Dialog Box

Object Databases and Data Members

Each object has its own built-in database. The individual parts of this self-contained database are called *data members*. Some object classes have a very limited database, while others have extensive databases. The database of an object representing a PLC might have hundreds of data members; but a Switch object database has only six data members. You do not have to build a database—the data members are automatically available when you create the object.

In the case of a switch, the implicit value of the object is a part of the self-contained database. Data members can either generate (*write*) signals, receive (*read*) signals, or both.

Logical Data Members

Logical data members contain a value that represents a binary or on/off state. A light switch is a logical device—it is either on or off.

Logical data members are typically used to control equipment that can be turned on and off, to indicate that a piece of equipment is running, or indicate whether a limit switch is open or closed.

The Switch object generates a logical signal that is on when the switch is up and off when the switch is down. In the same way, the Pushbutton object generates a logical value that is on while the pushbutton is depressed. The Pulse object generates a logical signal that turns on and off at prescribed intervals, creating a logical pulse.

The logical signals that some objects generate can be displayed graphically on a control panel. See Chapter 2, *Graphics*, of the *Lookout Developer's Manual*, for more information on graphical displays.

Lookout recognizes the following logical constants as expressions:

- Logical constants that represent an on state: yes, true, on
- Logical constants that represent an off state: no, false, off

Lookout is not case sensitive, so case variations such as On, ON, or oN will all be interpreted as ON.

See the *Data Polymorphism* section of this chapter for information on how Lookout interprets numeric or text data when it is passed to a logical data member.

Numeric Data Members

A *numeric data member* is a floating point number representing analog values such as tank level, pressure, flow rate, voltage, and temperature. Numeric data members also represent time, either as a time period (span) or as an absolute time (that is, a particular time of day/week/month/year).

The Pot (potentiometer) object generates a numeric signal compatible with the numeric signals that monitor and control the analog input and output points on a PLC. Numeric signals range from -1.7×10^{27} to 1.7×10^{27} .

See the *Data Polymorphism* section of this chapter for information on how Lookout interprets logical or text data when it is passed to a numeric data member.

Every data member contains a single value that can be one of three types: numeric, logical, or text. Lookout is not strongly typed, however, so you can connect one type data member to another, and Lookout will not generate an error message. See the *Data Polymorphism* section of this chapter for more information on how Lookout interprets data of different types.

The built-in data members for each object are referred to as *native* members, and can be thought of as the default or automatic data members. You can add to and modify the database to suit your specific needs, attaching one or more aliases to a given data member, each with a different set of associated alarm, logging, or scaling properties.

Every object class has an explanation of its database in its class documentation, which you can access by clicking on the Help button in the dialog box used to create or modify an object. The following is an example of the switch object class database explanation.

Table 2-1. Switch Data Members

Data Members	Type	Read	Write	Description
(implicit)	logical	yes	no	Switch Position
enable	logical	no	yes	If TRUE (the default), enables DDE. If FALSE, disables DDE. The default value is ON. This input is ignored for non-DDE Switch objects.
reset	logical	no	yes	While this value equals TRUE, the control will be set to the value in <code>resetvalue</code> .
resetvalue	numeric	no	yes	Sets the value a control will take when the reset data member transitions from FALSE to TRUE.
value	numeric	yes	yes	The current value of the control. If you have removed this control, then value is the current value of the position source.
visible	logical	no	yes	When FALSE, the switch object cannot be seen on the display panel. When TRUE, the switch can be seen and controlled.

Numeric constants are entered using decimal digits (0 - 9), the minus sign (-), the exponent symbol (E or e), and the time format separator (:).

Some examples of numeric constants would be as follows:

- 0
- -123.779999
- 1.5E7 (15,000,000)
- -3.7E-3 (-0.0037)
- -.0036
- 23356636.234579

Time or *Time signals* are stored by Lookout as numeric values that represent days and fractions of a day. For example, you enter one hour as 1:00:00. Lookout interprets the number to the right of the rightmost colon (:): as seconds, the number to the right of the second colon from the right as minutes, the next number as hours, and the number to the left of the third colon from the right as days. If there are no colons in the entry, the time period is assumed to be given in days.

When your operating system switches in or out of daylight savings time, Lookout corrects for the change relative to universal time so that there is no data discontinuity or loss in the Citadel database.

Table 2-2. Examples of Lookout Time Constants

Time Period Constant	Lookout Interpretation
0:23	23 seconds, or 0.0002662 days
75:00	75 minutes, 0 seconds, or 0.05208 days
12:00:05:01	12 days, 0 hours, 5 minutes, 1 second, or 12.003484 days
199::	199 hours, 0 minutes, 0 seconds, or 8.2917 days
0:10.023	10.023 seconds, or 0.0001160 days
12.75	12.75 days
17:64:22.5	invalid number: because hours are specified, minutes must be ≤59

You may enter one hour as 1:00:00, but Lookout stores the number as 0.04167 (or 1/24 of a day). Days are represented by the integer portion of the number. The number zero represents Jan. 1, 1900. You may also find it helpful to know that one second = 0.000011574 and one minute = 0.000694444.



Tip If you display a numeric signal on a control panel, Lookout provides a long list of numeric formats to choose from. You can set the format when you first create the display, or by right-clicking on the display and selecting *Display Properties*. The different possible formats are listed in the following tables.

Table 2-3. General Numeric Format Examples

Numeric Format	Value	Display
(General)	123.78	Displayed as 123.78
(General)	123.789	Displayed as 123.789

Note: General format displays the value in the most compact form possible.

Table 2-4. Leading Zeroes Numeric Format Examples

Numeric Format	Value	Display
000000000	123.789	Displayed as 000000124
00000000	123.789	Displayed as 00000124
0000000	123.789	Displayed as 0000124
000000	123.789	Displayed as 000124
00000	123.789	Displayed as 00124
0000	123.789	Displayed as 0124
000	123.789	Displayed as 124
00	123.789	Displayed as 124
0	123.789	Displayed as 124

Table 2-5. Fractional Numbers with Trailing Zeros Format Examples

Numeric Format	Value	Display
0.0	123.789	Displayed as 123.8
0.00	123.789	Displayed as 123.79
0.000	123.789	Displayed as 123.789
0.0000	123.789	Displayed as 123.7890
0.00000	123.789	Displayed as 123.78900
0.000000	123.789	Displayed as 123.789000
0.0000000	123.789	Displayed as 123.78900000

Table 2-7. Hexadecimal Format Examples

Numeric Format	Value	Display
0x0	123.789	Displayed as 0x7
0x00	123.789	Displayed as 0x7
0x000	123.789	Displayed as 0x07
0x0000	123.789	Displayed as 0x007
0x00000	123.789	Displayed as 0x0007
0x000000	123.789	Displayed as 0x00007
0x0000000	123.789	Displayed as 0x000007
0x00000000	123.789	Displayed as 0x0000007

You can also use numeric signals to represent absolute times and periods of time. Because dates and times are represented by numeric values, you can add, subtract, and include dates and times in expressions, just as you would any other numeric signals.

A time *period* represents a span of time or a duration. Time periods are indicated in hours, minutes, seconds, and fractions of seconds. Numeric formats that represent time periods are characterized by capital letters (that is, H rather than h).

Table 2-6. Exponential/Scientific Notation Format Examples

Numeric Format	Value	Display
0E0	123.789	Displayed as 1E+2
0.0E+0	123.789	Displayed as 1.2E+2
0.00E+0	123.789	Displayed as 1.24E+2
0.000E+0	123.789	Displayed as 1.238E+2
0.0000E+0	123.789	Displayed as 1.2379E+2
0.00000E+0	123.789	Displayed as 1.23789E+2
0.000000E+0	123.789	Displayed as 1.237890E+2
0.0000000E+0	123.789	Displayed as 1.2378900E+2
0.00000000E+0	123.789	Displayed as 1.23789000E+2

Table 2-8. Time Period Display Examples

Time Format	Value	Display
H	0.4789	Displayed as 11 (hours)
H.H	0.4789	Displayed as 11.5 (hours)
H.HH	0.4789	Displayed as 11.49 (hours)
M	0.4789	Displayed as 690 (minutes)
M.M	0.4789	Displayed as 689.6 (minutes)
M.MM	0.4789	Displayed as 689.62 (minutes)
S	0.4789	Displayed as 41377 (seconds)
S.S	0.4789	Displayed as 41377.0 (seconds)
S.SS	0.4789	Displayed as 41376.96 (seconds)

Table 2-8. Time Period Display Examples (Continued)

Time Format	Value	Display
HH:MM	0.4789	Displayed as 11:29 (11 hours, 29 minutes)
HH:MM:SS	0.4789	Displayed as 11:29:36 (11 hours, 29 min, 36 seconds)
HH:MM:SS.S	0.4789	Displayed as 11:29:36.9
HH:MM:SS.SS	0.4789	Displayed as 11:29:36.96
HH:MM:SS.SSS	0.4789	Displayed as 11:29:36.960
MM:SS	0.4789	Displayed as 689:36 (689 minutes, 36 seconds)
MM:SS.S	0.4789	Displayed as 689:36.9
MM:SS.SS	0.4789	Displayed as 689:36.96
MM:SS.SSS	0.4789	Displayed as 689:36.960

Absolute dates and times indicate a specific moment in time. Lookout stores all absolute dates and times as numeric signals. It uses the 1900 date system in which the number 1 corresponds to midnight, January 1, 1900. The number 2 corresponds to midnight, January 2, 1900 and so on. For example, the number 34491.5 represents noon, June 6, 1994.

Numeric formats that represent absolute times are characterized by lower case letters (for example, hh:mm instead of HH:MM).

Table 2-9. Absolute Date and Time Display Examples

Time Format	Value	Display
hh:mm	34668.7889	Displayed as 18:56 (6:56 p.m.)
hh:mm:ss	34668.7889	Displayed as 18:56:02
mm/dd hh:mm	34668.7889	Displayed as 11/30 18:56
mm/dd hh:mm:ss	34668.7889	Displayed as 11/30 18:56:02
mm/dd/yy	34668.7889	Displayed as 11/30/94
mm/dd/yy hh:mm	34668.7889	Displayed as 11/30/94 18:56
mm/dd/yy hh:mm:ss	34668.7889	Displayed as 11/30/94 18:56:02
dd/mm hh:mm	34668.7889	Displayed as 30/11 18:56
dd/mm hh:mm:ss	34668.7889	Displayed as 30/11 18:56:02

Table 2-9. Absolute Date and Time Display Examples (Continued)

Time Format	Value	Display
dd/mm/yy	34668.7889	Displayed as 30/11/94
dd/mm/yy hh:mm	34668.7889	Displayed as 30/11/94 18:56
dd/mm/yy hh:mm:ss	34668.7889	Displayed as 30/11/94 18:56:02

Text Data Members

Text data members contain text character strings. These character strings consist of all displayable characters. You can use text signals to display alarm descriptions on the alarm panel, to display labels on a control panel, and in parameters or expressions. You can enter text signals as constants, or you can construct them with the many text functions available in expressions. Be sure to enclose text constants within double quotes (“ ”) when using them within expressions.

Some examples of text constants would be the following:

- “Water Temperature:”
- “ ” (empty text string)
- “Low level in ‘Polymer 2’ tank”
- “gpm”

See the *Data Polymorphism* section in this chapter for information on how Lookout interprets logical or numeric data when it is passed to a text data member.

(implicit) Data Members

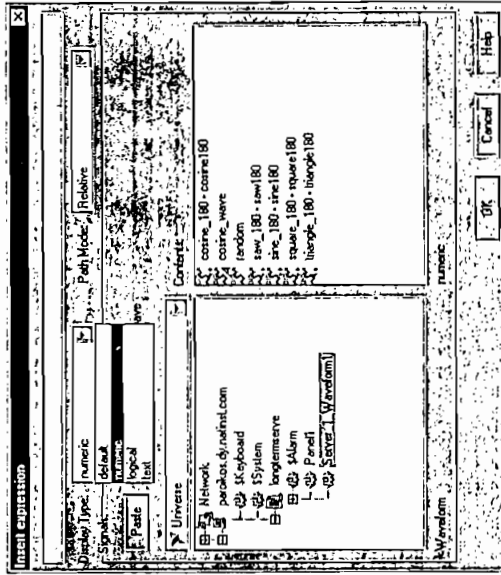
Many object classes have an (implicit) data member. This implicit value is either logical, numeric, or textual, depending on the object class, and follows the same rules that apply to all other data members. The implicit member represents what Lookout considers to be the most commonly used data member of that object class. In many cases, it is the only data member of a class. It saves you time and reduces the amount of typing required to designate a data member.

For example, Lookout could make you specify the numeric signal generated by a Pot object by typing `Pot.1.numeric` where `Pot.1` is the name and numeric is the current value of the Pot. Instead, you enter `Pot.1` and Lookout knows you are referring to the implicit value of the Pot. If you

examine the Pot definition in the Lookout online help, you will see that the (implicit) data member is the current value of the Pot.

Data Polymorphism

Polymorphic data is data that is not strongly typed. In Lookout, data of one type is interpreted appropriately when connected to an input of another type. You can also select the data type when inserting expressions, using the selection box below the expression field, as shown in the following picture.



