



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN
DIGITAL DE LA PLANTA DE SIMULACIÓN
DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INDUSTRIAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A N :

MIGUEL ANGEL CALLEJA GALLEGOS

GRETA GÓMEZ AVALOS

ASESOR: ING. JESÚS HERRERA MARTÍNEZ.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO. 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Proyecto de automatización digital de la planta de simulación de instrumentación y control industrial.

que presenta el pasante: Miguel Angel Calleja Gallegos
con número de cuenta: 09202237-7 para obtener el título de:
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Mayo de 2003

PRESIDENTE	<u>Dr. Adolfo Obaya Valdivia</u>	
VOCAL	<u>Ing. Jesús Herrera Martínez</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Antonio Trejo Lugo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.Q. Gilberto Atilano Anaya Ventura</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>I.Q.I Celina Elena Urrutia Vargas</u>	



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
 Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Proyecto de automatización digital de la planta de simulación
de instrumentación y control industrial.

que presenta la pasante: Greta Gómez Avalos
 con número de cuenta: 09203845-1 para obtener el título de :
Ingeniera Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Mayo de 2003

PRESIDENTE

Dr. Adolfo Obaya Valdivia

VOCAL

Ing. Jesús Herrera Martínez

SECRETARIO

Ing. Antonio Trejo Lugo

PRIMER SUPLENTE

I.Q. Gilberto Atilano Amaya Ventura

SEGUNDO SUPLENTE

I.Q.I. Celina Elena Urrutia Vargas

NO CULPES A NADIE

Nunca te quejes de nadie, ni de nada, porque fundamentalmente Tú has hecho lo que querías en Tu vida.

Acepta la dificultad de edificar te a ti mismo y el valor de empezar corrigiéndote.

El triunfo del verdadero hombre surge de las cenizas de su error. Nunca te quejes de Tu soledad o de Tu suerte, enfréntala con valor y acéptala.

De una manera u otra es el resultado de tus actos y prueba que Tú siempre has de ganar.

No te amargues de Tu propio fracaso ni se lo cargues a otro, acéptate ahora o seguirás justificándote como un niño.

Recuerda que cualquier momento es bueno para comenzar y que ninguno es tan terrible para claudicar.

No olvides que la causa de Tu presente es Tu pasado así como la causa de Tu futuro será Tu presente.

Aprende de los audaces, de los fuertes, de quien no acepta situaciones, de quien vivirá a pesar de todo, piensa menos en tus problemas y más en Tu trabajo y tus problemas sin alimentarlos morirán.

Aprende a nacer desde el dolor y a ser más grande que el más grande de los obstáculos.

Mírate en el espejo de ti mismo y serás libre y fuerte y dejarás de ser un títere de las circunstancias porque Tu mismo eres Tu destino. Levántate y mira el sol por las mañanas y respira la luz del amanecer. Tú eres parte de la fuerza de Tu vida, ahora despiértate, lucha, camina.

Decidete y triunfarás en la vida; nunca pienses en la suerte, porque la suerte es: el pretexto de los fracasados.

Doy gracias:

A mis padres por haberme dado siempre la confianza, apoyo y el amor, los cuales me permitieron continuar hasta llegar hasta la culminación de mis estudios superiores, ya que sin estos elementos no lo hubiera podido lograr.

Quiero que sepan que los amo y que siempre estarán en mi corazón y mis pensamientos.

Agradezco el cariño y apoyo de mis hermanos Nadia (La flaca) y Osvaldo ya que fueron un aliciente muy importante durante el tiempo que permanecí en esta institución. Este también es un recordatorio para que sepan que los quiero mucho.

Un agradecimiento especial para mis abuelos, tíos y primos que me apoyaron durante el tiempo que realice mis estudios.

Gracias a Greta Gómez, por brindarme su apoyo, cariño y comprensión durante todo el tiempo que hemos permanecido juntos, ya que esta tesis es un trabajo mutuo que realizamos con muchos esfuerzo. Con mucho cariño y amor para ti.

Miguel Angel Calleja Gallegos.

Con cariño a mis Padres:

Socorro Avalos Toquero: Por darme la vida, tu cariño, buenos consejos, comprensión, amor y todo tu apoyo. Te quiero mamá.

Ciro Gómez Galván: Por todo tu amor, comprensión, apoyo incondicional y confianza. Gracias papá por enseñarme a ser responsable en todo momento.

Con cariño a:

Mis hermanos Fernando, Abraham, Carolina, Gabriela, Ricardo e Israel y a mis sobrinos Josué Miguel, Diego, Pamela y Magali, por todo su amor, cariño, apoyo y esos momentos inolvidables que hemos pasado juntos.

Doy gracias a Miguel Angel Calleja Gallegos (Mike): Por llenar mis días de alegría con su amistad y amor, por brindarme su apoyo en todos los momentos difíciles que he pasado y por enseñarme que hay que disfrutar cada momento de mi vida y que todo se puede lograr siempre y cuando uno quiera.

Greta Gómez Avalos.

Agradecemos a nuestros compañeros y amigos Fas, Mona, Robert, Juanito, Homero, Garamendi, Duhart, Javo, Tlapa, Toby y Campos por su apoyo y los momentos inolvidable que pasamos juntos durante la estancia en la Facultad de Estudios Superiores Cuatlitlán.

Un agradecimiento muy especial para nuestro asesor M. en I. Jesús Herrera Martínez, por brindarnos su apoyo y paciencia, para lograr esta meta que es la culminación de mucho esfuerzo

Queremos agradecer a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan y sus profesores, por brindarnos las herramientas y una formación con ética y profesional para el desempeño de nuestras labores personales y profesionales.

Greta Gómez Avalos.

Miguel Angel Calleja Gallegos.

ÍNDICE

OBJETIVO.....	1
INTRODUCCION	2

CAPITULO 1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1 Sistemas de flujo.....	5
1.2 Sistema automático de control de Flujo	6
1.3 Sistema automático de control de Nivel.....	6
1.4 Sistema automático del control de Presión.....	7
1.5 Sistema automático de control de Temperatura.....	7

CAPITULO 2 INSTRUMENTACIÓN

Tipos de Instrumentos	15
2.1 Variable presión	15
2.1.1 Medidor tipo bourdon	17
2.2 Variable nivel	21
2.2.1 Vidrio de nivel	22
2.2.2 Vidrio de nivel tipo tubular.....	22
2.2.3 Medidor tipo desplazador.....	23
2.2.4 Medidor tipo presión diferencial.....	24
2.3 Variable flujo.....	26
2.3.1 Placa de orificio.....	27
2.4 Variable temperatura	29
2.4.1 Termopar.....	29
2.5 Valvulas de control	32

CAPITULO 3 MODOS DE CONTROL

3.1 Tipos de modo de control.....	43
3.1.2 Control de dos posiciones.....	44
3.1.3 Control proporcional	47
3.1.4 Control proporcional con reajuste automático (RESET)	50
3.1.5 Control proporcional con reajuste y acción derivativa (RATE).....	52

CAPITULO 4 PROYECTO

4.1 Sistemas digitales	56
4.1.1 Control Digital Directo.....	56
4.1.2 Control Supervisor de Adquisición de Datos.....	60
4.1.3 Control Distribuido.....	60
4.2 Sistema de Control Distribuido	63
4.3 Proyecto de automatización.....	78
4.3.1 Unidad terminal remota.....	79
4.3.2 Workbench.....	92

4.3.3 Open Enterprise.....	96
Conclusiones	101
Glosario	105
Anexos 1.....	109
Anexos 2.....	117
Bibliografía.....	134

OBJETIVO

El presente proyecto tiene como objetivo implementar el sistema de simulación de instrumentación y control industrial, automatizado actualmente con instrumentos de tipo analógico los cuales se digitalizaran a través del uso de la computadora en el proceso de instrumentación y control industrial, dicho objetivo se logra a través de abordar el principio y el funcionamiento de todos y cada uno de los instrumentos que integran la automatización del mismo, de esta manera se esta proponiendo el uso de la automatización digital mediante el estudio de los parámetros o variables que son utilizados a través de los programas de software específicos los cuales nos permite ahorrar tiempo, costos y espacios.

PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DIGITAL DE LA PLANTA DE SIMULACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

Esta automatización es para el entrenamiento de futuros Ingenieros Químicos en el área de Instrumentación y Control para procesos industriales, y esta basados en los principios básicos de medición y control.

El presente trabajo permite estudiar los principios funcionales de control de las principales variables de proceso que se encuentra en las plantas industriales, tales como flujo, presión, nivel y temperatura.

Al modernizar el sistema de control del simulador de instrumentación y control industrial se ofrece la posibilidad de que los futuros Ingenieros Químicos identifiquen y refuercen sus conocimientos de la Instrumentación y Control en conceptos tales como: controladores, indicadores, tendencias, alarmas; así como calibración de los instrumentos típicos de un circuito de control de una planta de proceso industrial.

Finalmente para el ingeniero diseñador ofrece la posibilidad de estudiar y entender el funcionamiento de un sistema de fallas complejas implicando las interrelaciones entre los circuitos de control en cascada y los efectos que en distancia, velocidad y retraso de tiempo en las operaciones de los procesos de una planta industrial.

El presente trabajo abarca sólo el proyecto para la modernización del sistema de control y fue realizado en cuatro capítulos describiéndose cada uno de ellos a continuación:

El primero presenta la descripción del proceso, diagrama de flujo, diagramas de instrumentación y control etc., ya que es importante comprender la naturaleza del proceso.

El segundo presenta la descripción de algunos instrumentos neumáticos, electrónicos y digitales; ventajas y desventajas de los mismos.

El tercero describe los diferentes tipos de modos de control ya que los procesos industriales exigen condiciones rigurosamente controladas en todo momento.

El cuarto describe las alternativas que permiten al simulador una mayor eficiencia de todas y cada una de las acciones que se pretenden en cuanto a la capacitación del manejo de la instrumentación y control industrial para la toma de decisiones del proceso mediante la modernización digital de los sistemas de instrumentación y control, además de presentar el desarrollo de la modernización del simulador con el sistema digital seleccionado.

Por último se presenta una serie de anexos, cuya finalidad es la de ayudar a comprender los términos involucrados en el desarrollo del proyecto.

CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El Simulador de instrumentación y control consiste de dos unidades principales: tablero de control (Figura 2) y la propia planta (Figura 4).

1.1 Sistemas de flujo.

El fluido de trabajo es agua a temperatura cercana a los 20 °C, el tanque FA-2 puede ser cargado con aire comprimido con una presión cercana a 7.138 Kg/cm². Una bomba centrífuga bombea el fluido del tanque FA-1 hacia el tanque FA-2.

El gasto de entrega es regulado al tanque FA-2 por medio de dos válvulas de control enlazadas, FV1 y FV2, mientras que la FV1 esta colocada en una vía de paso y regula el agua que retorna al tanque FA-1. Las dos válvulas son controladas para que la carga de la bomba sea constante.

Del tanque FA-2 retorna el agua al tanque FA-1 y la carga de retorno se regula por la válvula HV-5. El tanque FA-3 puede ser enlazado al tanque FA-2 abriendo las válvulas HV-8 y HV-9. El nivel del agua en los dos tanques será igual.

El nivel del agua en el tanque FA-1 puede mantenerse constante a cualquier nivel entre una tercera parte de lleno a tres cuartos por medio de tuberías de desborde, el fondo es controlado por la válvula HV-1. El tanque FA-1 es cargado con agua por medio de un sistema de mezcla.

La entrada de agua de servicio es regulada por la válvula HV-10 mientras que el flujo de agua helada es controlado por la válvula TV. Las aguas de servicio y helada son mezcladas y entran al tanque FA-1 por uno de los tres caminos; Uno directamente o por medio de serpentines de diferentes longitudes y diámetros. La ruta se selecciona por medio de las válvulas HV-2, HV-3 y HV-4.

Cuando las válvulas HV-8 y HV-9 son cerradas, el tanque FA-3 queda aislado del sistema de flujo, el tanque FA-2 puede ser presurizado con aire comprimido por medio de la válvula PV-1.

Finalmente el sistema puede ser drenado por operación de las válvulas HV-1, HV-6, HV-7 y HV-13.

1.2. Sistema automático de control de Flujo

El gasto que maneja la bomba que transfiere el agua de FA-1 a FA-2 es medido por una placa de orificio asociada con un transmisor de flujo FT.

La carga hacia el tanque FA-2 es determinada por un punto colocado en FICA y es independiente del nivel en el tanque FA-2

1.3. Sistema automático de control de Nivel.

Este sistema de control es la regulación de los niveles de agua en los tanques FA-2 y FA-3; esto es llevado a cabo por la regulación del gasto entregado hacia los tanques en turno, determinado por el ajuste de las válvulas FV-1 y FV-2 .

El nivel de agua de los tanques se controla por dos métodos diferentes, representando los métodos más usuales de nivel como son:

- Cuando una presión diferencial se conecta a un transmisor LT-1 sensible a la diferencia de presiones entre el aire de la parte de arriba de tanque FA-2 y el agua en un punto cercano al fondo.
- Cuando el nivel del agua puede ser medido con el transmisor LT-2, localizado en el tanque FA-3, este transmisor consiste de un desplazador cilíndrico, de densidad mayor que la del agua, suspendido por una varilla unida a una fuerza de un aparato sensible. El peso del cilindro depende del nivel del agua en el tanque y puede así mandar una señal al tablero para indicar este nivel.

El tanque FA-3 esta construido de acrílico y esta abierto a la atmósfera; el transmisor LT-2 puede ser usado solamente cuando el tanque FA-2 también este abierto a la atmósfera.

La señal de uno y otro transmisor LT1 y LT2 puede ser tomado por el controlador indicador de nivel (LICA). La salida del LICA es tomada por las válvulas FV-1 y FV-2 las cuales están en parte bajo el control de esta unidad antes del controlador indicador de flujo (FIC); este será meramente para indicar el gasto del flujo.

1.4 Sistema automático del control de Presión.

El sistema simplemente regula la presión del aire en el domo del tanque FA-2 a cualquier valor deseado entre la atmósfera y 7.138 Kg/cm^2 .

Abarca un transmisor de presión (PT) que registra la presión en el tanque FA-2; además transmite una señal hacia el registrador de presión (PR) y al controlador indicador de Presión (PIC).

El controlador mantiene la presión del aire regulando las válvulas PV-1 y PV-2. La primera regula el flujo de aire hacia dentro del tanque FA-2 y la segunda regula el flujo de aire de FA-2 hacia la atmósfera. En esta forma la presión del aire en FA-2 puede ser mantenida constante e independiente de los cambios de nivel del agua en los tanques.

1.5 Sistema automático de control de Temperatura.

El propósito de este sistema es mantener la temperatura del agua en el tanque FA-1 a un nivel deseado. El sistema puede ser empleado para demostrar algunas de las muchas facetas complejas del comportamiento de una planta de control.

El gasto del flujo de agua de servicio y directamente la temperatura de esta es controlada por la válvula HV-10. El gasto de agua helada es regulado por la válvula TV bajo el controlador indicador de temperatura TIC.

Este controlador recibe una señal desde uno u otro de los transmisores de temperatura TT-1 o TT-2. El TT-1 esta localizado en la línea que transporta la mezcla de agua de servicio y agua helada antes de entrar al tanque FA-1, mientras que TT-2 esta localizado en el fondo del tanque FA-1.

Nota: La Simbología utilizada en la descripción del proceso se encuentra en el anexo 1

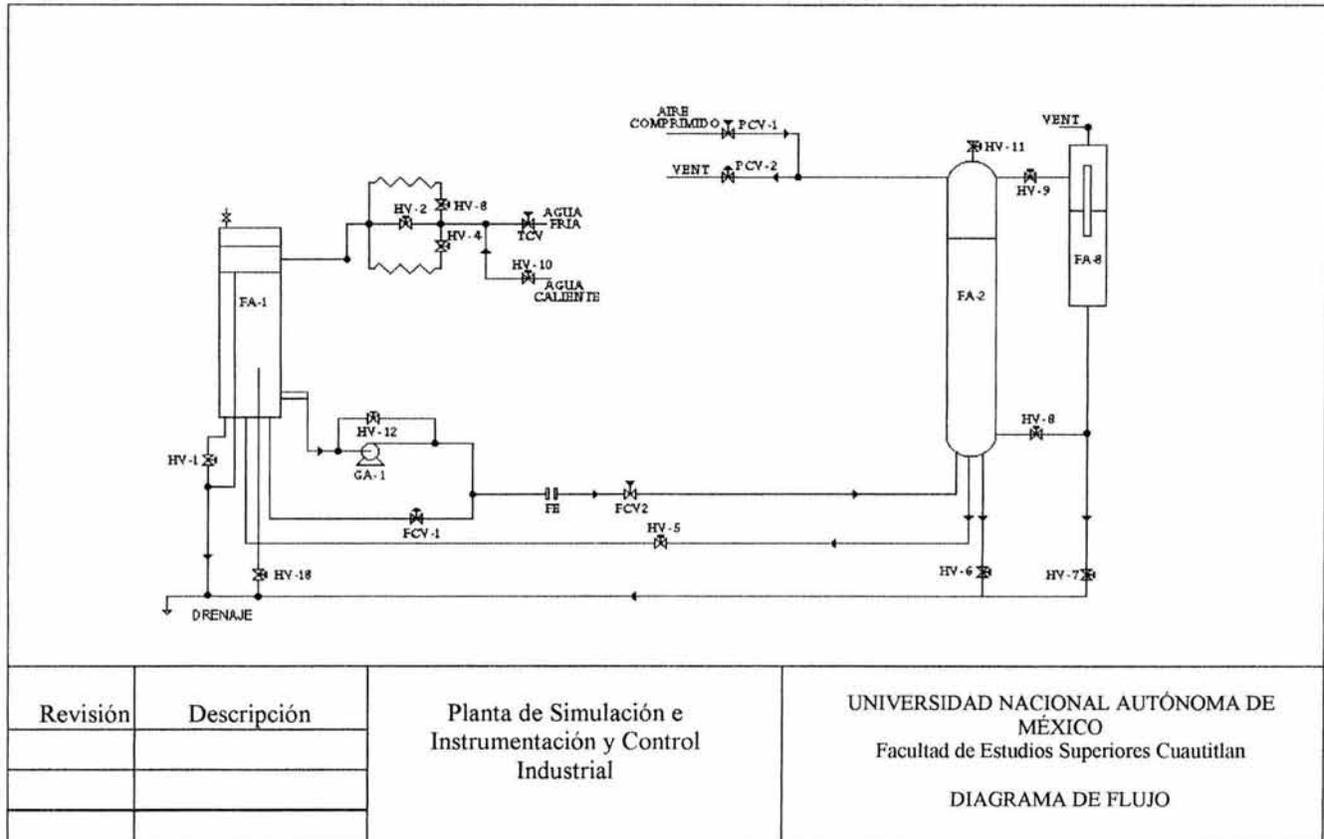


Figura 1 Diagrama de Flujo

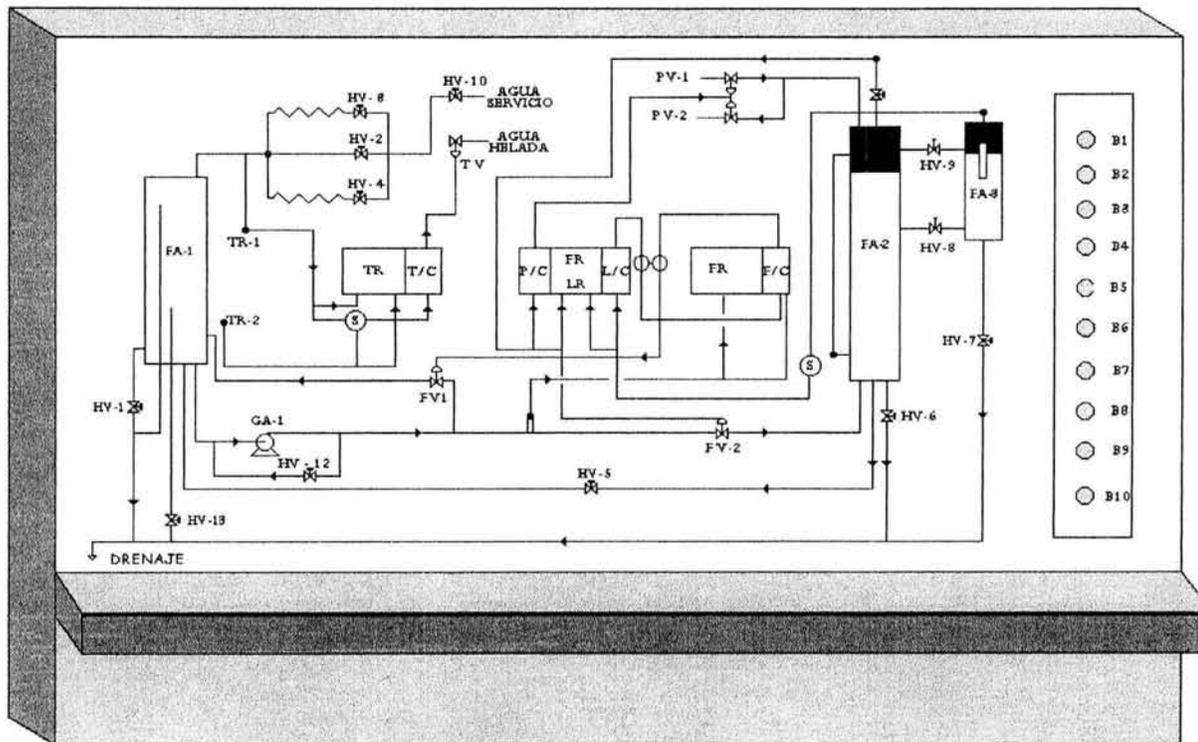


Figura 2 Tablero de Control

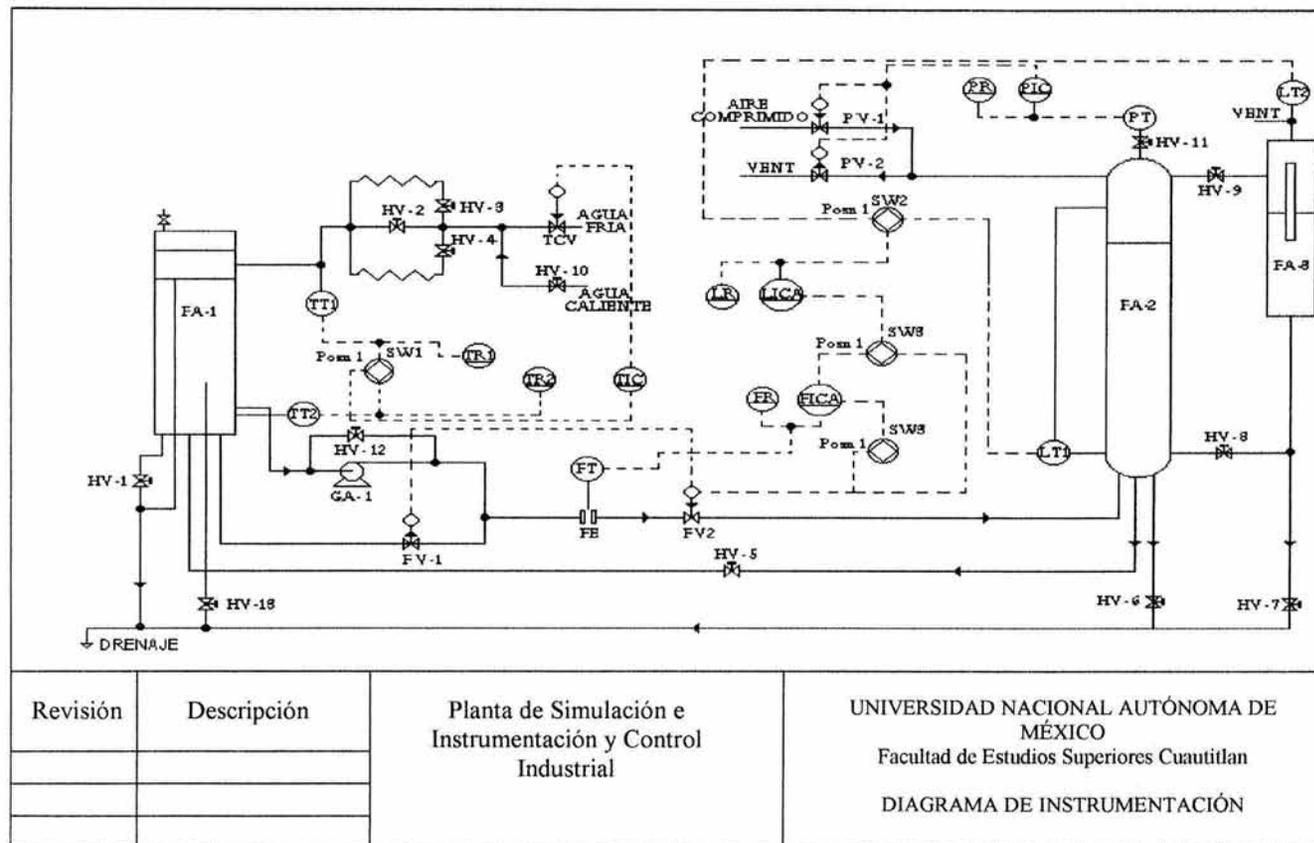
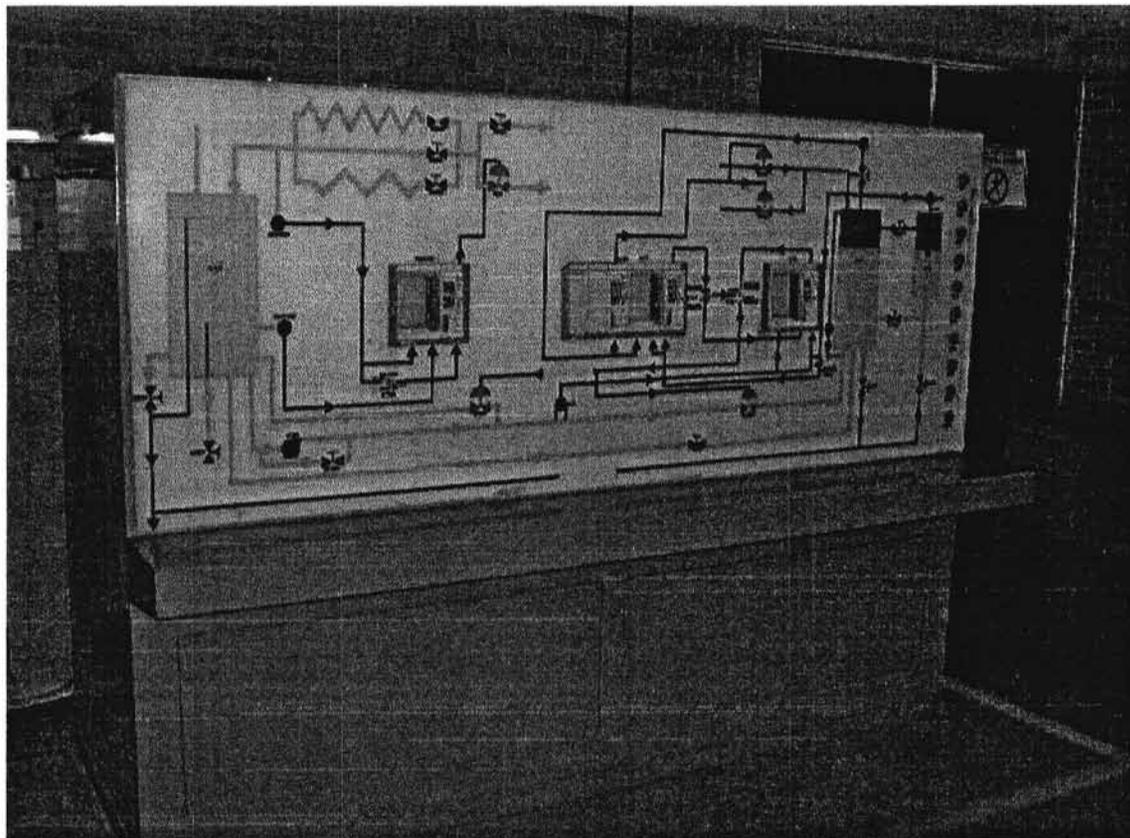
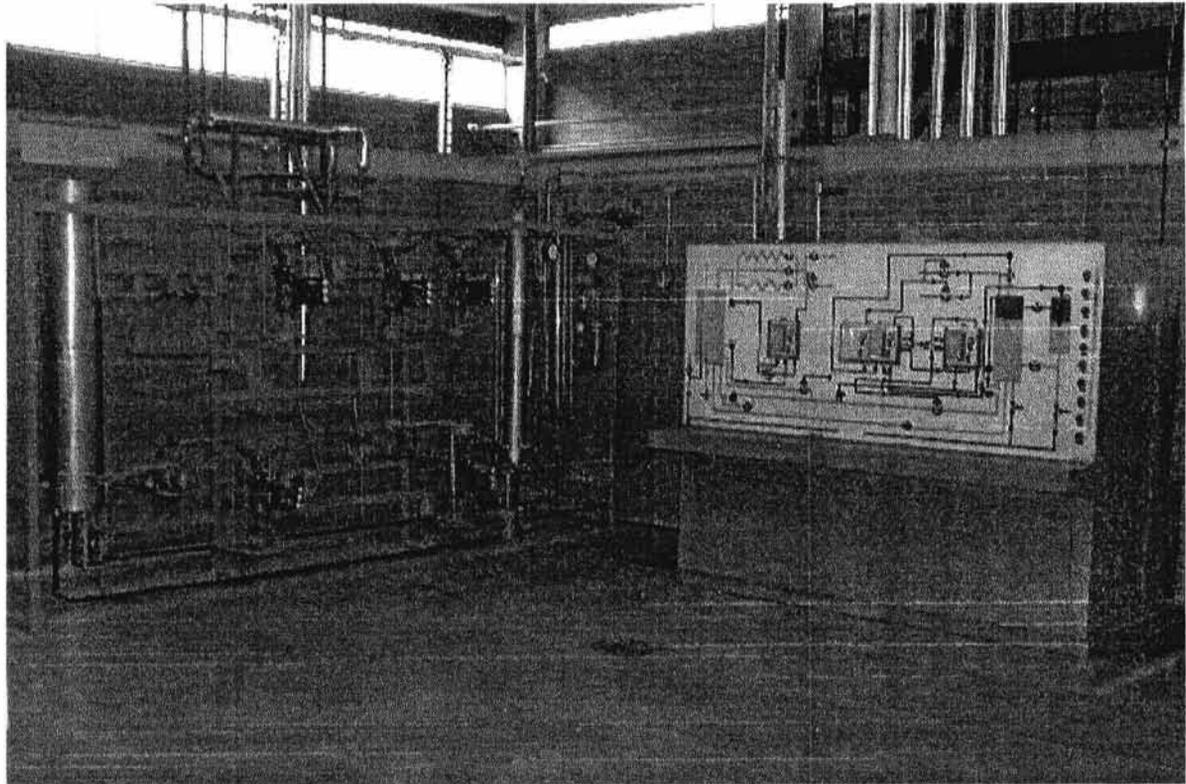


Figura 3 Diagrama de Instrumentación



Fotografía del tablero de la Planta de Simulación e Instrumentación y Control Industrial



Fotografía de la Planta de Simulación e Instrumentación y Control Industrial

CAPITULO 2

INSTRUMENTACIÓN

CAPITULO 2

INSTRUMENTACIÓN

En los procesos es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes tales como presión, caudal, nivel, temperatura, etc. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar.

