

BANCO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS AUTOMATIZADO
(SISTEMA DE GESTION INTEGRAL)

LUIS CARLOS MCNISH ZAPATA
CHRISTIAN ANDRES LAVERDE PATIÑO

UNAB



VERIFICACION	
Obsaquilo	02 JUN 2005
PRECIO	061186
\$30.000=	IMT 2042

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA
BUCARAMANGA
2005

BANCO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS AUTOMATIZADO
(SISTEMA DE GESTION INTEGRAL)

LUIS CARLOS MCNISH ZAPATA
CHRISTIAN ANDRES LAVERDE PATIÑO

Monografía para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

Director
JOHN FABER ARCHILA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA MECATRONICA
BUCARAMANGA
2005

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Fecha

DEDICATORIA

*Padre celestial, a ti que siempre estás a mi lado, protegiéndome, y guiándome
con tu infinita sabiduría.*

A la memoria de mi padre, que siempre quiso lo mejor para mí.

A mi madre por su afecto y cariño

A mis hermanos por su tolerancia..

A mi tía Anita por ser mi guía espiritual y segunda madre.

A mi novia y mejor amiga, por siempre estar ahí incondicionalmente.

A mis suegros por su apoyo y confianza.

*A mis amigos y compañeros por todos los buenos momentos que me han
brindados.*

Luis Carlos

*A mi padre y gran amigo Francisco Laverde por todo el apoyo que me ha
brindado.*

A mi madre por todo su cariño y afecto

A mis hermanos por su compañía, apoyo y consejo

Cristian

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestras familias, amigos y compañeros por el apoyo brindado en el transcurso de nuestra carrera. A todos los docentes, por sus enseñanzas y consejos los cuales nos ayudaron a cumplir este objetivo.

A John Faber ArchiLa, Ingeniero Mecánico y Director de nuestro trabajo de grado por su colaboración y apoyo.

A la empresa MEI LTDA por su constante motivación en este trabajo.

A la empresa LECHESAN S.A. por su colaboración en el proceso de investigación y desarrollo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS ENERALES	12
OBJETIVOD ESPECÍFICOS	12
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1. BANCO DE PRUEBAS	13
1.2. TIPOS DE VÁLVULAS	13
1.2.1 Válvulas tipo compuerta	13
1.2.2 Válvulas tipo globo	14
1.2.3 Válvulas de Bola	16
1.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	17
1.3.1 Convertidor Análogo Digital	17
1.3.2 Adquisición de Datos	18
1.3.3 Microcontrolador	19
1.3.4 El Transistor	21
1.4. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	22
1.5. DESCRIPCIÓN DEL CONECTOR DB 25	22
1.6. LOS REGISTROS DEL PUERTO PARALELO	23
2. DISEÑO	25
2.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	25
2.2 ESQUEMA GENERAL DEL BANCO DE PRUEBAS	26
2.3 DIAGRAMA DEL PROCESO DE DISEÑO	30
2.3.1 Sistema de Gestión Integral	31
2.4 ADECUACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	36
2.4.1 Descripción del Banco de Pruebas	37
2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	39
2.5.1 Diagrama de flujo del Sistema de Adquisición de Datos	39
2.5.2 Esquema de conexión del puerto paralelo con la tarjeta de adquisición de datos	41
2.6 DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN PARA LA CAPTURA DE DATOS	43
2.6.1 Programa en modo consola (Borland C++)	47
2.6.2 Programa en visual Basic 6.0	47
2.7 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS	60
3 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS	70
3.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE	70
3.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	70
3.3 PRUEBAS	71
3.3.1 Transductor de Presión	73
3.3.2 Conversor Análogo Digital del Microcontrolador	75
3.3.3 Comunicación	75
3.3.4 Adquisición de datos	75
3.4 Pruebas de resistencia de materiales en CAE	76

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA

84
91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Válvulas de compuerta	13
Figura 2. Válvula de Globo	14
Figura 3. Válvula de bola	16
Figura 4. Diagrama de un conversor Análogo Digital	17
Figura 5. Tarjeta de adquisición de datos	18
Figura 6. Microcontrolador	19
Figura 7. Configuración de un optoacoplador	21
Figura 8. Ejemplo de un transistor	21
Figura 9. Transductor de presión	22
Figura 10. Conector DB25 tipo Hembra	23
Figura 11. Conector DB25 tipo Macho	23
Figura 12. Esquema general del Banco de Pruebas	26
Figura 13. Procedimiento para el mantenimiento de válvulas	27
Figura 14. Metodología de Diseño Mecatrónico.	30
Figura 15. Metodología de diseño mecatrónico aplicada al diseño y construcción del sistema de automatización de la prueba Hidrostática.	31
Figura 16. Metodología de diseño mecatrónico aplicada al diseño y construcción del sistema de automatización de la prueba hidrostática.	32
Figura 17. Diseño Metodológico para el sistema de automatización de la prueba hidrostática.	33
Figura 18. Diagrama del proceso de diseño	34
Figura 19. Diagrama del proceso de evaluación de una válvula	36
Figura 20. Foto de Banco de pruebas hidrostáticas	36
Figura 21. Banco de pruebas hidrostáticas	37
Figura 22. Tapa del banco de pruebas	38
Figura 23. Flauta del banco de prueba	38
Figura 24. Bridas del banco de pruebas	39
Figura 25. Diagrama de flujo del sistema de adquisición de datos	40
Figura 26. Esquema de conexión	41
Figura 27. Esquema del circuito de la tarjeta de adquisición de datos	42
Figura 28. Pantalla de inicio aplicación en Borland C++	47
Figura 29. Tiempo de ejecución aplicación en Borland C++	47
Figura 30. Visualizador de presión en tiempo real formulario principal (Main)	48
Figura 31. Diagrama de flujo del programa en Visual Basic	49
Figura 32. Visualizador de presión en tiempo real formulario Presión de trabajo	56
Figura 33. Relaciones de tablas	61
Figura 34. Tablas de la base de datos (Cliente, Orden de trabajo, Operario, Prueba, Tipo Brida)	61
Figura 35. Tablas de la base de datos (Producto, Tipo Operación,	