Logical values are displayed as 0 and 1 when interpreted as numeric values and as ON or OFF when interpreted as text values.

A numeric value of 0 displays as OFF when viewed as a logical value. Any value other than 0 is displayed as ON. A numeric value displayed as text shows the digits of the number.

Text strings displayed as numeric values appear as digits if the string consists only of digits in a valid Lookout display format, such as a decimal number or a scientific expression. Numeric interpretation of text in a time format, such as 10:05:30 is interpreted as number (the fraction of one day represented by the time quantity) in scientific notation.

Any text string that does not consist of digits in a valid Lookout format is interpreted as a 0, with the exception of ON or TRUE, which display as 1. OFF or FALSE are interpreted as 0, by default. The terms On, Off, True, and False are not case sensitive.

Text strings displayed as logical values are interpreted as a 0 or as OFF, except when the text string consists of a 1, On, or True, all of which are interpreted as ON. Again, a text string consisting of 0, OFF, or False is interpreted as OFF, by default. Again, the terms On, Off, True, and False are not case sensitive.

Once you have placed an expression on your panel, you cannot change the data type in that expression. You have to delete that expression and place a new one if you want to change data types.

Expressions used as parameters in Lookout objects do not permit you to select the data type because the object interprets input according to the data type required by that object. You can, however, use output of a data type different from that required by an object, as long as the output can be interpreted meaningfully by the object.

Polymorphic data types affect the DataTable object. In versions of Lookout earlier than Lookout 4.0, the DataTable used data members such as A1.Logical1 to set the type of data in a particular cell. Some Lookout developers used the DataTable to create, in effect, polymorphic data.

The Lookout 3.xx DataTable data members are preserved in Lookout 4 for the sake of compatibility. But it is not necessary to use the data-typed data members to simulate polymorphic data. To achieve this compatibility, however, Lookout DataTable data is still strongly typed. You must input numeric data to DataTable numeric data members, logical data to DataTable logical data members, and so on.

Data Quality Attributes

Lookout uses data quality attributes to keep track of any problems with your data. If there is a communications failure with a device, if the network connection to the source of the data is bad, if the data source is undefined, if the value is stale, or if some other problem arises, Lookout creates an alarm to report the condition.

Because the alarm may only be visible on the local computer, and not on a computer accessing that data from another location, Lookout places a red X over the affected control or expression when there is a data quality problem.

Check the Alarms panel of the process reporting the data quality problem for details on the problem. You can also use the data quality functions to monitor data quality and report problems. See the *Data Quality Functions* section of Chapter 1, *Expressions*, of the *Lookout Developer's Manual*.

You can also set your controller to monitor alarms from processes running on other computers. See Chapter 9, *Alarms*, in the *Lookout Developer's Manual* for information on how.

Connections

All the Lookout objects you create either take the place of physical objects such as switches or potentiometers, or serve as your interface to some physical object connected to your computer, such as a PLC, and RTU, or another computer on the network that is connected to such objects.

You can connect all these objects in Lookout, allowing signals to pass between them—much the same way you would wire a time delay relay to a motor starter relay, for instance. You can do this by connecting database members to each other, or by connecting database members to parameters.

In the broadest sense, one way to understand Lookout is in terms of these connections. The following figure shows a data member to parameter connection, and a data member to data member connection.

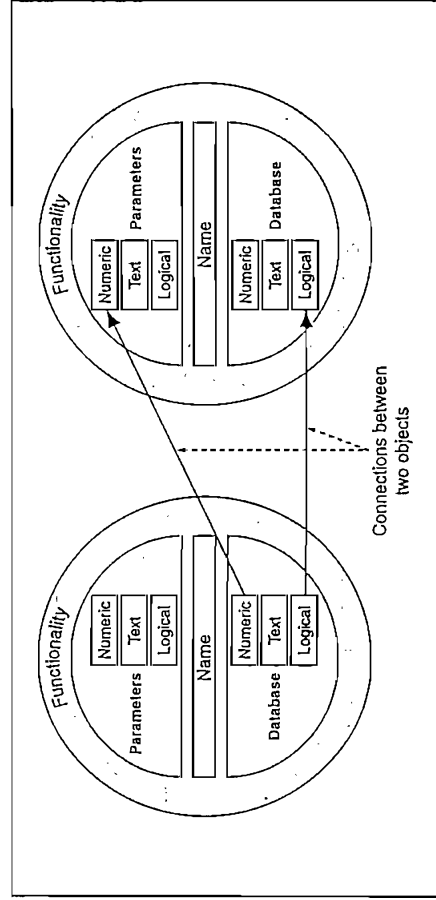


Figure 2-3. Example Connections Between Two Objects

For example, you might make the numeric data member of a Pot object the source for the High Limit parameter of an Alarm object. When you adjust the Pot, the Alarm High Limit changes.

In this way Lookout handles the connections between your computer and various PLCs or other controllers; between your computer and various sensors; between your computer and other computers; and between your computer and the Lookout database, Citadel.

Alarming, report generation, trending, data analysis, and a fast and flexible database are all built in; all you do is configure objects and data points, then create the connections, using the Lookout dialog boxes.

Lookout connections vary. Some control hardware directly by determining settings, some control or report on processes interactively, some analyze and present data. To all this capability, Lookout adds a powerful yet simple way of making Lookout connections across a network.

Connections and objects taken together are called a *process*. Because Lookout runs multiple processes, and because networking has been made so simple, you can create as many or as few processes as you need, small or large, to increase the efficiency of your control systems.

Fortunately, you need not worry about creating drivers or databases or displays in Lookout—all these things are either Lookout objects, or contained in Lookout objects. All you have to do is place objects where you want them, and make the necessary connections to and from them.

You do not have to worry about elaborate timing systems and polling loops, either. Because Lookout is event driven, your connections report on and react to changes and other events as they happen, not in some arbitrary order built into your programs.

You can make the following kinds of connections in Lookout:

- **Direct**—Made with the Edit Connections dialog box, these sort of connections are fixed and work in one direction only. This sort of connection should only be made from a server process to hardware installed on the server's computer, or between objects contained within the same process.
- **URL remote**—A URL remote connection is a flexible type of fully reciprocal connection between a Lookout control and a Lookout object read/write data member. Changing the control changes the data member, as you would expect, but if the value of that data member changes from some other cause, the control value changes as well.

This sort of connection is what you use to connect a client process to a server process, or to link two client processes through a server. (See the next section for an explanation of client and server processes.)

- **Complex**—You can make complex connections using variables and logic tests to respond dynamically to changing needs and circumstances. You can make direct complex connections, and with the Lookout Symbolic Link object, make remote complex connections as well.

Client and Server Processes

Lookout processes are programs you create to perform some specific function. Lookout can run any number of processes at one time. You can open and close a process without disturbing other processes that are running at the time. Your processes can report and analyze data and control machinery, all while interacting with other Lookout processes running on your computer and others scattered across the network.

It is important to make a distinction between client and server processes as you design and develop your Lookout HMI.

- Computers running Lookout servers should be properly connected to external industrial automation hardware such as FieldPoint from National Instruments. Computers running clients only should not be connected to external hardware. In other words, servers connect directly to hardware; clients connect remotely, through the server.
- Servers control and monitor; clients watch, report, and make adjustments to server settings. Servers can do all things clients do; clients act through servers.
- Client applications can move from computer to computer, and so must have no direct dependencies in order to run. In other words, nothing in a client application should refer directly to or depend on the computer running it. You should always use a remote source connection from a client control to a server rather than making a direct connection, so that the control reports settings as well as changing them.

As you might expect, you can have more than one client process attempting to alter a value in a single server process. When this happens, Lookout accepts input as it arrives, so the first client input to arrive is executed before the next.

Supervisory Control

As you create and connect objects, you form a web, or system, containing many objects, all linked to perform a supervisory control strategy.

It is how you design your supervisory system, behind the control panel, that makes your process run. Your system routes signals from field components to bar graphs and visual indicators on control panels. It activates and deactivates alarms. You can design it to make complex decisions based on the values of field control signals and setpoints adjusted through pots and switches on control panels. You can include complex spreadsheet-style formulas as a part of your supervisory design. See Chapter 5, *Developer Tour*, for more detailed information on how to create objects and connect them together.

Event-Driven Processing

An important concept to understand is that Lookout is entirely *event-driven*, not *loop-driven*. To understand the significance of this design requires a digression, to explain how standard loop-driven programs work

Loop-driven applications execute code sequentially from top to bottom, and loop back to the top to execute the same code over and over, as shown in Figure 2-4.

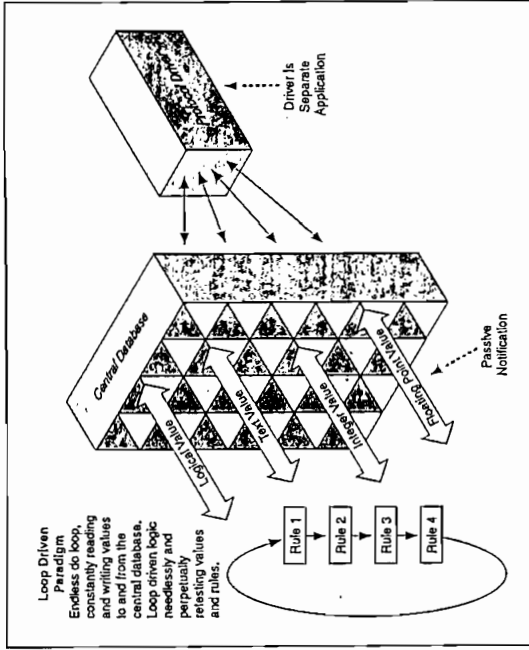


Figure 2-4. Example of Conventional, Loop-Driven Software Program

In this programming model, a given section of code or rule may execute millions of times before the result changes. This wastes computer processor time and slows down responses to frequent events.

The more rules you add to loop-based systems, the slower the response time. Also, as you add more names to the central database, speed and overall performance degrades. This is because many central databases use a *passive notification* system in which the rules of the loop-driven logic must scan an ever larger database for their appropriate values. The larger the database, the longer it takes the rule to find the data it needs to resolve its function.

In sharp contrast to this programming model, Lookout is entirely *event-driven*. Each object remains quiescent, doing nothing until an event occurs, as shown in Figure 2-5.

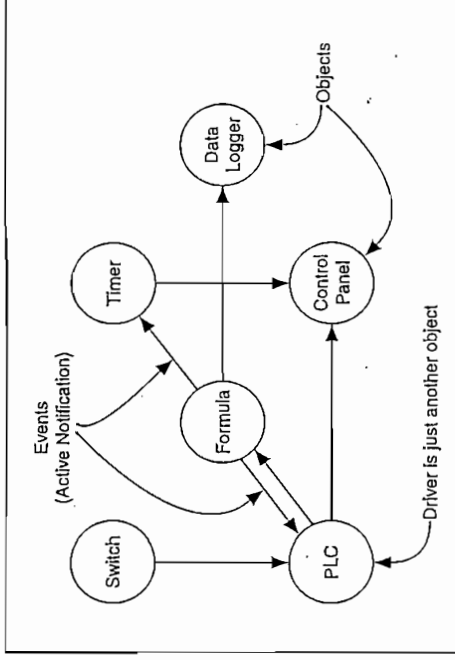


Figure 2-5. Lookout Object-Oriented and Event-Driven Architecture

An *event* is a change in a data value. When an incoming signal changes, the object activates, processing the value according to its functionality. Objects only send out signals when the result of their processing changes. This is how an event propagates throughout your system, creating a chain-reaction that affects only the objects in the chain. This is called *active notification*.

Individual objects activate only when notified of an event. This event-driven paradigm closely simulates the responsiveness of physical switches, pushbuttons, and relays, and is the reason Lookout is so fast.

Advantages of Active Notification

Consider the advantages of active notification over passive notification. Active notification is inherently event-driven while passive notification requires a constant do-loop to check for a change in a data value.

A good example would be two people trying to exchange information. One person could ask the other for information, and that person would respond. This would require one person to ask the other repeatedly if anything has changed. This is what loop-driven rules do when they constantly query the central database.

Alternatively, one person could just inform the other when something happens. This is what happens when you connect two objects in Lookout.

Adding objects in Lookout adds significantly less demand for processor time than adding new rules or enlarging the central database of a traditional loop-driven system.

Because Lookout is entirely event-driven, the order in which you create the objects and connect them does not affect how your supervisory strategy works.

Lookout Environment Services

While the cornerstone of object technology is the object itself, objects need an environment in which to function. Objects require the use of system resources like the serial port, hard disk, multimedia functions, and more. For example, multiple PLC objects may need to use the same communication port on your computer. In such a situation, Lookout must provide an *environment service*—that is, a mechanism the objects can use to gain access to the communication port in an orderly and timely fashion.

An environment service, then, is a tool that Lookout makes available to objects, or a function Lookout performs outside of its object-oriented structure. Each environment service provides a special function. The following sections describe Lookout environment services.

Serial Port Communication Environment Service

You can configure certain protocol object classes to represent and communicate with PLCs and RTUs through the serial ports of your computer. This environment service arbitrates serial port usage between objects representing PLCs and RTUs. For example, a single two-way radio connected to a serial port on the computer can communicate with several different brands of RTUs out in the field, each one using a different protocol. See Chapter 4, *Serial Communications*, in the *Lookout Developer's Manual* for more information on configuring communications.