Tipos de Instrumentos

2.1 Variable presión

Presión, es la acción de una fuerza actuando en contra de un área. Sus dimensiones son de fuerza por unidad de área, por ejemplo: Kg / cm^2 , Lb / in^2 , etc., aunque es frecuente expresarlo como la altura equivalente de una columna líquida, como pulgadas de agua, mm de mercurio, etc. La relación entre ambos conceptos es la altura de la columna fluida por el peso específico del líquido de que se trate, en unidades consistentes dará la presión con dimensiones de fuerza por unidad de área.

Tipos de Presión.

Existen diferentes tipos de presión, los cuales deben medirse y que para su estudio se definen a continuación:

- Presión Absoluta.

Es la presión medida sobre un vacío perfecto o arriba del cero absoluto, es imposible tener una presión menor que esta.

- Presión Atmosférica.

Se llama también presión barométrica, y es la presión absoluta ejercida por la atmósfera terrestre y comúnmente medida con un barómetro. Al nivel del mar (altitud cero) su valor medio aproximadamente es de 29.9 in Hg a 32°F ó 760 mm Hg ó 14.7 lb / in² (PSI) su

valor cambia al modificarse su altitud. Aún al nivel del mar la presión no es constante, ya que varía con el estado del tiempo.

- **Presión Manométrica o Relativa.**

Es la presión que se mide arriba de la presión atmosférica. Se puede decir que la presión manométrica en un recipiente o un proceso dado es la diferencia entre la presión absoluta en ese punto y la presión atmosférica.

$$P_M = P_{ABS} - P_{ATM}$$

- **Presión de Vacío.**

Es la presión que se mide por debajo de la presión atmosférica. El vacío varía desde cero (presión atmosférica), hasta 760 mm Hg (cero absoluto). Puede decirse que el vacío es una presión manométrica negativa.

- **Presión diferencial.**

Es la diferencia entre dos presiones medidas. Tales como en la entrada y salida de un proceso y sirve para indicar la pérdida o caída de presión o para medición de flujo en orificios, etc.

- **Presión Estática o de línea.**

Es la fuerza ejercida por un fluido, por unidad de superficie sobre las paredes de la conducción por la que circula. También conocida como presión de trabajo.

- **Presión de Velocidad.**

Es aquella debida a la velocidad del flujo, también conocida como carga de velocidad o presión de impacto.

- **Presión Total.**

Es la suma vectorial de la presión estática más la presión de velocidad. En otras palabras es la presión que actúa en un plano perpendicular a la dirección del fluido.

- **Presión Hidrostática.**

También llamada carga hidrostática, es la presión en un punto bajo la superficie de un líquido debido al peso del mismo.

2.1.1 Medidor tipo Bourdon

Los sensores de presión de tipo tubo de Bourdon son los que más comúnmente se emplean en la industria.

Los bourdones no son elementos muy adecuados para bajas presiones o vacío, ya que el gradiente de elasticidad en el tubo de bourdon es demasiado bajo para mediciones con presión, y su rango se limita a 30 psi o más bajo.

Los materiales de construcción son:

- a) Bronce
- b) Aceros inoxidables
- c) Níquel
- d) Cobre berilio
- e) Monel

Existen varios tipos de bourdon:

- a) El tipo C
- b) El tipo espiral
- c) El tipo Helicoidal

Sensor de Presión tipo C

Un tubo de bourdon tipo C, se emplea como indicador directo (Figura 6), el cual generalmente tiene un arco de 250°. La presión de proceso se aplica al conector, mientras que el extremo opuesto es cerrado.

Debido a la diferencia de radios (interno y externo), el tubo bourdon presenta áreas diferentes a la presión, lo cual causa que el tubo debido a la fuerza con sentido hacia adentro tienda a formar

una recta (enderezarse). El movimiento resultante del extremo móvil no es lineal puesto que se obtiene menos movimiento de cada incremento adicional de presión.

El movimiento no lineal tiene que convertirse a una indicación lineal; esto se hace mecánicamente por medio del movimiento de un sector y un piñón dentados, ya que el bourdon les transfiere su movimiento por medio del eslabón. El ángulo entre el eslabón de conexión y la cola del sector se llama ángulo de viaje. Este ángulo cambia con el movimiento en una forma no lineal, compensando la no-linealidad del bourdon. Es evidente que la fracción debe ser mínima entre sector y piñón para que la aguja tenga un movimiento natural, por otro lado, si estos no se encuentran bien ajustados presentara zonas muertas.

Tanto el piñón como el sector tienden a desajustarse, para evitar esto se usa un sector de baquelita y una leva helicoidal, y con esto disminuir esfuerzos de los engranes.

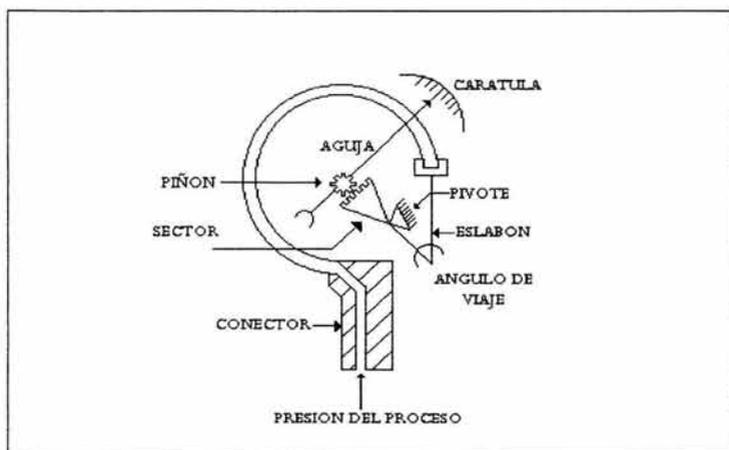


Figura 6 Medidor Bourbon Tipo "C"

Partes de un Manómetro

Los manómetros son instrumentos que usan elementos primarios de medición mecánica, las principales partes de un manómetro son:

- Caja: es la pieza que encierra a todos los componentes y se fabrican comercialmente en diámetros de 1 ½" a 12" en materiales de construcción como: acero, latón, aluminio, hierro, etc.
- Bisel: es el elemento que sujeta al protector de la carátula (vidrio) y se fabrican en los mismos tamaños y de los mismos materiales de la caja, y existen tres tipos básicos: bisel tipo roscado, bisel a presión con anillo de sujeción y bisel tipo deslizable.
- Carátula: esta es la que determina la medida nominal de un manómetro, las carátulas se fabrican en materiales como son latón, acero y fenol; con escala de caracteres negros y fondo blanco o viceversa.
- Movimiento: es la parte que transmite la deformación del elemento elástico a la aguja y normalmente son fabricados de acero inoxidable 316, bronce fosforado y latón; hay que tomar en cuenta que el movimiento no debe de engrasarse.
- Conexiones: existen dos tipos, de posición normal inferior y posterior aunque en casos muy especiales pueden usarse la superior y a 90°.

Los manómetros son instrumentos básicos en la medición de la presión, además su sencillez y su fácil manejo los hacen prácticos para indicaciones locales. Es por ello que hay que cuidarlos para poder obtener un mejor rendimiento, de aquí que se tenga la necesidad de emplear accesorios como parte complementaria. Cada accesorio tiene su aplicación específica.

Accesorios de los manómetros

- Disco de ruptura. Este disco es un diafragma que se coloca en la parte posterior del manómetro y su función es liberar el fluido en caso de que el elemento elástico se rompa, esto es para evitar que se presione la caja del manómetro y reviente el vidrio dañando a un

posible operador o lector del manómetro. Este disco debe reventarse cuando en la caja exista una presión de 1 psig, poniendo en alerta al operador.

- **Capilar de purga.** Es un tubo de purga que se introduce en el bourdon para liberar el aire en los sistemas hidráulicos. Este capilar es muy útil en las industrias del plástico debido al problema de que el plástico se introduce en el elemento, este problema se evita conectando una grasera al capilar de purga e inyectando grasa capilar, con lo que se llena el bourdon, evitando que entre el plástico.
- **Sifón (cola de cochino):** Cuando el manómetro se usa para medir presiones de vapor de agua, deberá instalarse entre el manómetro y la línea un sifón (un tubo en espiral) lleno de agua.
- **Amortiguadores de pulsaciones:** un problema que destruye los manómetros es la aplicación de estos en servicios de presión pulsante, debido a que se tienen problemas de operación (no se puede tomar la lectura, debido a que la aguja oscila constantemente), como de mantenimiento; a causa de que constantemente se desajusta y daña al movimiento. La función del amortiguador de pulsaciones, es la de estabilizar la presión a medir.
- **Sellos químicos y de diafragma:** estos sellos sirven para los siguientes casos:
 - a) Cuando el fluido que se desea medir pudiera obstruir el elemento (fluidos sólidos).
 - b) Cuando los materiales del tubo bourdon y la conexión no sean la adecuada para resistir los efectos corrosivos del fluido de proceso.
 - c) Cuando el fluido de proceso esta expuesto a congelación debido a los cambios de temperatura.
- **Sellos químicos:** estos sellos deben ser fluidos no compresibles para llenar al elemento, el coeficiente de dilatación a la temperatura debe ser abajo.
- **Sellos de diafragma:** se usan cuando el sello químico puede reaccionar con el proceso o cuando es un problema conseguir el fluido de sello. Existen cuatro tipos de sellos que son: sello soldable, sello roscado, sello bridado y sello bridado con cilindro flexible.

La aplicación de estos sellos depende de las especificaciones de tubería y de los recipientes en los que se instalen.

2.2 VARIABLE NIVEL

Conceptos generales

Dentro de los procesos industriales, la medición y el control de nivel se hace necesario cuando se pretende tener una producción continua, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de un volumen constante para funcionar satisfactoriamente, y el caso más simple, sería evitar que en un líquido se derrame.

En el caso de medición de nivel se tiene que medir niveles de líquidos o bien niveles de sólidos. Existe una gran variedad de instrumentos para la medición de nivel, que van desde los visuales hasta los más sofisticados métodos radiactivos, los instrumentos de nivel se pueden clasificar en grupos dependiendo del principio de operación que utilicen para su funcionamiento:

- Medidores de nivel tipo visual:
 - a) Medidores de regla móvil y fija.
 - b) Columna de vidrio (vidrios de nivel) tipo tubular, tipo caja reflejante y caja transparente.

- Medidores de nivel tipo fuerza de flotación:
 - a) Tipo flotador (movimiento); de palancas y de cinta.
 - b) Tipo desplazador (fuerza); interno y externo.

- Medidores de presión hidrostática.
 - a) Sistemas de burbujeo.
 - b) De caja de diafragma.
 - c) De presión diferencial.

- Medidores de nivel tipo eléctrico.
 - a) De resistencia.
 - b) De capacitancia.

- Medidores de nivel tipo radiación de energía.
- a) Medidor radiactivo.

2.2.1 Vidrios de Nivel

Los vidrios de nivel se usan para observar el nivel de los recipientes en la mayoría de las industrias en las cuales se tienen recipientes para almacenamiento o para otro fin. Un alto porcentaje de recipientes, columnas, reactores, acumuladores, etc., se encuentran equipados con indicadores de nivel de baja, mediana y alta presión.

Normalmente los vidrios de nivel son económicos y aplicables a un gran número de fluidos. Dentro de los vidrios de nivel existen tres tipos de indicadores los cuales son: los tubulares, los de cámara y los magnéticos.

Los mencionados vidrios proporcionan al operador una ventana para poder ver el fluido de proceso. Por facilidad de mantenimiento y consideraciones de seguridad, la ventana normalmente se encuentre instalada fuera del recipiente en una cara, la cual esta conectada al proceso por medio de válvulas y tubería.

2.2.2 Vidrios de nivel tipo tubulares.

Los vidrios tubulares para nivel, fueron los primeros que se usaron en las industrias. Estos vidrios de nivel son poco usados actualmente en la industria, debido a que fácilmente se pueden romper y presentan una operación y seguridad aleatoria. El indicador consiste de un tubo de vidrio sujetado entre dos válvulas que tienen el empaque para sellar contra el vidrio, la presión de diseño depende de la longitud y diámetro del tubo, pero este vidrio falla a bajas presiones (Figura 7).

Las únicas protecciones con las que cuenta el vidrio, las cuales no son de mucha seguridad, son las varillas protectoras o cubiertas plásticas que se encuentran paralelas a este. Es por ello que estos indicadores deben usarse, solamente en aplicaciones de presión cercana a la atmosférica y en líquidos que no son inflamables y tóxicos.

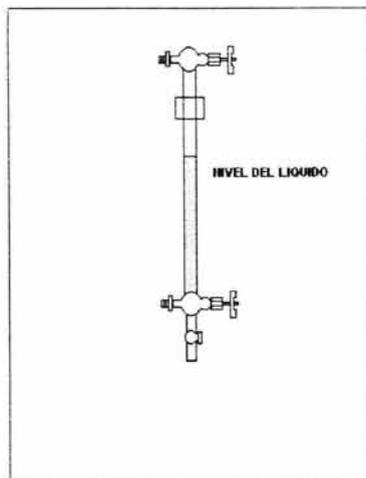


Figura 7 Vidrio de nivel

2.2.3 Medidor tipo Desplazador

De acuerdo con el principio de Arquímedes, cuándo un cuerpo es sumergido, total o parcialmente en un fluido, aparece una fuerza ascendente igual al peso del volumen del líquido que desplazo. Los medidores de desplazador constan de un tubo metálico cerrado de aproximadamente 2" de diámetro y una longitud que cubra el rango del nivel por medir. Al variar el nivel, el volumen del liquido desplazado variara y con esto aparece una fuerza sobre el desplazador. La fuerza generada por el desplazador es suministrada a un tubo de torsión con el fin de equilibrar la fuerza y proporcionar una señal para indicación, la cual puede ser neumática o electrónica (Figura 8).

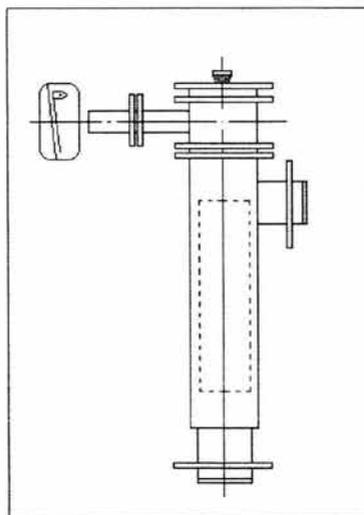


Figura 8 Medidor tipo desplazador

2.2.4 Medidor tipo presión diferencial.

Este tipo de instrumentos es tal vez el más común en la medición de nivel, tanto para tanques cerrados como para abiertos (Figura 9).

La presión de vapor a la columna hidrostática se mide por un instrumento de balance de movimiento o por balance de fuerzas.

Los medidores de balance de movimientos se usan cuando se requieren una indicación local y los de balance de fuerzas cuando se requiere transmisión.

Las tomas de presión diferencial se colocan: una en la parte inferior del tanque, generalmente por medio de una conexión bridaada, y la otra en la parte superior del tanque si es que el tanque está a presión; cuando se encuentra a presión atmosférica la toma de baja presión se abre a la atmósfera.

La medición de nivel por medio de celdas de presión diferencial es muy adecuada cuando se tienen fluidos muy viscosos, corrosivos o sucios, puesto que las partes húmedas son pocas y no tienen partes en movimientos.

En ciertas ocasiones es necesario separar el transmisor del recipiente, por lo cual se hacen ambas tomas de presión (alta y baja) a través de tubos, pudiendo quedar un desnivel entre la toma del tanque y el instrumento, en este caso es necesario considerar la elevación del cero de medición. Cuando el tubo de baja presión se llena de algún líquido de sello, o bien, de condensados, hay que considerar la presión que esta columna ejerce, al ajuste que se le hace se le conoce como su presión de cero.

Cualquier instrumento de nivel basado en la presión hidrostática, es útil para la medición de la densidad del líquido siempre que el nivel permanezca constante.

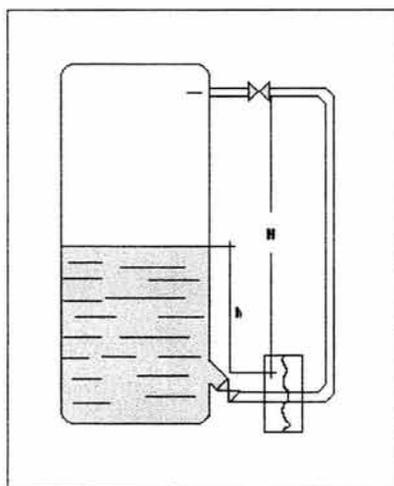


Figura 9 Transmisor de presión diferencial

2.3 VARIABLE FLUJO

Conceptos Generales

En la mayor parte de las operaciones realizadas en los procesos industriales y en las efectuadas en laboratorios y en plantas piloto es muy importante la medición de los flujos de líquidos o de gases.

Existen varios métodos para medir el flujo según sea el tipo de flujo volumétrico o máscicos deseados.

Sistema	Elemento
• Presión Diferencial	Placa de orificio
	Tobera
	Tubo venturi
	Tubo Pitot
	Tubo Annubar
• Área Variable	Rotámetro
• Velocidad	Vertedero con flotador
	Turbina
	Sondas ultrasónicas

Medición de flujo por presión diferencial

La medición del flujo a partir de la presión diferencial esta basada en el teorema de Bernulli, que expresa el principio de la conservación de la energía, para un fluido moviéndose en una tubería horizontal, suponiendo que no existen fuerzas exteriores.

$$(P/\delta) + \frac{1}{2} (v^2/g) = \text{CTE}$$

Es decir, la suma de la energía potencial, debida a la presión estática (P/δ), mas la energía cinética.

$[\frac{1}{2} * (v^2 / g)]$ permanece constante

o bien

$$P = \frac{1}{2} (v^2 \delta / g) = P_T = \text{CTE}$$

Es decir, la presión total o hidrodinámica (P_T), es iguala la suma de la presión estática (P) y la presión dinámica.

$$\frac{1}{2} (v^2 \delta / g)$$

Los dispositivos más frecuentes que se basan en este principio de medida son: placa de orificio o diafragma, tubo venturi, tobera, tubo pitot, tubo annubar.

2.3.1 Placa de orificio.

Al introducir un elemento estrangulador dentro de una conducción forzada vena del fluido se contrae, alcanzando la sección mínima aguas abajo del elemento estrangulador, en una zona llamada vena contracta.

La velocidad aumenta siendo: $V_2 > V_1$ y la presión disminuye siendo $P_1 > P_2$. A continuación se muestra una ecuación que relaciona el flujo volumétrico con la diferencia de presiones estáticas.

$$Q = \beta^2 E (\pi D^2 / 4) * (2g * (P_1 - P_2) / \delta_0)^{1/2}$$

Donde $\beta = d/D$

d = diámetro interno del elemento primario.

D = diámetro interno de la tubería.

$$E = 1 / (1 - \beta^2)^{1/2}$$

En la practica es necesario introducir factores de corrección que tenga en cuenta el reparto no uniforme de velocidades, la contracción de la vena del fluido, rugosidades, viscosidades, etc. Por lo tanto la ecuación anterior queda de la siguiente forma:

$$Q = C J \beta^2 E (\pi D^2 / 4) * (2g * (P_1 - P_2) / \delta_0)^{1/2}$$

CJ = coeficiente de descarga, es un factor que engloba los factores de corrección.

La placa de orificio es una palca metálica (Figura 10), generalmente de acero inoxidable, a la que se le a practicado un orificio, la arista de dicho orificio debe ser viva para obtener precisión la medida del flujo.

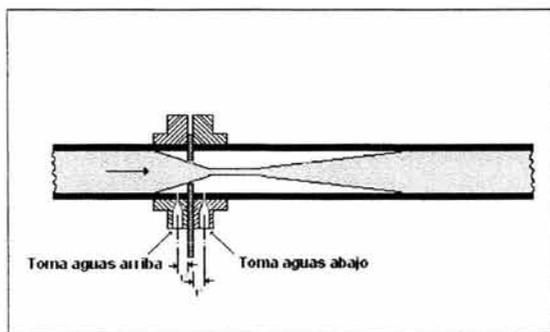


Figura 10 Placa de orificio

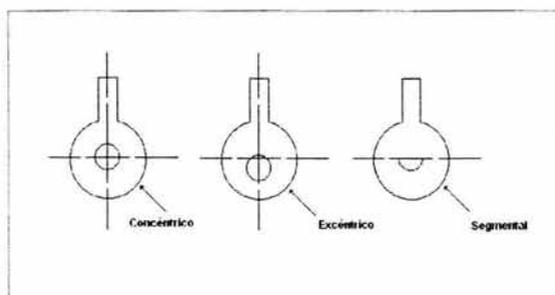


Figura 11 Placa de orificio

2.4 VARIABLE TEMPERATURA

Conceptos Generales

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios.

Los instrumentos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

- Variaciones en volumen o en estado de los cuerpos (sólidos, líquidos o gases).
- Variación de resistencia de un conductor (sondas de resistencia).
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores).
- F.E.M creada en la unión de dos materiales distintos (termopares).
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetro de radiación).

Hemos descrito los detectores en sí, pero a técnica de medición de la variación de la resistencia de los mismos, es fundamental para el buen resultado total de la medida de la temperatura.

Bien sea una resistencia metálica o un semiconductor, el procedimiento de medida esta basado en el puente de Wheatstone, el cual tiene una precisión típica de 0.1%.

2.4.1 Termopares

Estos dispositivos para medir temperaturas se basan en la propiedad física de que entre las uniones de dos metales diferentes, formando circuito cerrado, se genera una corriente eléctrica cuando dichas uniones están a diferente temperatura, dependiendo la citada corriente de la diferencia de temperaturas y de la naturaleza de los metales.

Así pues, si mantenemos a 0°C la temperatura de una de las uniones tomándola como referencia, el valor del voltaje entre las dos uniones nos puede indicar el valor de la temperatura en la otra unión.

Tipos de Termopares

Hay varias combinaciones de metales para la formación de termopares, pero son generalmente aceptadas las siguientes combinaciones, designadas según recomendaciones de ISA (Instrument Society of America)

- Tipo T, compuesto por cobre y constantán.
- Tipo J, compuesto por hierro y constantán.
- Tipo K, compuesto por cromel y alumel.
- Tipo R, compuesto por platino y platino con 13 % de rodio.
- Tipo S, compuesto por platino y platino con 10 % de rodio.

El “constantán” es una aleación de cobre y níquel desarrollada al efecto por la compañía Hoskins, así como el “cromel” y el “alumel” que son, respectivamente, aleaciones de níquel – cromo y de níquel – aluminio.

El termopar T es un sensor bastante preciso y económico, con gran resistencia a la corrosión, adecuada para medir temperaturas entre -200°C y $+250^{\circ}\text{C}$, en ambientes tanto oxidantes como reductores.

El termopar J (Figura 12), compuestos por un hilo de hierro y otro de constantán, es adecuado para rangos de temperatura entre 0°C y $+750^{\circ}\text{C}$, pero tiene el inconveniente de la facilidad de corrosión del hierro, por lo que su aplicación debe ser cuidadosa.

El termopar K es un sensor con muy buenas características de resistencia a la oxidación, siendo el rango normal de aplicación en la industria entre 0°C y $+1,300^{\circ}\text{C}$ (recomendado entre 600°C y $1,000^{\circ}\text{C}$ para atmósferas oxidantes).

Finalmente, los termopares R y S, formados por un hilo de platino y otro de platino – rodio, son similares, diferenciándose en el porcentaje de rodio. Representan el termopar básico por excelencia, usando para definir la escala internacional de temperaturas; los otros termopares son soluciones que se han buscado, más económicos o para mejorar la sensibilidad en la parte baja de la escala. El tipo R introdujo hace años como consecuencia de los errores que causaban las impurezas del platino.

Además de estos termopares, que podríamos decir que son los más comunes, últimamente se han desarrollado otros tipos que proporcionan mejores sensibilidades, rangos o resistencias a la corrosión o son más adecuados para ciertas aplicaciones.

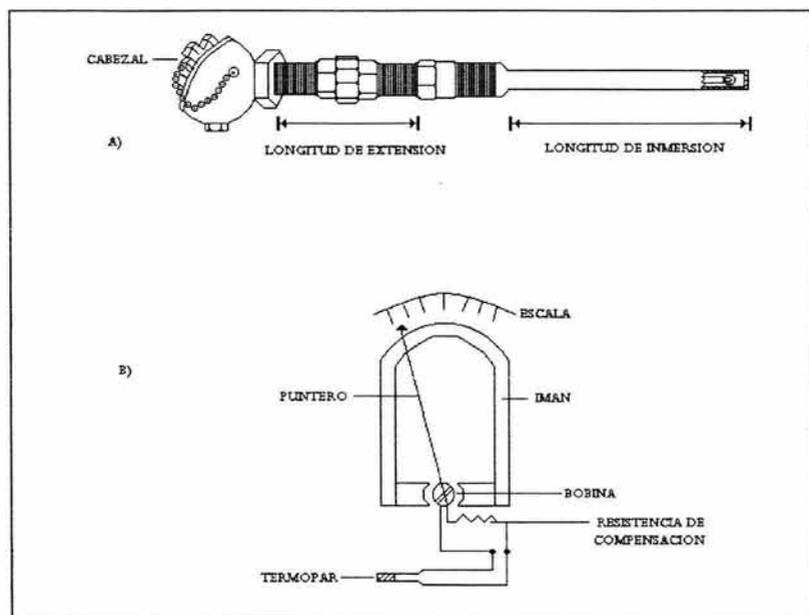


Figura 12 A) Arreglo de un termopar B) Circuito de medición

2.5 Válvulas de Control

El empleo de las válvulas de control significa que el proceso tiene algún tipo de sistema automático de control. Puede ser por nivel, flujo temperatura, presión o de otro índole. Suele incluir los componentes típicos de control con retroalimentación de circuito cerrado que son sensor (detector), transmisor, controlador, válvula de controlador y el proceso en sí. La selección de las válvulas de control requiere el conocimiento de todos esos factores, en especial del proceso.

Las válvulas de control se utilizan en muchas aplicaciones que incluyen control de líquidos, reducción de presión de gases, flujo de vapor a los calefactores, etc.

Una válvula de control consiste en dos partes principales: el cuerpo y el actuador. La función del actuador es responder a la señal del controlador automático y mover las guarniciones de la válvula para variar el flujo.

El cuerpo de la válvula:

El cuerpo de la válvula sirve para el paso del fluido entre el tubo y las conexiones. Por tanto, debe servir como recipiente de presión y está sometido a las mismas condiciones de temperatura, presión y corrosión que el resto del sistema de tubería (Figura 13).

Hay una gran variedad de estilos de cuerpos de válvulas. Se clasifican, en general como de movimiento lineal y de movimiento rotatorio del vástago. El primero incluye válvulas de globo con cuerpo dividido, de 3 vías, cuerpo en ángulo, válvulas de diafragma y sus muchas variantes. Las válvulas con vástago de movimiento rotatorio son las de mariposa, de bola y sus variantes.

Aunque el cuerpo de la válvula tiene la función principal de contener el fluido también debe alojar los componentes internos y de servir de soporte mecánico para el actuador y los accesorios, etc. Por ello, es importante que el cuerpo se pueda desmontar de la tubería o que sus componentes internos estén accesibles para mantenimiento. Por lo general, el cuerpo tiene conexiones de extremo con bridas y están disponibles especificaciones para la brida a fin que concuerden con las de la tubería.