Tipo Válvula, Tipo ANSI, Tipo Prueba)	62
Figura 36. Tablas de la base de datos (Marca Válvula, Válvula , Diagnóstico, Mantenimiento)	62
Figura 37. Formulario agregar ANSI	63
Figura 38. Formulario Agregar Cliente	63
Figura 39. Formulario Agregar Marca Válvula	64
Figura 40. Formulario Agregar Operario	64
Figura 41. Formulario Agregar Tipo Operación	65
Figura 42. Formulario Agregar Válvula	65
Figura 43. Formulario Diagnostico de válvula	66
Figura 44. Formulario Mantenimiento	66
Figura 45. Formulario Orden de Trabajo	67
Figura 46. Informe Listado de clientes	67
Figura 47. Informe Datos Generales de las Válvulas	68
Figura 48. Informe Descripción de servicio realizado por Válvula	68
Figura 49. Informe Válvulas Recibidas	68
Figura 50. Presión vs Tiempo	69
Figura 51. Configuración de trabajo del Transductor de Presión	73
Figura 52. Configuración del Transductor de presión	74
Figura 53. Dimensiones del Transductor de presión	74
Figura 54. Estrés máximo cortante	81
Figura 55. Deformación total	82
Figura 56. Factor de seguridad	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. General del Puerto Paralelo	24
Tabla 2. Componentes de la tarjeta de adquisición de datos.....	42
Tabla 3. Datos de prueba de presión en banco de pruebas.....	71
Tabla 4. Transductor de presión SITRANS P 7MF1563.....	74
Tabla 5. Características dimensionales del banco de pruebas	77
Tabla 6. Condiciones de contacto del banco de pruebas.....	77
Tabla 7. Carga estructural.....	78
Tabla 8. Soportes estructurales.....	78
Tabla 9. Resultados Estructurales.....	79
Tabla 10. Tensión equivalente de seguridad.....	79
Tabla 11. Resultados del esfuerzo de tensión.....	79
Tabla 12. Tensión de seguridad de esfuerzo de corte	79
Tabla 13. Resultados del esfuerzo de corte	79
Tabla 14. Definición de la estructura de acero	80
Tabla 15. Límite de estrés de la estructura de acero	80

INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como objetivo automatizar el sistema de muestreo en un banco de pruebas hidrostáticas, para ser utilizado en la industria del sector petrolero, petroquímico y energético, cumpliendo con los requisitos mínimos de calidad para aplicar a la norma ISO 9000, generando un sistema de gestión integral mecatrónico administrativo.

Este proceso se desarrolla con el diseño de un sistema de adquisición de datos aplicado a un banco de pruebas para válvulas hidráulicas con el fin de mejorar la forma con la que se vienen realizando las pruebas de presión a dicho tipo de válvulas en la actualidad, la cual consiste en someterlas a una presión estipulada durante un periodo de tiempo determinado y observar físicamente si se encuentran fugas en éstas, este tipo de observación la realiza un operario quien tiene que estar tiempo completo al frente del banco para llevar un registro del comportamiento de la presión; método que por su naturaleza carece de precisión alguna debido a que no se llevan registros precisos del comportamiento de la presión a través del tiempo y sólo se realiza un diagnóstico visual del comportamiento de la válvula.

Un aspecto importante de este trabajo consiste en el desarrollo de una tarjeta de adquisición de datos vinculada a una aplicación de una base de datos de fácil manejo para el usuario, a partir del cual se podrá tener acceso no solo al comportamiento de la válvula en sí durante su evaluación, sino a todas sus características específicas como son su diámetro, presión de trabajo, tipo de fluido, marca, etc., con lo que se busca mantener la trazabilidad del proceso en el servicio prestado, generando de esta manera un sistema de gestión integral.

En el capítulo 1 de este informe se presenta lo referente al marco teórico del proyecto, en el capítulo 2 el diseño y la metodología utilizada para el desarrollo del mismo y por último en el capítulo 3 se puede observar la implementación del sistema desarrollado para el banco de pruebas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El problema se centra en los diferentes tipos de válvulas utilizadas en las industrias del sector petrolero, petroquímico y energético, debido a que éstas después de cierto tiempo de aplicación y al ser fabricadas en hierro colado, presentan problemas en su estructura física como lo son grietas en su cuerpo y daños en los asientos debido al deterioro producido por las diferentes condiciones de trabajo. Siendo el único método para verificar su estado real de trabajo, el sometimiento a pruebas hidrostáticas para conocer así su comportamiento, ya que sus daños suelen ser por desgaste de las empaquetaduras, su mal funcionamiento trae algunas consecuencias como pueden ser fugas del los fluidos de trabajo, generando así mayores pérdidas en la tuberías; además las fugas tienden a generar daños en los accionamientos de éstas produciendo un bloqueo de la vía, lo cual puede desencadenar una catástrofe al aumentar las presiones de trabajo y generar explosiones por auto-ignición dependiendo del fluido de trabajo.

Lo que se busca es diseñar un dispositivo mecatrónico con aplicación de un sistema de gestión integral mediante el cual se puedan realizar dichas pruebas con un alto nivel de precisión y exactitud, aplicando sistemas de adquisición de datos, manejo en tiempo real de bases de datos y verificación de señales por medio de un software; ya que en estos momentos se viene realizando este procedimiento de forma visual, con lo cual las eficiencias de trabajo de la válvulas en las diferentes áreas no son las adecuadas.

Para el desarrollo del sistema de adquisición de datos, primero se realizará la selección del sensor o transductor de presión basándose en los niveles de presión de trabajo de los diferentes tipos de válvulas para así elegir el nivel máximo de presión de trabajo en el banco de pruebas.