Database Environment Service

With the database environment service you can define or modify native data member parameters.

For example, the Modbus object class includes a native data member called 40001. You can give this native data member an alias such as PumpSpeed, and define associated unit scaling, alarming, deadband, and other parameters.

With Lookout you can also directly import database information from external packages like Siemens APT. See Chapter 7, *Logging Data and Events*, and Chapter 8, *Structured Query Language*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information on database services provided by Lookout.

Graphics Environment Service

Lookout has an extensive library of standard graphics. These include various switches, potentiometers, pushbuttons, bar graphs, valves, tanks, pumps, and so on. You can also create your own custom graphic and add it to your Lookout library. See Chapter 2, *Graphics*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information on graphics.

Alarm Environment Service

The alarm subsystem is a powerful and flexible mechanism for generating displaying, logging, and printing alarms. This subsystem has several distinct parts including the alarm window, object parameters like Alarm Group and Alarm Priority, alarm filters, display parameters, and print settings.

Lookout permanently archives alarms to disk. You can easily print this alarm history. See Chapter 9, *Alarms*, of the *Lookout Developer's Manual* for additional information.

Multimedia Environment Service

Lookout also provides a multimedia environment service you can use to play sound wave files. See the online help description of the Playwave object for more information on using this feature.

Security Environment Service

Lookout has a highly sophisticated and comprehensive security system for both local and network security. You can configure control security, viewing security, and action verification. You can selectively determine which operators have control of what objects, which operators can view what control panels, and which objects prompt operators for verification of commands. See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information on security.

Historical Logging Environment Service

With the logging environment service you can store real-time system information to disk in comma-delimited ASCII files, or in a special Lookout database called Citadel.

The Lookout Event Logger keeps track of who did what, and when they did it. Lookout logs operator commands, from closing a process file to flipping a switch or adjusting a Pot. Along with each event, Lookout logs the account name (operator), date and time of the event, name of the object adjusted, and the before and after settings of the object. See Chapter 7, *Logging Data and Events*, of the *Lookout Developer's Manual* for additional information on logging environment services.

ODBC Environment Service

Because of the Lookout Open Database Connectivity (ODBC) environment service, you can use other applications, such as Microsoft Access, to query the Lookout historical database. See Chapter 8, *Structured Query Language*, of the *Lookout Developer's Manual* for additional information on ODBC environment services.

DDE Environment Service

Lookout can send its live process values to other applications, and it can receive real-time values from other applications. The Lookout system acts as both a DDE client and a DDE server. See Chapter 5, *Dynamic Data Exchange*, of the *Lookout Developer's Manual* for further information on DDE.

Networking Environment Service

Lookout provides a full client-server networking environment service through the use of TCP/IP. With this environment service, you can monitor and control your processes from multiple workstations on a network. See Chapter 4, *Networking*, of the *Lookout Developer's Manual* for information on networking Lookout computers.

Redundancy Environment Service

Use the Lookout redundancy environment service to configure two computers for redundancy, providing automatic transfer of monitoring and control should one of the computers fail. See Chapter 10, *Redundancy*, of the *Lookout Developer's Manual* for information on configuring computer redundancy.

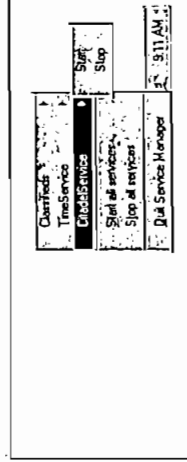
Lookout Windows Services

Lookout requires three background services that run in Windows outside the Lookout application itself to be running on your computer while it is running: Lookout Citadel Server, Lookout Classified Ads, and Lookout Time Synchronization. In your Windows NT task manager, these services appear as *Classifieds*, *TimeService*, and *CitadelService*. Under Windows NT, these services run automatically as NT services. If you need to interact with these services, use the NT Services utility, found in Start>Settings>Control Panel>Services.

In Windows 98/95, Lookout installs a *services manager* during installation denoted by a small lighthouse icon at one end of your Windows task bar as shown in the following illustration.



When you right-click on this icon you will see the following menu.



You can start or stop any of the Lookout Windows services using this to

Lookout Basics: Windows, Tools, and Files

This chapter explains how to start and get around within Lookout. It describes the Lookout screen and introduces some important mouse and keyboard shortcuts.

Starting Lookout

Logging on to Lookout



Note If you are using Lookout outside of the United States, you may be required to use hardware key. Be sure to plug the key into the parallel port on your computer before activating Lookout. If you do not, the program will not run.

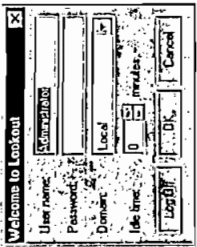
Launch Lookout by selecting **Start»Programs»National Instruments Lookout»Lookout**.

When you first install Lookout, the built-in Administrator account has no password. When the Administrator account has no password, Lookout opens without requiring any log-in. The Administrator is logged in automatically.



Note Server and Client run-time versions of Lookout open with the (nobody) user account logged in, no matter what the password setting for the Administrator account.

Once you provide an Administrator password, Lookout requests a log-in before opening with the following dialog box.



Enter the appropriate password in the Password field and click on OK. Lookout is not case sensitive in this instance.

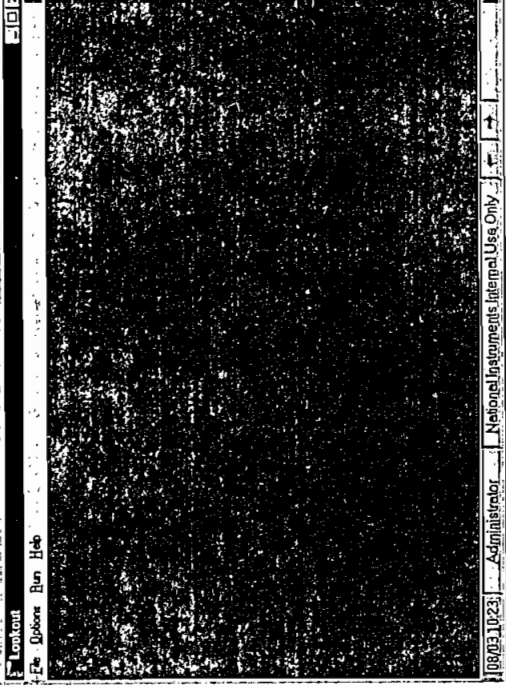
Note You set passwords with the Lookout User Manager. As long as the administrator password is empty (that is, if you do not insert one of your own), Lookout will always log on with the administrator as the user, and will not require anyone opening Lookout to log on. This can be a great convenience to you as a developer of Lookout processes, but be sure to set and administrator password before allowing others access to your development copy.

See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information about the Lookout User Manager, passwords, and Lookout security in general.

The Idle time field determines how long a period of inactivity Lookout will wait before logging off the current user. When set to 0, Lookout leaves the current user logged in until that user logs off, a new user logs on, or Lookout is shut down.

You can alter passwords and create or edit user accounts and groups with the user manager, accessed by selecting Options>User Manager. See Chapter 6, *Security*, in the *Lookout Developer's Manual* for more detailed information on the user manager and other security considerations.

When you first begin to develop your Lookout application, after closing any processes, you will see the following screen if no processes are running. In this figure Lookout does not have a process file open. No monitoring or control is taking place.



Opening a Process File

1. If you have a Lookout process file available, select the File>Open menu item from the Lookout menu bar. You can look in the Example1 folder for sample processes to start with.
2. In the File name data field, enter the name of a Lookout process file (they have a .14p file extension), or choose a process file from the folder and select OK.

If you select a valid process file, Lookout opens the file and immediately begins executing the process.

When a process file opens, Lookout makes additional menu selections available and displays control panels and the alarm window.

You can open and run as many process files at one time as you want in Lookout, and close them individually or all together. While there is no theoretical upper limit to how many process files you can run on one computer, in practical terms you may begin to see degraded performance with a very large number of processes, depending on your computer's hardware resources and other variables. Running multiple instances of Lookout on one computer, or distributing Lookout processes on networked computers can increase performance.

The Lookout Screen

Lookout first appears on your screen maximized, taking up the entire screen.

Lookout has both edit and run modes. You can toggle between them by pressing <Ctrl-Space> on your keyboard, or by selecting or deselecting Edit Mode in the Edit menu. The following illustration shows a Lookout screen in edit mode. (You can create your own version of this display in Chapter 5, *Developer Tour*.)

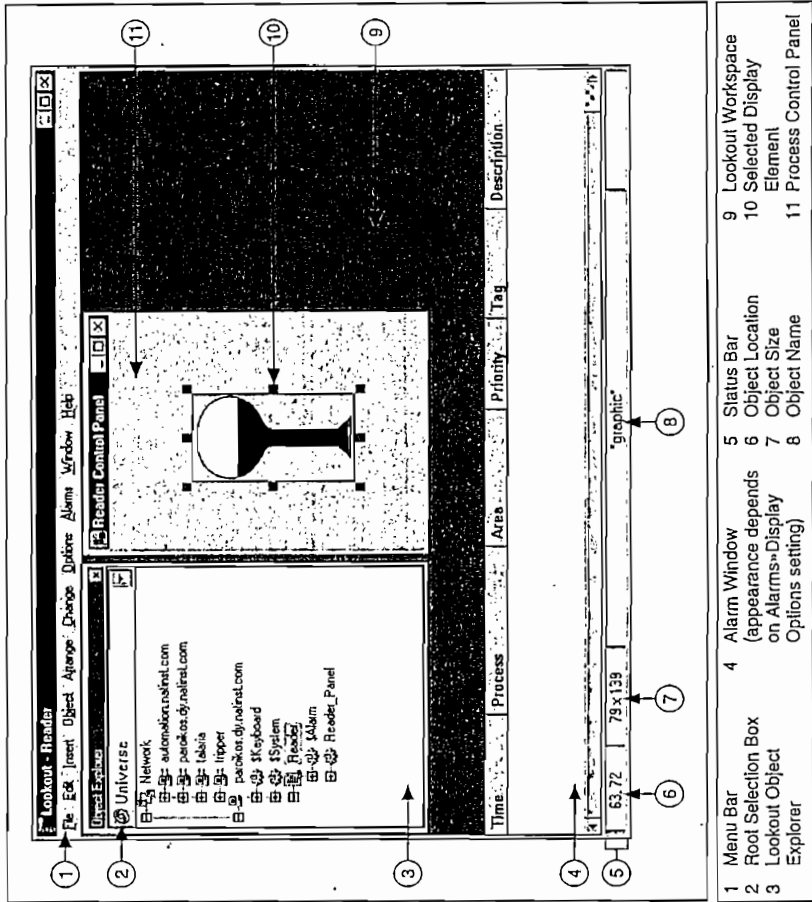


Figure 3-1. The Lookout Screen

Title Bar

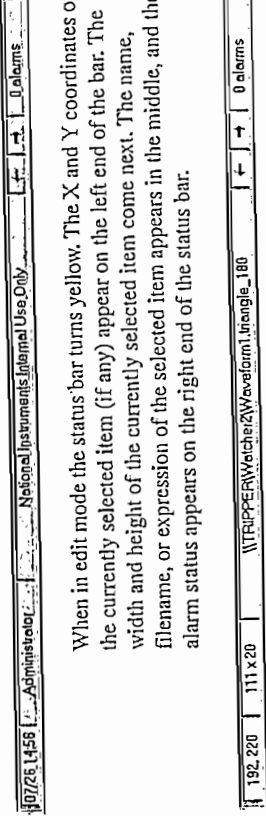
The title bar at the top of the Lookout window displays the program name and the name of the currently active process. If a control panel is maximized, the control panel name appears in the title bar.

Menu Bar

The menu bar displays the currently available menu commands, which change depending on whether Lookout is in run mode, edit mode, or is open without any processes running. These commands may or may not be available to the operator, depending on his or her security level.

Status Bar

The status bar is at the bottom of the Lookout window, as shown in Figure 3-1. It changes when toggled into and out of edit mode. When not in edit mode, the status bar is gray and the time and date are displayed on the left end of the bar. The account name of the currently logged on operator comes next. The company name as entered during registration appears in the middle, and the alarm status is on the right end of the status bar. The control panel navigation arrows may or may not be visible, depending on your system options settings.



When in edit mode the status bar turns yellow. The X and Y coordinates of the currently selected item (if any) appear on the left end of the bar. The width and height of the currently selected item come next. The name, filename, or expression of the selected item appears in the middle, and the alarm status appears on the right end of the status bar.

To toggle in and out of edit mode, select Edit>Edit Mode, or press <CTRL-Space>.

Lookout Workspace

The Lookout workspace is the area between the menu bar and the status bar. The workspace is the area in which you view and operate control panels. The alarm window also appears within the workspace. You organize and arrange control panels in this workspace area.