Las válvulas de control también están disponibles con extremos roscados y soldados y algunos fabricantes producen conexiones de extremo sin brida.

Las válvulas de mariposa son económicas en los tamaños grandes. Se suelen utilizar para pequeñas pérdidas de presión y grandes volúmenes de flujo. Las válvulas de bola y sus muchas variantes también se pueden emplear como control de estrangulación.

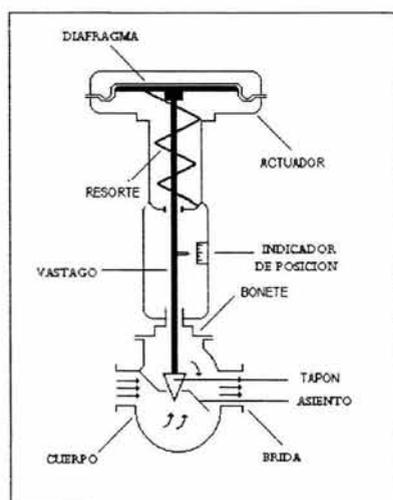


Figura 13 Válvula de control

Materiales de construcción

Actuadores de las válvulas:

Los materiales de construcción son importantes para el cuerpo y las guarniciones de las válvulas de control. Las piezas que hacen contacto con el flujo deben ser compatibles con el aspecto de resistencia a la corrosión. Los cuerpos están disponibles hechos con todos los metales y aleaciones que puedan "vaciar". También se utilizan mucho los plásticos y los revestimientos.

La corrosión no es lo único que debe preocupar, por que la cavitación en el cuerpo y las guarniciones pueden producir muchos daños. Por lo general ocurre junto con una gran caída de presión, aunque en realidad puede suceder cuando casi se llega a la presión de vapor del fluido dentro del cuerpo. Esto puede tener lugar en el punto de máxima velocidad del fluido cerca del asiento de la válvula.

Por lo general las guarniciones o componentes internos de la válvula se hacen con material más resistente a la corrosión y más duro que el del cuerpo.

El actuador de la válvula de control responde a una señal del controlador automático y mueve el elemento de control. El actuador es el amplificador de potencia entre el controlador y la circulación del líquido. Hay dos actuadores neumáticos básicos, en uno se utilizan un resorte y un diafragma, y el otro es el pistón y el cilindro.

El actuador de resorte y diafragma suele ser menos costoso que el pistón y el cilindro, en especial cuando no se requiere un ubicador (posicionador) para la válvula de este accesorio con mecanismo de retroalimentación del movimiento en el recorrido del vástago del actuador, un sistema emisor desde la salida del controlador y una salida de aire al actuador.

Componentes internos:

Las funciones de los componentes internos de las válvulas incluyen: 1) producir una restricción variable dentro del cuerpo para producir cambios en el flujo del fluido; 2) configurar el flujo con respecto de su trayectoria y 3) producir cierto grado de corte de flujo cuando está cerrada por completo. Por ello, hay muchas más variantes en los componentes internos que en los cuerpos de las válvulas.

Tipos principales de válvulas de control:

La selección de la válvula adecuada para una aplicación se facilita si primero se estudian los cuatro tipos principales de válvulas de control de estrangulación: válvulas de globo con jaula, válvulas de bola, válvulas de disco excéntrico y válvulas de mariposa.

Las válvulas de globo han sido de uso casi universal pero la válvula moderna con jaula ha desplazado casi por completo a la de globo con guías superior e inferior y con orificio sencillo o doble. Las válvulas de jaula se destacan por la facilidad para cambiar las guarniciones, que son el tapón, jaula anillo de anillo separado.

La jaula tiene funciones múltiples. Sirve para guiar el tapón y retiene el anillo de asiento en el cuerpo; la configuración de las aperturas en la pared de la jaula determina las características de flujo. Por contraste con la válvula con guía superior e inferior, la válvula con jaula tiene funcionamiento más estable, pues tiene fuertes guías para el tapón en la zona donde ocurre la mayor caída de presión.

La válvula de jaula puede satisfacer los requisitos de la mayor parte de las aplicaciones por que hay una serie de tipos de guarniciones para escoger. Algunas opciones son equilibrado, sin equilibrar, con asiento de elastómero o de apertura total.

La válvula de globo, disponibles en tamaño de hasta 16in, se fabrica con la mayor parte de las aleaciones que pueden vaciar, con conexiones de extremo roscadas, con brida o soldada.

Sin embargo, al compararla con otros tipos de válvula se aprecia que la válvula de globo tiene ciertas limitaciones: 1) limitaciones de tamaño, por lo general a 16 in; 2) menor capacidad comparada con una válvula con vástago visible de igual tamaño, como las de bola o mariposa y, a veces 3) mayor costo en especial en los tamaños grandes.

Hay diversos tipos de válvulas de bola para estrangulación. Además de la bola completa estándar hay algunas que se emplea una bola parcial configurada; fueron diseñadas originalmente para manejo de pasta para papel y ahora se emplean en toda la industrias.

En la mayor parte de las válvulas de bola se emplean sellos de elastómeros plásticos fluorados en la bola y producen buen cierre.

Otro tipo de válvulas con eje rotatorio que cada vez se utiliza más es la mariposa de alto rendimiento, que tiene un disco con su eje descentrado desde la línea de centros de la válvula; con ello se tiene movimiento excéntrico del disco cuando se cierra o abre la válvula. Una característica importante es que el disco solo hace contacto con el asiento en unos cuantos grados de rotación durante el cierre de la válvula.

Este tipo de válvula está disponible en tamaños hasta de 24 in. Se instala entre las bridas del tubo y requiere muy poco espacio.

El cuarto tipo de válvula de control de estrangulación es la válvula de mariposa estándar y es el más económico sobre la base de costo por capacidad de flujo.

Para aplicaciones generales en donde no se requiere poco escurrimiento, se recomienda las válvulas de mariposa con disco oscilante.

Los tamaños y tipos de válvulas de mariposa abarcan una amplia gama de volúmenes de flujo, presiones de entrada, caídas de presión y requisitos de cierre. Los tamaños son desde de 1/10 in.

Un grupo principal de válvulas de control es semejante a la válvula de globo. Se emplea un actuador en lugar de un volante para mover el vástago y el tapón para abrir y cerrar la válvula. El actuador usual es neumático con una cubierta que tiene un diafragma que la divide en dos compartimentos. El diafragma y el vástago conectados con él están en posición equilibrada por un resorte en un lado y el aire a presión en el otro. En control de flujo, la presión del aire cambia como respuesta a una señal proveniente de la medición de la presión diferencial en un orificio u otro aparato detector de flujo.

La válvula de control de un solo orificio se utiliza cuando se necesita cierre hermético además del control de flujo. La válvula de control de orificio doble tiene dos anillos de asiento y dos tapones en un vástago común. Es de mayor capacidad que una con asiento sencillo del mismo

tamaño. Con anillos asiento duros y altas temperaturas la válvula de asiento doble no produce cierre hermético. Los accesorios permiten diversas funciones y condiciones de funcionamiento.

Características de los tapones de las válvulas:

El tapón de la válvula puede ser de disco, configurado macizo o con orificios. Las características de control de flujo dependen de la configuración o cavidades en el tapón. Los tres tipos básicos de tapones y sus características de flujo son:

- **Apertura rápida:** Para cierre o apertura totales se utilizan tapones de disco sencillo (para altas temperaturas) o de disco doble (para bajas temperaturas). El tapón de disco tiene flujo lineal y movimiento cortó en el vástago.
- **Flujo lineal:** Un tapón tiene flujo lineal cuando el caudal que pasa por la válvula es proporcional a la elevación.
- **Porcentaje igual:** Un tapón es porcentaje igual si, en cualquier posición, ocurre el mismo porcentaje de cambio en el caudal con la misma cantidad de movimiento del tapón. El porcentaje de cambio esta relacionado con el caudal justo antes de mover el tapón.

Las características de la mayoría de los tapones son casi iguales o intermedias a las descritas.

Los actuadores (llamados también operadores y “posicionadores”) levantan el vástago y al tapón del asiento o mueven al tapón en el cilindro del asiento. Las válvulas de mariposa o de bola tienen actuadores de montaje lateral porque el vástago del actuador hace girar el eje de la válvula. El varillaje entre el vástago del actuador y el eje de la válvula puede influir en las características del tapón.

La cubierta o cuerpo de la válvula y el yugo del operador son piezas separadas. Por ello después de instalar una válvula, se puede girar el actuador alrededor del vástago eje de la válvula, con relación al cuerpo. Esto permite colocar al actuador en una posición conveniente para tener acceso al mecanismo de la válvula. También hay actuadores hidráulicos, mecánicos y de pistón.

Condiciones de funcionamiento.

Las válvulas de control suelen ser del mismo o un tamaño menor que el tubo de corriente arriba, pero nunca más grande. Las válvulas de control son de menor diámetro que el tubo cuando hay que absorber diferencias de presión.

Las válvulas de control pueden funcionar en una amplia gama de capacidades y presiones diferenciales. Los volúmenes de flujo y condiciones del proceso suelen estar bien determinados para establecer el tamaño de la tubería y componentes. Al determinar el tamaño de las válvulas, se deben estudiar las capacidades opcionales, el cambio periódico en la capacidad y las presiones diferenciales relacionadas.

Las válvulas de mariposa funcionan con muy poca caída de presión (una décima de psi) y suelen ser adecuadas en tuberías de descarga de compresores de alimentación de agua de enfriamiento.

Una válvula de control (excepto las de mariposa) solo pueden regular el flujo si controla la caída de presión en el sistema. La economía para el uso de las válvulas de control requiere menores caídas de presión. Sin embargo, la capacidad y el alcance del control disminuye con rapidez cuando es trabaja con presiones diferenciales más bajas disponibles.

Posición de las válvulas de control:

La mejor posición para las válvulas de control es con el vástago vertical hacia arriba. Pueden funcionar en posición angular, horizontal o vertical hacia abajo, pero estas posiciones no son aceptables. Las válvulas grandes en ángulo son la excepción y lo más práctico pueden ser la posición horizontal.

Una sola válvula de control sin válvulas de cierre ni derivación suele bastar para líquidos limpios o cuando se instala equipo en paralelo que tiene válvulas de control con válvulas de cierre en las cabezas de los tubos.

La mayor parte de las especificaciones para tubería requieren que las válvulas de control estén más arriba del piso o la plataforma y en el borde de los pasillos de acceso, excepto las que deben estar en tuberías de drenaje automático.

Para el mantenimiento, se requiere espacio libre debajo y encima de la válvula para desmontar el asiento del tapón, tapa de actuador, resorte y yugo.

CAPITULO 3

MODOS DE CONTROL

CAPITULO 3

MODOS DE CONTROL

El control automático es de gran importancia para procesos continuos, el perfeccionamiento de estas operaciones y de su control han ido en gran parte paralelos. En realidad el control de los procesos se clasifica a menudo como una operación unitaria muy importante. Sin métodos de control seguros manuales o automáticos, las industrias de proceso no podrían trabajar y aun cuando las operaciones continuas pueden funcionar con un mínimo de instrumentos para guiar a los operadores, es necesario enfatizar el funcionamiento de muchos procesos continuos modernos sería sin una aportación adecuada de instrumentos.

Los procesos industriales exigen que en cada uno de sus pasos se lleve a cabo en condiciones rigurosamente controladas en todo momento. Por consiguiente la aportación de los instrumentos a las industrias del proceso no debe considerarse como una cosa conveniente, sino como una necesidad absoluta.

Con el empleo de instrumentos de control automático se disminuye la mano de obra necesaria y, como consecuencia, se reduce el costo de mano de obra directa.

Ahora bien, para poder obtener una máxima utilidad de la instrumentación de las plantas, es de necesidad absoluta un operario a parte de ser un experto en el proceso, conozca a fondo cada uno de los instrumentos de medición y control, lo cual comprende sus aplicaciones, limitaciones, manipulación operacional y además, debe analizar y descubrir las fallas correspondientes al proceso y las propias de los instrumentos de medición.

Se puede clasificar los elementos funcionales de un circuito de control automático de la siguiente manera:

Los sistemas de control de circuito cerrado, son aquellos, donde la acción del control esta relacionada con la salida, a este tipo de control también se le llama retroalimentación, y se define como la propiedad de un sistema de trayectoria cerrada, la cual permite que la salida sea comparada

con la entrada del sistema, de modo que, la acción apropiada del control se puede realizar como una función de entrada y salida.

Este sistema es el más utilizado dentro de la industria del proceso continuo, y así se tiene que un controlador automático es un instrumento que mide el valor de una variable, se compara con un valor de referencia y actúa de manera que la variable se mantenga en el valor deseado, punto de ajuste o señal de referencia.

La figura 14 muestra un circuito de control automático de retroalimentación básico. Muchos sistemas de controles industriales pueden ser reducidos a uno o más de dichos diagramas. El objeto de este circuito es medir y controlar una variable la que está incluida en el "proceso" o sistema controlado que comprende las funciones ejecutadas en y por el equipo en el cual la variable va a ser controlada; las variables más comunes que conocemos y necesitamos controlar son: temperatura, presión, nivel, flujo, etc.

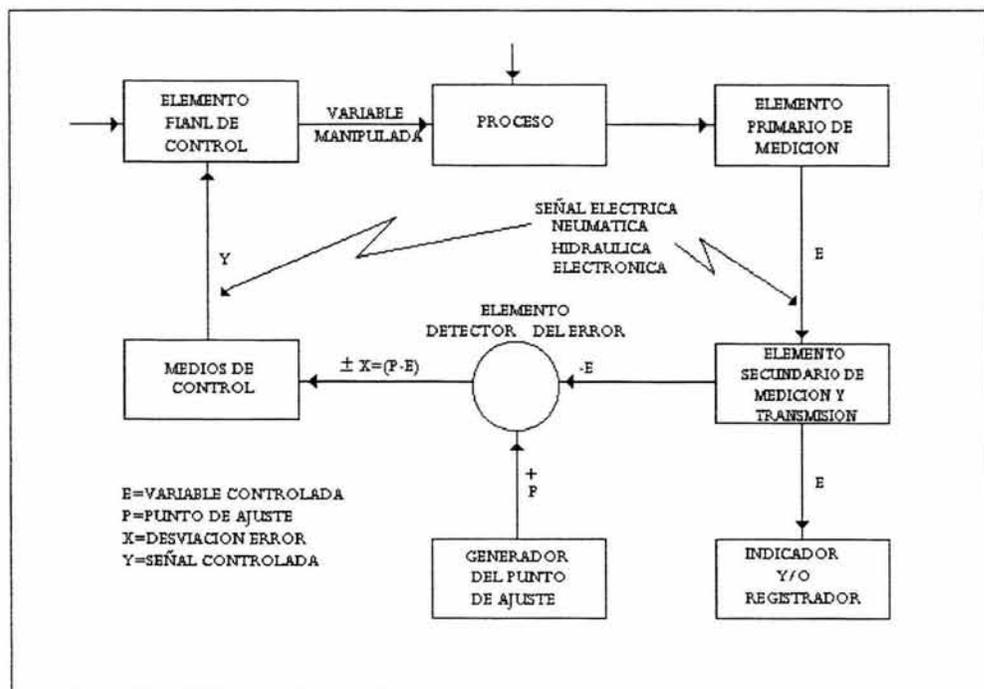


Figura 14 Circuito de control automático

3.1 Tipos de modo de control

La aplicación de control automático en las operaciones de procesos industriales, a evolucionado desde la manera más sencillas hasta una técnica de altas matemáticas.

Los controladores, en general, pueden clasificarse de dos maneras: en términos del mecanismo físico que emplea el controlador tal como neumático, electrónico, hidráulico, digital, etc. o en términos de la forma o modo de control, con la cual un controlador reacciona para corregir una señal de error.

Se define modo de control, a la acción correctiva del control sobre el elemento final de control para hacer que la variable controlada, se mantenga en valor de cero, señal de referencia o punto de ajuste.

Los modos de control más sencillos y que cumplen la mayor parte de los requerimientos de los procesos actuales, son:

- 1.- Dos posiciones
- 2.- Control proporcional
- 3.- Control integral, también llamado de reajuste automático o de restauración (reset).
- 4.- Acción derivativa (rate).

Pudiéndose combinar los tres últimos

En la industria, las combinaciones mas usuales de estos modos de control, son las siguientes:

- 1.- Dos posiciones.
- 2.- Dos posiciones con diferencial.
- 3.- Control Proporcional.

4.- Control proporcional con reajuste automático o integral.

5.- control proporcional con reajuste automático y acción derivativa.

3.1.2 Control de dos posiciones.

En esta forma de control el elemento final de control va de un extremo a otro o sea que recorre, quedando de una de sus dos posiciones extremas, o todo abierto o todo cerrado dependiendo si el error con respecto al punto de ajuste (set-point) es negativo o positivo; O sea dependerá de que la variable controlada, este arriba o abajo del punto de control. Se puede aplicar a sistemas hidráulicos, eléctricos, electrónicos o neumáticos.

Es tipo más conocido de control de dos posiciones, es el eléctrico, que se utiliza en: planchas, protección de transformadores, generadores y motores eléctricos, pararrayos en líneas de transmisión, fusibles, etc.

El control se obtiene por medio de un relevador eléctrico, de una válvula solenoide (electroneumática o eléctrica), o por medio de un motor que opere una válvula automática de diafragma. El mecanismo de control es tal que los contactos se abren y cierran cuando la variable pasa por el punto de ajuste. Estos contactos son llamados de corte alto o de corte bajo, la diferencia de estos constituye en un pequeño porcentaje de la escala total o en ocasiones el controlador esta construido con ajuste de diferencial determinada. La diferencial se usa con el fin de disminuir el uso excesivo del mecanismo de control.

El control de dos posiciones es satisfactorio cuando:

- a) Los atrasos en la transmisión están presentes, ya sea en el proceso o en formas de atrasos de medición. El atraso del proceso causado por atrasos de transmisión y tiempo muerto, producen una desviación excesiva y una gran amplitud del ciclo.
- b) La velocidad de reacción del proceso debe ser tan grande como sea posible esto se logra teniendo un proceso de pequeña capacidad.
 1. La autorregulación es grande.
 2. Los cambios de carga no son grandes ni frecuentes.
 3. El atraso en la medición es pequeño.

Lo más importante para este control es la reacción inmediata del proceso y del control. El control de dos posiciones es muy usado por su simplicidad, su acción es esencialmente cíclica en procesos donde la variable controlada caería con regularidad (ver figura 14). El control se diseña para operar una zona muerta tan pequeña como sea posible. (figura 16).

Acción de control de dos posiciones, donde la variable controlada caía con regularidad.

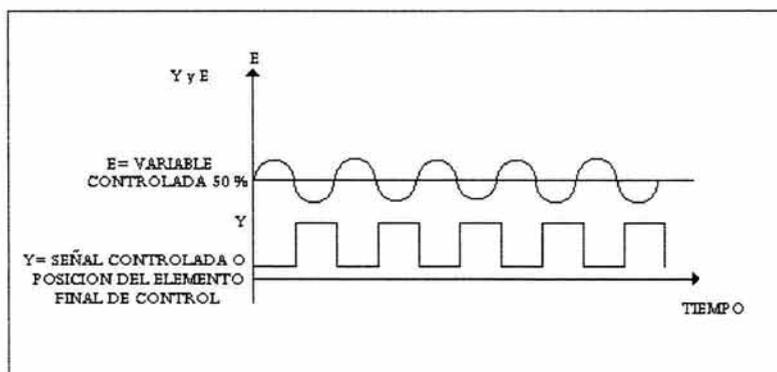


Figura 15 Acción de control de dos posiciones

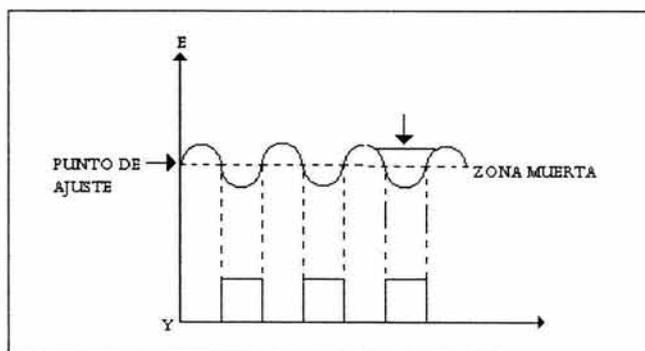


Figura 16 Zona muerta en un control de dos posiciones

Control de dos posiciones con diferencial

Este es una modificación al control de dos posiciones con dos valores de salida y dos puntos de ajuste, o sea que es aquel en el cual el elemento final de control permanece en su última posición alcanzada hasta que la variable controlada sea movida ligeramente más allá del control respectivo (ver figura 17)

Por lo antes expuesto tenemos dos valores de salida con dos puntos de ajuste, por medio de los cuales el control dará valor de salida de 0 a 100%, al cortar la variable el punto de ajuste se le denomina zona diferencial o zona muerta y su función será según la variable, este arriba o abajo del punto de ajuste.

El control de dos posiciones con diferencial, es muy utilizado en el sistema de alarmas y para protección, debido a su simplicidad, su acción como en el sistema de dos posiciones es cíclica.

En la figura 18 se observa el control de dos posiciones con zona muerta; la salida del control cambia de un extremo a otro cuando la variable alcanza el punto de control (P1). La salida vuelve a cambiar hasta que la variable cruza el punto de ajuste (P2), encontrándose estos dos puntos de ajuste en la zona muerta.

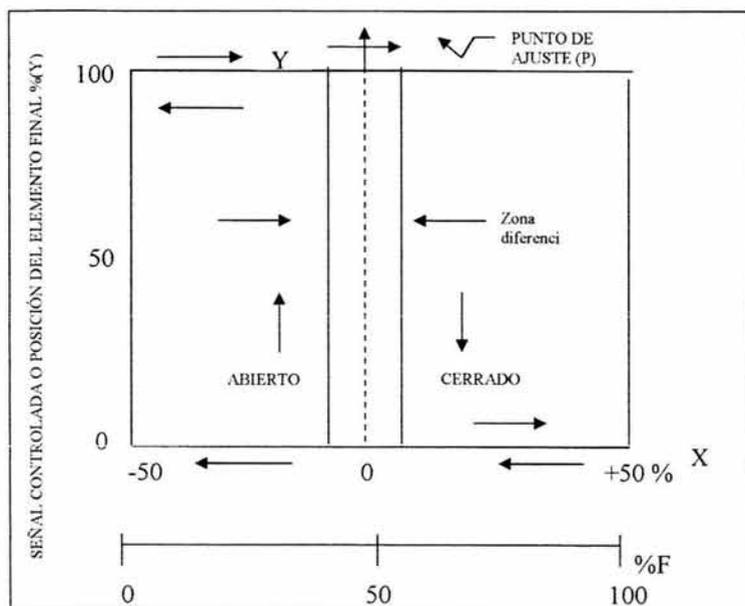


Figura 17 Acción de dos posiciones con zona diferencial

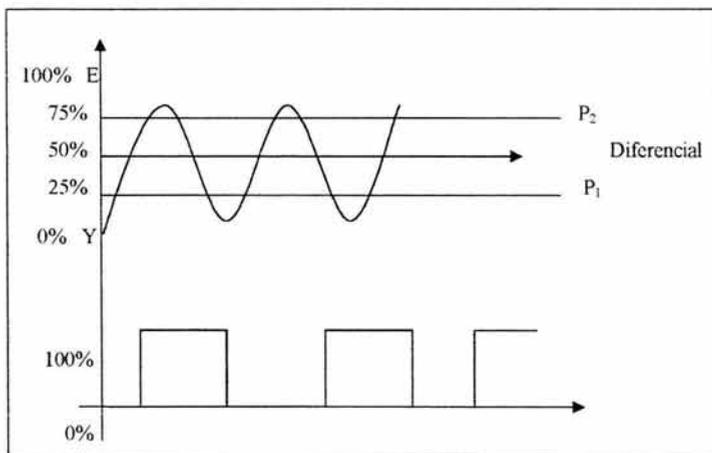


Figura 18 Control de dos posiciones con diferencial y zona muerta

3.1.3 Control proporcional

El control proporcional es aquel en el cual la posición del elemento final de control es proporcional a la magnitud de la desviación (punto de ajuste menos variable).

Los controladores de modo proporcional tienen un ajuste que se llama proporcional.

La banda proporcional se define como el error necesario para producir un cambio de 100% en la salida del controlador, el cual se expresa comúnmente como el porcentaje del rango del instrumento.

$$\%B = \frac{\%x}{\%y} 100 \quad \text{ó} \quad \%B = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

La acción del control proporcional se puede expresar con la ecuación de la recta:

$$y = mx + b$$

En donde:

$$y = \text{Señal controlada en (\%)} \text{ o posición de la válvula en (\%)}$$

$m = \text{Pendiente de la recta} = \tan^{\text{oc}}$

$$\tan^{\text{oc}} = \frac{\%Y}{\%X}$$

Pero como:

$$\%B = \frac{\%X}{\%Y} 100 \quad \text{ó} \quad \%B = \frac{(E_2 - E_1)}{(y_2 - y_1)} 100$$

Tenemos que:

$$m = \frac{1}{B} = \tan^{\text{oc}}$$

Donde tenemos que:

$x = (p-E) = \text{Desviación en (\%)} \text{ o error.}$

$b = \text{Valor de la ordenada al origen } 0.5 \text{ que equivale al } 50\%.$

$E = \text{Variable controlada en (\%)}.$

$p = \text{Punto de ajuste o punto de control en (\%)}.$

Por lo tanto:

$$y = \frac{1}{B}(p - E) + b$$

Entonces la ecuación

$$y = \frac{1}{B}(p - E) + 0.5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

De la ecuación anterior (1), se deduce que la posición del elemento final de control es:

- a) Proporcional a la desviación (p-E).
- b) Es inversamente proporcional al ajuste de la banda proporcional.

Cuando se usa control proporcional (b) vale 0.5, esto es la mitad de la carrera del elemento final de control cuando ($E = P$).

La ecuación (1) representa una familia de una recta que tiene 0.5 de ordenada al origen y cuya pendiente depende del valor de B.

Como se ve en la figura 19, cuando ($B = 100\%$), la válvula automática (elemento final de control), abre o cierra totalmente, dependiendo del error existente.

De la ecuación (1), se deduce que el eje de las (Y), deberá con el punto de ajuste o de control (P) ya que ($X = 0$), cuando ($E = P$).

De lo anterior, se deduce que la recta que presenta el control (P) por lo tanto, cuando (B) es fija, la ecuación (1) representa una familia de rectas paralelas que dependen del valor de (P).

Como se aprecia en la figura 19, al correrse la recta con los valores (P) abra posiciones en las cuales la válvula, o no abre o cierra totalmente en este caso.

Cuando ($P = 25\%$) y ($B = 100\%$), el elemento final de control solo podrá recorrer del 25 AL 100% de su carrera y cuando ($P=75\%$), el elemento final de control solo podrá recorrer de 0 al 75% de su carrera.

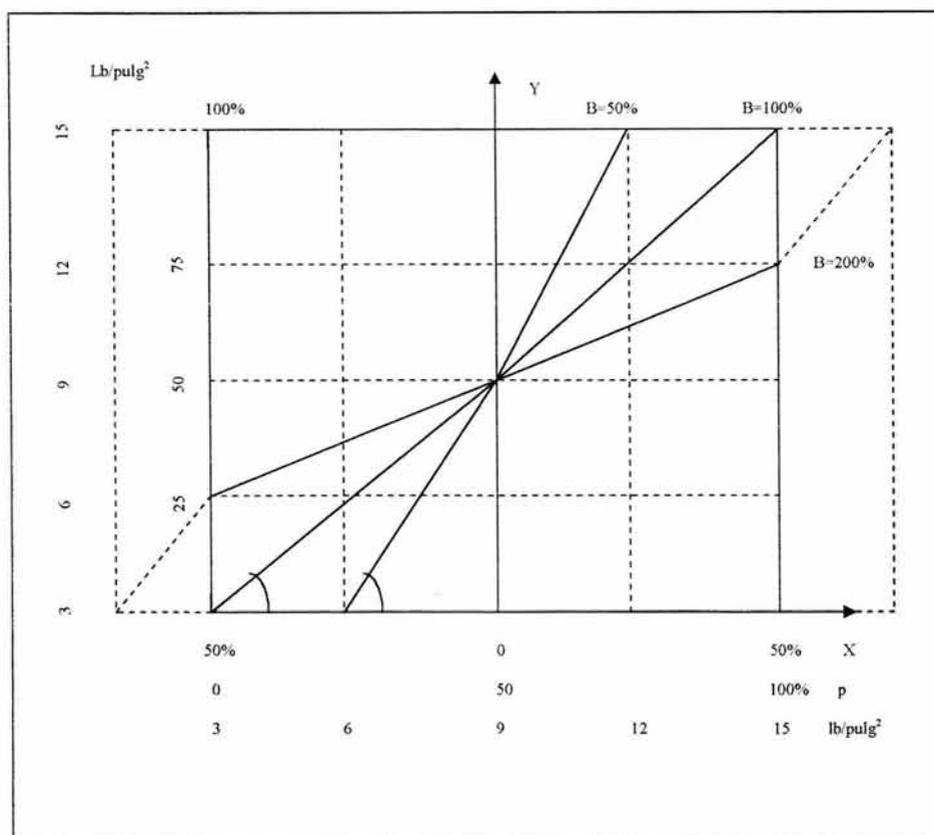


Figura 19 Representación grafica de un control proporcional.