OBJETIVOS

GENERALES

- Automatizar el sistema de muestreo en un banco de pruebas hidrostáticas, para ser utilizado en la industria del sector petrolero, petroquímico y energético, cumpliendo con los requisitos mínimos de calidad para aplicar el proyecto a las normas ISO 9000, generando un sistema de gestión integral mecatrónico administrativo.

ESPECÍFICOS

- Implementar un sistema de adquisición de datos por medio de la aplicación de un transductor de presión con salida análoga para realizar las respectivas mediciones de la presión en el banco de pruebas.
- Crear una base de datos para aplicarla a los sistemas de adquisición y monitoreo de información, proveniente de la tarjeta de adquisición de datos ubicada en el banco de pruebas.
- Diseñar una interfase en Visual Basic para el muestreo de datos en tiempo real
- Generar informes desde la base de datos en Microsoft Access para observar el comportamiento del proceso de mantenimiento de la válvula. Y sus respectivas pruebas de presión.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas hidrostáticas es un dispositivo mecánico conformado por un tubo central (flauta), tres bridas y dos tapas, el cual está vinculado a una tarjeta de adquisición de datos y ésta a su vez a un software de control y una base de datos para el almacenamiento de éstos, así como la información de la trazabilidad del proceso; el cual es enfocado al análisis de válvulas como las que se encuentran a continuación.

1.2. TIPOS DE VÁLVULAS

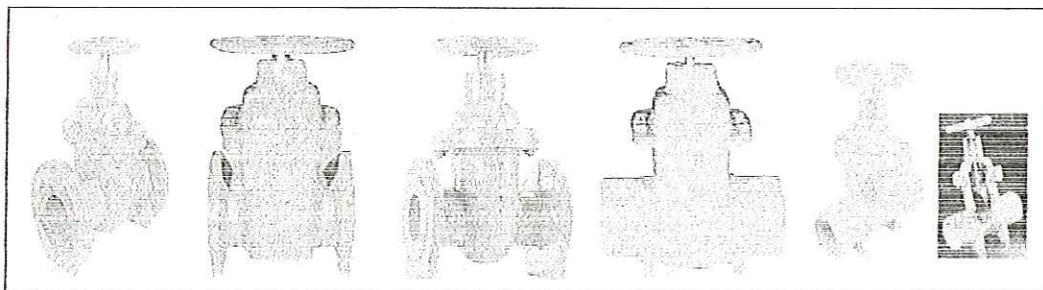
Existe una gran variedad de válvulas, las más comunes son las siguientes:

1.2.1 Válvulas tipo compuerta

Es utilizada para el flujo de fluidos limpios y sin interrupción, este tipo de válvula no es recomendable para estrangulamiento ya que posee un disco que se alterna en el cuerpo lo que causaría una erosión arruinando su funcionamiento.

En las válvulas de compuerta el área máxima del flujo es el área del círculo formado por el diámetro nominal de la válvula, debido a esto es que se recomienda el uso en posiciones extremas, o sea, completamente abierta o completamente cerrada, ya que de ser así ofrecen la mínima resistencia al paso del fluido y así su caída de presión es muy pequeña.

Figura 1. Válvulas de compuerta



www.paginasamarillas.com/clientes/serviacu/serviacue.asp

Existen diferentes tipos de válvulas de compuerta, los que se diferencian mayormente por el tipo de disco para el cierre, como lo son: válvula de compuerta tipo cuña sólida, tipo flexible, tipo abierta, válvulas de guillotina,

válvulas de cierre rápido.

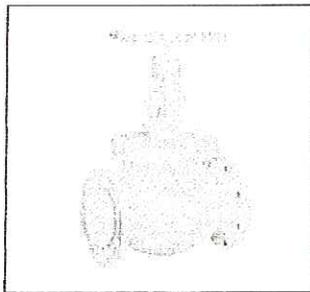
Normalmente este tipo de válvulas son construidas en su cuerpo de latón, bronce, hierro, acero fundido. En su interior normalmente son de bronce, acero inoxidable, acero aleado, monel, cromo, estelita o molibdeno.

Dependiendo del uso que se le dé a la válvula y del tipo de fluido va a cambiar el material de construcción. Otro cambio que surge es el tipo de unión, a veces es con hilo, otras para soldadura, otras es con bridas, etc.

1.2.2 Válvulas tipo globo

La principal función de las válvulas de globo es regular el flujo de un fluido. Estas válvulas regulan el fluido desde el goteo hasta el sellado hermético. Además siguen siendo eficientes para cualquier posición del vástago. Debido a que la caída de presión es bastante fuerte (en todo caso siempre controlada) se utilizan en servicios donde la válvula de compuerta no puede. Estas válvulas necesitan igual espacio y pesan casi lo mismo que las válvulas de compuerta.

Figura 2. Válvula de Globo



http://www.yorkval.com.br/images/valvula_globo.gif

Una de las características que posee esta válvula es la construcción interna, donde posee un disco o macho cuyo movimiento se alterna dentro del cuerpo.

Se componen principalmente de volante, vástago, bonete, asientos, disco y cuerpo.

Estas válvulas globos se construyen de variados tipos como por ejemplo:

- Válvulas de globo tipo esférico.
- Válvulas de globo tipo disco cónico.
- Válvulas de globo tipo aguja.

- Válvulas de globo tipo émbolo o pistón.
- Válvulas de globo tipo ángulo.

Válvulas de globo tipo de pie (fondo de caldera).

Analizando algunas de las válvulas de la lista anterior tenemos el caso de las válvulas de globo tipo ángulo que tienen conexiones de entrada y de salida en ángulo recto.

Su empleo principal es para el servicio de estrangulación y presenta menos resistencia al flujo que las de globo.

Los componentes de la válvula de ángulo son los mismos que los utilizados en las válvulas de compuerta.

La forma en ángulo recto del cuerpo elimina uso del codo porque el flujo del lado de entrada está en ángulo recto con el lado de salida, comúnmente se fabrican de bronce, hierro fundido, etc.