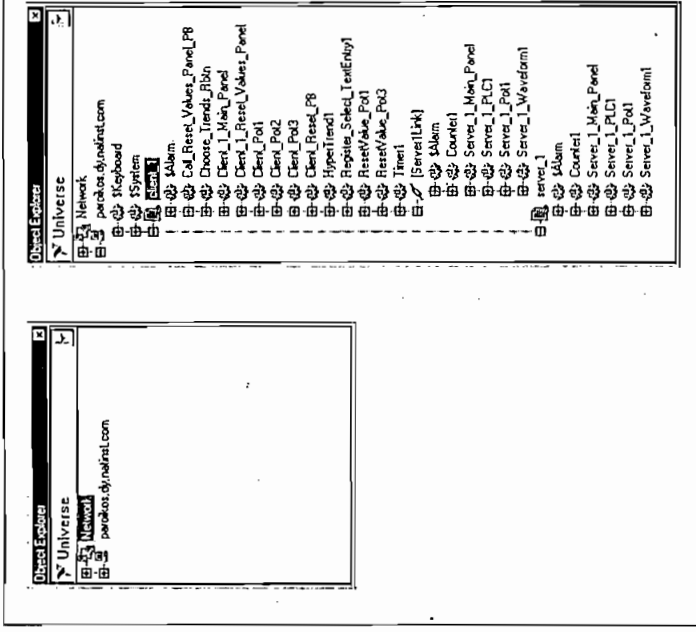
In Figure 3-1 the Lookout workspace contains the Lookout Object Explorer (visible only when you are in edit mode) and the Reader process control panel.

The visible workspace on your screen is only a window into the Lookout virtual workspace. If control panels or their associated icons are partially or completely outside the visible workspace, Lookout automatically displays horizontal and vertical scroll bars along the right side and bottom of the visible workspace. If scroll bars are visible, you can scroll around in the virtual workspace to see all of your control panels.

Object Explorer

The Lookout Object Explorer is a useful tool for creating and editing your Lookout processes. You can access the Lookout editing functions from this window by right-clicking on objects displayed there (options change depending on what item you click on). You can also create processes, objects, folders within processes, and then organize objects by moving them from one location to another within a process, create objects, drag displayable objects and display expressions to different panels, and more.

To use the Lookout object browser, make sure Lookout has a process running and is in edit mode, then select **Object»Object Explorer**. The initial window along with a somewhat expanded Object Explorer are shown in the following illustration.



With Lookout you have considerable latitude in how you make control panels look and operate. For example, you can draw your own switches and substitute them in place of the standard switches. You can easily make a pushbutton or switch work backwards from the way one might ordinarily expect. You might insert time delays and conditions behind the panel that may not be obvious just from viewing the panel.

Control panels are windows into your process you use to control equipment by flipping switches, pressing buttons and turning knobs. Unlike real switches and knobs, you can assign security levels to individual controls, as well as entire control panels within Lookout. You can use this feature to lock out operators that do not have high enough security levels for specific devices. See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information on security.

Unlike physical switches and knobs, you can display the same control object multiple times in a given process by using multiple displays, both on the same control panel and on different control panels. For example, when you turn a knob in one location, all copies of that knob turn at the same time, in each location of that control. The same control object may appear differently in each location. You might display a potentiometer as a horizontal slide on one panel, a pair of increment/decrement buttons on another panel, and a knob on yet another panel.

You can have the same sort of synchronous operation between controls in different processes running on your computer, or between controls running in processes on different computers in your network. Lookout networking makes this possible, using remote position sources and objects such as the Symbolic Link.

Alarm Window

Below the Lookout Object Explorer and the Reader Control Panel in Figure 3-1 is the alarm window. You can choose how the alarm window is displayed by selecting **Alarms»Display Options**. In Figure 3-1 the alarm window is set to display at the bottom of the workspace.

Operator Input and Navigation

There are numerous methods for plant operators to make setpoint adjustments or switch from one control panel to another. These include mouse, trackball, touchscreen, and keyboard activated commands.

When the cursor moves over a controllable object, the cursor turns into a hand, indicating you now have control of the object. Controllable objects include such things as switches, Pots, and pushbuttons.

When using a keyboard, the arrow keys move the cursor around the screen. The <Tab> key jumps the cursor from one controllable object to another, and the <Space> bar acts as the left mouse button, so you can click on a controllable object without actually using a mouse.

You can also use keyboard function keys to control panels and other objects, so you can switch between control panels or issue control commands just by pressing a function key.

Virtual Keypad

When you are in operating mode, you can click on a digital Pot control and bring up a virtual numeric keypad to enter numeric values, either with a mouse or a touch-sensitive screen.

Virtual Keyboard

Lookout also has a virtual keyboard you can use with a touch-sensitive screen or a mouse.

To enable the virtual keyboard, select **Options»System** and then check **Left Mouse Click** or **Right Mouse Click** in the **Virtual Keyboard Pops Up** section of the dialog box.

With Lookout you have considerable latitude in how you make control panels look and operate. For example, you can draw your own switches and substitute them in place of the standard switches. You can easily make a pushbutton or switch work backwards from the way one might ordinarily expect. You might insert time delays and conditions behind the panel that may not be obvious just from viewing the panel.

Control panels are windows into your process you use to control equipment by flipping switches, pressing buttons and turning knobs. Unlike real switches and knobs, you can assign security levels to individual controls, as well as entire control panels within Lookout. You can use this feature to lock out operators that do not have high enough security levels for specific devices. See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information on security.

Unlike physical switches and knobs, you can display the same control object multiple times in a given process by using multiple displays, both on the same control panel and on different control panels. For example, when you turn a knob in one location, all copies of that knob turn at the same time, in each location of that control. The same control object may appear differently in each location. You might display a potentiometer as a horizontal slide on one panel, a pair of increment/decrement buttons on another panel, and a knob on yet another panel.

You can have the same sort of synchronous operation between controls in different processes running on your computer, or between controls running in processes on different computers in your network. Lookout networking makes this possible, using remote position sources and objects such as the Symbolic Link.

Alarm Window

Below the Lookout Object Explorer and the Reader Control Panel in Figure 3-1 is the alarm window. You can choose how the alarm window is displayed by selecting **Alarms»Display Options**. In Figure 3-1 the alarm window is set to display at the bottom of the workspace.

Operator Input and Navigation

There are numerous methods for plant operators to make setpoint adjustments or switch from one control panel to another. These include mouse, trackball, touchscreen, and keyboard activated commands.

When the cursor moves over a controllable object, the cursor turns into a hand, indicating you now have control of the object. Controllable objects include such things as switches, Pots, and pushbuttons.

When using a keyboard, the arrow keys move the cursor around the screen. The <Tab> key jumps the cursor from one controllable object to another, and the <Space> bar acts as the left mouse button, so you can click on a controllable object without actually using a mouse.

You can also tie keyboard function keys to control panels and other objects, so you can switch between control panels or issue control commands just by pressing a function key.

Virtual Keypad

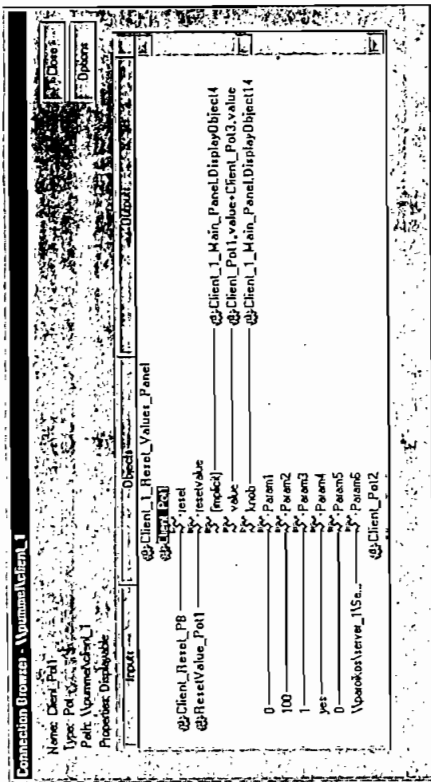
When you are in operating mode, you can click on a digital Pot control and bring up a virtual numeric keypad to enter numeric values, either with a mouse or a touch-sensitive screen.

Virtual Keyboard

Lookout also has a virtual keyboard you can use with a touch-sensitive screen or a mouse.

To enable the virtual keyboard, select **Options»System** and then check **Left Mouse Click** or **Right Mouse Click** in the **Virtual Keyboard Pops Up** section of the dialog box.

When you select an individual object to show connections, your browser screen looks something like the following illustration.



In this example, the Pot object named Client_Pot1 has been selected. All the various display sites and connections are shown, including the way this Pot is remote connected to a data member in another process.

The \$Alarm and Timer1 object icons are faded in appearance. This indicates that this object is an orphan, meaning that its output is not being used by any other object.

By clicking on input or output objects you can trace chains of connections in your processes. By right clicking on an object or parameter, you can edit the object or parameter from the Connection Browser.

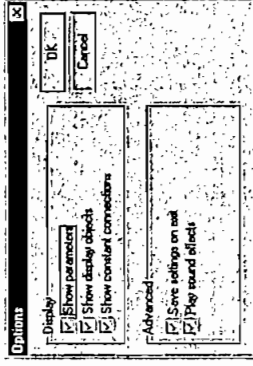
While you can browse from one process to another when both processes are open on one computer, you cannot browse across the network to a process running on another computer. The Connection Browser will show a network object on the screen, but cannot browse that object.

Lookout also has a complimentary tool called the Object Explorer that you can use to trace the connections you make between objects. See the *Object Explorer* section earlier in this chapter for more information on the Object Explorer.

Connection Browser Options

You can simplify the Connection Browser view by selecting what elements of an object are displayed. The Lookout default is for all settings to be enabled.

Click on the Options button to activate the Connection Browser Options dialog box, shown in the following illustration.



If you want to eliminate object parameters (in order to focus on data member connections) disable the Show parameters option.

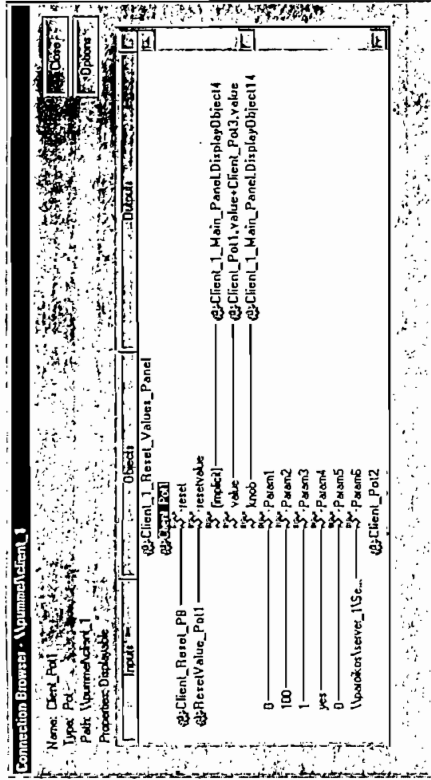
Disabling the Show display objects removes all display components from the Connection Browser view of a control panel.

Disabling the Show constant connections removes all static values connected to an object parameter or data member. Disabling this option can help you focus on variables and connections to changing values originating in other objects.

Select Save settings on exit to keep your configured options for the Connection Browser the next time you open the browser in a Lookout session.

Selecting Play sound effects enables your Windows system alarm sound when you attempt an illegal operation in the Connection Browser.

When you select an individual object to show connections, your browser screen looks something like the following illustration.



In this example, the Pot object named `Client_Pot1` has been selected. All the various display sites and connections are shown, including the way this Pot is remote connected to a data member in another process.

The `$alarm` and `timer1` object icons are faded in appearance. This indicates that this object is an orphan, meaning that its output is not being used by any other object.

By clicking on input or output objects you can trace chains of connections in your processes. By right clicking on an object or parameter, you can edit the object or parameter from the Connection Browser.

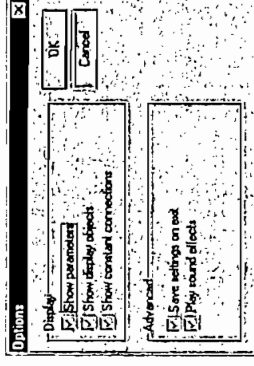
While you can browse from one process to another when both processes are open on one computer, you cannot browse across the network to a process running on another computer. The Connection Browser will show a network object on the screen, but cannot browse that object.

Lookout also has a complimentary tool called the Object Explorer that you can use to trace the connections you make between objects. See the *Object Explorer* section earlier in this chapter for more information on the Object Explorer.

Connection Browser Options

You can simplify the Connection Browser view by selecting what elements of an object are displayed. The Lookout default is for all settings to be enabled.

Click on the Options button to activate the Connection Browser Options dialog box, shown in the following illustration.



If you want to eliminate object parameters (in order to focus on data member connections) disable the Show parameters option.

Disabling the Show display objects removes all display components from the Connection Browser view of a control panel.

Disabling the Show constant connections removes all static values connected to an object parameter or data member. Disabling this option can help you focus on variables and connections to changing values originating in other objects.

Select Save settings on exit to keep your configured options for the Connection Browser the next time you open the browser in a Lookout session.

Selecting Play sound effects enables your Windows system alarm sound when you attempt an illegal operation in the Connection Browser.

State File

The *state file* contains the actual values of object data members. These values include setpoints and other important data held within and used by objects. You might think of the state file as permanent memory for Lookout setpoints and real-time trends. Lookout uses the state file to store the position of switches, potentiometers, and trend lines. When Lookout first loads an application, it reads the appropriate state file to determine what state the Pots, switches, trend lines, and so on should be in upon startup.