3.1.4 Control proporcional con reajuste automático (RESET)

Uno de los modos de control que ayuda a evitar la desviación característica del control proporcional, es el reajuste automático o integral el cual se utiliza en combinación con el control proporcional. El efecto que produce el reajuste automático, es repetir la acción efectuada por la acción proporcional, hasta eliminar la desviación entre la variable controlada y el punto de ajuste, no importando la posición del elemento final de control.

Partiendo de la ecuación del control proporcional y agregando la acción del reajuste automatizo tenemos:

$$Y = mx + mr \int_{t_0}^{t_1} x dt = k$$

Sustituyendo valores tenemos

$$Y = \frac{1}{B} (P - E) + \frac{r}{B} \int_{t_0}^{t_1} (P - E) dt + k \dots\dots\dots(2)$$

r = Reajuste automatico en (rep/min) de efecto producido por la acción proporcional en un instante, debido a una acción instantáneo.

Las unidades del reajuste automático (reset) que mas comúnmente se usa se llama "repeticiones por minuto" que significa el numero de veces que la acción de reposición automática reproduce lo que la acción proporcional haría sola.

T = tiempo (min).

K = constante igual a la suma algebraica de B mas la constante de integración de la acción integral

$$b = 0.5$$

El elemento final de control (generalmente una válvula automática de diafragma) se posiciona proporcionalmente a la integral de la desviación como función del tiempo, en donde la constante de proporcionalidad es el modulo ajustable r en (rep/min).

Derivando la ecuación (2) respecto al tiempo, para hacer mas entendible el efecto del reajuste, tenemos:

$$\frac{dY}{dT} = \frac{1}{B} \frac{dx}{dt} + \frac{r}{B} x = \frac{1}{B} \frac{d(P - E)}{dt} + \frac{1}{B} (P - E)$$

Analizando el segundo miembro de la ecuación, se observa que el movimiento de la válvula debido al reajuste automático es:

- a) es directamente proporcional a la desviación o error ($X=P-E$)
- b) es directamente proporcional a R en (rep/mín) que se ajustan en el controlador, o inversamente proporcional a $(n01/r)$ en (min/rep).
- c) es inversamente proporcional al reajuste (B) (banda proporcional).

3.1.5 Control proporcional con reajuste y acción derivativa (RATE)

Los procesos con gran tiempo muerto o atrasados en la transformación pueden presentar serias dificultades para su control proporcional con reajuste. En estos casos en que existen tiempo muerto o atrasos, la banda proporcional debe ser excepcionalmente ancha y el reajuste muy lento para evitar un reciclaje continuo.

La acción del rate, provee una continua relación entre los cambios de carga de la variable controlada y la posición del elemento final. La acción del rate nunca existe sola, sino en combinación en el control proporcional o proporcional con reajuste. Básicamente la acción del rate proporciona una sobrecorrección inicial cuando sucede una desviación, así que el elemento final de control se moverá en forma adelantada al principio, a diferencia de cómo se movería la acción proporcional o la acción proporcional solamente con reajuste.

Habiendo sucedido este cambio inicial al controlador empieza a eliminar este efecto, dejando únicamente la acción correctiva del control proporcional con reajuste para determinar la posición del elemento final del control.

En conclusión del efecto del rate es adelantar la acción del elemento del control.

Resumiendo, algunos de los procesos tienen un tiempo muerto o bien que tienen retraso de tiempo entre la variable controlada y el momento en el que el elemento primario de medición detecta totalmente ese cambio, requieren de un modo de control que actúe inmediatamente, que sienta un cambio de la variable y que se anticipe al efecto que pudiera producir un cambio de carga en un proceso con tiempo muerto. Este tipo de control es de la acción derivativa o rate.

La ecuación que representa los tres modos de controles:

$$Y = mx + mR \int_{t_0}^{t_1} x dt + mR \frac{dx}{dt} + k$$

Sustituyendo el valor de:

$$m = \frac{1}{B} y \quad x = (P - E)$$

Tenemos:

$$Y = \frac{1}{B}(P - E) + \frac{r}{B} \int_{t_0}^{t_1} (P - E) dt + \frac{R}{B} \frac{d(P - E)}{dt} + k \quad \dots\dots\dots(3)$$

En donde:

R = adelanto en minutos del valor de la corrección que efectuara la acción proporcional cabo de un tiempo determinado, debido a una velocidad de cambio del error (dX/dt). Las unidades en que se mide la acción derivativa es en unidades de tiempo (minutos), ya que su función es la de reducir el tiempo de estabilización de la variable. Cuando se dice que el control de rate tiene un ajuste de dos minutos, significa que con la derivada se obtuvo una situación en la variable controlada, dos minutos antes, que no se hubiera logrado si únicamente se emplea una acción proporcional para controlar el proceso. Es decir que las unidades de la acción derivativa están en función proporcional.

Analizando la tercera parte de la ecuación (3), se observa que la posición del elemento final de control (válvula automática) debido a la acción derivativa:

- a) Es directamente proporcional a R (minutos de adelanto), que se ajusta en el controlador.
- b) Es inversamente proporcional al ajuste de (B).
- c) Es directamente proporcional a la velocidad de cambio de la señal del error (dX/dt).

Y tenemos que:

$$y = \frac{R}{B} \frac{dt}{dt}$$

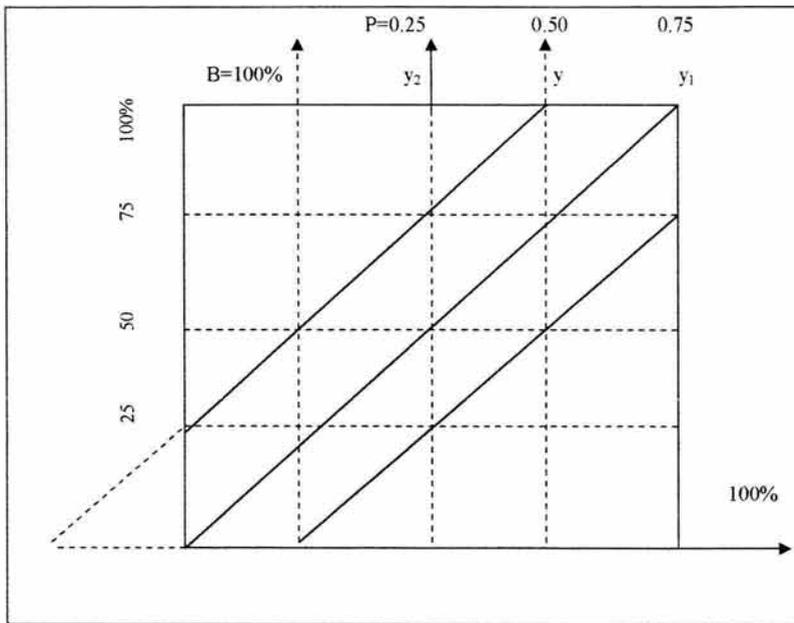


Figura 20 Control proporcional con reajuste y acción derivativa (RATE)

CAPITULO 4

PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DIGITAL

CAPITULO 4

PROYECTO

4.1 SISTEMAS DIGITALES

CONTROL POR COMPUTADOR

Hoy en día, con el aumento del tamaño del proceso y el crecimiento de su complejidad, llega a ser necesario obtener su óptimo control. Si bien existen dos tipos de computadores, el analógico y el digital, es más ventajoso emplear el segundo para los procesos industriales debido a las ventajas que presenta al tratar exclusivamente con números puros y ser ideal para la solución de problemas numéricos. Asimismo la alta velocidad conseguida en las señales de mando a las válvulas permite realizar el control en forma prácticamente continua. Frente al analógico, el digital tiene la desventaja de que al muestrear el proceso pierde parte de la información, pero las ventajas que presenta en la fácil modificación de parámetros y variables y en su versatilidad, hacen que sea ampliamente utilizado.

El computador digital presenta las siguientes ventajas:

- Mayor rendimiento del proceso y por lo tanto una gran producción con menores costes gracias a la utilización eficiente del material y el equipo.
- Mayor calidad en los productos fabricados.
- Mayor seguridad, ya que la acción de corrección y la activación de alarmas es inmediata.
- Proporciona una gran cantidad de información a la dirección.

4.1.1 Control Digital Directo (DDC)

En el control digital directo que apareció hacia los años 60, el computador lleva a cabo todos los cálculos que realizaban individualmente los controladores, generando directamente las señales que van a las válvulas. Este tipo de control se denomina "Control Digital Directo" o DDC (direct digital control) y realiza las siguientes funciones.

1. Explora las variables de entrada analógica o digital.
2. Las compara con los puntos de consigna e introduce la señal de error en el algoritmo de control correspondiente.
3. Envía las señales de salida a las válvulas de control del proceso.
4. Se disponen instrumentos analógicos en paralelo con el computador en los puntos críticos y actúan como reserva en caso de fallo.

Las señales procedentes de los transmisores de campo se reúnen en una terminal y pasan a una unidad de filtrado y acondicionamiento donde son convertidas a señales digitales, para ser usadas en los cálculos posteriores del control.

Estas señales de entrada pueden tener varios orígenes:

- Señales de tensión procedentes de:
- Termopares, que se caracterizan por una f.e.m. pequeña que les hace sensibles al ruido, no mantienen una linealidad entre la f.e.m. y la temperatura y necesitan una compensación de la unión fría.
- Reóstatos.
- Tacómetros
- pH y conductividad.
- Señales de corrientes procedentes de transmisores.
- Variación de resistencias de sondas que se caracterizan por una relación no lineal con la relación a la temperatura.

Por otro lado, el sistema DDC comprara la señal enviada a la válvula de control con la entrada y determina la aceptabilidad de la información para la acción de control. Si está no es aceptable se retiene la ultima posición de la válvula y el operador es prevenido, tomando el computador una acción de emergencia. De este modo, los límites de operación del proceso pueden estrecharse con seguridad de manera que éste puede llevarse a un punto de operación crítico sin problemas.

El DDC permite una transferencia automático-manual sin perturbaciones y admite una fácil modificación de las acciones y de las configuraciones de los sistemas de control. El DDC tiene la

ventaja sobre los controladores convencionales de estar provisto de un calibrado automático que corresponde a las condiciones de operación instantáneas. Es decir, el computador ajusta la calibración de sus logaritmos de acuerdo con una función predeterminada de la variable medida o de una combinación de variables en lugar de requerir periódicamente la calibración individual de cada instrumento.

El computador admite la información de entrada del sistema proveniente de cintas o diskettes u otro tipo de soporte y almacena estos datos en una memoria conectada a una unidad central de tratamiento compuesta por una unidad aritmética y una sección de control; de esta última entran o salen los datos del proceso a través de la interfaz. La unidad de memoria almacena las instrucciones de programa y los datos empleados por la unidad central de tratamiento.

Entre los diversos tipos de memoria empleados de tambor en los computadores de proceso se encuentran la memoria de núcleo magnético, apoyada por memorias de tambor o de disco. La unidad central de tratamiento es el verdadero centro nervioso del computador al realizar por un lado las operaciones aritméticas y lógicas (unidad aritmética) y por el otro controlar el flujo de datos (unidad de control).

La presentación de la información accesible al operador desde el computador puede adoptar varias formas:

- Telcimpresores e impresoras de alta velocidad.
- Pantalla de televisión que muestra a voluntad del operador el estado operacional de la planta o de una sección de la misma, o bien en un ciclo de control.

Entre las ventajas del sistema DDC (Figura 22) figuran:

- Flexibilidad en el diseño del sistema de control, pudiéndose pasar fácilmente de una acción de control a otra.
- Rendimiento del control al trabajar muy próximamente al punto óptimo de operación.
- Seguridad al poder comprobar cada variable entre unos límites predeterminados.

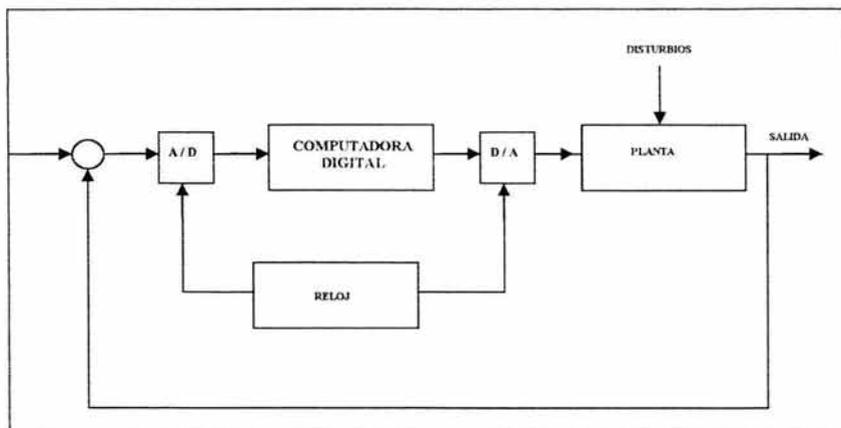


Figura 21 Configuración del sistema

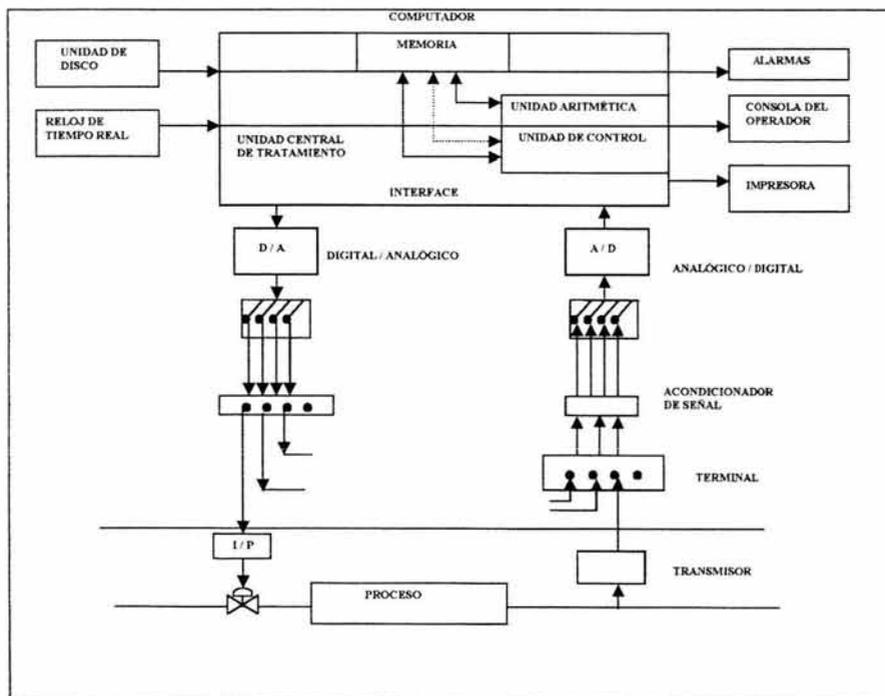


Figura 22 Componentes del sistema de control digital directo

4.1.2 Control supervisor de adquisición de datos

A pesar de las ventajas que presenta el sistema de Control Digital Directo (DDC), como en todos los sistemas electrónicos existe la posibilidad de fallos en sus componentes a pesar de los avances tecnológicos de los circuitos integrados.

Una protección parcial se consigue utilizando estaciones de transferencia automático-manual colocadas fuera del computador y disponiendo controladores analógicos adicionales. Para alcanzar la máxima seguridad de funcionamiento y lograr la optimización idónea del proceso, el computador podría determinar los puntos de consigna más convenientes en cada instante, aplicarlos a los lazos de control situados dentro del propio computador o bien en el exterior en controladores individuales. Este tipo de control recibe el nombre de “control de puntos de consigna” o SPC (set point control) o bien control supervisor. Se observará que en paralelo con el bucle de control entre el transmisor y el controlador analógico, el computador calcula los puntos de consigna y los envía secuencialmente a cada instrumento. Si se presenta cualquier avería, el controlador regula la variable del proceso en el último punto de consigna que recibió del computador.

Dentro del control supervisor se usa el término SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) significando el uso de un ordenador huésped (host) que usa los datos transmitidos desde el campo y presenta los resultados al operador para que actúe como supervisor e inicie alguna acción de control, y utiliza unidades remotas de transmisión situadas a largas distancias (kilómetros) del ordenador. Las unidades remotas de transmisión suelen ser “inteligentes” por lo menos en los lazos críticos.

Poco a poco, las funciones aportadas por los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) se han hecho semejantes al control distribuido, y la única diferencia reside en el tipo de circuito. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) transmite señales a través de circuitos de baja velocidad y poco fiables para la integridad de los datos (líneas telefónicas y radio), mientras que el control distribuido lo hacen circuitos locales de alta velocidad y seguridad de transmisión.

4.1.3 Control Distribuido.

En los años setenta, dentro de los esfuerzos de investigación dedicados a la resolución del problema del control de fabricas con gran número de lazos, y teniendo en cuenta el estado de la

técnica de los microprocesadores y la característica “conservadora” de la industria, se llegó a las siguientes conclusiones generales:

1. Descartar el empleo de un único ordenador (control DDC) por el serio inconveniente de la seguridad y sustituirlo por varios controladores digitales capaces de controlar individualmente un cierto número de variables, para así “distribuir” el riesgo del control único.
2. Cada controlador digital debía ser “universal” es decir, disponer de algoritmos de control seleccionables por software, que permitan resolver todas las situaciones de control y dieran así versatilidad al sistema.
3. La velocidad de adquisición de los datos y su salida hacia las válvulas de control debía ser en “tiempo real”, lo que obligaba a utilizar microprocesadores de 16 bits.
4. Para comunicar entre sí los transmisores electrónicos de campo, los controladores y las interfaces para la comunicación con el operador de la planta, se adoptó el empleo de una vía de comunicaciones, en forma de cables coaxial instalado en la planta, con un recorrido paralelo a los edificios y a la sala de control.
5. Para eliminar el espacio de panel requerido por el control clásico, se adoptó el uso de uno o varios monitores TRC, en los cuales, el operador, a través del teclado, debía examinar las variables de proceso, las características de control, las alarmas, etc., sin perturbar el control de la planta, y con la opción de cambiar cualquier característica de control de las variables del proceso.

Como resultado de estos esfuerzos, el primer “control distribuido” para la industria apareció en noviembre de 1975.

El ordenador personal también se ha incorporado al control distribuido. Permite la visualización de las señales de múltiples transmisiones, el diagnóstico de cada lazo de transmisión, el acceso a los datos básicos de calibración y a los datos de configuración de los transmisores.

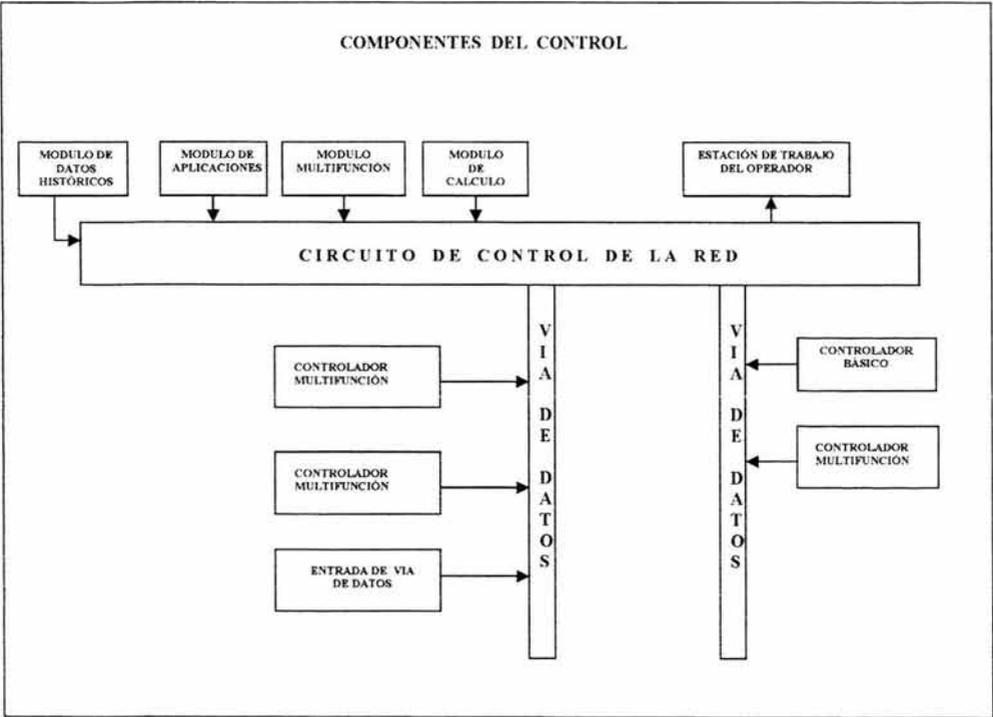


Figura 23 Circuito de control de red

ELECCIÓN DEL SISTEMA PARA EL PROYECTO

4.2 SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Los avances tecnológicos han permitido que constantemente se modernicen los sistemas de Instrumentación y control en las plantas industriales. Con esas tendencias, era de esperar que en un momento determinado, se desarrollara un Sistema de Control con el cual se redujeran las acciones de supervisión y aumentara la adquisición de datos en la planta, a tal sistema se le conoce como Control Distribuido, el cual consiste en un red de procesadores digitales que trabaja en sistema operativo distribuido y operan en el concepto de tiempo real. Su principio de funcionamiento esta basado en la teoría del control automatico.

La importancia de este tipo de Sistema dentro de la modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control, radica en el hecho de ser la piedra angular sobre la cual se hará la conversión de los Sistemas, basados en los tableros y sus accesorios.

Es relevante indicar que un Sistema de Control Distribuido debe especificarse adecuadamente para poder ser adquirido e instalado, se mencionan los puntos esenciales con los cuales debe cumplir una especificación de Sistemas de Control Distribuido que mejor satisfaga una aplicación dada.

Una especificación de Sistema de Control Distribuido debe considerar los siguientes puntos:

- 1.- Equipo y accesorios (Hardware)
- 2.- Programas, lenguajes y procedimientos (Software)
- 3.- Servicios del proveedor.
4. Confiabilidad y obsolescencia.

Cabe hacer mención de que la parte de equipo y accesorios, así como los programas, lenguajes y procedimientos, constituyen en esencia información que tiene gran similitud con los sistemas administrativos de procesamiento de información, con la diferencia de que tales conceptos son complementados con los servicios del proveedor, así como su confiabilidad y obsolescencia se convierten en aspectos críticos en el desempeño de estos sistemas. La especificación se desarrollara a continuación.

1. Equipos y accesorios (Hardware)

El termino Hardware engloba todos los componentes físicos del Sistema, considerando los siguientes aspectos.

- Arquitectura
- Sistema de comunicaciones
- Conceptos generales.

Arquitectura.

Especifica el tipo y número de componentes del Sistema, distribuyéndolos funcionalmente, satisfaciendo las estrategias de control y requerimientos de seguridad en los procesos de las plantas, además de permitir futuras expansiones o modificaciones.

La arquitectura considera los siguientes dispositivos y conceptos.

Interfaces.

- Hombre – maquina
- Maquina – maquina
- Con el proceso

Unidades de almacenamiento masivo.

Unidades de control

Computadoras de proceso

Fuentes de poder

Sistema de fuerza ininterrumpible

Estructuras de apoyo

Interfases.

Son los dispositivos capaces de permitir la comunicación entre los diferentes componentes del sistema con el hombre, con otros sistemas o con el proceso: el sistema debe considerar las siguientes interfases.

A Interfases Hombre-Maquina.

Permite al operador/programador monitorear, manipular y configurar los Sistemas de Control. Las interfaces y sus características a considerar son.

- Monitores: Deben ser del tipo cromático de 19", con alta resolución del tipo de pantalla antirreflejante, con 15 tonalidades de color perfectamente distinguibles entre sí (blanco, rojo, magenta, cian, azul, amarillo y sus semitonos). Por seguridad se requiere un mínimo de dos monitores, pero cada caso deberá definirse particularmente.
- Teclados: deben para su uso intensivo, siendo de dos tipos: Teclado de operación: permite al usuario una operación sencilla y eficiente a partir de las teclas de funciones específicas y dedicadas al control, así como deberá contar con teclas de función configurable, su construcción deberá ser del tipo membrana.

Teclado de ingeniería / configuración: deberá de ser del tipo ANSI extendido con funciones dedicadas, siendo del tipo intercambiable o bien ocultable bajo cubierta.

Se debe de considerar un teclado de operación por cada monitor y uno de Ingeniería/Operación por consola, como mínimo.

- Impresoras: Deben ser para uso intensivo, de escritura tipo matriz de impacto, el tipo de papel a usar es continuo/sencillo estándar, teniendo la capacidad de imprimir caracteres alfanuméricos, así como gráficos con alta resolución. La velocidad de impresión debe de ser de 400 caracteres por segundo como mínimo. Se deberá considerar una impresora como mínimo, cada caso deberá definirse particularmente.
- Videocopiador a color: deberá de ser para uso intensivo, teniendo la capacidad de imprimir totalmente a color en papel estándar los Desplegados mostrados en los monitores, con muy alta resolución, estando habilitando para imprimir una pagina por minuto como, mínimo, debiendo ser activado desde cualquier teclado de operación. Se requiere de un Videocopiador como mínimo. Su principio puede ser por transferencia térmica o por chorros de tinta, no aceptándose impresión por impacto.
- Controladores del cursor: Adicionalmente al toque de pantalla y a los teclados se deberá contar con un controlador del cursor, debiendo ser uno de los conocidos como ratón o Track Ball, los cuales deberán ser para uso intensivo. Se deberá de contar con un controlador del cursor por cada monitor.

Interfases Maquina – maquina.

Estos dispositivos deben ser adecuados para permitir la comunicación del sistema con otros dispositivos inteligentes externos al mismo. El sistema debe tener la capacidad de permitir la comunicación entre las unidades de Control, la Consola del Operador y la Computadora de Proceso localizada en el Cuarto de Control.

Interfases con el proceso.

Engloba los dispositivos necesarios para permitir al sistema de recepción/envío de señales desde/hacia los instrumentos de proceso. Estas interfaces deben ser instaladas en gabinetes de diseño modular permitiendo una fácil instalación de las tarjetas, teniendo indicaciones visuales de su estado operativo.

Se consideran dos clasificaciones de interfases de proceso.

- Interfases de señales desde el campo (entradas). Estos dispositivos reciben diferentes tipos de señales de la instrumentación de campo, validan, condicionan estandarizan y digitalizan estas señales para ser alimentadas hacia el multiplexor y para ser finalmente interpretadas por el sistema. Las principales interfaces de proceso para las señales de entrada de campo son las siguientes.
 - Interfases de Entrada Analógica de Alto nivel (4-20mA).
 - Interfases de entradas analógicas de Bajo Nivel (termopares/RTD).
 - Interfases de entradas digitales (para 24 VCD).
 - Interfases para Trasmisores Inteligentes.
- Interfases para señales hacia el campo (salidas). Estas interfases deben manejar dispositivos eléctricos como válvulas solenoides, arrancadores de motores, luces indicadoras, elementos finales de control, etc., así como validar estas señales y mantener su último valor en caso de falla. Las interfases para las señales a campo son divididas en los siguientes tipos.
 - Interfases para Salidas Analógicas (4-20mA).
 - Interfases para salidas digitales (24 VCD)

El número de las interfases deberá ser definido por el proveedor, considerando así el número de señales indicando en el sumario de entradas/salidas y funciones, así como los porcentajes de reservas y redundancias requeridas.

Unidades de almacenamiento masivo.

Son los dispositivos requeridos para permitir el arranque, operación y almacenamiento de información de todo el sistema, por periodos especificados. Su cobertura será para todos los dispositivos inteligentes. Los dispositivos de almacenamiento deberán ser de los siguientes tipos:

- Memoria permanente: Se refiere a la memoria de estado sólido que todos los dispositivos inteligentes del sistema deberán de tener y deberán ser suficientes para que estos operen apropiadamente, así como permitir al sistema ejecutar funciones matemáticas sencillas.
- Medios removibles: Deberán estar constituidos por dos lectores como mínimo por cada arreglo de motores teclados de operación en la consola, éstas deberán ser de 3 ½" de alta densidad, para uso intensivo.
- Medios fijos: Las unidades de disco duro deberán ser del tipo para uso intensivo, contenidas en una caja sellada con gas inerte, debiendo resistir vibraciones de magnitud moderada sin sufrir alguna clase de daño, siendo su capacidad mínima de 20 mega bites (formateados), se requiere, un arreglo de dos discos duros con interconexión en paralelo, como mínimo, es decir, su redundancia deberá ser 1:1 en los medios magnéticos y en los manejadores.
- Las unidades de disco duro deberán de almacenar los siguientes conceptos.
 - Almacenamiento de la historia continua del proceso (premediación por minuto) de todas las variables analógicas del proceso por 72 horas como mínimo.
 - Almacenamiento de los promedios de todas las variables analógicas del proceso, de acuerdo con los siguientes valores:
 - Por una semana para la premediación horaria.
 - Por un mes para premediación por turno, por día y por semana.
 - Por un año para la premediación por mes.

Unidades de control.

Estos dispositivos tienen la responsabilidad de realizar las acciones que permiten al proceso operar en condiciones normales, sin la interacción directa de los operadores, debiendo ser instaladas en los mismos gabinetes que las interfases de proceso, y tendiendo la capacidad de

comunicarse con todos los dispositivos inteligentes del sistema, así como con otra unidad de control, ya sea por el almacenamiento y procesamiento de datos o para el despliegue de resultados.