La válvula en Y, que son una modificación de la válvula de globo, tiene el conducto rectilíneo de una válvula de compuerta. El orificio para el asiento está a un ángulo de 45° con el sentido de flujo.

Por lo tanto se obtiene una trayectoria más lisa, similar a la de válvula de compuerta y hay menor caída de presión que en la válvula de globo convencional; además tiene buena capacidad de estrangulación.

Otro caso de válvulas que se crearon a partir de una modificación en la válvula de globo o que mejor dicho que es de la misma familia tenemos a la válvula (de globo) tipo aguja.

Las válvulas de aguja son básicamente válvulas de globo que tienen machos cónicos similares a agujas que ajustan con presión en sus asientos. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia fuera.

Se puede lograr estrangulación exacta de volúmenes pequeños debido al orificio variable que se forma entre el macho cónico y su asiento también cónico.

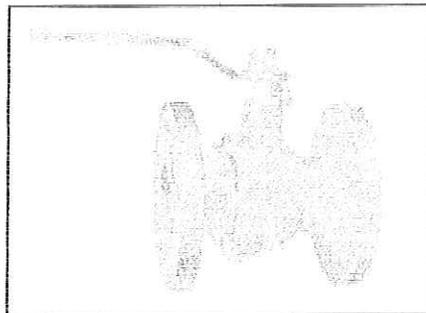
Por lo general se utilizan como válvulas para instrumentos en sistemas hidráulicos, aunque no es recomendable para altas temperaturas. Suelen ser de bronce, acero inoxidable, latón y otras aleaciones.

1.2.3 Válvulas de Bola

Como su nombre lo dice este tipo de válvulas posee un macho esférico que controla la circulación del líquido.

Estas válvulas son válvulas de macho modificadas, y su uso estaba limitado debido al asentamiento de metal con metal, el que no permitía el debido cierre.

Figura 3. Válvula de bola



http://www.yorkval.com.br/imagens/valvula_bola.gif

Ahora producto de los avances en la fabricación de plásticos se han sustituido los asientos metálicos por plastómeros modernos.

Consisten en un cuerpo con orificio de venturi y anillos de asientos, una bola para producir el cierre y una jaula con vástago para desplazar la bola en relación con el orificio.

Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil y su caída de presión es función del tamaño del orificio.

La válvula de bola está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento. Se puede emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.

Los principales componentes de estas válvulas son el cuerpo, el asiento y la bola.

Hay dos tipos principales de cuerpos para válvulas de bola:

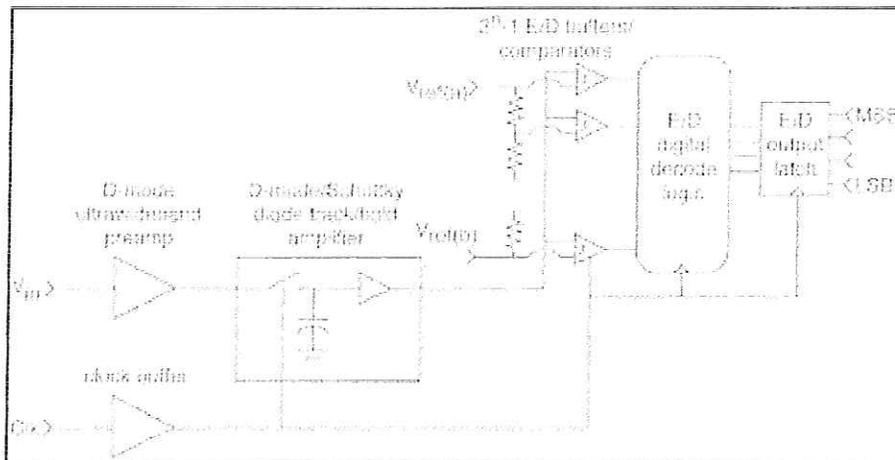
- Cuerpo dividido: la bola y asientos se instalan desde los extremos.
- Entrada superior: acá la bola y los asientos se instalan por la parte superior.

Las válvulas de bola no requieren lubricación y funcionan con un mínimo de torsión. Casi siempre la bola es flotante y el sellado se logra con la presión de corriente hacia arriba que empuja la bola contra el anillo de asiento.

1.3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

1.3.1 Convertidor Análogo Digital

Figura 4. Diagrama de un conversor Análogo Digital



www.nd.edu

Un convertidor A/D toma un voltaje de entrada analógico y después de cierto tiempo produce un código de salida digital que representa la entrada analógica. El proceso de conversión A/D es generalmente más complejo y largo que el proceso D/A, y se han creado y utilizado muchos métodos.

El comparador con amplificador operacional tiene dos entradas analógicas y una salida digital que intercambia estados, según qué entrada analógica sea mayor.

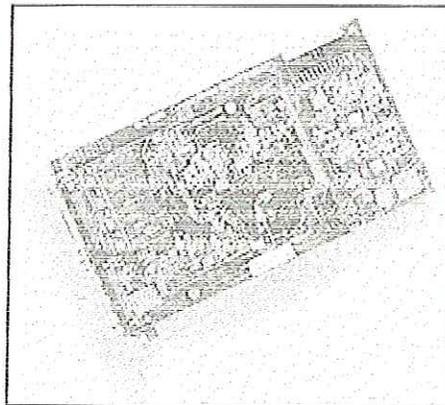
La operación básica de los convertidores A/D de este tipo consta de los pasos siguientes:

- El comando de INICIO pasa ALTO, dando inicio a la operación.
- A una frecuencia determinada por el reloj, la unidad de control modifica continuamente el número binario que está almacenado en el registro.