The state file updates any time you save, close or exit the Lookout application file. It can also update on a periodic basis as defined in the process properties dialog box or the Loader object. You invoke this dialog box by selecting the File»Modify Process menu command. State files have an `.14t` (Lookout State) file name extension.

Security File

Every Lookout process has an attached security file, identified by the `.1ka` extension. All the security information for a Lookout process is kept in the `.1ka` file for that process. You must keep the `.1ka` file in the same directory as the `.14p` file for your security settings to work. If you misplace the `.1ka` file, all users will have complete access to all parts of the process. To reconstruct the file, you would have to reset all your security permissions.

See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more detailed information on Lookout security.

Configuration Shortcuts

Mouse Shortcuts

This manual references a number of mouse-implemented shortcuts. Becoming familiar with mouse commands is easy and pays significant dividends during application development.

Function	Mouse Action
select object display, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Click: Select the item by pointing the cursor at the item and clicking the left mouse button. (See <i>Note</i> .)
create a new object from an existing object	CTRL-drag: Select the item(s) you want more of. Hold the CTRL key down and drag the selected item(s). This makes a completely new instance of the control: <CTRL>-dragging Pot1 will produce a new object named Pot2.
copy object display, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Shift-drag: Select the item(s) to be copied. Hold the <Shift> key down and click the left mouse button while dragging the item(s). This makes a duplicate of the selected object that is linked to the original. Both the original and the duplicate have the same name.
modify display or object parameters of an object, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Right-click: Select the item(s) to modify. Position the cursor over the item(s) and click the right mouse button.



Note You can select multiple items on a display panel by clicking in a panel and dragging the box outline around the objects you want to work with. Subsequent commands affect the entire group at once or toggle from one item to the next, prompting you for new instructions. You can stop this process at any time by holding the <Shift> key down and selecting either the OK or Cancel buttons in the current dialog box.

State File

The *state file* contains the actual values of object data members. These values include setpoints and other important data held within and used by objects. You might think of the state file as permanent memory for Lookout setpoints and real-time trends. Lookout uses the state file to store the position of switches, potentiometers, and trend lines. When Lookout first loads an application, it reads the appropriate state file to determine what state the Pots, switches, trend lines, and so on should be in upon startup.

The state file updates any time you save, close or exit the Lookout application file. It can also update on a periodic basis as defined in the process properties dialog box or the Loader object. You invoke this dialog box by selecting the File»Modify Process menu command. State files have an .14t (Lookout State) file name extension.

Security File

Every Lookout process has an attached security file, identified by the .1ka extension. All the security information for a Lookout process is kept in the .1ka file for that process. You must keep the .1ka file in the same directory as the .14p file for your security settings to work. If you misplace the .1ka file, all users will have complete access to all parts of the process. To reconstruct the file, you would have to reset all your security permissions.

See Chapter 6, *Security*, of the *Lookout Developer's Manual* for more detailed information on Lookout security.

Configuration Shortcuts

Mouse Shortcuts

This manual references a number of mouse-implemented shortcuts. Becoming familiar with mouse commands is easy and pays significant dividends during application development.

Function	Mouse Action
select object display, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Click: Select the item by pointing the cursor at the item and clicking the left mouse button. (<i>See Note.</i>)
create a new object from an existing object	CTRL-drag: Select the item(s) you want more of. Hold the CTRL key down and drag the selected item(s). This makes a completely new instance of the control: <CTRL>-dragging Pot1 will produce a new object named Pot2.
copy object display, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Shift-drag: Select the item(s) to be copied. Hold the <Shift> key down and click the left mouse button while dragging the item(s). This makes a duplicate of the selected object that is linked to the original. Both the original and the duplicate have the same name.
modify display or object parameters of an object, graphic, text, expression, or any item on a display panel	Right-click: Select the item(s) to modify. Position the cursor over the item(s) and click the right mouse button.



Note You can select multiple items on a display panel by clicking in a panel and dragging the box outline around the objects you want to work with. Subsequent commands affect the entire group at once or toggle from one item to the next, prompting you for new instructions. You can stop this process at any time by holding the <Shift> key down and selecting either the OK or Cancel buttons in the current dialog box.

Using Lookout

This chapter discusses the basics of using Lookout, including selecting objects, creating objects, editing object databases, and other operations. In Chapter 5, *Developer Tour*, you can work through an exercise that uses the features discussed in principle in this chapter.

If you have not read the discussion of Lookout architecture in Chapter 2, *How Lookout Works*, and the discussion of basics in Chapter 3, *Lookout Basics: Windows, Tools, and Files*, you should go back and read those chapters. This chapter builds on information presented in the earlier chapters, and assumes that you have absorbed that information.

The keys to using Lookout are objects—their parameters and data members. The technique for using Lookout involves solving problems by selecting objects and making connections.

Development Process

The first step in developing a process file is creating a process. Selecting **File>New** opens a new Lookout process. After you name your new process, a dialog box opens for you to use to create a control panel for the process.

Control panels are windows you use to place other objects, such as switches, Pots, and trends to be displayed. You can make them look like physical control panels, complete with switches, pushbuttons, bezels, insets, lamps, gauges, and so on. Your imagination is the only limit to how the control panels look and function.

After you create at least one control panel, you can then create and display any number of other objects. Remember that objects can be displayed on a single control panel or on multiple control panels. For example, you can insert the same switch on several panels. If you flip the switch on one panel it immediately flips on all the other panels.

The first objects you might want to create could be those that represent your PLCs and RTUs. These type of object classes often use your computer communication ports, so you may have to configure your ports for radio, dial-up modem, or hard-wired connection, as appropriate. See Chapter 3,

Serial Communications, in the *Lookout Developer's Manual* for information on configuring communications.

When you create an object that represents a PLC, RTU, or other I/O device, its associated functionality and database are part of the object. The functionality built into this type of object class includes a protocol driver, enabling the object to talk with the physical device. The native (default) database includes all registers, bits, I/O signals, parameters and other values that the physical device can transmit to or receive from Lookout.

At this point, you may want to add data members to the native databases for your objects. Such new data members, called aliases, can include descriptive names, signal scaling parameters, alarming parameters, and so on. You can create more than one alias for a given native data member, using different scaling or alarm parameters for each.

As you create objects, you can connect them to other objects. The type of objects you create (such as Pot, Switch, Modbus, Trend, and so on) and the manner in which you connect them determine how your system interacts with your process.

Many object classes you use take advantage of Lookout services. For example, you can assign a security level to a Pot object, and the Alarm object class uses the Alarm processing subsystem. As you create objects that take advantage of these services, you should configure the services to custom fit your application requirements.

Invoke the File>Save command to save your process to disk. Every time you save, Lookout updates the .14p, .1ka, .1ks and .14t files.

Tip You can save a process file with any name you choose. Your process file name does not have to be identical to your process name. You can copy (or Save As) Lookout files to retitle them and run the process just as you would run the original files. You cannot, however, run two processes with the same process name in a single instance of Lookout. If you have a basic process that you need to make several variations on, you can rename the process in each file by right-clicking on the process name in the Lookout Object Explorer and selecting **Rename**.

You should save often while working and backing up your work to a separate disk, regularly, to avoid inadvertent loss of work. Remember that the .1ks file is the primary source file for your Lookout processes. This file in particular needs to be backed up for safety's sake.

Building Client and Server Processes

As explained in the *Client and Server Processes* section of Chapter 2, *How Lookout Works*, Lookout server processes are run on computers with physical connections to your hardware. Lookout clients run on computers that can communicate with the computers running Lookout servers.

You build these clients and servers by choosing objects and making connections.

Choosing Objects

How do you decide what objects to use and what connections to make?

Some decisions are easy—you will certainly use driver objects for the different PLCs, RTUs and other devices you need to monitor and control. Other decisions are driven by what you want to do.

To solve problems with Lookout, ask yourself which object does what you need done.

Lookout has many object classes with obvious uses, such as pushbuttons, switches, and trend displays. Other Lookout object classes may not be as immediately obvious as to how they might be used. To familiarize yourself with Lookout object classes, you can browse through the online help *Lookout Object Reference* topic, or the PDF *Lookout Object Reference Manual* that was installed along with Lookout.

The Select Object Class dialog box that appears when you create a new object has short descriptions of each object class. Browsing through these descriptions is another good way to acquaint yourself with Lookout functionality. You can find a list of these descriptions in Appendix A, *Lookout Object Descriptions*.

After you become familiar with the Lookout object classes, you have a better idea of which object to create—or which object classes to investigate—to solve the problem you are facing at the moment.

state file. See Chapter 10, *Redundancy*, of the *Lookout Developer's Manual* for more information about setting up backup computers and processes.

Select **Save State File with Process File** to save the state file in the location where the process file was opened. This is the default behavior.

Select **Save State File in Lookout Folder** to save the state file in the Lookout folder of the copy of Lookout you are currently running. The state file name will be the same as the process name. This is useful if multiple computers are sharing a process file. In this case, each computer maintains its own state file locally.

Select the **Save Standby State File** checkbox to save one or more extra copies of the state file in a location of your choosing. Enter a complete path, including state file name, to each location you want to save a state file. If you are saving the state file to more than one backup or alternative location, separate the paths with the vertical bar (|) symbol.

To set the frequency that Lookout saves the state file, check the **Save state files** checkbox and fill a value for the number of minutes you want to pass between each save. Remember that saving files uses system resources, so if you have a number of processes, each saving one or more state files fairly often, you may experience some performance problems.

The **Citadel Database** section of the **Create Process** dialog box sets the location of the Citadel database Lookout logs data to for this process. If you check the **Use default values** checkbox, Lookout uses the default location set in the **System: Options** dialog box of any instance of Lookout running the process.

If you enter a computer name and a path on that computer to a specific folder, Lookout logs data to that location on that computer, no matter what computer is running the process.

To designate a specific computer and path for your process to log data to, enter the fully qualified network name for the target computer in the **Citadel database computername** field, and the complete path to the target database directory in the **Citadel database folder** field.

State Information and **Citadel Database** settings you make when creating a process override any settings you may have made in the **System Options** dialog box.

Creating Objects

Steps to Create an Object

Complete the following steps to create a Lookout object.

1. Open or create a new process if one is not already open in Lookout. Make sure you are in edit mode. (Select **Edit** > **Edit Mode** or press <Ctrl-Shift> if necessary.)
2. There are two ways to create new objects in Lookout:
 - Select **Object** > **Object Explorer** from the menu to activate the Lookout Object Explorer. Right-click on the process you want to create an object in and select **New Object**. For this example, select the **Pot** class of objects, found in the **Control** category.
 - Select the **Object** > **Create** command from the Lookout menu bar. For this example, select the **Pot** class of objects, found in the **Control** category.
3. The **Select object class** dialog box appears, as shown in the following illustration.

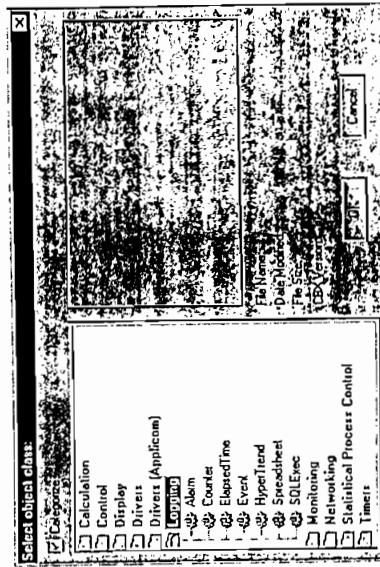


Figure 4-1. Select Object Class Dialog Box

The first time you create a Lookout object, the **Select object class** dialog box appears with the **Categorize** option checked. Some object classes are contained in more than one category, depending on their versatility.

If a category is open, you can jump to the object class you want by type in the first few letters. To have access to all object classes with this

technique, disable the Categorize option by clicking the Categorize checkbox.

When you select an object class, a dialog box you use to define the parameters for a specific object appears, as shown in the following example for creating a Pot object.

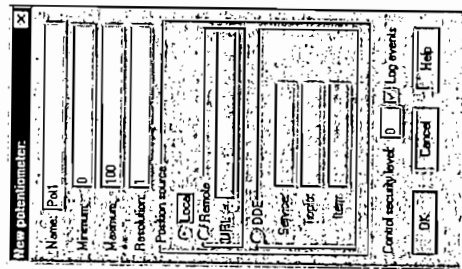


Figure 4-2. Object Definition Dialog Box

4. Assign a unique name to the object. Valid names are described in the next section, *Object Names*.
5. Define the object parameters. Each object class has unique parameters, described in the Lookout help file or the *Lookout Object Reference Manual*. Ordinary parameters that can only be set in the object definition dialog box are indicated by white fields.

Some parameters, however, are *expressions*, denoted by a yellow field. Expressions let you set a parameter value programmatically by connecting the parameter to a data member of another object. You can also manipulate data using the expression functions, which are roughly the equivalent of spreadsheet formulas. See the *Connecting Objects* section of this chapter for a basic explanation of using expressions, and Chapter 2, *Expressions*, of the *Lookout Developer's Manual* for detailed information on expressions and expression functions. The tutorial exercise in Chapter 5, *Developer Tour*, also demonstrates using expressions.