Las unidades de control deben tener la capacidad de manejar los diferentes tipos de enfoques de control automático, que continuación se indican.

- **Adquisición de datos.** El sistema deberá ser provisto y tener la capacidad de recopilar, procesar matemáticamente y almacenar apropiadamente todas las variables, que son interconectadas al sistema tanto de entrada como de salida y resultado de los procesamientos internos, tales como salidas de control, puntos de ajuste, alarmas de proceso, alarmas del sistema, cambios por los operadores, cambios por los ingenieros y resultados de los cálculos matemáticos, entre otros.
- **Control regulatorio.** Esta clase de control permite a la variable controlada seguir, y en su caso, igualar la referencia, vía el manejo apropiado de la variable manipulada, después de una variación en el punto de ajuste bajo la presencia de un disturbio en el sistema de control. En este enfoque, las unidades de control deberá funcionar bajo los lineamientos de la teoría clásica del control automático, esto es, funciones de transferencia con el concepto de entrada única, salida única (SISO) ocurriendo en el dominio de la frecuencia.
- **Control lógico/secuencial.** Este enfoque del control utiliza señales lógicas o discretas, esto es, señales que denotan la presencia o ausencia de una condición determinada de un proceso o dispositivo. La presencia de la condición referida deberá ser denotada como "1", la ausencia como "0". Este criterio es conocido como lógica positiva. Estas señales deberán ser operadas, combinadas o secuenciales por medio de las funciones lógicas y bajo las reglas del álgebra booleana. El objetivo de la interrelación de las señales lógicas podrán ser los siguientes:
 - Manejo de condiciones anormales del proceso
 - Modificación del modo de operación del proceso
 - Paro ordenado del proceso.
- **Control avanzado de bajo nivel.** Este enfoque del control automático procura la obtención de la máxima productividad/eficiencia, con el mínimo de insumos requeridos, en la operación de un proceso de producción dado. Las funciones de control avanzado deberá seguir los lineamientos de la teoría moderna del control automatizado, que utiliza modelos con el concepto de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) ocurriendo en el dominio del tiempo. Si las de control no contarán con la capacidad de ejecutar funciones de control avanzado, se deberá disponer de un dispositivo alternativo.

El número de controladores deberá ser definido por el proveedor, considerando el número de funciones indicado en el sumario de entradas/salidas y funciones, así como los porcentajes de reservas y redundancias requeridas.

Procesadores auxiliares.

Estas unidades deberán suministrarse para realizar las funciones que no pueden ser ejecutadas por los controladores regulatorios. Los procesadores auxiliares deberán ser configurables/ programados por medio de los teclados de ingeniería/configuración en una estación de ingeniería o bien por la computadora de proceso.

En el caso de falla, el controlador avanzado deberá degradar la operación y el SCD deberá regresar al control regulatorio normal sin sobrepaso ni balance.

El vendedor deberá informar detalle acerca del procesador auxiliar lo siguiente.

- Capacidad de memoria total (Mb)
- Velocidad de procesamiento
- Longitud de palabra
- Tipo de procesador
- Requerimientos de instalación
- Sistema operativo
- Lenguajes de control
- Lenguaje de aplicación general.

Computadora de proceso.

El SCD no deberá requerir una computadora de proceso para su operación y mantenimiento normal del sistema, esta computadora se utilizará en el caso de tener aplicaciones de control avanzado de alto nivel, debiendo ser realizadas la comunicación a través de un protocolo de alto nivel, debiendo contar con capacidad de transmitir toda la información de las variables y parámetros de proceso, así como el punto de ajuste y resultados de algoritmos del control del subsistema de la computadora del proceso hacia el sistema.

Fuentes de poder.

Estas deben estar reguladas en voltaje y frecuencia, estando protegidas contra sobre corrientes, la capacidad de las fuentes se definirá considerando que los dispositivos del sistema deben trabajar al 70% de su capacidad cuando soporten todos los dispositivos del sistema.

Sistemas de fuerza ininterrumpible.

Todos los dispositivos del sistema deberán ser soportados por sistemas de fuerza ininterrumpibles. El suministro de energía deberá ser de 220 VCA, 60 Hz, tres fases, con objeto de mejorar la relación de transformación, escalación y filtraje, calculando para operar a un máximo de 70% de su capacidad en operación normal. El tiempo de respaldo debe ser por lo menos de 30 minutos, las baterías deberán ser adecuadas para su instalación en interiores.

Estructuras de apoyo.

Las estructuras de apoyo deberán ser autoportadas y deberán ser usadas para alojar los diferentes dispositivos que constituyen el SCD. Las estructuras deberán ser construidas de perfiles de acero, cubiertas por placas del mismo material (el vendedor deberá informar acerca del calibre de perfiles y placas), trabajadas en frío, pulidas y resanadas para evitar uniones y esquinas filosas, las estructuras deberán ser terminadas con recubrimientos epoxicos o de poliuretano, adecuado para soportar el uso normal y ralladuras. El color del acabado podrá ser el estándar del vendedor este debe dar una muestra del color propuesto. Estas estructuras deberán ser de los siguientes tipos:

Consola del operador: alojara los siguientes elementos

- Monitores.
- Teclados.
- Impresora.
- Video copiadora a color
- Controladores del curso
- Dispositivos de almacenamiento masivo.
- Fuente de poder.

Gabinetes: contendrá a los siguientes dispositivos.

- Interfases de proceso

- Unidad de control
- Fuente de poder
- Interfases maquina- maquina.
- Subsistema de comunicaciones locales
- Dispositivos no incluidos en las consolas.

Sistemas de comunicaciones.

Define todos los dispositivos canales, accesorios, protocolos, programas y procedimientos requeridos para permitir la interconexión y transferencia congruente de información entre todos los dispositivos inteligentes del sistema del control distribuido. Los conceptos englobados por el sistema de comunicaciones son los siguientes:

- Topología: define la estructura con que los diferentes dispositivos usados en el sistema están interconectados, debiendo ser estructura preferentemente lineal, presentando una redundancia doble.
- Protocolos: define la estructura de los datos transmitidos y los convencionalismos utilizados para permitir la transmisión segura y congruente de la información utilizada entre dispositivos, del sistema de control distribuido, siendo preferible seguir el modelo d 7 niveles como lo establece OSI/ISO.
- Dispositivos electrónicos: cualquier componente electrónico de los sistemas de comunicaciones deberá ser redundante.
- Especificaciones generales. El sistema de comunicaciones interno deberá operar a menos del 70% de su capacidad nominal, cuando todos los componentes se encuentra operando y transmitiendo. La velocidad del sistema de comunicaciones deberá ser la requerida para satisfacer las condiciones establecidas.

Conceptos generales

Los siguientes conceptos generales deberán ser considerados por el diseño de los sistemas de control distribuido.

- Modularidad: los dispositivos, circuitos impresos, cables, conectores, y estructuras de apoyo deberán tener un diseño integral modular. Tal diseño modular deberá incluir dimensiones,

capacidad, acabado, colores, protocolos y suministros de los dispositivos permitiendo una fácil intercambiabilidad de los sistemas recomendados.

- **Flexibilidad:** el diseño de la arquitectura y topología del sistema deberá ser adecuado para permitir la modificación o expansión del sistema, sin alteración de la filosofía principal de este.
- **Seguridad del sistema:** el sistema deberá tener los medios para detectar cualquier condición anormal, como señales fuera del rango, circuitos abiertos, fallas de instrumentación del campo, alarmas de diagnóstico del mismo sistema, etc, ya sea en el proceso o en el sistema de control distribuido. Toda condición anormal detectada por el sistema deberá dar lugar a una alarma, debiendo ser visuales, audibles y mostradas en el monitor así como impresas en el momento que ocurran alarmas para su posterior despliegue y análisis.

Programas, lenguajes y procedimientos (software).

El término software incluye todos los programas lenguajes y procedimientos necesarios para que los equipos que integran el sistema de control distribuido se configuren, operen, reciban mantenimiento y se reparen. Los conceptos cubiertos por el software para un sistema de control distribuido son los siguientes:

1. Conceptos generales
2. Programas de librería.
3. Programas especiales.

Conceptos Generales.

El software debe ser compatible, es decir, que los programas ofertados pueden ser usados, compartidos o sustituidos por otros programas más recientes, con la mínima o ninguna reducción en su capacidad funcional.

En cuanto a la flexibilidad, los programas del sistema deberán ser fácilmente modificados, ampliados e interconectados con otros programas con la mínima alteración de la subrutina principal del programa.

Respecto a la operatividad todos los programas, lenguajes y procedimientos del sistema de control distribuido deberán de ser de uso sencillo y orientado a las funciones del control de proceso.

El software debe ser confiable es decir deberá estar totalmente probado y deberá tener los medios para detectar cualquier falla en su funcionamiento.

Programas de librería.

Incluye los programas, lenguaje y procedimientos considerados básicos y necesarios para la puesta en funcionamiento, configuración, operación normal, mantenimiento y detección de fallas del sistema de control distribuido.

Este término incluye los siguientes puntos:

1. Sistema operativo: es una colección integrada de rutinas usadas para supervisar el secuenciamiento y procesamiento del sistema de control distribuido. El sistema operativo deberá ejecutar así mismo las funciones de depuración, control de entradas / salidas, conteo de maquina, compilación de información y asignación de memoria
2. Configuración del sistema: este termino cubre todos los programas y procedimientos usados para definir la estructura de la red, definir tipo y características de los dispositivos de la misma, asignar terminales entrada/salida, definir las estrategias de control y los parámetros de los circuitos de control, así como definir agrupamientos de puntos para operación e historización entre otras funciones.

Las configuraciones del sistema deberán ser realizadas en cualquier monitor de la consola desde los teclados de ingeniería/configuración o estación de ingeniería/configuración de la misma y controladores del cursor.

El lenguaje de configuración debe ser de uso sencillo y dicha configuración deberá ser restringida vía clave de acceso y llave física de seguridad siendo almacenada en los dispositivos apropiados.

Todas las estrategias de control deberán ser realizadas vía programación, no requiriendo ninguna modificación en el equipo o cableado.

3. Procesamiento de datos el sistema de control distribuido deberá estar provisto con los medios necesarios para permitir el procesamiento de los datos almacenados por el sistema, permitidos por la instrumentación de campo o generados por el sistema.

El sistema deberá ejecutar las siguientes funciones:

- Elaboración de reportes.
- Presentación de sumarios.
- Elaboración de balances.

Además deberá tener la capacidad para realizar las siguientes funciones.

- Elaboración de índices estadísticos.
 - Procesamiento de funciones estadísticas.
 - Opciones del usuario.
4. Represtaciones visuales (desplegados): los desplegados son la represtación en los monitores del SCD de los diferentes resultados y de los procesamientos de los datos recibidos de la instrumentación en campo y de los dispositivos que constituyen el sistema de control distribuido.

Los siguientes puntos deberán aparecer permanentemente en cualquier desplegado:

- Hora, minuto y segundo.
- Fecha (día mes y año).

Los desplegados abajo indicados deberán tener la capacidad de ser construidos en el sistema.

- Desplegados de vista general
- Desplegados de grupo
- Desplegados del circuitos de control
- Desplegados de grupos de alarmas.

- Desplegados de sumarios de alarmas.
- Desplegados de tendencias
- Gráficos dinámicos.
- Desplegados de autoentonamiento de circuitos de control.

Servicios del proveedor.

1. Capacitación.

Se deberá proporcionar cursos dirigidos al personal de operación, técnico y de ingeniería, para obtener las habilidades de configuración, mantenimiento y operación del sistema debiendo ser impartidos en el lugar apropiad (las instalaciones del proveedor o en la planta, según sea el caso), con impartición y documentación en idioma español.

2. Programación y configuración del sistema.

El proveedor deberá ser responsable de la configuración y programación del sistema del sistema de control distribuido y el mismo deberá dar las facilidades necesarias para permitir al personal designado por el cliente, supervisar la integración del sistema, la configuración, la programación del procesamiento de datos y la construcción de los desplegados gráficos dinámicos, requeridos para la operación normal de la planta.

3. Documentación.

Los documentos que serán entregados por el cliente al proveedor, para permitir la configuración del sistema, programación del procesamiento de datos y construcción de los desplegados, son lo siguientes:

- Sumerio de señales de entrada/salida y funciones.
- Esquemas de gráficos dinámicos.
- Diagramas lógicos detallados
- Diagramas de funciones de circuitos de control
- Diagrama de tuberías e instrumentación.

4. Pruebas del sistema

Las pruebas FAT (pruebas de Aceptación en fábrica) serán realizadas para verificar el estado físico y funcional de cada uno de los componentes que integran al SCD, así como su aceptación para su embarque al sitio. Con lo anterior se procede a la instalación del mismo, indicándose el funcionamiento y arranque del sistema, lo cual integra las pruebas de aceptación en sitio (SAT), con el mismo protocolo que las pruebas FAT.

- Las pruebas de actuación deberán ser como sigue:
- Con los sistemas totalmente interconectados.
- Las tarjetas y dispositivos del sistema se probaran por separado.
- Cada entrada, cada salida y cada circuito de control regulatorio y lógico se probaran funcionalmente.
- Todos los módulos de programación deberán ser totalmente probados.

Mantenimiento del sistema.

El sistema deberá estar provisto con los siguientes niveles de autodiagnóstico.

- En línea.
- Prueba de rutina.
- Diagnostico Autodiagnóstico fuera de línea

El autodiagnóstico en línea deberá ser aplicado a los siguientes conceptos.

- Circuitos.
- Dispositivos
- Programas.
- Sistemas de comunicación.

Confiabilidad y obsolescencia.

Confiabilidad: Para asegurar la confiabilidad requerida del sistema de control distribuido, se garantizaran por un término mínimo de doce meses todos los equipos, accesorios, programas y procedimientos de comunicación por parte del vendedor del sistema.

Se deberán proporcionar las hojas de cálculo de la disponibilidad de los sistemas, considerando todo el sistema y los siguientes para cinco años de operación.

- Consola del operador.
- Interfases.
- Unidades de almacenamiento masivo.
- Unidades de control.
- Sistemas de comunicaciones.
- Fuentes de poder.
- Sistemas de fuerzas ininterrumpibles.
- Computadora de proceso.

Con el objeto de asegurar que en caso de falla de alguna de las partes no se detenga el proceso, se consideran las redundancias como sigue:

Redundancia de 10:1

- Interfases de entrada/salida.
- Unidades de control.

Redundancia de 1:1 para

- Sistemas de comunicaciones.
- Unidades de almacenamiento masivo.

En caso de falla, el soporte técnico deberá estar disponible dentro de las siguientes doce o veinticuatro horas de la notificación, dependiendo del lugar de la instalación.

En cualquier nivel de redundancia la transferencia deberá ser automática y el operador deberá ser alertado inmediatamente.

En caso de interrupción prolongada de la energía eléctrica, deberá ser factible cargar mediante un solo comando toda la configuración y datos necesarios para reiniciar al sistema de operación normal.

Obsolescencia: A la fecha de cotización el sistema propuesto deberá tener al menos un año de haber salido al mercado.

El vendedor deberá garantizar que el sistema cotizado no será obsoleto en un periodo de años, dentro del cual deberá ser soportado totalmente por el fabricante.

Se deberá garantizar que el sistema suministrado podrá actualizarse y ser totalmente compatible con los nuevos desarrollos de dispositivos y versiones de programas, lenguajes y procedimientos que sean liberados en el mercado.

Se establecerán políticas para asegurar que el sistema suministrado podrá seguir actualizándose con los desarrollos de equipo, accesorios, sistemas operativos, programación, paquetes y procedimientos disponibles después de la constitución y carga del sistema.

4.3 Proyecto de automatización

Los avances tecnológicos han permitido que constantemente se modernicen los sistemas de instrumentación y control en las plantas industriales. Con esta tendencia, era de esperar que en un momento determinado, se desarrollara un sistema de control con el cual se redujeran las acciones de supervisión y aumentar la adquisición de datos en la planta, a tal sistema se le conoce como Sistema de Control Distribuido.

La importancia de este tipo de sistemas dentro de la modernización de los sistemas de instrumentación y control, radica en el hecho de ser la piedra angular sobre la cual se hará la conversión de los sistemas basados en los tableros y sus accesorios.

Par poder llevar a cabo la implementación de un sistema de control distribuido en la planta de instrumentación y control industrial, se requiere de un equipo como es el RTU3310 (unidad terminal remota) la cual cuenta con las características necesarias, ya que estas se compararon con otras las cuales eran demasiado grandes para las necesidades de nuestro sistema. Las características del sistema se mencionaran adelante con mucho mas detalle.

Además del RTU es necesario contar con un software y hardware; el software que se necesita es un paquete proporcionado por la industria Bristolbabcock el cual es denominado Accol

Workbench, para el cual es necesario un lenguaje de programación llamado Open interprice, de las cuales también se mencionaran sus características y aplicaciones que tienen más adelante, también se necesita de un ambiente Windows para la aplicación de dicho programa.

4.3.1 Unidad terminal remota (RTU 3310)

A continuación se muestran las características que tiene el RTU 3310, los requerimientos que se deben de cumplir para un funcionamiento adecuado del mismo y las aplicaciones que tiene.

El RTU 3310 (Figura 24) es una Unidad de la Terminación Remota inteligente diseñada específicamente para aplicaciones que requieren las comunicaciones protocolares a la medida muy exacta de variables del proceso, mando del multi-circuitos, capacidad de almacenamiento de datos extensa. El RTU 3310 directamente maneja las señales I/O normales en el análogo, discreto y formatos de tipo de pulso que usan los módulos de I/O flexibles, y realiza las funciones de mando de proceso inteligentes vía ACCOL II idioma de mando de proceso.

Además, una variedad de I/O y opciones de comunicación que permite al 3310 unir con una amplia gama de dispositivos del campo y equipo de comunicación de datos, transmiten por radio los sistemas VHF/UHF, y eslabones del microondas /satélite.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



Figura 24 Unidad Terminal Remota 3310

LAS APLICACIONES

Al encontrarse las demandas de muchos clientes que requerían un pequeño RTU programable, se diseñó el RTU 3310 para la Clase 1, División 2 situaciones arriesgadas y operará encima de -40°C a 70°C como rango. En I/O es totalmente flexible. Las aplicaciones más apropiadas de este producto incluyen:

- Prueba de pozos automatizados.
- Control de inyección.
- Control de encendido de bombas.
- Controladores de flujo medidores de corrección.
- Estación de Automatización
- Bombas de agua/ Estación Mando.
- Unidades remotas pequeñas del proceso.

- Control de autoclave.
- Controlador de multi-circuitos.

CARACTERÍSTICAS

Control remota de procesos inteligentes.

- Programación del ACCOL.
- Procesador de CMOS, 16 bit 186XL o 32 bit 386EX.
- Panel de control estándar.
- Rango de temperatura de operación: -40° C a 70° C.
- Clase 1, división 2.
- 4 puertos en serie (2 - RS232; 2 - RS485), y 2 puertos adicionales con 386 EX CPU.
- Sistema flexible de I/O: puede utilizar 3330 tipos de tarjetas de I/O, en cualquiera de las combinaciones siguiente:
 - Entrada digital (8DI o 16 DI)
 - Salida digital (8DO o 16 DO)
 - Entrada analógica (4AI o 8AI)
 - Salida analógica (2AO o 4AO)
 - Alta velocidad de respuesta (4HSC)
 - Bajo nivel (4LL)
 - Velocidad analógica alta (4HSAI)
 - Interfase de transmisión inteligente (8 transmisores inteligentes)
 - BIT (8-3508 teletransmisores)
 - Bajo consumo de energía.
 - Poder nominal de entrada de 12 VDC o 24 VDC .

OPCIONES

- Despliegue de cristal Líquido con el teclado pequeño de 4 * 20.
- Alimentación por energía solar.
- Líneas privadas conectadas a redes de computadoras.
- Comunicación por fibra óptica.
- Remoto de I/O 3331.
- Paquete de Radio de comunicaciones

ESPECIFICACIONES

- Procesador
 - El procesador: microprocesador de 16 bit CMOS 186XL
 - Velocidad : 12 MHz .
 - Firmware EPROM: 512 KB.
 - RAM: 128, o 384 KB.
 - Hasta 3500 señales de ACCOL.
- El procesador: microprocesador 32 bit CMOS 386EX
- Modem Real o las versiones del Modem Protegido.
- Procesador de 24 MHz 386EX.
- 512 KB de memoria para el ACCOL.
- 508 KB en RAM (modo Real); a 4.5 MB en RAM (modo Protegido).
- Aplicación: 64 KB de memoria Baja, 444 KB de expansión (Modo Real) tamaño de carga de RAM limitado por la memoria disponible (Protegido el modo).
- Hasta 112 KB (Modo Real), 624 KB (Modo Protegido) en la aplicación del FLASH.
- Hasta 3500 señales de ACCOL (modo Real); 21,000 señales (modo protegido)
- 2 puertos de comunicaciones de tipo asíncrono (EIA562/RS 485) a 38.4 Kbaud común en ambos procesadores.
- Batería de 4000 horas RAM con copia de seguridad.
- Reloj de tiempo real.
- 6 diagnósticos (LED'S).
- Cronometro LED'S.
- Interruptor para la dirección de la red (rango: 1 a 127)

CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN

- 4 puertos de comunicación de serie normal con 186 Puertos de CPU puerto A: RS232 sólo puerto B: RS485, módem optativo, interfase del transmisor inteligente, o interfase de radio retraso Puerto D: RS485
- Sólo 2 puertos adicionales con 386 CPU (BIP1 & 2) EIA562 o RS485 las proporciones de los datos Asíncronas a 38.4 Kbaud.
- 9 alfileres para conectar cada puerto.
- Media: cable del multiconductor.

- La longitud de Cable (9600 baud): 50 pies (RS232/EIA562), 2000 pies (RS485); a 187.5 Kbaud: 1000 pies (RS485), 5000 pies (fibra).
- Velocidad asíncrona: 187.5 Kbps (con solo 186 CPU)
- Pueden lograrse cargar o descargar el Programa via la comunicación síncrona o asíncrona con las aplicaciones Típicas: Mientras la configuración del puerto es determinada por el programa ACCOL, puerto "A" se usa típicamente para una computadora de lap-top de operación local mientras el puerto "B" es los SCADA conectan una red de computadoras el puerto de comunicación.

Opciones de comunicación

El RTU 3310 apoyará cualquiera de las opciones de comunicación siguientes en el puerto B:

Modem (para los circuitos de teléfono de voz-calidad)

- Diferentes tipos de modem disponibles:
 - El módem de la línea privado para las líneas arrendadas (bell 202)
 - El módem de la red cambiado para la auto – repuesta (bell 212/V.32)
 - Módem dual para 1200 baud arrendado (bell 202/212)

La Tabla de Internase de transmisión (TIB)

- Opcional, conexión integral para el puerto B.
- Permite de 5 a 3580 transmisores inteligentes para funcionas como esclavos de la RUT 3310.
- Comunicación a 1200 baud.
- Transmisor de aceleración por segundo.
- La conexión de poder para todos los 3508s es de 24 volts.
- Versiones de 12 o 24 VDC

Interfase del retraso de radio (RDI)

- Radio y satélite comunicación.
- Unen a un módem de la radio externa o el transreceptor.
- Funciones disponible:
- Control de retraso (RTS-a-CTS el Retraso)

Interfase multifuncional (MIB)

- Conexión para el puerto B
- Puede ser configurada para operar en dos modos de comunicación
- Modo 1: proporciona terminación de la red y protección de transitorios RS 485 redes.
- Modem 2: funciona como un eslabón físico redundante; ambos RS 485 eslabones llevan los mismos datos del puerto B.
- No usar con RS 232 o módem

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN BSAP

- Bristol el Protocolo Asíncrono Normal
- ISO Estándar 1745/2111/2629
- Se usa para conectar una red de computadoras de los productos de Bristol, incluso el RTU 3305, RTU 3310, DPC 3330, DPC 3335, RÍO 3331, GFC 3308, TeleTrans 3508 transmisor inteligente
- Local dirige: 127 nodos.
- BSAP dirige a 16,129 nodos (vía la radio el eslabón).
- Global que se dirige: 32,767 nodos (vía paso-a través de los nodos)
- 5 niveles de control
- Programa vía maestro esclavo el software

ASCII

- Usa la comunicación con RTU 3301 y periférico los dispositivos como las computadoras, copiadoras, los términos gráficos, los despliegues, y los términos portátiles.
- Programación: los ACCOL usan módulos normales con el juego completo de órdenes del formato para la configuración del mensaje, formato del despliegue, y el informe impreso estructurando.

OTROS PROTOCOLOS

- El RTU 3310 apoya los protocolos múltiples o simultáneamente. Los protocolos siguientes son los rasgos normales del RTU 3310:
 - Allen-Bradley PLC-2/3/5
 - ENRON MODBUS
 - MODBUS PLC

- HART
- Hewlett-Packard 48000
- Honeywell ST 3000 Transmisor
- RTU 3301
- Teledyne-Geotech

Otros protocolos disponibles:

- ADEPT
- AMI RTU 500/700
- BIF/BRITE
- Columbia gas
- Consumers gas
- DATAP
- EL PASO MASTER/SLAVE
- METRO TORONTO MTU
- SERIES V (TEJAS)
- TANO

CONVENIENCIA MEDIOAMBIENTAL

La RTU 3310 es certificada, por SAMA las especificaciones para la vibración, y la protección de transitorios por IEEE-472/C37.90.

- La temperatura de operación: -40° C a 70° C
- Teclado: -20°C a 70°C
- Bajo nivel 0°C a 70°C
- Alta velocidad de entrada: -20°C a 70°C
- Temperatura de almacenamiento: -40°C a 85°C
- Humedad de Relativa: 5% a 95% no condensable.
- Susceptibilidad de RFI: Por SAMA estándar PMC 33.1-1978 normal, usando 10 V/m de 20 MHz a 500 MHz .
- Vibración: basada para las aplicaciones de montaña de campo 15 - 150 Hz @ 9.8 m/s² (1G) la aceleración constante 50 - 2000 Hz @ 4.9 m/s² (.5G) la aceleración constante
- Dimensiones: Refiérase para hacer el diagrama.

- Masa: aproximadamente 11 lbs (5.0 Kg) con todas las tarjetas.

CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE

El RTU 3310 usa ACCOL II, el idioma de mando de proceso de alto nivel, modular de Bristol y es totalmente el configurable del usuario.

Características del ACCOL II:

- 105 módulos de alto nivel (algoritmos)
- 30 funciones de módulo de calculadora.
- 12 declaraciones de la programación
- Multitasking: 127 tareas (186 & 386 modo Real CPU); 1000 tareas (el modo Protegido)
- Ejecuciones en intervalos: 0.02 a 5400 segundos o continuo, seleccionable por la tarea.
- Como máximo examina I/O locales (386 CPU): 4 mS por 8 puntos analógicos, 2.5 mS por 16 puntos discretos.
- módulos de ACCOL por la tarea.
- Analógico (32 bit punto flotante), discreto (el on/off) y variables del cordón.
- Alarm/Exception que informa: el estado para los valores lógicos, cuatro límites y dos bandas muertas para los valores analógicos.
- El Alarma/Evento mensaje almacenamiento: a 4096 (186 & 386 modo Real CPU); 65,535 (el modo Protegido).
- Máximo almacenamiento: 5,120 filas (12 valores por la fila) o 61, 440 valores guardados se Refieren a la especificación D454SS-5a sumario.

PAQUETES DEL SOFTWARE

Los paquetes del software siguientes son pertinentes para el RTU 3310:

ADAPTABILIDAD DE I/O

El RTU 3310 proporciona la unión una gran variedad de interfaces de conexiones para las señales del control del proceso. Todos los rangos de señales son incluidos. Cuatro conectores para I/O están disponibles.