- El número binario del registro es convertido en un voltaje analógico, VAX, por el convertidor D/A.
- El comparador compara VAX con la entrada analógica VA. En tanto que $VAX < VA$, la salida del comparador permanece en ALTO. Cuando VAX excede a VA por lo menos en una cantidad = VT (voltaje de umbral), la salida del comparador pasa a BAJO y suspende el proceso de modificación del número del registro. En este punto, VAX es un valor muy aproximado de VA, y el número digital del registro, que es el equivalente digital de VAX, es asimismo el equivalente digital de VA, en los límites de la resolución y exactitud del sistema.
- La lógica de control activa la señal de fin de conversión, FDC, cuando se completa el proceso de conversión. [1]

1.3.2 Adquisición de Datos

Figura 5. Tarjeta de adquisición de datos



www.adlinktech.com

Existen muchas aplicaciones en que los datos analógicos tienen que ser digitalizados (convertidos en digital) y transferidos a la memoria de una computadora.

El proceso por el cual la computadora adquiere estos datos analógicos digitalizados se conoce como adquisición de datos.

La computadora puede ejecutar varias tareas con los datos, según la aplicación.

En una aplicación de almacenamiento, como una grabación de audio digital o un osciloscopio digital, la microcomputadora interna almacenará los datos y

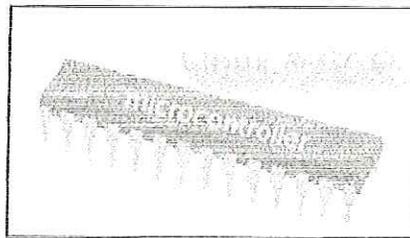
un tiempo después los transferirá a un DAC para reproducir los datos analógicos.

En una aplicación de control de proceso, la computadora puede examinar los datos o realizar cálculos con ellos para determinar que salidas de control generan.

Para el caso del Banco de pruebas hidrostático la computadora adquiere los datos a través del puerto paralelo, los trata por medio de una aplicación en Visual Basic y los almacena en una base de datos en Access aplicando la lógica de comparación por registro anterior (histórico) lo cual consiste en que un dato será almacenado, si y sólo si es diferente a su predecesor.

1.3.3 Microcontrolador

Figura 6. Microcontrolador



www.linuxfocus.org

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites prefijados, genera las señales adecuadas que accionan los efectores que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango estipulado.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración

que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

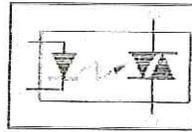
Los productos que para su regulación incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

- Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- Aumento de la fiabilidad: al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado (embedded controller).

Optoacoplador

Figura 7. Configuración de un optoacoplador



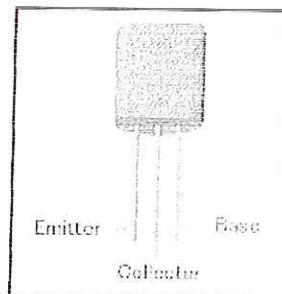
www.inele.ufro.cl

Un optoacoplador de potencia consiste en un circuito electrónico, cuyo principal objetivo es aislar el circuito de la parte de potencia.

El optoacoplador combina un dispositivo semiconductor formado por un foto emisor, un foto receptor y entre ambos hay un camino por donde se transmite la luz. Todos estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP:

1.3.4 El Transistor

Figura 8. Ejemplo de un transistor

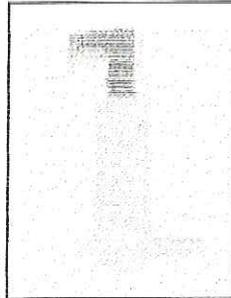


www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_transist.htm

El transistor es la contracción de *transfer resistor*, es decir, de resistencia de transferencia. Es un dispositivo electrónico semiconductor que se utiliza como amplificador o conmutador electrónico. Es un componente clave en toda la electrónica moderna, donde es ampliamente utilizado formando parte de conmutadores electrónicos, puertas lógicas, memorias de ordenadores y otros dispositivos. En el caso de circuitos analógicos los transistores son utilizados como amplificadores.

1.4. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Figura 9. Transductor de presión



www.iess.com.mx/presiontransmisores.htm

El transductor consiste en una celda piezo – resistiva con un diafragma de acero inoxidable y una tabla electrónica alojada en el acero inoxidable. El transductor envía una señal análoga que oscila entre los 4-20 mA para realizar una medición de presión entre 0 – 600 bar. (0 – 8.702 psi) como presión máxima de trabajo.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL CONECTOR DB 25

El puerto paralelo está formado por 17 líneas de señales y 8 líneas de tierra. Las líneas de señales están formadas a su vez por tres grupos:

- 4 Líneas de grupos.
- 5 Líneas de estado.
- 8 Líneas de datos.

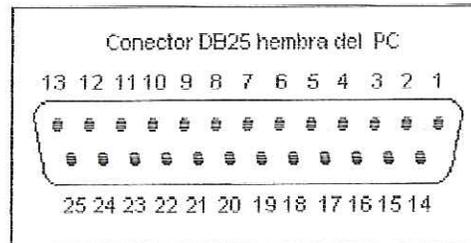
En el diseño original las líneas de control son usadas para la interfase, control e intercambio de mensajes desde el PC a la impresora.

Las líneas de estado son usadas para intercambio de mensajes, indicadores de estado desde la impresora al PC (falta papel, impresora ocupada, error en la impresora).

Las líneas de datos suministran los datos de impresión del PC hacia la impresora y solamente en esa dirección. Las nuevas implementaciones del puerto permiten una comunicación bidireccional mediante estas líneas.

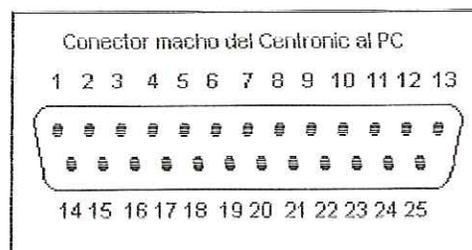
Cada una de estas líneas (control, estado, datos) puede ser referenciada de modo independiente mediante un registro.

Figura 10. Conector DB25 tipo Hembra



www.angelfire.com

Figura 11. Conector DB25 tipo Macho



www.angelfire.com

1.6. LOS REGISTROS DEL PUERTO PARALELO

Cada registro del puerto paralelo es accesado mediante una dirección. El puerto paralelo tiene tres registros:

- Registro de Datos
- Registro de Estado
- Registro de Control

En la tabla que se muestra a continuación se muestra la relación que existe entre las líneas físicas del conector del PC y los registros.