6. Leave Position source set to Local.

The Position source determines what value your control takes when your process first opens, and also affects the way the control operates. Selecting Local configures your control to take its value from the state file when the process opens. The value of the control will not change unless you adjust it manually or programmatically using a direct connection to the control's value data member.

Selecting Remote configures your control to take its initial value from a read/write data member of some other Lookout object. To accomplish this you enter a URL to the data member, wherever its host process may be running. This connection is reciprocal; adjusting the control changes the value of the data member, and any change in the data member from some other cause adjusts the value of the control. See the *Remote Position Source Connections* section of this chapter for more information on remoting controls.



Note The remote position source has changed in Lookout 4.0. If you are accustomed to developing processes in earlier versions of Lookout, make sure to read the *Remote Position Source Connections* section of this chapter in order to understand the changes and make the best use of this feature.

You can select DDE as your position source if you want to use DDE networking or if you need to connect your control to an application other than Lookout, such as Microsoft Excel. See Chapter 5, *Dynamic Data Exchange*, of the *Lookout Developer's Manual* for detailed information on using this feature.

DDE networking was used in versions of Lookout earlier than Lookout 4.0. In general, the TCP/IP networking built into Lookout 4.0 and greater is more efficient and easier than DDE networking. If you are maintaining an old Lookout process, or have some special need to use DDE networking, you can find detailed information on this function in Appendix A, *Networking with DDE*, of the *Lookout Developer's Manual*.

7. Select OK to create the new object.

Many object classes do not have components (other than a data member value) that you can display on a control panel, such as a protocol driver for a typical PLC, or an object class such as Neutralzone or Pulse (both Lookout object classes with special functionality).

Some objects, like Pots, can be displayed on a control panel. When you create such an object, Lookout presents you with a dialog box you use to define how the object is displayed on the currently active panel (if there is one).

8. If you created your object using the Lookout Object Explorer, it will appear in the Object Explorer window but not on any control panel. To display the pot, you will have to drag and drop it to the control panel you want it to appear on. If you created your object using the menu, the display properties dialog box appears as soon as you click on OK to finish defining the object.

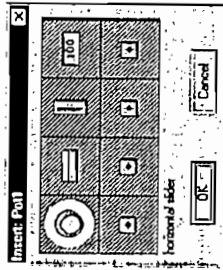


Figure 4-3. Pot Display Dialog Box

9. In the display dialog box, choose how you want the object to be represented and select OK.
10. Position the object on the control panel and adjust the size.

Note You can copy objects to paste onto another Lookout panel in the same process, but if the panels are of different sizes, the pasted objects may not appear in the proper location on the new panel. In general it is easier just to drag the object to the new panel from the Lookout Object Explorer.

Object Names

A name is how you identify a specific object. You must assign each object a unique name. Lookout does not allow you to create or modify an object if the name is not unique or if it does not follow the proper naming convention.

Rules for choosing names are as follows:

- Names may include the characters A–Z, a–z, 0–9, and the underscore character (_).
- Names must begin with a letter.
- Names may be up to thirty-two (32) characters long.

- Spaces and tabs are not allowed.
- Lookout recognizes uppercase and lowercase characters as the same character, so SW2 and sw2 are the same name.
- Names cannot be Lookout keywords (object class names and function names). For example, you cannot use terms such as Switch, DelayOn, STDEV, Modbus, nif, and Trend. You can, however, use switch1, Switch2, and so on.

Some examples of *valid* names are as follows:

- Pump3_HOA
- HighServicePump3_Run
- ClearWellIiv1_at_Hiway289_and_I35
- ShaftTempF
- Pushbutton1
- runtime
- Sw1
- Sw2

Some examples of *invalid* names are as follows:

- 3Pump_HOA, which begins with a number
- _HighServicePump3_Run, which begins with an underscore
- ClearWellIiv1 at Hiway289 and I35, which contains spaces
- #ShaftTempF, which begins with #
- Pushbutton, which is a reserved word
- ThisnameisWellOverThirtyTwoCharacters, which is too long
- and, which is a reserved word

Editing Object Databases

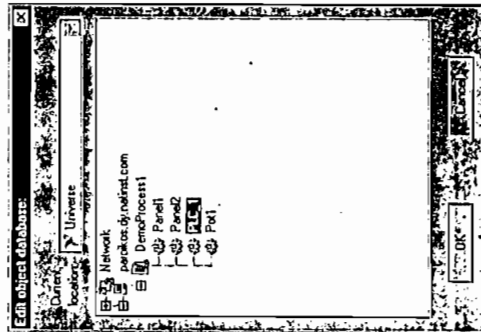
Lookout creates the *native* database of an object automatically when you create the object. The native database is documented at the end of each object class definition in the online help and in the *Lookout Object Reference Manual*.

You can create new data members through aliasing, or modify the parameters of any existing native data member. These parameters include such things as alarm setpoints, deviation filters, scaling factors, historical logging, and alias names.

Note Any object in Lookout can have its native database modified. However, this is most practical for objects with large native databases, such as driver objects and Data Table objects.

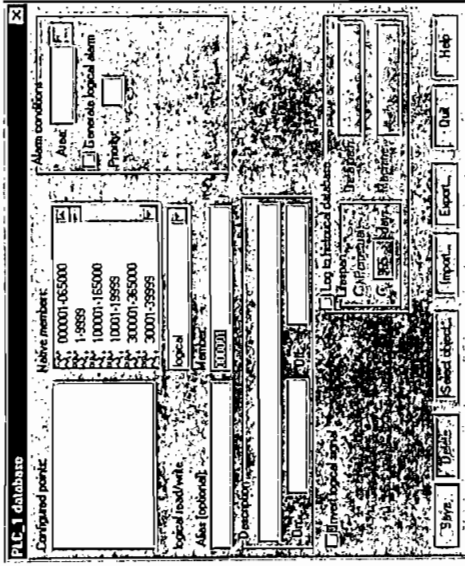
Editing Database Parameters

- For the purposes of this illustration, create a Modbus object, the same way you created the a Pot object. Use the name `PLC_1` for your object, and accept the default parameters.
- The Modbus object can be added to your system without a physical connection while you are learning to use Lookout. Let the default settings stand when you create the object.
- There are two ways to access the dialog box you use to edit a database.
 - From the Lookout menu bar, select **Object»Edit Database**. In the Edit object database dialog box, navigate to your demo process running on your local computer and select `PLC_1`.



- In the Lookout Object Explorer, right-click on the object you want to edit the database for, and select **Edit Database**.

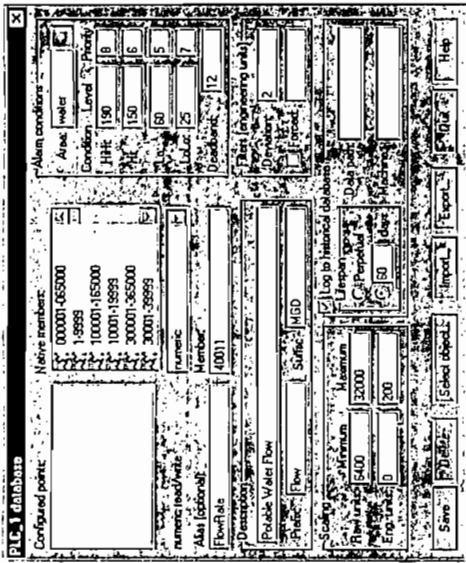
The following dialog box appears.



- Follow these steps for each data member to be configured:
 - Identify the desired data member by entering it into the Member data field. If you are modifying a data member that has been previously configured, you can select it from the Configured points list box.
For this example, select `40011` as the modbus data member. Enter `FlowRate` as the alias.

Note Parameter fields automatically change depending on the data member you select. Lookout automatically determines whether the data member is logical or numeric, and presents you with the appropriate parameter attributes.

- Configure appropriate parameters shown in the following illustration. See the individual parameter sections in this chapter for details on setting each parameter.



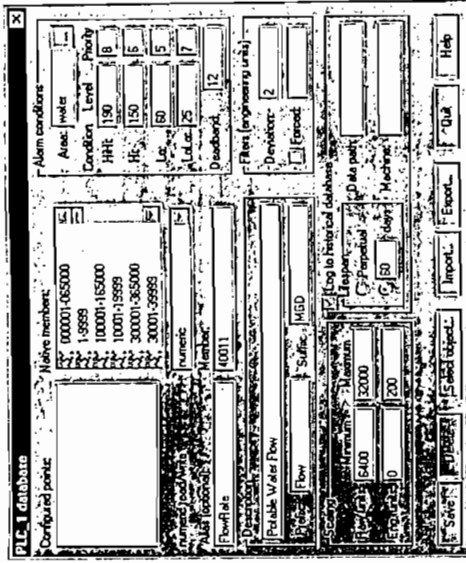
- c. Select Save or Update. (If you are modifying a data member that was previously defined, the Save button changes to an Update button.)

Lookout stores all the new parameter settings for the specified data member when you select Save or Update. In addition, Lookout adds the modified data member to the Configured points list box for future reference. Lookout immediately reflects these changes throughout your configuration.

- 4. Select Quit to exit the dialog box.

Numeric Member Parameters

The following diagram and paragraphs describe numeric data member parameters. Logical data members, covered in the following section, share a number of the same parameters.



Alias renames any native data member. You can think of an alias as a sort of nickname. For example, the Modbus driver object includes the native data member 40011 that represents an analog input. You can give this native data member an alias like FlowRate. From then on, you can reference the alias FlowRate instead of its native name 40011. All associated parameters (such as Scaling) are also applied to the alias value.

An alias is a good way to insulate your Lookout configuration from changes in your PLC, RTU, or I/O configuration. For example, consider a flow transmitter wired to an analog input at 4001.1. You can give 4001.1 the alias name FlowRate, just as you did in the example. Multiple control panels can then display the FlowRate data member and numerous other objects in Lookout can use it. If you later rewire the transmitter to the analog input at 4001.2, you need only modify the alias FlowRate to reflect the new I/O address. Lookout instantly reflects this change everywhere FlowRate is used.

You can modify all associated parameters of an existing alias *except* the alias name itself. If you attempt to modify an existing alias name, the Update button changes to a Save button and you will only create a new alias.

Most developers implement aliases on objects with large native databases, such as driver objects (like Modbus and Tiway) and DataTable objects.

Note An alias is optional in some instances. You can apply alarming and logging parameters to any native data member and save it to the *Configured points* list without giving it an alias name. Scaling, however, operates somewhat differently. In order to read scaled data, you read it from the alias, not the native data member.

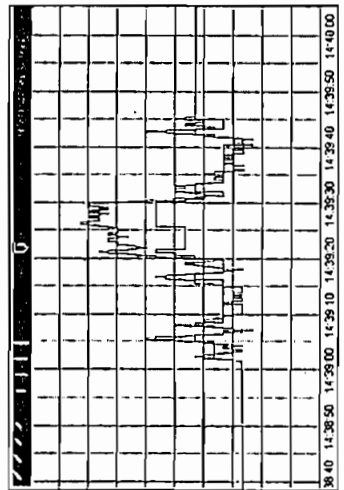
The *Description* appears as the message text in the alarm window. It can have spaces, and it can be lengthy. You do not have to enter quotes in this field.

Prefix and *Suffix* are part of the description, but do not appear in the alarm window. They are just additional descriptive text.

Define Scaling by entering *Raw* units and *Eng.* units. The raw numeric data member is converted (scaled) to an engineering unit value. The PLC in this example generates a raw value ranging from 6,400 to 32,000. Lookout converts that raw signal to range from 0 mgd to 200 mgd. The conversion is linear. See your hardware specifications and calibration records for the minimum and maximum raw units associated with analog devices. If you leave the *Raw* units and *Eng.* units fields blank, Lookout performs no scaling on the signal.

In order to scale this data, you can use an alias in combination with the native data member. Read or write the raw units by connecting to the native data member, and read or write out the engineering units from the aliased value.

Deviation filters out insignificant variations of numeric signals. The following figure shows two values plotted on a trend. One line is the raw unfiltered value. The other, stair-stepped line, represents the filtered value after passing through a Deviation of 2.



The Citadel database also uses Deviation as the criteria which triggers logging of new historical data to disk. See Chapter 7, *Logging Data and Events*, in the *Lookout Developer's Manual* for more information on logging data.

Use the *Forced data* field to manually enter a constant value for the data member. When you select the *Forced* checkbox and enter a value in the field, Lookout forces the engineering unit value to be equal to the value you entered, regardless of the actual value of the native data member. You might use this when a sensor fails or during sensor maintenance, or any time a PLC receives a bad signal from the transmitter.

Use the *Alarm* condition parameters to define alarm limits and their associated priorities. Lookout compares the alarm setpoints to the engineering units value (that is, the post-scaled, post-filtered number). If you do not enter scaling parameters, Lookout applies the alarm parameters directly to the raw signal.

You can assign an alias or native data member to any existing alarm Area or you can create a new Area. To create a new Area, enter the new area name in the field. See Chapter 9, *Alarms*, in the *Lookout Developer's Manual* for more information on alarms.

Use the *Alarm Deadband* parameter to prevent fluttering between alarm and normal states when the signal value hovers near an alarm limit. The following figure shows a value plotted against its Hi and Lo alarm setpoints.