ESPECIFICACIONES COMUNES PARA TODAS LAS I/O

- Terminales tipo conector

- Compresión atornillan las terminaciones a un #14 AWG alambres, dos #16 AWG, o cuatro #18 alambres de AWG
- 24 VDC doblan el poder disponible a las terminaciones de AI, DI, La Velocidad alta Lo opuesto y la Velocidad Alta las tablas Analógicas. (no disponible en 12 VDC)
- El Hardware selecciona rangos y opciones.
- Las señales incluyen las terminaciones electrónicas.
- Protecciones de IEEE 472-1974 y C37.90-1978 (la revisión, 1983)

LAS ENTRADAS ANALÓGICAS

- 3 tipos de la tabla están disponibles.
- Las entradas Diferenciales.
- Convertidor de 12 bit A/D por la tabla.
- Conversión cronometrica: 200 μ s
- rango:
 - 0.1% a 25° C
 - 0.2% encima de -20° C a 70° C
 - 0.3% encima de -40° C a 70° C
- Tiempo de ajuste: 18 μ s a 0.01%
- Filtrado de ajuste: totalmente programable en ACCOL II
- Entrada que prueba: depende de ACCOL ataree el intervalo (0.02 a 5400 segundos)

RENDIMIENTOS ANALÓGICOS

- 3 tipos de la tabla están disponibles .
- 12 bit de conversión de D/A
- común; 39 VDC MOVs entre el análogo común y tierra del chasis.
- Acondicionamiento de señal: 100 μ s tiempo constante para 1-5 Vdc/4 – 20 va salida MA; 6.5 μ s cronometran constante para 0-10 va salida
- El intervalo de actualización: la configuración del Software, 0.02 a 5400 segundos

ENTRADAS DE BAJO NIVEL (Tabla código 05)

- Rango de operación: 0° C a 70° C
- 4 entradas por el tablero

- Selección por puntos.
- 14-bit A/D via la aproximación sucesiva
- 16-bit a borde del microprocesador
- 32 bytes de K EPROM
- 32 bytes de K RAM

TIPOS DE ENTRADA

Rango de termopares

B 100 a 1800° C

E -270 a 1000° C

R -50 a 1720° C

S -50 a 1760° C

J -210 a 1200° C

K -270 a 1372° C

T -270 a 400° C

RTD

100Ω Platinum Din 43670 - 220 a 850oC

VOLTAJE

+10mV

LA RESISTENCIA DE LA ENTRADA

10 M Ω

SEÑAL DE ACONDICIONAMIENTO

50 ms cronometran constante

MODO AISLAMIENTO-COMÚN

Amplificadores de transitorios de picos de 500V

PROTECCIÓN DE TRANSITORIOS

IEEE 472-1974, C37.90-1978,

LA EXACTITUD

Velocidades de entradas analógicas

- Rango de operación: -20°C a 70°C
- 4 entradas analógicas (las variables del proceso)
- 2 entradas discretas (señales de tiempo)
- HPC 36003 microprocesador de 16-bit
- 32 K RAM y 32 K EPROM
- 10 μs de conversión.
- 360/1440 datos entrada
- Rangos de entrada : 1-5 VDC y 4-20mA
- Alimentación de entrada: 24 VDC, para 4-20 MA
- La resolución A/D: 12 bits
- Exactitud: 0.1% a 25°C
 - 0.2% encima de -20°C a 70°C
 - 0.3% encima de -40°C a 70°C
- Rango de entrada: 5 V
- El umbral de Off/on: 0.5 V/4.5 V

LAS ENTRADAS DISCRETAS

- 8 tipos de la tabla están disponibles
- 8 o 16 DI por la tarjeta
- 4 rangos de la entrada: 5, 12, 24 & 120 VAC/DC
- 2 valores de filtro de entrada: 1 mS y 30 mS
- Aislamiento: el aislamiento Óptico; 1500 V
- Contador de entradas: máximo 300 Hz en una sola entrada, 800 Hz los pulsos totales en todas las entradas, puede almacenarse en tarjetas de DI; Acumulador o selector de frecuencia en el software de ACCOL
- Suministro de 16 puertos DI para tierra los pares de 2 las elementos

SEÑALES DISCRETAS

- 4 teclas disponibles:
- Colector abierto/señal para tierra: 100 MA @ 35 VDC

- Relevadores mecánicos:
- 2A resistive @ 50 VDC o 120 VDC 50/60 Hz
- 0.6A inductivo @ 50 VDC o 120 VAC 50/60 Hz
- 0.4A van en automóvil @ 50 VDC o 120 VAC 50/60 Hz
- La lámpara de 0.2A @ 50 VDC o 120 VAC 50/60 Hz
- Modos programables via ACCOL

CONTADOR DE ENTRADAS DE ALTAS VELOCIDADES

- 3 tipos de tarjetas están disponibles
- Rango de frecuencia 0 a 10 KHz
- Selección interna / externa de señal de alimentación por relevadores mecánicos.
- Circuitos pueden ser habilitados o desactivados.
- Aislamiento: el aislamiento Óptico; 1500 V el aislamiento del modo común.
- La Entrada de Entrada Off/On

INTERFASE DE TRANSMISIÓN BRISTOL

TABLA (BBTI)

- Procesamiento inteligente de la tabla de I/O
- 8 Tele transmisores 3508 inteligentes para funcionar como controlador esclavo a un 33XX.
- Proporciona el acceso ACCOL a DP, presión, y variables de proceso de temperatura, más la temperatura del sensor y el estado de las señales.
- Adquisición de datos de proceso de transmisor dentro de uno segundo para todos los transmisores.
- El control usa señal de corriente
- Los controladores informan por medio de la alarma del sistema en tiempo real configuración / calibración del transmisor.

TERMINALES REMOTAS

- Las conexiones eléctricas del controlador se encuentran atrás
- 10 pies o 30pies del cable interconectando I/O y módulo de la terminación.

TECLADO

- rango de operación: -20° C a 70° C

- 4 líneas por 20 caracteres, despliegue de cristal líquido
- 5 x 5 matriz del teclado
- las unidades locales montadas en el tablero del frente de paquete normal
- Programación: Vía el módulo de ACCOL; consiste en especificación
- de listas señaladas para ser accedido por el sistema del menú

TABLERO ANALÓGICO

- Proporciona el medio de comunicación confiable fuera de planta.
- Aislamiento óptico RS 485 (tablero análogo) elimina el circuito a tierra y los efectos de la diferencia potenciales.
- 300 aislamientos de VDC
- Acepta RS 232 o RS 485
- De dos o cuatro alarmas o paros a 187.5 Kbaud

MODEM DE FIBRA ÓPTICA

- El funcionamiento asíncrono es de 38.4 Kbaud
- El funcionamiento sincrónico es de 187.5 Kbaud
- hasta 8 millas (13 Km) usando la norma 62.5 fibra
- configuraciones de Network
- Conectores estándar
- Modelo disponible para el uso con 24VDC, 120VAC o 220VAC
- clase 1, división 2 FM

TERMINAL

- 4 líneas por 16 carácter en el despliegue de cristal líquido
- El teclado numérico
- RS 485 interfase en serie, usa un DPC 3330 puerto de serie
- Se conecta hasta 2000 pies fuera del DPC 3330
- Programación: Vía el ACCOL
- 2 modelos están disponibles
- Con la memoria (32 bytes de K APISONAN): permite el traslado de la base de datos entre DPC 3335 y HHT; sin la memoria

4.3.2 WORKBENCH

Características:

- Windows basado en un lenguaje de programación Accol.
- Compatible con windows 95/NT.
- Compatible con Accol II y RTU de la serie 2000.
- La creación de programas fuera de línea es para todos los productos 33XX.
- Corrige y suprime errores del 33XX 386.
- Corrige cargas atravez de la interfase abierta BSI.
- Accol arrastra, reduce e inserta señal.
- Crea un servicio integral para compilar y conectar cargas bajas.
- La amplia documentación incluye señales de regencia y mapas de regencia.
- Incluye interfases de comunicaciones abierta a BSI.

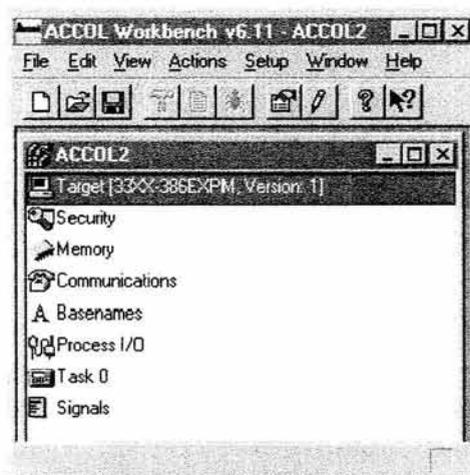


Figura 23 Ejemplo de una pantalla del Accol Workbench

Conceptos Generales

El Accol Workbench trabaja en windows 95/NT de 32 bits, su aplicación le permite a un ingeniero de proceso crear, modificar y construir una fuente de archivo para el Accol. Es esencial la combinación del concepto y facilidad del uso del predecesor de las herramientas del Accol con

el ambiente de programación de ingeniería más rápido desarrollada en Windows y basada en el editor de textos. Una interfase del usuario se ha agregado al editor del texto para aislar al programador de la sintaxis de archivo de texto y permite arrastrar y reducir, cortar, pegar, y copiar ediciones (Figura 25).

Accol Workbench también puede usarse para modificar y actualizar las versiones más viejas de programas en accol así como crear los nuevos archivos.

Creación de programas

El Workbench permite al ingeniero de proceso configurar fácilmente todas las estructuras requeridas por el Accol como;

Tarjetas - la Red 3000 33XX tipo nodo

Seguridad – Código de acceso

Memoria - Cantidad de memoria del 33XX

Comunicaciones - Define la configuración del puerto de comunicación

Procesar. I/O - Define las tarjetas de I/O instalados en 33XX.

Tareas - Un grupo de módulos Accol configura como un medida o esquema de mando

Señales - permite definir las señales de Accol (identificación) con los parámetros asociados

Creación de tareas

Accol II es un lenguaje modular basado en un juego de mas de 100 programas de software (algoritmos) como funciones de control del proceso. Los módulos pueden seleccionarse de una lista e insertar en la fuente del texto para la tarea seleccionada del Accol. Los módulos se insertan con los campos para toda posible señal terminal junto con los números de línea de referencia.

La fuente del texto puede llamarse independientemente para cada tarea haciendo la creación y editando mucho más fácil. La fuente del texto también puede revisarse tecleando el texto directamente y por el corte usando, pegado, la copia, y el reemplazar las funciones. De hecho, secciones de un programa de Accol puede copiarse a otro programa como código para la creación del programa más rápido.

Señales

Se crean las señales rellinando el espacio en blanco en windows. Atributos de la señal asignados por inclusión en la misma:

- Nombre de la señal - BASENAME.EXTENS.ATTR (hasta de 18 caracteres).
- Tipo – Analógica, alarma Analógica, digital, la alarma digital.
- Seguridad de Leer/Escribir – Seguridad y requisitos de autorización
- Valor inicial – Salida a el valor de la señal o una constante de definición de señal de arranque y del funcionamiento.
- Unidades- Unidades de ingeniería asignadas al texto de la señal
Limites de alarma – Alta /paro, Baja/paro, banda muerta, y estado lógico.

Una vez que se crean las señales, ellas pueden ser llamadas desde la lista de señales y activar en cualquier terminal del modulo. Las terminales del modulo con el mismo nombre de señal es conectado en el software que define el diagrama de flujo y ejecución.

Configuración

Una vez que el programa del Accol es configurado, necesita estar conectado el archivo dentro del archivo ejecutable por la baja carga en el 33XX. Seleccionando el Icono de la figura comienza a compilar/conectar. Si cualquier error se descubre en el archivo, el compilador marcará los errores. Pulsando el botón adelante de el error se unirá automáticamente en línea para su corrección. Los archivos pueden solamente correrse si están libres de errores. Una vez que el programa es conectado el archivo puede transmitirse a la tarjeta 33XX

Edición y corrección en línea.

La edición y supresión esta disponible en el 386 cuando el CPU esta protegido con workbench 6.1 o posteriores. La edición y supresión esta disponible para los CPU's 186 y 386 en tiempo real solo con el workbench 5.14 o ediciones posteriores. Las herramientas en línea se usa para arreglar, corregir, y afinar la sintonía del programa del Accol. BSI abierto proporciona la interfase de comunicación en línea a la unidad 33XX .

La versión de Workbench 5.13 soporta el sistema de las CPU's 186 y 386 en tiempo real para la configuración en línea y AIC, el conjunto de herramientas y verificaciones para la edición

en línea y eliminar errores. Estas herramientas en línea se usan para arreglar, corregir, y afinar el programa Accol.

Los despliegues en línea de la corrección la fuente de Accol en un marco hendido la ventana con módulos terminales y valores del tiempo real del modulo selectivo. Las etiquetas para todos los módulos en la tarea permiten la selección del módulo para desplegarlo. De aquí los valores en línea pueden cambiarse estando hechos.

También pueden hacerse los cambios estructurales en línea a la fuente con la excepción de crear nuevos módulos o señales. Los cambios permitidos incluyen;

- Edición de los módulos terminales
- Edición de cálculos de ecuaciones
- Cambio en las listas de señales
- Leer-únicamente los datos de valores arreglados
- Definición de archivo

Eliminando los errores, la ejecución del programa puede controlarse aislando el lugar donde existe el problema en el código real o en la estrategia y el trabajo lógico en el programa. En estos programas las funciones del mando son conocidas como “banderas de eliminación de errores” y consisten en;

Salto módulos particulares o declaraciones del mando

Aborto la ejecución de secciones de una tarea, de un particular punto, en adelante

Alto ejecución de la tarea en un punto de ruptura particular

Paso atravez de la ejecución de la tarea manualmente, un módulo o controle la de la cuenta a tiempo

Usando estas banderas para suprimir errores, es más fácil de entender la interacción de los módulos de Accol, e identifica los errores en el programa lógico, la fuente del problema se entiende, cambios puede hacerse a menudo en línea para corregirlos

Durante el proceso de la depuración pueden ahorrarse las señales en una Ventana del Reloj para permitir la ubicación de estos valores en lugar de buscarlos cada vez que se necesiten.

El registro de valores iniciales proporciona los medios de poner al día el archivo del Accol con cambios de valor que han sido hechos en línea.

Los cambios en línea hicieron a Accol señalar valores que se definieron como tener un "inicial valor" se guardara y escribirán estos al. El archivo ACCOL para re-unirse. Cuando el archivo se transmite como consecuencia, los nuevos valores iniciales serán activos.

4.3.3 OPEN ENTERPRISE

Un sistema de control distribuido debe especificarse adecuadamente para poder ser adquirido e instalado, y por tanto en esta sección se abarcan los puntos esenciales con los que debe cumplir una especificación de sistemas de control distribuido.

Cabe mencionar que la parte de equipo y accesorios, así como los programas, lenguajes y procedimiento, constituyen en esencia información que tiene gran similitud con los sistemas administrativos de procesamiento de información, con la diferencia de que tales conceptos son complementados con los servicios del proveedor, así como su confiabilidad y obsolescencia se convierten en aspectos críticos en el desempeño de estos sistemas.

El software incluye todos los programas, lenguajes y procedimientos necesarios para que los equipos que integran el sistema de control distribuido se configuren, operen reciban mantenimiento, etc. El OpenEnterprise es un paquete de control y adquisición de datos de supervisión, desarrollado para tratar el mercado que emerge para los sistemas distribuidos nombrado proyecto de automatización digital del simulador de instrumentación y control industrial.

El OpenEnterprise esta diseñado sobre todo para proporcionar el acceso a los servidores múltiples a través de cualquier red, y también proporcionar el acceso a las cualidades de todos los objetos dentro de los registros de los servidores de OpenEnterprise en tiempo real, histórico, alarmas y del acontecimiento, por lo anterior descrito y por las características especiales que se describen a continuación el OpenEnterprise es el software que cumple con las características y requerimientos para poder llevar a cabo nuestro proyecto.

Características

- Acceso a todos los datos en tiempo real e histórico.
- Conexión con la base de datos.
- Tablas y objetos definidos del usuario.
- Acceso estructurado del lenguaje de interrogación (SQL) a todos los datos.
- Intercambio de datos Dinámicos (DDE).

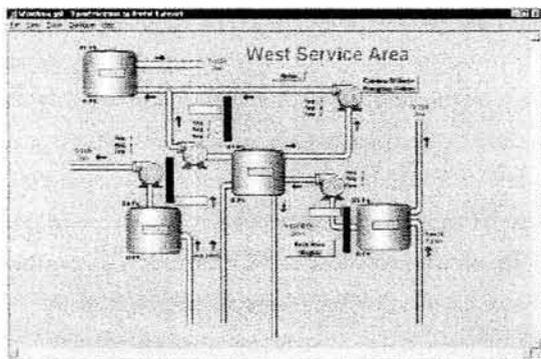


Figura 26 Ejemplo de una representación gráfica.

El OpenEnterprise es paquete industrial de la fuerza SCADA de Bristol Babcock's (control y adquisición de datos de supervisión), desarrollado para tratar el mercado que emerge para los sistemas distribuidos de SCADA y Control distribuido además de la telemetría que son capaces de la integración completa con el MIS, el Internet y otros sistemas abiertos.

El OpenEnterprise se utiliza como el depósito para los datos del ambiente de la planta. Los datos que son la sangre del negocio procesan dentro de cualquier organización (Figura 26). Para utilizar esa información, cualquier sistema moderno de SCADA y Control distribuido debe poder proporcionar los datos que recogen los usuarios dentro y externo al ambiente de SCADA.

Arquitectura Cliente / Servidor

OpenEnterprise se ha diseñado para el medio a los sistemas clasificados grandes de SCADA y Control distribuido, donde las mejoras significativas en funcionamiento de la red pueden ser alcanzadas recogiendo datos de las redes alejadas y distribuyéndolos a los sitios de trabajo del

operador una arquitectura cliente/Servidor típica. Esto da lugar a un uso más eficiente de la red, y da lugar típicamente a hardware menos especificados en los sitios de trabajo del operador. También proporciona la capacidad para la informar recolectar por separado datos al HMI, y de tener en cuenta para que los usos externos utilicen y procesen los datos.

Puede comunicarse opcionalmente y permiten que un servidor asuma el control de otro que sigue una falta del hardware o del software. Además, una instalación típica de OpenEnterprise incorporará por lo menos un solo sitio de trabajo del operador, aunque las instalaciones del servidor solamente son posibles. El sistema puede apoyar los centenares de sitios de trabajo, distribuidos a través de cualquier red (Internet incluyendo). En general, los recursos físicos solamente del hardware y de la red (límites no fijos del software) limitarán el tamaño de una instalación de OpenEnterprise o de su funcionamiento. El sistema requerido mínimo para una instalación de OpenEnterprise es solo Windows NT corriente basado Intel 4,0 de la PC.

OpenEnterprise incorpora las numerosas características diseñadas para resolver los requisitos de usuarios en una amplia gama de SCADA, Control distribuido y de industrias de proceso. Muchas de estas características se diseñan para reducir perceptiblemente los costos del mantenimiento y de la configuración del sistema, y agregan a la flexibilidad del sistema.

Base de datos en tiempo real

Orientada en la base del servidor del OpenEnterprise es un residente de la memoria, la base de datos event-driven, que es el depósito para todos los datos de SCADA, Control distribuido y de la configuración. Internamente, la base de datos se orienta enteramente. Ésta es una técnica de diseño del software en la cual los datos y el código se combinan juntos en componentes individuales. Este acercamiento altamente estructurado conduce a un producto que sea más fácil de mantener, y que funcione eficientemente que las bases de datos emparentadas o tradicionales, especialmente en un ambiente conducido acontecimiento tal como el sistema típico de SCADA.

La diferencia que es que un sistema de SCADA puede tener muchos millares de transacciones pequeñas por segundo, mientras que un sistema típico del MIS debe apoyar un número más pequeño de transacciones mucho más grandes. Este modelo de la transacción es apoyado lo más mejor posible por la arquitectura adoptada dentro de OpenEnterprise

La metodología Objeto-Orientada también tras el mundo verdadero de SCADA y el control de proceso, donde el equipo supervisado y controlado por el sistema de SCADA se abarca de objetos tales como válvulas, las bombas, capas filtrantes, calderas, etc. La mayoría de los sistemas de SCADA pueden proporcionar solamente la ayuda para las señales discretas la arquitectura de OpenEnterprise también permite que la base de datos modele objetos de la planta como objetos discretos dentro de la base de datos, y ligue estos objetos a las exhibiciones. Alternativamente, es posible ligar objetos múltiples de la base de datos para escoger los objetos de la exhibición, una técnica usada cuando los objetos dentro de la base de datos son realmente señales recogidas de RTUs tradicional. No es necesario que estos objetos sean contenidos dentro la misma base de datos o servidor.

La base de datos de OpenEnterprise es también inusualmente flexible, cuanto a los usuarios del extremo pueden agregar al esquema enviado con el producto, adición de sus propias tablas y los objetos a la base de datos. De esta manera, los servidores de OpenEnterprise son similares a los productos de la base de datos emparentada del OEM tales como oráculo, Microsoft SQLServer o MS acceso en tales como que la estructura de la base de datos se puede ampliar, modificar y modificar para requisitos particulares por el usuario, usando las herramientas estándares y las técnicas (el SQL y ODBC.) Es posible agregar los nuevos requisitos específicos de las tablas y las cualidades para que cada sistema desplegado satisfaga del uso (por ejemplo, una tabla se podría agregar llevando a cabo una base de datos del mantenimiento de equipo, hecha una remisión a los puntos de la etiqueta.) Todos estos datos son entonces accesibles vía los sitios de trabajo del operador, o cualquiera de las interfaces de comunicaciones apoyados, sin ningunas modificaciones de encargo.

Si está requerida, la funcionalidad adicional se puede agregar a los objetos del servidor desarrollando los métodos del objeto, dentro de la base de datos usando la lengua opcional del Control licencia del desarrollo (del CL) disponible de Bristol Babcock, o desarrollando usos externos usando básico visual de Microsoft.

Tecnología Estándar

La tecnología estándar de las comunicaciones según lo discutido, una de las características más importantes de OpenEnterprise es para que apoye las arquitecturas cliente / servidor, con la ayuda los clientes múltiples y los servidores dentro de cualquier configuración. Todos los

componentes del software individual se comunican vía TCP/IP más bien que usar memoria compartida o mecanismos propietarios del transporte. Consecuentemente, las ayudas del OpenEnterprise distribuyeron arquitecturas cliente / servidor usando TCP/IP para la comunicación entre los procesos en la separación misma de máquina física o entre los procesos CPU's o las máquinas (separado quizás físicamente por millares de millas.) Es posible apoyar distribuir el servidor de OpenEnterprise y sitio de trabajo en una sola máquina o los procesos a través de un número de máquinas separadas.

Es compatible con redes de conexiones más comunes del protocolo. Los componentes de OpenEnterprise pueden comunicarse vía cualquier ya que el protocolo permite las conexiones de conector a conector, apoya al hardware de las comunicaciones del OEM disponible para una gama muy amplia de los medios de comunicaciones físicos, incluyendo cobre, radio, fibra y CDPD. Hay generalmente un off disponible de la solución de TCP/IP que el estante para casi cualquier problema de comunicaciones encontró dentro de la industria de SCADA. Diseños tolerantes del sistema de ayudas de OpenEnterprise de las soluciones de la avería flexible que ofrecen un alto grado de disponibilidad de sistema. Algunas configuraciones del ejemplo incluyen:

Servidor

En una sola caja física, las opciones para la tolerancia de avería son obviamente limitadas. El OpenEnterprise incorpora la supervisión de procesos críticos, y puede recomenzar automáticamente cualquier proceso del servidor que sigue una falta del software. El servidor principal proporciona una actualización continua de todos los cambios de los datos al servidor espera en un segmento dedicado de la red de TCP/IP. En el acontecimiento de la falta del servidor principal, la máquina espera se convertirá en automáticamente el servidor principal con su base de datos actualizada con el estado de la red del control de proceso. Un cambio a la máquina espera se puede iniciar por cualquiera de la falta crítica del proceso del software de los mecanismos del interruptor del hardware.

CONCLUSIONES

La modernización del simulador de control industrial tiene como finalidad mejorar el funcionamiento del mismo, además de ayudar a los futuros Ing. Químicos a identificar y reforzar sus conocimientos de instrumentación y control, así como la calibración de los instrumentos típicos de un circuito de control en una planta de proceso industrial.

En este trabajo se establecieron estrategias basadas en una serie de metodologías, procedimientos y alternativas que incluyen todos los aspectos preponderantes de un proyecto de esta naturaleza; la adecuada adquisición de un Sistema de Control Distribuido y la apropiada aplicación de los esquemas de control avanzado permite tener la información necesaria y ejecutar las acciones necesarias para mantener los equipos dentro de condiciones de operación a las que fueron diseñadas y lograr la máxima seguridad para el personal, así como para los equipos al mejorar eficientemente las condiciones cambiantes, los rangos cada vez más amplios que permiten mejorar la productividad del proceso.

Una de las mayores ventajas del Sistema de Control Distribuido es el manejo masivo de la información en tiempo real y de manera más confiable, lo que permite la aplicación de diferentes paquetes para el procesamiento de dicha información, los paquetes de procesamiento estadístico de la información permite a los responsables de la operación del simulador tener una mejor toma de decisiones para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos tanto en términos de productividad y aumento en la disponibilidad y vida útil de los equipos.

También se aplican paquetes para el mantenimiento predictivo de los equipos e instrumentos para determinar los periodos óptimos para la calibración y sustitución de partes sujetas al desgaste y aplicación de rutinas de mantenimiento mayor aumentando consecuentemente la disponibilidad y vida útil de los equipos de proceso.

Por lo que se concluye que proyectos futuros de esta índole de modernización y actualización de los sistemas de instrumentación y control ofrecen la posibilidad de entender y estudiar el funcionamiento de un sistema de fallas complejas implicando las interrelaciones de los

circuitos de control y los efectos que en distancia, velocidad y retraso de tiempo de las operaciones de los procesos en una planta industrial.

El costo estimado para este proyecto es el siguiente:

Software:

- OCCOL WORKBENCH \$ 2,000 dls.
- OPEN ENTER PRICE \$ 4,000 dls.

Hardware

- COMPUTADORA \$ 15,000
- IMPRESORA \$ 1,500
- MUEBLE PARA COMPUTADORA \$ 2,000

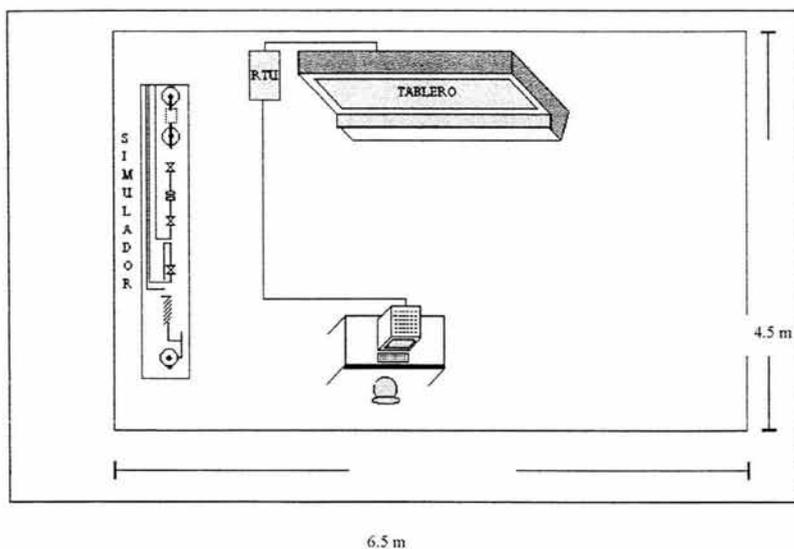


Figura 27 Representación Gráfica de la instalación final del RTU con la computadora en el área que se tiene disponible en el Laboratorio de Estudios Multidisciplinarios de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.

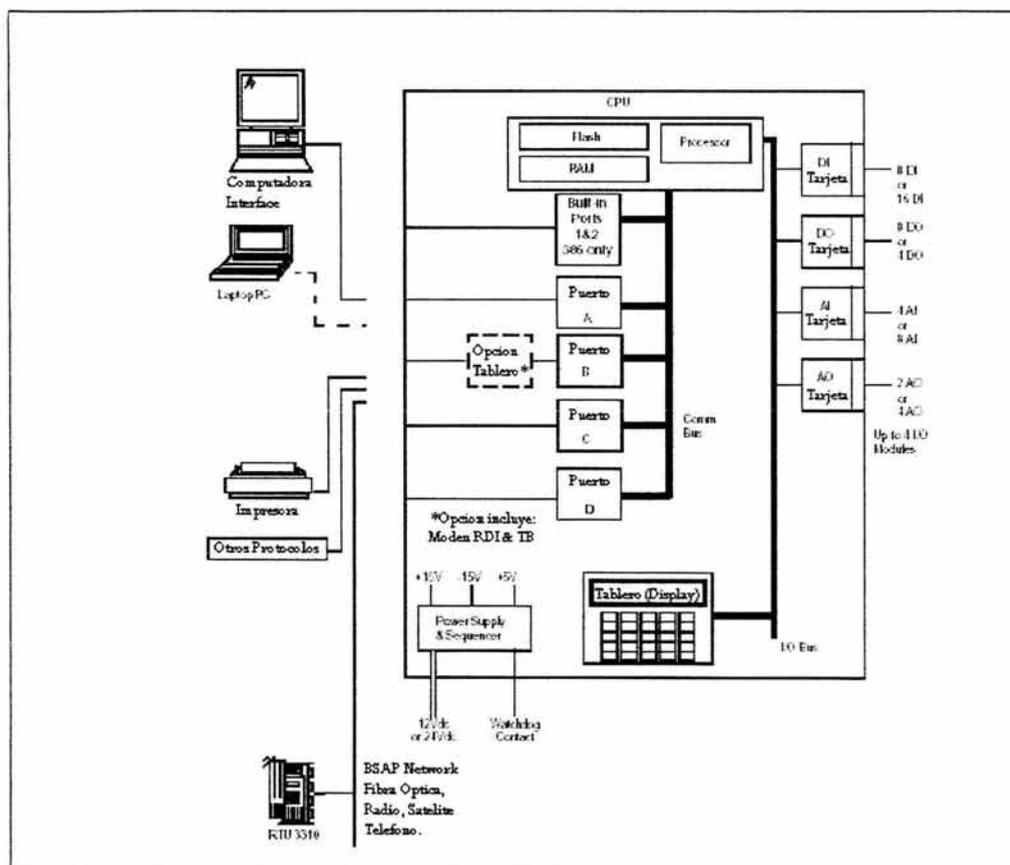


Figura 28 Sistema de interconexión para sistemas de control digital futuro para aplicación en el Laboratorio Experimental Multidisciplinario.