Tabla 1. General del Puerto Paralelo

DB25	SEÑAL	REGISTRO	ACTIVO	TIPO	SENTIDO
1	Control 0	C0-	Salida	Bajo	Invertido
2	Dato	D0	Salida	Alto	Directo
3	Dato	D1	Salida	Alto	Directo
4	Dato	D2	Salida	Alto	Directo
5	Dato	D3	Salida	Alto	Directo
6	Dato	D4	Salida	Alto	Directo
7	Dato	D5	Salida	Alto	Directo
8	Dato	D6	Salida	Alto	Directo
9	Dato	D7	Salida	Alto	Directo
10	Estado 6	S6+	Entrada	Alto	Directo
11	Estado 7	S7-	Entrada	Bajo	Invertido
12	Estado 5	S5+	Entrada	Alto	Directo
13	Estado 4	S4+	Entrada	Alto	Directo
14	Control 1	C1-	Salida	Bajo	Invertido
15	Estado 3	S3+	Entrada	Alto	Directo
16	Control 2	S2+	Salida	Alto	Directo
17	Control 3	C3-	Salida	Bajo	Invertido
18-25	Tierra				

Del Autor

Para el caso del proyecto, se utilizaran tres líneas de salida y cuatro de entrada.

2. DISEÑO

2.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para el diseño del banco de pruebas y su sistema de adquisición de datos se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

Una prueba hidrostática de presión es el método experimental preferido. Una prueba neumática o una combinación de prueba hidrostática/neumática es conducida sólo cuando una prueba hidrostática no puede ser realizada. La presión experimental hidrostática en el mismo punto de la tubería será el mínimo 1.5 veces del máximo permitido por la presión de trabajo multiplicado por la proporción permitida de la tensión dúctil del valor en la prueba de temperatura dividida por el valor máximo admisible de tensión dúctil en la temperatura del diseño.

Como una alternativa, una presión experimental hidrostática puede ser determinada por cálculos convenidos por el usuario y el fabricante. En este caso el MAWP (la presión de trabajo admisible máxima) de cada elemento está determinada y multiplicado por 1.5 y lo ajustado para la cabeza hidrostática. El valor mínimo es usado para la prueba de presión, lo cual está ajustado por la temperatura experimental para diseñar proporción de temperatura.

En todo caso, la prueba está limitada para una presión que no causará distorsión permanente visible (deformación permanente) de cualquier elemento. La temperatura de metal de la tubería o el componente al ser probada es recomendable que por lo menos este a (-1) °C y que no exceda 48°C. También, en las válvulas de seguridad.

Después de que la prueba de presión es cumplida, la presión se reduce a dos tercios (2/3) de la prueba de presión, y las juntas soldadas, las conexiones, y otras áreas son visualmente examinadas para fugas y grietas. El examen visual puede ser abandonado si una prueba de fuga del gas puede ser aplicada. Se observa si la soldadura tiene fugas, el examen se hace con anticipación, y si la tubería no contiene una sustancia letal.

Las reglas generales para la prueba hidrostática no dependen de un tiempo específico para retención en la tubería en la prueba de presión. La extensión de este tiempo puede estar autorizada por el inspector o por una especificación del contrato.

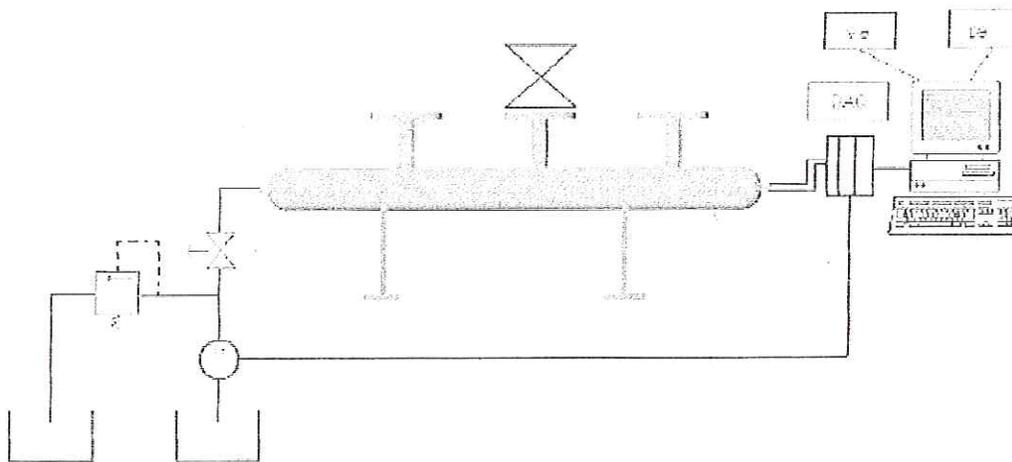
El siguiente es un listado de las normas aplicadas para la construcción de un banco de pruebas hidrostáticas.

- ASTM E 165 "Prueba de liquido penetrante"
- ANSI B16.11 "Accesorios de acero forjado (Soldadura de enchufe y roscados)"
- API 598 " Inspección de Válvulas"
- ASME B 16.34 "Válvulas –bridas roscadas y soldadura"
- ANSI B16.5 "Bridas para tubo de acero, válvulas y accesorios con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500 lb.)".

Para complementar la información que radica en las normas anteriormente expuestas ver Anexos 1 (Normas aplicadas para la construcción de banco de pruebas).