The spreadsheet file that the Lookout Export command creates is in Excel Version 2.0 format. An example of the .xls file is shown in the following illustration.

Command/Alias	Member	Description	Prefix	Suffix	Eng min	Eng 1
Insert	FIC101Alarm	Chilled Water #1 Flow Controller Alarm Status				
Insert	FIC101Flow	Chilled Water #1 Flow Rate	CFS		0	
Insert	FIC101Mode	Chilled Water #1 Flow Controller Mode	Auto	Manual		
Insert	FIC101Output	Chilled Water #1 Flow Controller Output	%		0	
Insert	FIC101Run	Chilled Water #1 Feed Pump	On	Off		
Insert	FIC101Setpoint	Chilled Water #1 Flow Controller Setpoint	%		0	
Insert	FIC101Speed	Chilled Water #1 Feed Pump Speed	%		0	

Figure 4-5. Example Spreadsheet File Created with Lookout Export Command

Creating a Database Spreadsheet

The easiest way to create a database spreadsheet for an object is to create the object in Lookout, define the parameters for one logical data member, one numeric data member, and one text member (if necessary). You then export the database to a spreadsheet file.

This creates a basic spreadsheet file with all the necessary column labels for Lookout to read. The three data members you edited in Lookout furnish examples you can follow to rapidly create or edit more data members of the same type, using the convenient tools of your spreadsheet program.

Notice that row 1 in Figure 4-5 contains column labels. These include the names of all possible data member parameters. Lookout references the labels of a spreadsheet file, not the column letters, so if you were to create a spreadsheet to import into Lookout manually, you would have to spell all column labels correctly. Lookout ignores white space and is case-insensitive. The following list contains all possible column labels, in the order in which Lookout inserts them when creating a spreadsheet file.

- Command
- Member
- Alias
- Description
- Prefix
- Suffix
- Eng min

- Eng max
- Raw min
- Raw max
- Invert?
- Deviation
- Force?
- Forced value
- Alarm area
- Lolo level
- Lolo priority
- Lo level
- Lo priority
- Hi level
- Hi priority
- Hihi level
- Hihi priority
- Logical priority
- Log data?
- Lifespan

Lookout requires the column labels Command and Member. All other column labels are optional. Command must be in cell A1. The order in which the other column labels appear makes no difference.

Any time you import a database, Lookout reads the first 30 columns (A–AD) and ignores columns that do not have labels.

The rows below the column labels (below row 1) each represent a database data member. For example, row 5 in the spreadsheet in Figure 4-5 represents the data member whose alias name is FIC101Mode.

You can easily add rows to define new data members. Copy the rows associated with FIC101, for example, and then modify the new rows slightly by identifying different native members and giving them new aliases and descriptions.

After you have edited and expanded your spreadsheet file, you can save it and import the new values back into Lookout, adding all the new data members to those you configured earlier as template samples.

Command/Alias	Member	Description	Prefix	Suffix	Err no	Eng
insert	10003	Chilled Water #1 Flow Controller Alarm Status				
insert	40001	Chilled Water #1 Flow Rate				
insert	10000	Microsonic Excel		CFS		0
insert	40002					0
insert	10001					0
insert	40003					0
insert	10002					0
insert	40004					0
insert	10006	Chilled Water #2 Flow Controller Alarm Status				
insert	40005	Chilled Water #2 Flow Rate		CFS		0
insert	10005	Chilled Water #2 Flow Controller Mode		Manual		
insert	40007	Chilled Water #2 Flow Controller Output		%		0
insert	10004	Chilled Water #2 Feed Pump		On		0
insert	40008	Chilled Water #2 Flow Controller Setpoint		%		0
insert	40006	Chilled Water #2 Feed Pump Speed		%		0

Figure 4-6. Example of Importing Spreadsheet into Lookout

If you are working with a version of Excel more recent than 4.0, the program asks you if you want to update your spreadsheet to a newer format when you select **File>Save**. This dialog box is shown in Figure 4-6. *Be sure to select No*. Lookout does not currently accept Excel spreadsheet files from versions greater than 4.0.

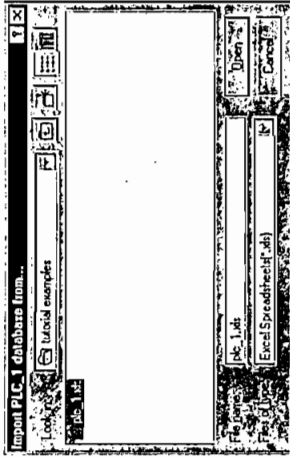
Importing an Object Database

Editing a spreadsheet file for several similar data members, and then importing it as an object database, can be much faster than working in the Lookout dialog boxes one at a time. When you import a database, Lookout reads the first 30 columns (A-AD) It ignores columns that do not have labels and columns beyond AD.

Each row in the Command column (column A) contains either the keyword **insert** or the keyword **delete**. When you import a database, Lookout ignores rows that do not have the **insert** or **delete** keyword. It adds those records whose command keyword is **insert**. It removes those records whose command keyword is **delete**. To determine exactly which records to delete, Lookout uses the record alias name; or if the record does not have an alias name, it matches the record member name.

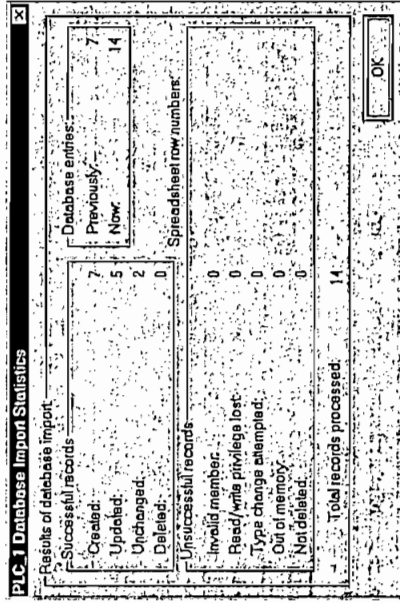
Follow these steps to import an object database:

1. Open the Edit Database dialog box, either through the menu or the Object Explorer, choosing the object you want to import from.
2. In the object database dialog box, click on the Import button.

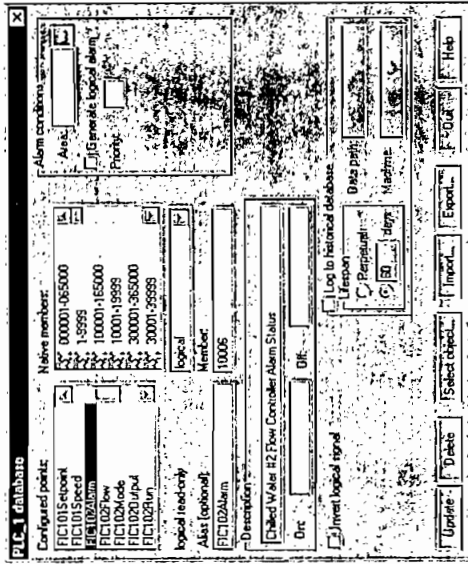


3. In the Import Object Database from dialog box, choose a directory path, select the filename and click on **OK**.

When finished, Lookout presents you with a set of database import statistics, as shown in the following illustration.



As you can see in the following figure, the data members added to the database spreadsheet were successfully added to the Configured points list.



Copying an Object Database

The import and export features make it easy to copy the database of an object. This is especially useful when creating large SCADA applications, such as gas pipelines with multiple compressor stations.

The key to defining multiple driver objects that require duplicate databases is to first create an object in Lookout for each RTU or PLC. Then create a single database in Excel. Next, import that database into each driver object.

Connecting Objects

In Lookout, you connect objects to pass control signals between objects. Once connected, objects pass signals between their various data members and parameters.

There are a number of different kinds of connections in Lookout, and different ways to make those connections. The method you use depends on what you are trying to accomplish.

You can connect one data member to another. You can connect a data member to an object parameter, or an object parameter to a data member.

Finally, you can make a URL connection as a remote position source for a Lookout control or symbolic link, or as a trace item for a HyperTrend object.

You can make these Lookout connections in the following ways:

- **Direct**—Made with the Edit Connections dialog box, these connections are fixed and work in one direction only. This sort of connection should only be made from a server process to hardware installed on the server's computer, or between objects contained within the same process.
- **URL remote**—A URL remote connection is a flexible type of fully reciprocal connection between a Lookout control and a Lookout object read/write data member. Changing the control changes the data member, as you would expect, but if the value of that data member changes from some other cause, the control value changes as well. This sort of connection is what you use to connect a client process to a server process, or to link two client processes through a server.
- **Complex**—You can make complex connections using variables and logic tests to respond dynamically to changing needs and circumstances. Complex connections can apply mathematical operations to data, processing it for use by another object. You can make direct complex connections, and with the Lookout Symbolic Link object, make remote complex connections as well.

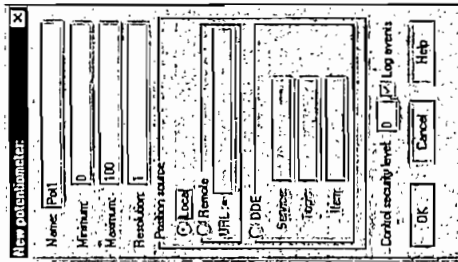


Tip Remember, when you choose an object in the Edit Connections dialog box, always select the object you want to connect to.

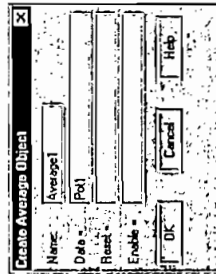
Connecting Data Members to Parameters

The following example uses the (implicit) data member of a Pot object as the Data source of an Average object to illustrate the simplest type of Lookout connection. You can tell that Data is a parameter because it appears in the Average object dialog box.

Suppose you create a Pot object as shown in the following illustration.



Next you might create an Average object. Connect the potentiometer numeric signal to the Data parameter by entering Pot1 as the Average object's Data parameter. The Average object calculates the average level of Pot1 over time, as described in the Average object definition in Lookout help or the *Lookout Object Reference Manual*.



This is the simplest case for making a direct connection in Lookout; connecting the input for one object to the output of an object in the same process. In many cases you will have to connect objects in one process to objects in another process on the same computer, or on another computer on the network. For these connections you may find it more convenient to use the expression editor, which you access by right-clicking in the yellow expression field. The tutorial examples in Chapter 5, *Developer Tour*, guide you through making connections in detail.

Identifying Object Data Members

Because many objects generate multiple signals you can use as inputs to other objects, the object name is not always sufficient to identify the desired signal. You must identify both the object name and the appropriate data member. For example, a Modbus object generates thousands of signals, some logical and some numeric. To specify exactly which signal you want from a particular Modbus object, enter the object name followed by a period (.) and the data member you want.

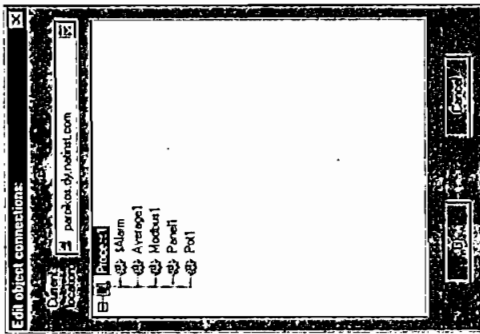
If you have a Modbus object with a name PLC1, and you want to display the value residing in holding register 40001 and the status of coil 100, reference those particular data members by typing PLC1.40001 in one expression and PLC1.100 in another expression.

Connecting Data Members to Data Members

The following information expands on the previous example, in which you created a potentiometer named Pot1. In this example, you create a Modbus object and connect the numeric signal generated by the pot to a 16-bit holding register at address 40001 on the PLC.

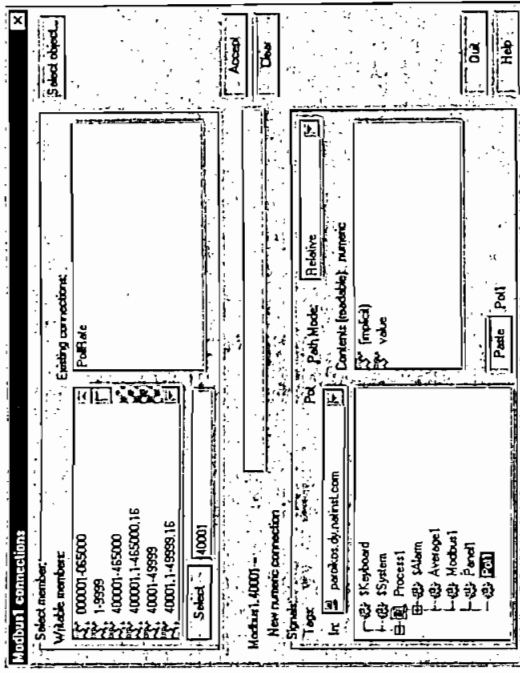
1. Create a Modbus object. You do not have to have a real PLC connected to your system. Just accept the default parameter settings in the Modbus dialog box and click OK.
2. If your Object Explorer is open, right-click on the Modbus object you just created and select Edit Connections from the pop-up menu. Otherwise select Object>Edit Connections from the Lookout menu bar. You use this the Edit Connections dialog box any time you are connecting to the database of another object.