Glosario

- **Datos:** Son representaciones numéricas o gramáticas, con formato predefinido, de eventos o magnitudes que ocurren externamente al Sistema de procesamiento de la información (SPI) y son alimentadas a los puertos de entrada de este.
- **Sistema de procesamiento de la información (SPI):** Es un arreglo de dispositivos cuya función es la manipulación y ordenamiento de la información reciba de su entorno, a fin de generar resultados congruentes, para ser utilizados por el elemento humano, en la forma de decisiones. Un sistema de procesamiento de la información consta de dos puertos de entrada y salida, de una Unidad Central de Procesamiento, de los medios de almacenamiento y de los canales de comunicación requeridos. Un Sistema de procesamiento de la información (SPI) puede también comunicar los resultados generados a un sistema automatizado, a fin de que este modifique sus parámetros y busque obtener un mejor desempeño del proceso que este asociado.
- **Información:** Son datos que han sido validados y adecuados para poder ser procesados por los Sistema de procesamiento de la información (SPI). El proceso de validación y adecuación de los datos, normalmente se realizan en los puertos de entrada de los Sistema de procesamiento de la información (SPI).
- **Bit:** Término derivado de las palabras en inglés Binary digit, o dígito binario. Un bit equivale a una unidad de información, en un sistema numérico con solo estados, representativos de eventos que se manifiestan como complementarios, como en los casos de los estados Si-No, Alto- Bajo, 1-0, etc.
- **Byte:** Conjunto de 8 bits, los que son tratados como una entidad, adicionalmente a los 8 bits del byte, se le suele añadir un bit más (novenos), para realizar las funciones de verificación de paridad. Normalmente un byte representa un carácter alfabético o numérico, o bien representa una instrucción o dirección.
- **Software:** Refieren a los lenguajes, programas, protocolo y procesamientos requeridos, para la configuración, operación y mantenimiento de los Sistema de procesamiento de la información (SPI).

- Archivo: Es el conjunto de juego de datos, interrelacionados entre si y con estructura uniformizada, que contienen información sobre formatos textos, magnitudes, vectores, instrucciones, procesamientos o protocolos, que en su conjunto son tratados como una sola entidad.
- Base de datos: Son un conjunto sistematizado y organizado de datos, los cuales se interrelacionan de cierta forma. La finalidad de una base de datos es el de permitir un manejo mas eficiente de estos datos.
- Lenguaje: Conjunto definido de caracteres que sirven para formar simbolos, palabras, etc. Asi como las reglas para combinar estos caracteres componiendo comunicaciones significativas.
- Ambiente: Entorno operativo que se integra con el sistema operativo en el cual cada aplicación activa se visualiza en una pantalla movable y redimensionable, a fin de facilitar el uso de los recursos por ejemplo Windows, x-windows y windows NT.
- Paquete: Conjunto de programas de computadoras que se utilizan en una aplicación particular.
- Hardware: Refiere los sistemas dispositivos y accesorios requeridos por los sistemas de procesamiento de la información para su programación operación y mantenimiento.
- Unidad Central de Proceso (CPU): Es el dispositivo de los sistemas de procesamiento de la información que realiza las funciones de manipulación y ordenamiento de la información que recibe con una finalidad predeterminada.
- Sistemas de comunicaciones: Engloba a todos los dispositivos, canales de comunicaciones, accesorios, programas y protocolos requeridos para asegurar la transmisión eficiente, congruente.
- Canales de comunicaciones: Son los medios físicos e informáticos por los cuales los datos recibidos del entorno, de acuerdo con cada caso en especifico son validados en rangos, demoduladores, multiplexados, o en su caso digitalizados par poder ser usados por los sistemas de procesamiento de la información.

- Puertos de entrada: Constituyen los medios físicos e informáticos por los cuales los datos recibidos del entorno, de acuerdo con cada caso en específico, son validados en rango remodulados multiplexados o en su caso digitalizados por los Sistema de procesamiento de la información (SPI).
- Puertos de salida: Constituyen los medios físicos e informáticos por los cuales los resultados obtenidos por los Sistema de procesamiento de la información (SPI) de acuerdo con cada caso en específico.
- Periféricos: Engloba a todos los dispositivos que envían información a los SIP's o interpretan los resultados de los Sistema de procesamiento de la información (SPI) y los presentan de forma consistente para el SPI, para el elemento humano o para otro dispositivo externo al Sistema de procesamiento de la información (SPI), los periféricos pueden ser impresoras, video copadoras, teclados, controladores de cursor, monitores, memoria removibles, etc. A los periféricos también se les conoce como interfaces hombre-maquina.
- Memorias: Representan los medios físicos e informáticos por los cuales se almacena temporal o permanentemente, información para ser usada por los Sistema de procesamiento de la información (SPI), o bien, resultados generados por estos sistemas. Existen varios tipos de memorias, a las que se clasifican de diferentes maneras tales como permanentes o no permanentes, fijas o no removibles, magnéticas, ópticas, etc.
- Control: Acción o conjunto de acciones que buscan conformar una magnitud variable o conjunto de magnitudes variables en un patrón predeterminado.
- Circuito de control: Arreglo de dispositivos cuya finalidad es la de mantener un proceso dado, dentro de un patrón de comportamiento predeterminado. Un circuito de control típicamente consta de un elemento primario de medición o sensor, un elemento secundario o transmisor, un elemento de decisión y acción o controlador, uno o varios elementos finales de control y los dispositivos necesarios para acoplar señales.
- Variable controlada. Es una condición o características del medio controlado.

- **Variable manipulada.** Es aquella cantidad o condición que es cambiada por el controlador para eliminar el error.
- **Variable de referencia:** Representan el patrón sobre el cual se desea fijar el resultado de las acciones de control. Cuando las magnitudes de referencia son funciones variables con respecto al tiempo, se denotan, $R(t)$. con estas variables obtienen un valor relativamente constante, con respecto al tiempo se les conoce como punto de ajuste o valor consigna (SP o PA).
- **Control lógico:** La naturaleza de las variables controladas, en este esquema es de carácter discreto, esto es solo presentan dos estados, existencia o no existencia, uno o cero, si o no. la finalidad de este esquema de control es la de conformar los estados de una serie de variables con respecto a patrones o combinaciones de referencia predefinidos.
- **Sistema digital:** Sistema de procesamiento, que basa su operación en el manejo de magnitudes digitales.
- **Sistema de control digital:** Es un sistema cuyo principal objetivo es la supervisión y control en tiempo real, de las condiciones de operación de un proceso industrial, basando su operación en las teorías de control automático y utilizando un sistema de procesamiento de información como estructura básica.
- **Señales analógicas:** Representan variables continuas, cambiantes en el tiempo en las que un valor de entrada en la curva de comportamiento de estas variables corresponden a un solo valor de salida.
- **Señales digitales:** representan variables discontinuas que representan normalmente dos estados discretos o binarios (tales como 0 y 1, si-no, etc.) cambiantes en el tiempo en los que un valor de entrada en la curva de comportamiento de esta variable corresponde a un solo valor de salida.

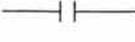
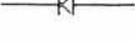
ANEXO 1

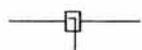
Simbología usada en diagramas funcionales de Instrumentos

I Instrumentos en General

Símbolo	Descripción
	Instrumento localizado en campo.
	Instrumento montado en el tablero principal.
	Instrumento montado en la parte posterior del tablero principal.
	Instrumento montado en tablero local.
	Instrumento montado en la parte posterior del tablero local.
	Instrumento proporcionado por el fabricante del equipo correspondiente.
	Instrumento para medir dos variables o que cumple dos funciones.

II Elementos primarios para medición de flujo.

	Placa de orificio.
	Tubo Dall.
	Tubo Venturi o Tobera.



Tubo Pitot.



Medidor tipo turbina.



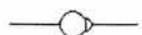
Medidor tipo magnético.



Medidor tipo desplazamiento positivo.

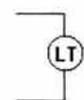


Medidor tipo Target o impacto.

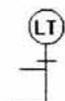


Rotámetro.

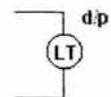
III Elementos primarios para medición de nivel.



Transmisor de nivel tipo desplazador.



Transmisor de nivel tipo capacitancia.



Transmisor de nivel tipo celda.

IV Elementos primarios para medición de presión.



Transmisor de presión.



Interruptor de Presión.



Transmisor de presión diferencial.

V Elementos primarios para medición de temperatura.



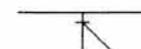
Termopozo roscado con termopar sencillo.



Termopozo roscado en termopar doble.



Termopozo bridado con termopar sencillo.



Termopozo bridado con termopar doble.

VI Líneas.



Línea de Proceso.

----- Señal Eléctrica.

Señal Neumática.

VII Suministro de energía.



Suministro Eléctrico (corriente alterna).

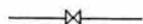


Suministro eléctrico (corriente directa).



Suministro de aire.

VII Válvulas



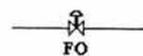
Válvula de dos vías.



Válvula de tres vías.



Válvula de ángulo.



Válvula de control con actuador de diafragma (abre a falla de aire).



Válvula de control con actuador de diafragma (cierra a falla de aire).



Válvula de control con actuador de diafragma y candado automático.



Válvula de control con actuador de diafragma y posicionador.



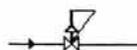
Válvula de control con actuador de diafragma y volante de operación manual.



Válvula de control operada por pistón.



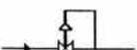
Válvula de control operada con motor.



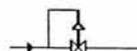
Válvula reguladora de presión auto-operada, con toma corriente abajo.



Válvula reguladora de presión auto-operada, con toma corriente Arriba.



Válvula reguladora de presión con toma de presión externa, corriente abajo.



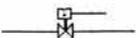
Válvula reguladora de presión con toma de presión externa, corriente arriba.



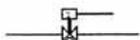
Válvula de control tipo mariposa con actuador de diafragma.



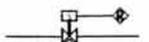
Válvula tipo trunnion.



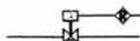
Válvula de dos vías operada por solenoide automática.



Válvula de tres vías operada por solenoide automática.



Válvula de tres vías operada por solenoide con reajuste manual.



Válvula de tres vías operada por solenoide con reajuste automático.

IX Convertidores.



Convertidor de voltaje a corriente.



Convertidor de voltaje a presión.



Convertidor de corriente a voltaje.



Convertidor de presión a corriente.



Convertidor de resistencia a corriente.



Convertidor de pulsos de voltaje a corriente.



Convertidor de pulsos de voltaje a presión.

Y I/P

Convertidor de corriente a presión.

Y A/D

Convertidor de señal analógica a señal digital.

Y D/A

Convertidor de señal digital a señal analógica

LETRAS PARA IDENTIFICACIÓN			
DEFINICIONES Y POSICIÓN PERMITIDAS EN CUALQUIER COMBINACIÓN			
LETRAS	1ª LETRA	2ª LETRA	3ª LETRA
MAYÚSCULAS	VARIABLE DEL PROCESO	TIPO DE REGISTRO U OTRA FUNCIÓN	FUNCIÓN ADICIONAL
A	ANÁLISIS	ALARMA	ALARMA
B	QUEMADOR DE FLAMA		
C	CONDUCTIVIDAD	CONTROL	CONTROL
D	DENSIDAD		
E	VOLTAJE	ELEMENTO (PRIMARIO)	
F	FLUJO		
G	CALIBRACIÓN	CRISTAL (NO MIDE)	
H	MANUAL		
I	CORRIENTE (ELÉCTRICA)	INDICADOR	
J	POTENCIA		
K	TIEMPO		
L	NIVEL	LUZ PILOTO	
M	HUMEDAD		
N	ELECCIÓN DEL USUARIO		
O	ELECCIÓN DEL USUARIO	ORIFICIO DE RESTRICCIÓN	
P	PRESIÓN O VACÍO	PUNTO (CONEXIÓN DE PRUEBA)	
Q	CANTIDAD O EVENTO		
R	RADIOACTIVIDAD	REGISTRO (REGISTRADOR)	
S	VELOCIDAD O FRECUENCIA	SEGURIDAD	SWITCH
T	TEMPERATURA	TRANSMISOR	TRANSMISIÓN
U	MULTIVARIABLE	MULTIFUNCIÓN	
V	VISCOSIDAD		VÁLVULA
W	PESO O FUERZA	POZO	
X	NO CLASIFICADA	NO CLASIFICADA	
Y	ELECCIÓN DEL USUARIO	ELECCIÓN DEL USUARIO	
Z	POSICIÓN	MANEJAR, ACTUAR O ELEMENTO FINAL DE CONTROL	
d, r y p	MODIFICADORES		

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0				
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM FECHA	01-08-02				
CONTRATO NO	POR	GGA-MCG			
REQ	AP				

INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA
(SYSTEMS THERMAL)

TEMPERATURE INSTRUMENTS
(FILLED SYSTEM)

HOJA DE ESPECIFICACIONES

REGISTRADOR DE TEMPERATURA

SPECIFICATION SHEET

GENERAL				TIPO DE CONTACTO ELÉCTRICO - EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ELECTRIC SWITCH TYPE - ON MEASUREMENT INCREASE)				
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPCION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	20	TIPO DE CONTACTO ELÉCTRICO - EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ELECTRIC SWITCH TYPE - ON MEASUREMENT INCREASE)			
		CONTROLADOR (CONTROLLER)	TRANSMISOR (TRANSMITTER)	21	CONTACTOS (CONTACTS)	ABREN (OPEN)	CIERRAN (CLOSE)	
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR	CIRCULAR		AMPERAJE DE LOS CONTACTOS (CONTACT RATING AMPS) : _____ VOLTS: _____			
	OTRO (OTHER):	STD			INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)			
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):	22	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)			
		STD			EXTERNO (EXTERNAL) INTERNO (INTERNAL)			
4	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)		INTEGRAL			
			YUGO (YOKE)		AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)			
5	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)	INDICANDO (INDICATING):		23	MANUAL			
		2			INTERNO (INTERNAL) EXTERNO (EXTERNAL)			
6	TAMAÑO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	12" CIRC. OTRO (OTHER):		24	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)			
		STD			NEUMÁTICO (PNEUMATIC) ELÉCTRICO (ELECTRIC)			
7	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	0 - 100 %		25	BANDA (BAND)			
		NUMERO (NUMBER)			FIJA (FIXED) AJUSTABLE (ADJUSTABLE)			
8	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)	0-100		26	OTRO (OTHER):			
		TIPO (TYPE):			ELEMEN TO TEMICO (THERMICAL ELEMENT)			
9	MOV. DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	27	CLASE			
			P. NEUM. (ELECTRIC)		1A	11A	111A	VA
10	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)	DÍAS REQ. (WIND)			1B	11B	111B	VB
		E P. (EX. PRF)					111C	
11	V _____ C _____	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS) : _____					111D	
12	OTRO (OTHER):			28	RANGO (RANGE) _____ PROTECCION DE SOBRE RANGO (OVER RANGE PROTECTION)			
		TRANSMISOR (TRANSMITTER)			BULBO (BULB)			
13	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	29	PLANO (PLAIN) CONEX UNION (UNION CONN.) SANITARIA (SANITARY)			
14	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	30	EXTENSIÓN			
					RÍGIDO (RIGID) DE ANGULO (ANGLE)			
15	RECEPTORES EN LA PAG N° (RECEIVES ON SHEET N°)				DOBLABLE (BENDABLE) OTRO (OTHER):			
		CONTROL		31	LONGITUD DE INMERSIÓN (INSERTION LENGTH)			
16	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)		PULGADAS (INCHES) :			
			OTRO (OTHER):	32	MATERIAL			
17	PROP _____	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)		316 SSS OTRO (OTHER):			
18	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	33	EL BULBO ESTA (BULB IS) : _____ PIES ARRIBA DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET ABOVE INSTRUMENT CASE)			
19	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)				PIES DEBAJO DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET BELOW INSTRUMENT CASE)			
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)					

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTR. INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO	POR	GGA-MCG		
REQ	AP			

INSTRUMENTOS DE PRESIÓN
HOJA DE ESPECIFICACIONES
REGISTRADOR DE FLUJO
PRESSURE INSTRUMENTS
SPECIFICATION SHEET

GENERAL		REGISTRADOR DE FLUJO		PRESSURE INSTRUMENTS	
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER) CONTROLADOR (CONTROLLER)	INDICADOR (INDICATOR) TRANSMISOR (TRANSMITTER)	CIEGO (BLIND)	20 INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH) N° DE POSICIONES (N° POSITIONS)
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR	CIRCULAR	OTRO (OTHER):	21 MANUAL
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):	STD	22 AUTO AJUSTE (AUTO-SET)
4	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)	23 BANDA (BAND)
5	N° DE PUNTOS REGISTRADOS (N° PTS. RECORDING)	2	INDICANDO (INDICATING):		24 OTRO (OTHER):
6	TIPO DE GRAFICA (CHART RANGE)	12" CTRC.	OTRO (OTHER):	STD	25 ESPIRAL (SPIRAL)
7	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	STD	NUMERO (NUMBER):		26 BRONCE (BRONZE)
8	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)	0-100	TIPO (TYPE):	STD	27 COMPENSACION DE LA PRESIÓN ABSOLUTA (ABSOLUTE PRESS. COMPENSATION)
9	MOV. DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELECTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM.	28 COMPENSACION POR COLUMNA ESTÁTICA (STATIC HEAD COMPENSATION)
10	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)	STD	ENRRROLADO (WIND):		29 COLUMNA (HEAD):
11	V. C. PRUEBA DE EXP. (EX. PRF)		PRESION DE AIRE (AIR PRESS)		30 OTRO (OTHER):
12	OTRO (OTHER):				
TRANSMISOR (TRANSMITTER)		TRANSMISOR (TRANSMITTER)		ACCESORIOS (ACCESSORIES)	
13	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	OTRO (OTHER):	31 REGULADOR Y FILTRO (FILTER & REGULATOR)
14	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO		32 INDICADOR Y SUMINISTRO DE AIRE (AIR SUPPLY & GAGE)
15	RECEPTORES EN LA PAG N° (RECEIVES ON SHEET N°):				33 INDICADOR LOCAL (LOCAL INDICATOR)
CONTROL		CONTROL		CONDICIONES DE OPERACION (OPERATING CONDITIONS)	
16	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	OTRO (OTHER):	34 GRAFICAS Y TINTAS (CHARTS & INK SET)
17	BANDA PROP. (AUTO-RESET)	*REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)	35 YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE)
18	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO		36 AMORTIGUADOR DE PULSACIONES (PULSATION DAMPENERS)
19	AUMENTO DE LA MEDICION (ON MEASUREMENT INCREASE)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)		37 SIFÓN (SYPHON)
					38 INT. DE ALARMA (ALARM SWITCH)
					SELLO HERMÉTICO (HERMETICAL SEALED)
					FE (EP)
					PG (GP)
					PRESIÓN NORMAL (PRESS NORMAL)
					TEMPERATURA NORMAL (TEMPERATURE NORMAL)
					FLUIDO (FLUID)
					FLUIDO DE SELLO (SEAL FLUID)
					G.E. @ 60° F
					S.G. @ 60° F
NOTAS (NOTES)					

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL. REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO	POR	GGA-MCG		
REQ	AP			

INSTRUMENTOS RECEPTORES
(RECEIVER INSTRUMENT)

HOJA DE ESPECIFICACIONES		INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO		SPECIFICATION SHEET			
GENERAL				AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)			
1	DESCRIPCIÓN REGISTRADOR (DESCRIPCIÓN) (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CONTROLADOR (CONTROLLER)	20	MANUAL	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)
2	CAJA Dsxqz(CASE)	RECTANGULAR		21	MANUAL (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER): <u>STD</u>	22	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)
4	CARATULA (DIAL)	STD		23	BANDA (BAND)	FIJA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)
5	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	24	OTRO (OTHER):		
6	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)	INDICANDO (INDICATING):		ELEMENTO RECEPTOR (RECEIVER ELEMENT)			
7	GRAFICA TIPO (CHART TYPE)	ROLLO (STRIP)	12" CIRC. (OTHER):	25	ESPIRAL (SPIRAL)	FUELLES (BELLOWS)	BOURDON
8	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	NUMERO (NUMBER):				DIAPHRAGMA (DIAPHRAGMA)	ELECTRICO (ELECTRIC)
9	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)	TIPO (TYPE):		MATERIAL			
10	MOTOR DE LA GRAFICA: (CHART DRIVE)	CUERDA (SPRING)	ELECTRICO (ELECTRIC)	26	BRONCE (BRONZE)	OTRO (OTHER):	
11	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED) (WIND):	DÍAS REQ.			RANGO (RANGE)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):
12	V C	EP (EX PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS):	27	CONEXIÓN -N PT (CONNECTION-NPT)	1/4"	OTRO (OTHER):
CONTROL						ATRÁS (BACK)	ABAJO (BOTTOM)
13	TRANSMISORES EN LA HOJA Nº (TRANSMITTERS ON SHEET Nº):			ACCESORIOS ACCESSORIES			
14	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)	REGULADOR Y FILTRO (FILTER A REGULATOR):			
15	PROP	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	28	MANÓMETRO DE ALIM. (AIR SUPPLY GAGE):		
16	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	AB-CERR (ON-OFF)	29	GRAFICAS Y TINTA (CHARTS & INKSET):		
17	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)			30	YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE):		
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)	31	AMORTIGUADOR (RESTRICTION DAMPENER):		
18	COLLOCACIÓN DEL CONTROL (CONTROL LOCATION)		REMOTO (REMOTE)	32	MÚLTIPLES (MANIFOLDS):		
	OTRO (OTHER):			33	INT. DE ALARMA (ALARM SWITCH):		
19	INTERRUPTOR AUTO-MANUAL. (AUTO-MANUAL SWITCH)			34	SELLO HERMÉTICO (HERMETICAL SEALED)		
	Nº DE POSICIONES (EXTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)			PE (EP)	PG (GP)
	Nº POSITIONS		INTEGRAL				

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL. REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG		
REQ	AP			

INSTRUMENTOS RECEPTORES
(RECEIVER INSTRUMENT)
HOJA DE ESPECIFICACIONES
INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL
SPECIFICATION SHEET

GENERAL				AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)				
DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CONTROLADOR (CONTROLLER)	20	MANUAL	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)	
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR		21	MANUAL (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER): STD	22	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	
4	CARATULA (DIAL)	STD		23	BANDA (BAND)	FIXA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)	
5	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)	24	OTRO (OTHER):		
6	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)	INDICANDO (INDICATING):		ELEMENTO RECEPTOR (RECEIVER ELEMENT)				
7	GRAFICA TIPO (CHART TYPE)	ROLLO (STRIP)	12" CIRC. (OTHER):	25	ESPIRAL (SPIRAL)	FUELLES (BELLOWS)	BOURDON	
8	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	NUMERO (NUMBER):				DIAFRAGMA (DIAPHRAGMA)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	
9	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)	STD		MATERIAL				
10	MOTOR DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	CUERDA (SPRING)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM.	26	BRONCE (BRONZE)	OTRO (OTHER): STD	
11	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED) (WIND)	DÍAS REQ.		27	RANGO (RANGE)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	
12	V C	EP (EX. PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS)		CONEXIÓN -N PT (CONNECTION-NPT)	1/4"	OTRO (OTHER):	
						ATRÁS (BACK)	ABAJO (BOTTOM)	
CONTROL				ACCESORIOS (ACCESSORIES)				
13	TRANSMISORES EN LA HOJA Nº (TRANSMITTERS ON SHEET Nº):			28	REGULADOR Y FILTRO (FILTER A REGULATOR):			
14	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	29	MANÓMETRO DE ALIM. (AIR SUPPLY GAGE):			
15	PROP	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)	30	GRAFICAS Y TINTA (CHARTS & INKSET):		
16	SALIDA (OUTPUT)	OTRO (OTHER): 4-20 mA		31	YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE):			
17	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)			32	AMORTIGUADOR (RESTRICTION DAMPENER):			
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)	33	MÚLTIPLES (MANIFOLDS):			
18	COLOCACIÓN DEL CONTROL (CONTROL LOCATION)		REMOTO (REMOTE)	INSTR. (INSTR.)	34	INT. DE ALARMA (ALARM SWITCH):		
	OTRO (OTHER):				SELO HERMÉTICO (HERMETICAL SEALED)			
19	INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)					PE (EP)	PG (GP)	
	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)					
			INTEGRAL (INTEGRAL)					

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG		
REQ	AP			

INSTRUMENTOS RECEPTORES
(RECEIVER INSTRUMENT)

HOJA DE ESPECIFICACIONES		INDICADOR CONTROLADOR DE PRESIÓN		SPECIFICATION SHEET				
GENERAL		GENERAL		AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)				
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CONTROLADOR (CONTROLLER)	20	MANUAL	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR			21	MANUAL (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):	STD	22	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)
4	CARATULA (DIAL)			STD	23	BANDA (BAND)	FIJA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)
5	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)	24	OTRO (OTHER):		
6	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)		INDICANDO (INDICATING):		ELEMENTO RECEPTOR (RECEIVER ELEMENT)			
7	GRAFICA TIPO (CHART TYPE)	ROLLO (STRIP)	12" CIRC.	OTRA (OTHER):	25	ESPIRAL (SPIRAL)	FUELLES (BELLOWS)	BOURDON
8	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		NUMERO (NUMBER):				DIAPHRAGMA (DIAPHRAGMA)	ELECTRICO (ELECTRIC)
9	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)		TIPO (TYPE):		MATERIAL			
10	MOTOR DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	CUERDA (SPRING)	ELECTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM. (PNEUM.)	26	BRONCE (BRONZE)	OTRO (OTHER):	STD
11	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)		DÍAS REQ.			RANGO (RANGE)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):
12	V C	E.P. (EX. PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS)		27	CONEXIÓN -N PT (CONNECTION-NPT)	1/4"	OTRO (OTHER):
CONTROL					ACCESORIOS (ACCESSORIES)			
13	TRANSMISORES EN LA HOJA Nº (TRANSMITTERS ON SHEET Nº):				28	REGULADOR Y FILTRO (FILTER A REGULATOR)		
14	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)		29	MANÓMETRO DE ALIM. (AIR SUPPLY GAGE):		
15	PROP	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)	30	GRAFICAS Y TINTA (CHARTS & INKSET):		
16	SALIDA (OUTPUT)		OTRO (OTHER):	4-20 mA	31	YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE):		
17	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)				32	AMORTIGUADOR (RESTRICTION DAMPENER):		
18	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)		33	MÚLTIPLES (MANIFOLDS):		
19	COLOCACIÓN DEL CONTROL (CONTROL LOCATION)		REMOTO (REMOTE)	INSTR	34	INT. DE ALARMA (ALARM SWITCH):		
	OTRO (OTHER):					SEILO HERMÉTICO (HERMETICAL SEALED)	PE (EP)	PG (GP)
19	INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)							
	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)	INTEGRAL				

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO.	FOR	GGA-MCG		
REQ.	AP			

INSTRUMENTOS RECEPTORES
(RECEIVER INSTRUMENT)

HOJA DE ESPECIFICACIONES		INDICADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA		SPECIFICATION SHEET				
GENERAL		GENERAL		AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)				
1	DESCRIPCIÓN REGISTRADOR (DESCRIPTION) (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CONTROLADOR (CONTROLLER)	20	MANUAL (INTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)	
2	CAJA RECTANGULAR (CASE) (RECTANGULAR)			21	MANUAL (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER): <u>STD</u>	22	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	
4	CARATULA (DIAL)		<u>STD</u>	23	BANDA (BAND)	FIXA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)	
5	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)	24	OTRO (OTHER): _____		
6	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)		INDICANDO (INDICATING): _____	ELEMENTO RECEPTOR (RECEIVER ELEMENT)				
7	GRAFICA TIPO (CHART TYPE)	ROLLO (STRIP)	12" CIRC. (OTHER): _____	25	ESPIRAL (SPIRAL)	FUELLES (BELLOWS)	BOURDON	
8	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		NUMERO (NUMBER): _____			DIAPHRAGMA (DIAPHRAGMA)	ELECTRICO (ELECTRIC)	
9	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)		TIPO (TYPE): _____	MATERIAL				
10	MOTOR DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	CUERDA (SPRING)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM.	26	BRONCE (BRONZE)	OTRO (OTHER): <u>STD</u>	
11	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED) (WIND)		DÍAS REQ.			RANGO (RANGE)	3-15 PSI	OTRO (OTHER): _____
12	V _____ C _____	E.P. (EX. PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS)		27	CONEXIÓN -N PT (CONNECTION-NPT)	1/4" <input checked="" type="checkbox"/> OTRO (OTHER): _____	
							ATRÁS (BACK) <input checked="" type="checkbox"/> ABAJO (BOTTOM)	
CONTROL				ACCESORIOS (ACCESSORIES)				
13	TRANSMISORES EN LA HOJA Nº (TRANSMITTERS ON SHEET Nº): _____			28	REGULADOR Y FILTRO (FILTER A REGULATOR): _____			
14	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC) <input checked="" type="checkbox"/>	29	MANÓMETRO DE ALIM. (AIR SUPPLY GAGE): _____			
15	PROP <input checked="" type="checkbox"/>	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION) <input checked="" type="checkbox"/> AB-CERR (ON-OFF)	30	GRAFICAS Y TINTA (CHARTS & INKSET): _____			
16	SALIDA (OUTPUT)		OTRO (OTHER): <u>4-20 mA</u>	31	YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE): _____			
17	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)			32	AMORTIGUADOR (RESTRICTION DAMPENER): _____			
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES) <input checked="" type="checkbox"/>	DISMINUYE (DECREASES)	33	MÚLTIPLES (MANIFOLDS): _____			
18	COLOCACIÓN DEL CONTROL (CONTROL LOCATION)		REMOTO (REMOTE) <input checked="" type="checkbox"/>	INSTR. <input checked="" type="checkbox"/>	34	INT. DE ALARMA (ALARM SWITCH): _____		
	OTRO (OTHER): _____							
19	INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)							
	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL) <input checked="" type="checkbox"/>	INTERNO (INTERNAL)	INTEGRAL <input checked="" type="checkbox"/>		SELLO HERMÉTICO (HERMETICAL SEALED)	PE (EP)	PG (GP)

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO.	FOR	GGA-MCG		
REQ.	AP			

INSTRUMENTOS DE NIVEL
HOJA DE ESPECIFICACIONES

(LEVEL INSTRUMENTS)
SPECIFICATION SHEET

1	GENERAL		DESPLAZADOR			
2	TIPO (TYPE)					
3	Nº DE IDENTIFICACIÓN (TANG N°)		LT -2			
4	Nº DE RECIPIENTE O EQUIPO (VESSEL OR EQUIPMENT N°)		FA -3			
5	CUERPO (BODY)		ACRÍLICO			
6	COLOCACION CON SUP. (TOP COON LOCATION)		SI			
7	COLOCACION CON INF. (STM. COON LOCATION)		SI			
8	TAMAÑO CON. (COON. SIZE)		STD			
9	CON ROSCA O BRIDA (COON. SCREWED OR FLANGES)		ROSCA			
10	CAJA DE MONTAJE (CASE MOUNTING)		STD			
11	ORIENTACIÓN DE LA BRIDA (FLANGED ORIENTATION)		-----			
12	CABEZAL GIRABLE (ROTABLE HEAD)		SI			
13	FLOTADOR O DESPLAZADOR		14"			
14	DIÁMETRO O LONGITUD (DIAMETER OR LENGHT)					
15	EXTENSION					
16	MATERIAL		ACERO INOX 304			
17	MAT. TUBO DE TORSIÓN (TORQUE TUBE MATERIAL)		STD			
18	ALETAS DE AIRE (AIR FIN)		-----			
19	TRANSMISOR (TRANSMITTER)					
20	TIPO (TYPE)		ELECTRONICO			
21	SALIDA (OUTPUT)		4 - 20 mA			
22	RECEPTORES, HOJA N° (RECEIVERS ON SHEET N°)		-----			
23	CONTROL					
24	TIPO (TYPE)	REAJUSTE (RESET)	-----			
25	PROPORCIONAL % (PROPORTIONAL %)		-----			
26	SALIDA (OUTPUT)		-----			
27	INCREMENTO DE NIVEL SALIDA (ON LEVEL INCREASE OUTPUT)		-----			
28	ACCESORIOS (ACCESSORIES)					
29	FILTRO Y REGULADOR (FILTER & REGULATOR)		SI			
30	CONEXIONES NIVEL DE CRISTAL (GAGE GLASS CONNECTIONS)					
31	NIVEL DE CRISTAL (GAGE GLASS)		-----			
32	CONEXION DE PURGA (PURGE CONECTION)		1/2"			
33	INTERRUPTOR ELECTRICO (ELECTRIC SWITCH)		-----			
34	CONDICIONES DE SERVICIO (SERVICE CONDITIONS)					
35	LIQUIDO SUPERIOR (UPPER LIQUID)		AGUA			
36	LIQUIDO INFERIOR (LOWER LIQUID)		AGUA			
37	DENSIDAD RELATIVA SUPERIOR (SP GR. UPPER)	INFERIOS (LOWER)				
38	PRESION MAXIMA (PRESS. MAX)	NORMAL (NORM)	20 PSI			
39	TEMPERATUTA MAXIMA (Temp. MAX)	NORMAL (NORM)	20 °C			
40	NOTAS (NOTES)					

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0				
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG			
REQ	AP.				