2.2 ESQUEMA GENERAL DEL BANCO DE PRUEBAS

Figura 12. Esquema general del Banco de Pruebas



Del Autor

Figura 13. Procedimiento para el mantenimiento de válvulas

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO VALVULAS			
DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION	RESPONSABLE	REGISTRO
1. SOLICITAR PERMISO	1. Solicitar permiso que autorice el inicio de los trabajos.	CLIENTE	REGISTRO INTERNO DEL CLIENTE
2. RETIRAR VALVULA DE LA PLANTA	2. Para retirar la valvula se deben soltar y retirar los tornillos o esparragos tanto de succion como de descarga, para luego bajar la válvula con gruas o diferenciales.	MECANICO IA Y AYUDANTES TECNICOS	
3. ENVIO DE EQUIPOS AL TALLER	3. Una vez retirada la válvula, esta se envia al taller para hacerle mantenimiento.	MECANICO IA	
4. DESCARGAR VALVULAS	4. Según el tamaño de la válvula se recurre al uso de ciertos equipos y herramientas que permitan mayor facilidad en la descarga de la misma.	AYUDANTE TECNICO	
5. NUMERACION Y REGISTRO	5. Las válvulas son marcadas con una placa en acrilico numerada y referenciadas en el formato de registro de valvulas recibidas.	COORDINADOR DE CALIDAD	
6. ELABORAR ORDEN DE TRABAJO	6. Establecidas las relaciones del equipo a reparar se elabora la orden de trabajo para dar inicio al procedimiento de mantenimiento de valvulas.	COORDINADOR DE CALIDAD	
7. LIMPIEZA	7. La limpieza se lleva a cabo para eliminar elementos extraños presentes en la valvula y que impiden realizar una valoracion real.	MECANICO IA O AYUDANTE TECNICO	
8. VALORACIÓN DE LA VALVULA	8. La valoracion consiste en definir piezas por cambiar, fabricar o reconstruir.	MECANICO IA O SUPERVISOR DE TALLER	
(A)	9. Con base a la valoración y si se requiere realizar trabajos adicionales se elabora la orden de compra correspondiente y conforme al formato de registro diseñado para la misma.	SUPERVISOR TALLER DE VALVULAS	

DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION
<pre> graph TD A((A)) --> D1{FABRICACION NECESARIA?} D1 -- SI --> B[ELABORAR ORDEN DE COMPRA] D1 -- NO --> C[9. CAMBIAR PIEZAS] C --> D[10. ARMAR EQUIPO] D --> E[11. PRUEBAS HIDROSTATICAS] E --> D2{PRESENTA FUGAS?} D2 -- SI --> F[SNC] D2 -- NO --> G[12. PINTAR VALVULA] G --> H[13. COLOCAR SELLO DE GARANTIA Y PLACAS] H --> I[14. ACTA DE ENTREGA] I --> J[15. ELABORAR ORDEN DE TRABAJO ENTREGA DE VALVULAS] J --> K[16. TRANSPORTE Y MONTAJE DE VALVULAS] </pre>	<p>Se hace una revision y ajuste preliminar para la armada de la válvula.</p> <p>10. Una vez finalizado el proceso de cambio o reajuste de piezas, la válvula es armada nuevamente para ser sometida a la prueba hidrostática en su respectivo banco utilizando para la misma, y posteriormente se registran los trabajos realizados en el forma.</p> <p>11. Las pruebas hidrostáticas se llevan a cabo para verificar que la válvula no presente fugas. Según instructivo de pruebas para válvulas. Si la válvula presenta fugas se debe aplicar el procedimiento SNC (servicio no conforme) y su respectivo tratamiento.</p> <p>12. La válvula reparada y probada es pintada de acuerdo a los requerimientos exigidos por el cliente.</p> <p>13. A cada válvula que haya sido pintada se le asigna una calcomanía sello de garantía por los trabajos realizados con una placa metálica adicional donde se especifica el diametro de la válvula, clase, presión hidrostática de prueba, y fecha de mantenimiento.</p> <p>14. El equipo se encuentra listo para ser entregado al cliente, por lo tanto se realiza el acta de entrega donde se encuentran especificados todos los datos referentes al mantenimiento de dichos equipos.</p> <p>15. Las válvulas referenciadas en el PR-R-08 deben remitirse a la orden de trabajo interna para ser entregadas y montadas según lo requiera el cliente.</p> <p>16. Las válvulas son enviadas a las instalaciones del cliente para ser montadas nuevamente en sus respectivas áreas.</p>