3. If you use the Object > Edit Connections menu command, the Edit Object Connections list box appears. Choose the object that contains the data member you are connecting to.



The Current location combo box at the top of this dialog box should show your computer as root. See the *Lookout Navigation* section for more information on how to set the root in a Lookout dialog box.

Because you are connecting the Pot1 signal to data member 40001 in the Modbus object, select the modbus1 object and click on OK. The Edit Connections dialog box appears.

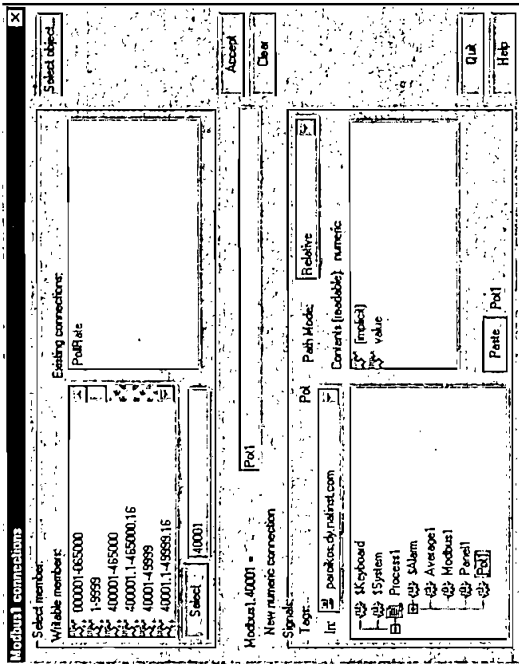


The top part of this dialog box contains information on the object you are connecting to. You select a writable data member from those listed in the Writable members list, and the selected member appears to the left of the yellow expression field in the center of the dialog box.

The lower part of the dialog box lets you navigate to the data member you want to connect to the data member you select in the upper portion of the box. You can also enter a data member directly in the yellow expression field.

4. Enter the data member you want to connect to in the list box to the right of the Select button. You can type the data member you want directly, or you can choose it by scrolling through the list of writable members and clicking on the data member (or range of data members) you want. You can edit the number that appears in the selection box.
Click on the Select button to identify the data member to be written to. Notice the dialog box now reflects the specific member; Modbus1.40001 =. Also notice the equal (=) sign. This prompts you to connect an expression to Modbus1.40001. In this case, use the expression Pot1.

5. Inside the Signals section of the dialog box, set the your local computer as the root in the In field. Navigate to Pot1 and select it by clicking on it. Click on the (Implicit) data member in the Contents (readable) list and then click on the Paste button.



Notice that the data type of the data members you have selected are displayed to help you make sure you are connecting like type to like type. Notice too that you can easily edit existing connections by clicking on the list in the Existing connections field.

Note Just above the Contents (readable) list in the Signals section, you will notice a listbox named Path Mode. This is an important setting for developing networked processes in Lookout. See the *Path Names in Lookout* section for more detailed information on how to use this feature. Using different path settings is demonstrated in the exercises contained in Chapter 5, *Developer Tour*.

6. Click on the Accept button. This confirms the connection. You should see a message confirming the action. You will also see data member 40001 added to the Existing connections list box.

You have now connected a data member of one object to a data member of another object. Any change in the (implicit) value of Pot1 is, by definition, an event, sending a signal to all the other objects Pot1 is connected to.

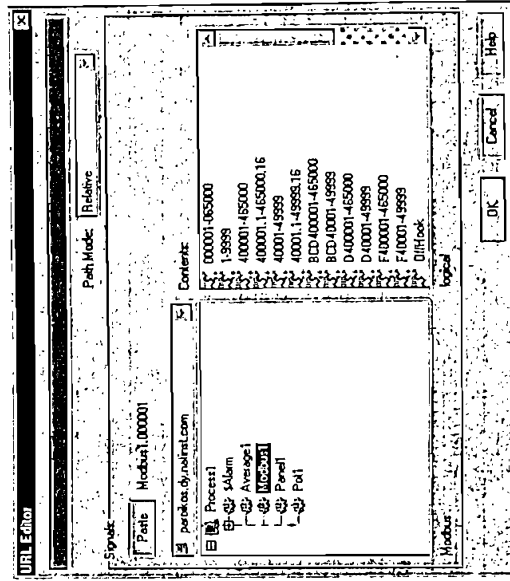
Because it is now connected to Modbus1_40001, adjusting Pot1 changes the value of data member 40001 in object Modbus1.

URL Connections

A URL (Universal Resource Locator) connection is distinct from a connection made through an expression because it cannot contain any condition checking or mathematical operations. It is also designed to permit reciprocal flow of data through the connection. A control connected to a PLC register using a URL connection changes the register value when it is adjusted. But if the register value changes from some other cause, the control will also change to match the current register value.

You can only make a URL connection to data members that are writable, or both readable and writable. You cannot make a URL connection to a read-only data member. Remote position source connections, Symbolic Links, and the HyperTrend object require URL connections, as indicated by a green field.

You can edit a URL by right-clicking in the green field, which opens the Lookout URL Editor dialog box, shown in the following illustration.



You can use the tree view in the left window to locate the object you want, and select the data member in the right window. Click on the Paste button to insert the complete string into the URL field.

You control the path relativity of your URL with the Path Mode selection box. See the *Path Names in Lookout* section for more information on using the Path Mode selection.

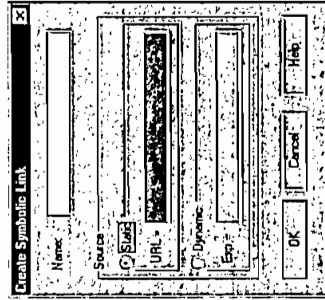
Remote Position Source Connections

Remote position source connections are the preferred method for connecting a control in a client process to a server process in Lookout.

Because you ordinarily want to be able to have your client processes work from any computer on your network without having to edit them, it is best to make connections from client processes to server processes, and not from servers to clients. Because server processes usually need to be run from the same computer all the time, you can use absolute paths to make sure your client processes will connect to your server processes no matter where the clients are run.

Symbolic Link Connections

Lookout Symbolic Link objects have several important uses in Lookout. The following figure shows the Create Symbolic Link dialog box.



You can make a URL connection in the Static source field to an entire process with a Symbolic Link and then access any object in that process through the link. This is a crucial part of Lookout redundancy, which is described in Chapter 10, *Redundancy*, of the *Lookout Developer's Manual*.

You can enter a complex expression in the symbolic link Dynamic source field, and then make a URL connection to the symbolic link itself, circumventing the restriction on complex expressions in remote position source connections for controls.

Using a Symbolic Link is demonstrated in Chapter 5, *Developer Tour*.

HyperTrend Item Connections

Because the HyperTrend trends data from the Citadel database, every item you display on a HyperTrend object is accessed through a URL connection.

If you need to trend a complex expression, you can create a named expression by creating an (expression) object. You can enter the complex expression you want to trend, log it to the historical database, and then display it as a HyperTrend item.



Note If you convert a Lookout process created in a version earlier than Lookout 4.0, Lookout will automatically create and log a named expression for your HyperTrend object to display when it recompiles the .lks source file.

Path Names in Lookout

In versions of Lookout prior to Lookout 4.0, you could only have one process running in any instance of Lookout, and there were no folders in a process to organize objects. Networking was done through DDE, which used specific paths.

In Lookout 4 and greater, the relationship between objects running in different processes on different computers is far more flexible and potentially complicated. When you insert an expression on a Lookout panel or make a connection to or between data members, you might be displaying a value that comes from the process containing that panel. You might also need to display a value that comes from another process running on the same computer or from a process running on some other computer in your network.

A path can be *absolute*, starting with a computer's fully qualified network name and leading through nested directories and subdirectories to a single object; or *relative*, instructing the computer to search for an object in some directory defined not from the computer down, but relative to the currently active folder.

In order to provide maximum programming flexibility, you can use a number of different levels of relativity, or *path relativity modes*, in setting the path to the data when you create an expression. These modes operate very much like other relative paths used in DOS operations, spreadsheet cells, and Web page addressing.

You can set a path for each individual object or connection, using a different level of relativity. These path relativity modes include:

- Relative (the Lookout default)
- Process Relative
- Computer Relative
- Absolute

The level of path relativity you choose makes a difference in how your process operates when copied or moved to another computer. For instance, suppose you have a client process running on computer Alfred that refers to objects in a server process also running on computer Alfred. If you run that client process on computer Bert, will it refer to objects on computer Alfred or computer Bert?

Setting the level of path relativity is how you can control which objects your processes refer to. The key point to remember about path relativity modes in Lookout is that the modes are distinguished by the path prefix.

In *Relative* mode, the form of the path is:

object

or

folder\object

without prefix.

Relative mode is the default mode in Lookout 4. All paths are relative to the folder or process that contains the expression you are creating or the object you are connecting to. Use Relative mode when connecting objects that should be grouped together and that should be copied or moved as a group.

Connections between objects in a folder should use Relative mode so that they can be copied and moved elsewhere while maintaining the same relationship with each other.

Process Relative mode is indicated by a single prefixed backslash (\) followed by a folder or object name, as in:

`\folder\...folder\object`

or

`\object`

Use *Process Relative* mode when you want to make a connection between two objects in different folders in the same process.

Computer Relative mode is indicated by a prefix consisting of two backslashes, a period, and a backslash (\\. \) followed by a process name, as in

`\\. \process\folder\...folder\object`

Use *Computer Relative* mode when you want to reference other processes running on the same computer.

For instance, if you had a process called `Station_Control` that called a number of other processes by name on computer Alfred, you could use that same `Station_Control` process on computer Bert, to refer to the identically named processes running on computer Bert.

Absolute mode is indicated by two backslashes (\\) followed by a complete network path, as in:

`\\computer.place.com\process\folder\...folder\object`

Absolute mode is, in effect, a URL. Use *Absolute* mode when you want to refer to a particular process on a particular computer. Any references to a PLC, for instance, should be in *Absolute* mode so as to always refer to the computer physically connected to that PLC—no matter where the process making the reference is running.



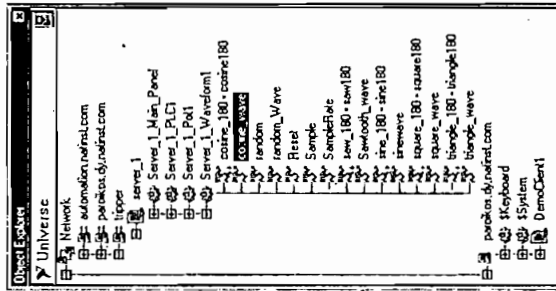
Note Though *Relative* mode is the Lookout default, when you use an object outside the immediate location of your expression, the path becomes more specific. The addition of two periods (..) at the beginning of a path, for instance, can be used to specify the parent of the first folder listed.

The reason for manually changing a path mode to a level beyond that strictly necessary under your current circumstances is to ensure that your process will still work properly if you relocate it, completely or partially.

Displaying Data Members on Control Panels

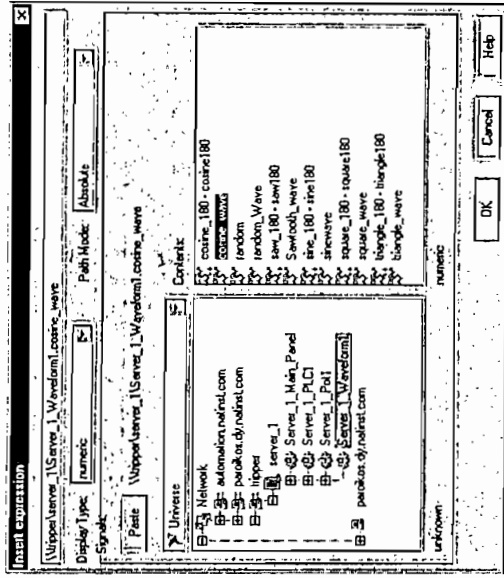
Follow these steps to display a data member on a control panel:

1. Make sure Lookout is in edit mode and open the Object Explorer by selecting **Objects** > **Object Explorer**.
2. Navigate to the object or data member you want to display on your panel. In the following illustration, a data member from a waveform object running on a server process located on another computer on the network has been selected.



3. Drag and drop the data member onto the panel you want the data to display in. Lookout inserts an expression to display the data. You may have to adjust the size of the display for the data to appear properly.
4. Right-click on the display to change its display characteristics, modify the expression, change the data format, or alter any other properties of the display.

You can also insert an expression to display data by choosing **Insert** > **Expression** from the Lookout menu bar. The **Insert Expression** dialog box appears as shown in the following illustration.



5. Navigate to the data member you want to display, just as you did with the Object Explorer.
 6. Set the **Path Mode**. In the preceding illustration it is set to **absolute** because the data is being displayed on a client process panel in one computer (parolko) and originating from a server process on a different computer (tripper).
 7. Select the data member you want to display in the Contents list.
 8. Click on **Paste** and then **OK**.
- Lookout responds by presenting the **Display numeric signal** or **Display logical signal** dialog box. The type of dialog box depends on the type of data member being inserted (numeric or logical). In this case the signal is numeric, a cosine wave generated by the Lookout Waveform object.