VÁLVULAS DE CONTROL
HOJA DE ESPECIFICACIONES
(CONTROL VALVES)
SPECIFICATION SHEET

ESPECIFICACIONES GENERALES (BODY)		GENERAL ESPECIFICATION (OPERATORS)				
1	TIPO GUIA TAPÓN (TYPE OF PLUG GUIDING)	DOBLE (DOUBLE) SENCILLO (SINGLE)	CAGE	5	NEUM: RESOTE Y DIAFRAGMA (SPRING A DIAPHRAGM) 3-15	PSI CARRERA PLENA PSI (FULL STROKE)
2	CONEXIONES (VER LÍNEA 12) (END CONNECTION SEE LINE 12)			6	OTRO (OTHER):	
3	OTRA FORMA DE CUERPO (OTHER BODY FORM)				SUMINISTRO ES (OPERATING SUPPLY IS)	20 PSI
4	UNIDADES DE FLUJO: LÍQUIDO EN (FLUID UNIT)	GPM	GASES EN (GASES IN)		OTRO (OTHER):	
					SUMINISTRO ES (OPERATING SUPPLY IS)	
					VAPOR EN (STEAM IN)	LB/HR
7	IDENTIFICACION (TANG N°)		FV-1	FV-2		
8	LÍNEA (LINE N°)					
9	CUERPO TAMAÑO CUERPO (BODY SIZE)	(BODY) TAMAÑO PUERTO (PORT SIZE)	1"	1"	1"	1"
10	TIPO (TYPE)		GLOBO	GLOBO		
11	MATERIAL		ACERO AL CARBON	ACERO AL CARBON		
12	CONEX. EXT (END CONNECTIONS)		1"	1"		
13	BONETE (BONETT)		ESTANDAR	ESTANDAR		
14	GRASERA (LUBRICATOR)	VALVULA (ISOLATING VALVE)	SI	SI	SI	SI
15	EMPAQUE O SELLO (PACKING OR SEAL)		TEFLON	TEFLON		
16	GUÍAS ESPECIALES (SPECIAL GUIDES)					
17						
18	MATERIAL	INTERIORES (TRIM)	ACERO INOX 304	ACERO INOX 304		
19	NÚMERO DE PUERTOS (N° OF PORTS)		1	1		
20	TIPO DE TAPON (PLUG FORM)		BALANCEADO	BALANCEADO		
21	ASIENTO Y TAPON (PLUG A SEAT)		ACERO	ACERO		
22						
23	ACCION CIERRA @ (CLOSE @)	(ACTION) ABRE @ (OPEN @)				
24	POSICION A FALLA (FAILURE POSITION)		ABRE	CIERRA		
25						
26	REQUERIDO (REQUIRED)	POSICIONADOR (POSITIONER)	SI	SI		
27	DESVIO (BY PASS)	MANOMETROS (GAUGES)				
28	SEÑAL DE ENTRADA (INPUT SIGNAL)		3-15	3-15		
	SEÑAL DE SALIDA (OUTPUT SHALL BE)		3-15	3-15		
29	FILTRO Y REGULADOR (FILTER & REGULATOR)		SI	SI		
30	VOLANTE (HANDWHEEL)					
31						
32	CONDICIONES DE OPERACION (SERVICE CONDITIONS)		AGUA	AGUA		
33	GASTO MINIMO (QTY. MIN)	GASTO MAXIMO (QTY. MAX)				
34	GASTO NORMAL @ T.F. (QTY. NORM. @ FT)					
35	PRESION MAXIMA ENT. (PRESS MAX IN)	SALIDA NORM. (NORM OUT)				
	Δ P MAX (Δ P MAX)	Δ P DISEÑO (Δ P SIZING)				
36	TEMPERATURA MAXIMA (Temp. MAX)	NORMAL (NORM)	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
37	DENS. REL A 60°F (SPGR @ 60°F)	@ T.F. (F.T.)	621 lb/pe ³	621 lb/pe ³	621 lb/pe ³	621 lb/pe ³
38	VISCOSIDAD @ T.F. (VISCOSITY @ F.T.)					
	NOTAS (NOTES):					

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0				
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG			
REQ	AP				

VÁLVULAS DE CONTROL
HOJA DE ESPECIFICACIONES
(CONTROL VALVES)
SPECIFICATION SHEET

ESPECIFICACIONES GENERALES (CUERPO (BODY))		GENERAL SPECIFICATION (ACTUADOR (OPERATORS))			
1	TIPO GUÍA TAPÓN (TYPE OF PLUG GUIDING) { DOBLE (DOUBLE) SENCILLO (SINGLE) CAGE	5	NEUM. RESOTE Y DIAFRAGMA (SPRING A DIAPHRAGM) 3-15 PSI CARRERA PLENA (FULL STROKE)		
2	CONEXIONES (VER LÍNEA 12) (END CONNECTION SEE LINE 12)	6	OTRO (OTHER): SUMINISTRO ES (OPERATING SUPPLY IS) 20 PSI		
3	OTRA FORMA DE CUERPO (OTHER BODY FORM)		OTRO (OTHER): SUMINISTRO ES (OPERATING SUPPLY IS)		
4	UNIDADES DE FLUJO: LÍQUIDO EN (FLUID UNIT) GPM GASES EN (GASES IN)		VAPOR EN (STEAM IN) LB/HR		
7	IDENTIFICACIÓN (TANG N°)	PV-1		PV-2	
8	LÍNEA (LINE N°)				
9	CUERPO TAMAÑO CUERPO (BODY SIZE) TAMAÑO PUERTO (PORT SIZE)	1"	1"		
10	TIPO (TYPE)	GLOBO		GLOBO	
11	MATERIAL	ACERO AL CARBON		ACERO AL CARBON	
12	CONEX. EXT (END CONNECTIONS)	1"		1"	
13	BONETE (BONETT)	ESTANDAR		ESTANDAR	
14	GRASERA (LUBRICATOR) VALVULA (ISOLATING VALVE)	SI	SI		
15	EMPAQUE O SELLO (PACKING OR SEAL)	TEFLON		TEFLON	
16	GUIAS ESPECIALES (SPECIAL GUIDES)				
17					
18	MATERIAL INTERIORES (TRIM)	ACERO INOX 304		ACERO INOX 304	
19	NUMERO DE PUERTOS (NOF PORTS)	1		1	
20	TIPO DE TAPÓN (PLUG FORM)	BALANCEADO		BALANCEADO	
21	ASIENTO Y TAPÓN (PLUG A SEAT)	ACERO		ACERO	
22					
23	ACCIÓN CIERRA @ (CLOSE @) ABRE @ (OPEN @)				
24	POSICION A FALLA (FAILLRE POSITION)	CIERRA		ABRE	
25					
26	POSICIONADOR REQUERIDO (REQUIRED)	SI		SI	
27	DESIVIO (BY PASS) MANOMETROS (GAUGES)				
28	SEÑAL DE ENTRADA (INPUT SIGNAL)	3-15		3-15	
	SEÑAL DE SALIDA (OUTPUT SHALL BE)	3-15		3-15	
29	ACCESORIOS (ACCESORIES)	SI		SI	
30	FILTRO Y REGULADOR (FILTER & REGULATOR)				
31	VOLANTE (HANDWHEEL)				
32	CONDICIONES DE OPERACION (SERVICE CONDITIONS)	AGUA		AGUA	
33	FLUIDO (FLUID)				
34	GASTO MINIMO (QTY. MAN) GASTO MAXIMO (QTY. MAX)				
35	GASTO NORMAL @ T.F. (QTY. NORM @ FT)				
36	PRESION MAXIMA ENT. (PRESS MAX IN) SALIDA NORM. (NORM OUT)				
	A P MAX (A P MAX) A P DISEÑO (A P SIZING)				
37	TEMPERATURA MAXIMA (Temp MAX) NORMAL (NORM)	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
38	DENS REL A 60°F (REL DENS @ 60°F) @ T.F. (F.T.)	0.21 lb/pt	0.21 lb/pt	0.21 lb/pt	0.21 lb/pt
	VISCOSIDAD @ T.F. (VISCOSITY @ F.T.)				
	NOTAS (NOTES)				

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO. POR	GGA-MCG			
REQ AP.				

INSTRUMENTOS DE PRESIÓN DIFERENCIAL
(DIFFERENTIAL PRESSURE INSTRUMENTS)
HOJA DE ESPECIFICACIONES
TRANSMISOR DE NIVEL LTI
SPECIFICATION SHEET

GENERAL			
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER) CONTROLADOR (CONTROLLER)	INDICADOR (INDICATOR) TRANSMISOR (TRANSMITTER)
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR OTRO (OTHER):	CIRCULAR STANDARD
3			
4	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):
5	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE) YUGO (YOKE)
6	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)		INDICANDO (INDICATING):
7	TIPO DE GRAFICA (CHART RANGE)		12" CIRC OTRO (OTHER):
8	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		NUMERO (NUMBER):
9	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)		TIPO (TYPE):
10	MOY DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELECTRICO (ELECTRIC) P. NEUM. (PNEUM.)
11	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)		ENRROLADO (WIND):
12	V C	PRUEBA DE EXP. (EX. PRF)	PRESION DE AIRE (AIR PRESS)
	OTRO (OTHER):		
TRANSMISOR (TRANSMITTER)			
13	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)
14	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER): 4-20 mA
15	RECEPTORES EN LA PAG. Nº (RECEIVES ON SHEET Nº)		
CONTROL			
16	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC) OTRO (OTHER):
17	BANDA PROP. (AUTO-RESE) %REAJ-AUTO	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR. (ON-OFF)
18	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):
19	A UN INCREMENTO DE LA MEDICION (ON MEASUREMENT INCREASE)	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES) DISMINUYE (DECREASES)
INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)			
20	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL) INTEGRAL
21	MANUAL		
22	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)		
23	BANDA (BAND)		
24	OTRO (OTHER):		
PUNTO DE AJUSTE (SET POINT ADJUSTMENTS)			
25	TIPO (TYPE)	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)
26	RANGO (RANGE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC) AJUSTABLE (ADJUSTABLE)
27	PARA OTROS ELEMENTOS VER Nº DE IDENTIFICACION (FOR OTHER ELEMENTS SEE TANG Nº)		
28	EN HOJA Nº (ON SHEET Nº):		
PRESION ESTÁTICA O ELEMENTO RECEPTOR (STATIC PRESSURE OR RECEIVER ELEMENT)			
29	TIPO (TYPE)		
30	MATERIAL:		
UNIDAD DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL UNIT)			
31	FLUJO (FLOW)	NIVEL (LEVEL)	PRESION (PRESSURE)
32	MERCURIO (MERCURY)	FUELLES (BELLOWS)	DIAPHRAGMA (DIAPHRAGMA)
33	OTRO (OTHER):		
LIBRAJE DEL CUERPO PCSI (BODY RATING PSIG)			
34	RANGO DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL RANGE)	2000 PSI	@60°F
35	CONN. DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL CONN.)	1/4" AGUA	OTRO (OTHER):
ACCESORIOS (ACCESSORIES)			
36	REGULADOR Y FILTRO (FILTER & REGULATOR):		SI
37	INDICADOR Y SUMINISTRO DE AIRE (AIR SUPPLY GAGE):		
38	INDICADOR LOCAL (LOCAL INDICATOR):		
39	GRAFICAS Y TINTAS (CHARTS & INK SET):		
40	YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE):		SI
41	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES (PULSATION DAMPENER):		
42	MERCURIO (MERCURY):		
43	GRASERIA Y VALVULA (LUBRICATOR & ISO VALVE):		
44	INTEGRADOR (INTEGRATOR):		
45	ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICION (PRIMARY MEASURING ELEMENT):		
46	TIPO (TYPE):		
47	INTERRUPTOR ALARMA (ALARM SWITCH):		
48	SELLO HERMETICO (HERMETICALLY SEALED)	E.P.	G.P.

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL REV.	0			
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02		
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG		
REQ	AP			

INSTRUMENTOS DE PRESIÓN DIFERENCIAL
HOJA DE ESPECIFICACIONES
TRANSMISOR DE PRESION
(DIFFERENTIAL PRESSURE INSTRUMENTS)
SPECIFICATION SHEET

GENERAL			
1 DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CIEGO (BLIND) <input checked="" type="checkbox"/>
	CONTROLADOR (CONTROLLER)	TRANSMISOR (TRANSMITER)	<input checked="" type="checkbox"/>
2 CAJA (CASE)	RECTANGULAR	CIRCULAR	
	OTRO		
	(OTHER)	STANDARD	
3 COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER)	STANDARD
4 MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE) <input checked="" type="checkbox"/>
5 Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)		INDICANDO (INDICATING)	
6 TIPO DE GRAFICA (CHART RANGE)		12" CIRC	OTRO (OTHER)
7 RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		NUMERO (NUMBER)	
8 RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)		TIPO (TYPE)	
9 MOV. DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELECTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM. (PNEUMATIC)
10 VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)		ENRROLADO (WIND)	
11 V C	PRUEBA DE EXP. (EX PRF)	PRESION DE AIRE (AIR PRESS)	
12 OTRO (OTHER)			
TRANSMISOR (TRANSMITTER)			
13 TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)	<input checked="" type="checkbox"/>
14 SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	4-20 mA
15 RECEPTORES EN LA PAG Nº (RECEIVES ON SHEET Nº)			
CONTROL			
16 TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)	OTRO (OTHER)
17 BANDA PROP (AUTO-RESET)	%REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)
18 SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	
19 A UN INCREMENTO DE LA MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)
INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)			
20 Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)		EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)
		INTEGRAL	
21 MANUAL	PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)		
		INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)
22 AUTO AJUSTE (AUTO-SET)		NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELECTRICO (ELECTRIC)
23 BANDA (BAND)		FIJA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)
24 OTRO (OTHER):			
PRESION ESTÁTICA O ELEMENTO RECEPTOR (STATIC PRESSURE OR RECEIVER ELEMENT)			
25 TIPO (TYPE)	MATERIAL:		
26 RANGO (RANGE):			
27 PARA OTROS ELEMENTOS VER Nº DE IDENTIFICACION (FOR OTHER ELEMENTS SEE TANG Nº)	EN HOJA Nº (ON SHEET Nº):		
UNIDAD DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL UNIT)			
28 FLUJO (FLOW)	NIVEL (LEVEL) <input checked="" type="checkbox"/>	PRESION (PRESSURE)	
29 MERCURIO (MERCURY)	FUELLES (BELLOWS)	DIAFRAGMA (DIAPHRAGMA) <input checked="" type="checkbox"/>	
30 OTRO (OTHER):			
31 MATERIAL	CUERPO (BODY)	DIAFRAGMA O FUELLES	
	ACERO AL CARBON	DIAFRAGMA 316 SS	
LIBRAJE DEL CUERPO PGSI (BODY RATING PSIG)			
32	12 PSI		@60°F
33 RANGO DIFERENCIAL (DIFFERENTIAL RANGE):	100" AGUA		
34 CONN. DIFERENCIAOL (DIFFERENTIAL CONN.)	1/8"	1/4" <input checked="" type="checkbox"/>	OTRO (OTHER):
ACCESORIOS (ACCESSORIES)			
35 REGULADOR Y FILTRO (FILTER & REGULATOR):	SI		
36 INDICADOR Y SUMINISTRO DE AIRE (AIR SUPPLY GAGE)			
37 INDICADOR LOCAL (LOCAL INDICATOR):			
38 GRAFICAS Y TINTAS (CHARTS & INK SET):			
39 YUGO DE MONTAJE (MOUNTING YOKE):	SI		
40 AMORTIGUADOR DE PULSACIONES (PULSATION DAMPENR):			
41 MERCURIO (MERCURY):			
42 GRASERIA Y VALVULA (LUBRICATOR & ISO VALVE):			
42 INTEGRADOR (INTEGRATOR)			
43 ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICIÓN (PRIMARY MEASURING ELEMENT)			
43 TIPO (TYPE):			
44 INTERRUPTOR ALARMA (ALARM SWHICH):			
45 SELLO HERMETICO (HERMETICALLY SEALED)	<input checked="" type="checkbox"/>	E.P.	G.P.

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL. REV.	0				
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO	POR	GGA-MCG			
REQ.	AP.				

INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA
 (SYSTEMS THERMALS)

TEMPERATURE INSTRUMENTS
 (FILLED SYSTEM)

HOJA DE ESPECIFICACIONES

TRANSMISOR TEMPERATURA TTI

SPECIFICATION SHEET

GENERAL				TEMPERATURE INSTRUMENTS						
HOJA DE ESPECIFICACIONES				SPECIFICATION SHEET						
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CIEGO (BLIND)	20	TIPO DE CONTACTO ELÉCTRICO - EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ELECTRIC SWITCH TYPE - ON MEASUREMENT INCREASE)				
		CONTROLADOR (CONTROLLER)	TRANSMISOR (TRANSMITTER)		21	CONTACTOS (CONTACTS)	ABREN (OPEN)	CIERRAN (CLOSE)		
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR	CIRCULAR			AMPERAJE DE LOS CONTACTOS (CONTACT RATING AMPS) _____ VOLTS: _____				
	OTRO (OTHER):	STD				INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)				
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):	STD	22	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)		
4	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)		INTEGRAL				
5	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)	INDICANDO (INDICATING):			AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)					
6	TAMAÑO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	12" CIRC. (OTHER):			23	MANUAL	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)		
7	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)	NUMERO (NUMBER):			24	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)		
8	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)	TIPO (TYPE):			25	BANDA (BAND)	FIJA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)		
9	MOV. DE LA GRAFICA (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM. (ELECTRIC)	26	OTRO (OTHER):				
10	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)	DÍAS REQ. (WIND)			ELEMENTO TÉRMICO (THERMICAL ELEMENT)					
11	V. _____ C. _____ (EX. PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS)			27	CLASE	IA	IIA	IIIA	VA
12	OTRO (OTHER):						IB	IIB	IIIB	VB
								IIIC		
								IIID		
					28	RANGO (RANGE)	PROTECCION DE SOBRE RANGO (OVER RANGE PROTECTION)			
							BULBO (BULB)			
13	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)		29		PLANO (PLAIN)	CONEX UNIÓN (UNION CONN.)	SANITARIA (SANITARY)	
14	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	4-20 mA	30	EXTENSIÓN	RÍGIDO (RIGID)	DE ANGULO (ANGLE)		
15	RECEPTORES EN LA PAG Nº (RECEIVES ON SHEET Nº)						DOBLABLE (BENDABLE)	OTRO (OTHER):		
					31	LONGITUD DE INMERSIÓN (INSERTION LENGTH)	PULGADAS (INCHES):			
					32	MATERIAL	316 SSS	OTRO (OTHER):		
16	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	OTRO (OTHER):	33	EL BULBO ESTA (BULB IS)	PIES ARRIBA DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET ABOVE INSTRUMENT CASE)			
17	PROP. _____	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)			PIES DEBAJO DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET BELOW INSTRUMENT CASE)			
18	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):							
19	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ON MEASUREMENT INCREASE)									
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)							

PLANTA: SIMULADOR DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL. REV.	0				
LOCALIZACIÓN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES C. LEM	FECHA	01-08-02			
CONTRATO NO.	POR	GGA-MCG			
REQ	AP				

INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA
(SYSTEMS THERMALS)
HOJA DE ESPECIFICACIONES

TEMPERATURE INSTRUMENTS
(FILLED SYSTEM)
SPECIFICATION SHEET

GENERAL				TRANSMISOR TEMPERATURA TT2						
1	DESCRIPCIÓN (DESCRIPTION)	REGISTRADOR (RECORDER)	INDICADOR (INDICATOR)	CIEGO (BLIND)	20	TIPO DE CONTACTO ELÉCTRICO - EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ELECTRIC SWITCH TYPE - ON MEASUREMENT INCREASE)				
		CONTROLADOR (CONTROLLER)	TRANSMISOR (TRANSMITTER)		21	CONTACTOS (CONTACTS)	ABREN (OPEN)	CIERRAN (CLOSE)		
2	CAJA (CASE)	RECTANGULAR	CIRCULAR			AMPERAJE DE LOS CONTACTOS (CONTACT RATING AMPS) _____ VOLTS: _____				
	OTRO (OTHER):	STD				INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)				
3	COLOR DE CAJA (CASE COLOR)	NEGRO (BLACK)	OTRO (OTHER):	STD	22	Nº DE POSICIONES (Nº POSITIONS)	EXTERNO (EXTERNAL)	INTERNO (INTERNAL)		
4	MONTAJE (MOUNTING)	AL RAS (FLUSH)	SUPERFICIE (SURFACE)	YUGO (YOKE)		INTEGRAL				
5	Nº DE PUNTOS REGISTRADOS (Nº PTS. RECORDING)		INDICANDO (INDICATING):		AJUSTE DEL PUNTO DE AJUSTE - (SET POINT ADJUSTMENTS)					
6	TAMAÑO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		12" CIRC.	OTRO (OTHER):	23	MANUAL	INTERNO (INTERNAL)	EXTERNO (EXTERNAL)		
7	RANGO DE LA GRAFICA (CHART RANGE)		NUMERO (NUMBER):		24	AUTO AJUSTE (AUTO-SET)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)		
8	RANGO DE LA ESCALA (SCALE RANGE)		TIPO (TYPE):		25	BANDA (BAND)	FIJA (FIXED)	AJUSTABLE (ADJUSTABLE)		
9	MOV. DE LA GRAFICA: (CHART DRIVE)	RESORTE (SPRING)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	P. NEUM.	26	OTRO (OTHER): _____				
10	VELOCIDAD DE LA GRAFICA (CHART SPEED)		DÍAS REQ. (WIND):		ELEMENTO TÉRMICO (THERMICAL ELEMENT)					
11	V _____ C _____	E.P. (EX. PRF)	PRESIÓN DE AIRE (AIR PRESS)		27	CLASE	IA	IIA	IIIA	VA
12	OTRO (OTHER):						IB	IIB	IIIB	VB
									IIIC	
									IIID	
					28	RANGO (RANGE)		PROTECCION DE SOBRE RANGO (OVER RANGE PROTECTION)		
								BULBO (BULB)		
13	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)		29		PLANO (PLAN)	CONEX UNION (UNION CONN.)	SANTARIA (SANITARY)	
14	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):	4-20 mA	30	EXTENSIÓN	RÍGIDO (RIGID)	DE ANGULO (ANGLE)		
15	RECEPTORES EN LA PAG. Nº (RECEIVES ON SHEET Nº)						DOBLABLE (BENDABLE)	OTRO (OTHER): _____		
					31	LONGITUD DE INMERSIÓN (INSERTION LENGTH)		PULGADAS (INCHES)		
16	TIPO (TYPE)	NEUMÁTICO (PNEUMATIC)	ELÉCTRICO (ELECTRIC)	OTRO (OTHER):	32	MATERIAL	316 SSS	OTRO (OTHER): _____		
17	PROP _____	% REAJ-AUTO (AUTO-RESET)	DERIVADA (RATE-ACTION)	AB-CERR (ON-OFF)	33	EL BULBO ESTA (BULB IS)		PIES ARRIBA DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET ABOVE INSTRUMENT CASE)		
18	SALIDA (OUTPUT)	3-15 PSI	OTRO (OTHER):					PIES DEBAJO DE LA CAJA DEL INSTRUMENTO (FEET BELOW INSTRUMENT CASE)		
19	EN AUMENTO DE MEDICIÓN (ONMEASUREMENT INCREASE)									
	SALIDA (OUTPUT)	AUMENTA (INCREASES)	DISMINUYE (DECREASES)							

BIBLIOGRAFÍA

- Douglas M. Considine.
Process Instruments and Controls Handbook
Mc Graw Hill Book Company
Forty edition, 1993.
- Douglas M. Considine.
Handbook of Applied Instrumentation
Mc Graw Hill Book Company, 1964.
- Chester L. Nachtigal
Instrumentation and Control Fundamentals and Applications
Wiley Series in Mechanical Engineering Practice, 1990.
- Belá G. Liptak
Instrument Engineers Handbook Vol. II
First Edition, Chilton Book Company
Philadelphia, 1970.
- William H Roadstrum
Ingeniería Eléctrica para todos los Ingenieros
Alfaomega
Second edition, 1999.
- Jose Nacif Narchi
Ingeniería de Control Automático (tomo I y II)
Segunda Edición, Compañía Editorial la Ilustración, S.A.
México, 1970.
- Kellen Howard P.
Handbook of Instruments and Controls
McGraw – Hill Book Company.
New York, 1961.

- Antonio Creus
Instrumentación Industrial
Editorial Alfaomega
Barcelona España, 1989.
- Harold E. Soisson
Instrumentation in Industry
Jhon Wiley & Sons. Inc
USA, 1975.
- Difusión de Educación Continúa UNAM
Instrumentación Electrónica de Procesos Industriales
México D.F. 1991.
- Enrique Solís Cañedo
Estrategias para la Automatización Integral de Plantas Industriales
IMP, México D.F. 1991.
- Instituto Mexicano del Petróleo
Introducción a la Tecnología del Control Digital
México D.F. 1990.
- G. C. Carroll.
Manual de Servicio de Instrumentación Industrial
Tomo I , Editorial Labor.
- Austin E. Fribrance
Industrial Instrumentation Fundamentals
Mc Graw-hill
Book Company
- Proakis y Manolakis
Introduction to Digital Signal Processing,
Maxwell-McMillan
2a. Edición, 1992.

- Fraden, Jacob
Handbook of Modern Sensors
Segunda Edición, Ed. Springer Verlag 1996.

- Beckwith Thomas & Marangoni Roy
Mechanical Measurements
Cuarta Edición, Ed. Addison Wesley 1990.

- Ollero Fernández Camacho
Control e Instrumentación de procesos químicos
Edt. Sintesis, 1997

- Luyben
Process modeling, simulation and control for chemical eng
Edt. McGraw Hill, 1990

- Ogata K.
Ingeniería de Control Moderna
3ª Edición. Ed. Prentice-Hall, México (1998).