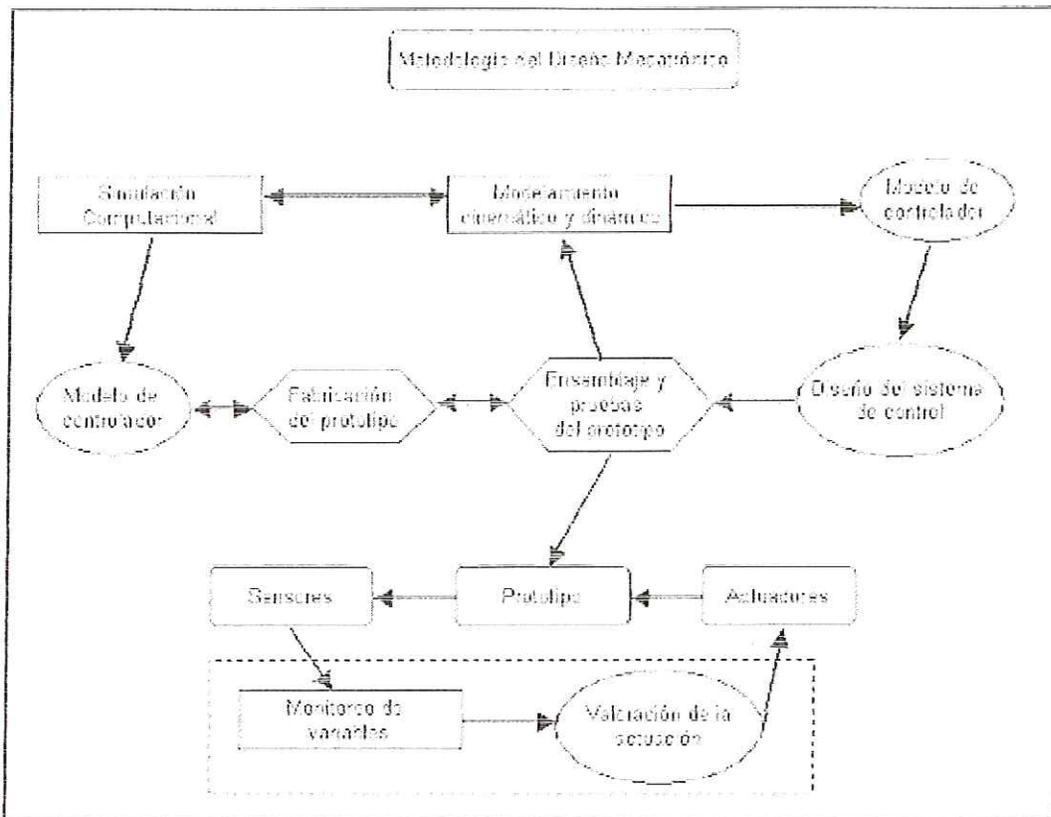
INSTRUCTIVO PRUEBAS PARA VALVULAS		
DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION	RESPONSABLE
<pre> graph TD A[1. SELECCIÓN EQUIPOS DE TRABAJO] --> B[2. MONTAJE] B --> C[3. REVISION DEL SISTEMA] C --> D[4. REALIZAR PRUEBA HIDROSTATICA] D --> E{PRUEBA CORRECTA} E --> F[FIN] E --> G[SNC] </pre>	<p>1. Selecciones el tipo de válvula a probar, banco según diametro de bridas, herramientas (llaves), bomba neumatica, compresor, manómetros, empaques, diferencial, pescante, tuercas, tornillos o esparragos.</p>	SUPERVISOR MECANICO IA
	<p>2. Una vez establecido el tipo de válvula para probar y seleccionado correctamente los equipos para la prueba se montan las válvulas en el banco de pruebas, según sea conveniente puede ser en series o por unidad.</p>	SUPERVISOR MECANICO IA
	<p>3. Verificar las conexiones de mangueras o tuberías que salen del compresor a la bomba de prueba y de esta al banco, adicionalmente conexiones del manometro y valvulas de descarga.</p>	AYUDANTE TECNICO
	<p>4. Se procede a prueba hidrostática de sellos y cascos. En la prueba de sellos las válvulas se cierran completamente con el torque permitido por el volante. La duracion de esta prueba está basada según la tabla anexa.</p> <p>Para la prueba de casco la válvula es abierta completamente y se colocan las bridas ciegas para posteriormente suministrar presión según los datos referenciados en la tabla anexa.</p> <p>Si la prueba no es correcta se aplica el procedimiento de Servicio No Conforme, en caso contrario se da por terminada la prueba.</p>	MECANICO IA Y AYUDANTE TECNICO

Del Autor

2.3 DIAGRAMA DEL PROCESO DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto se sigue la metodología de diseño mecatrónico planteada por el Doctor José Emilio Vargas Soto; a esta metodología, se le hicieron algunas modificaciones para adaptarla a este proyecto.

Figura 14. Metodología de Diseño Mecatrónico.

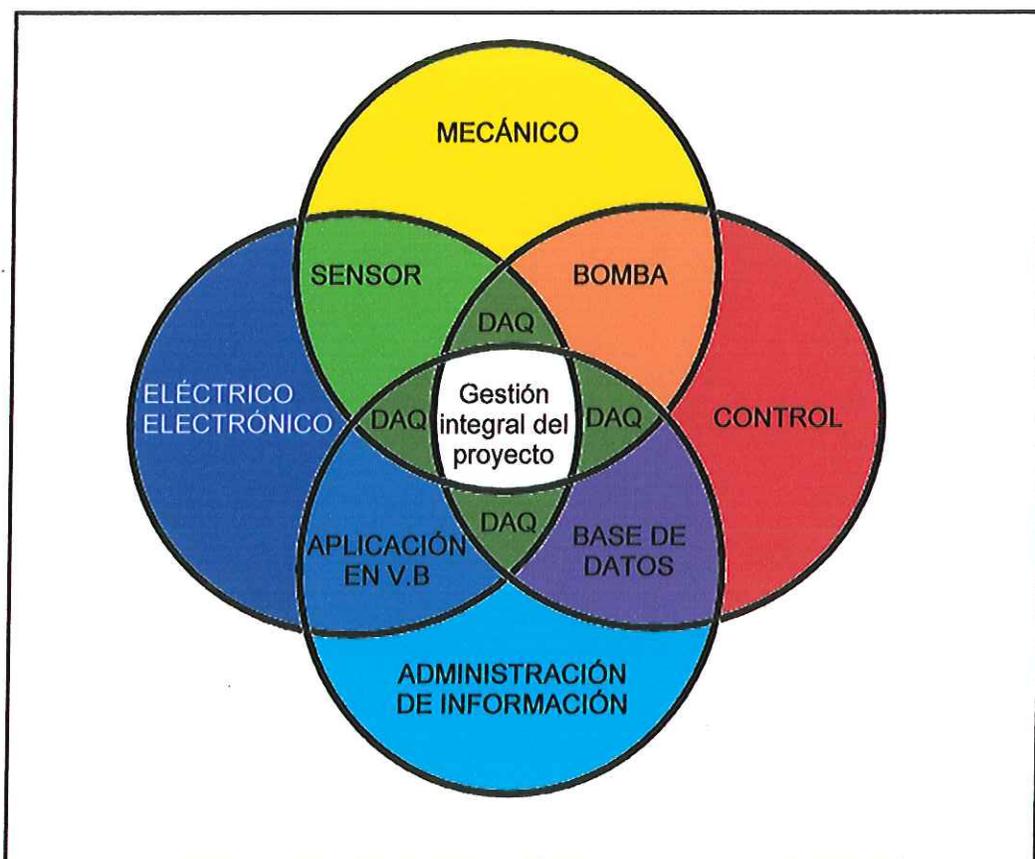


Dr. José Emilio Vargas Soto

2.3.1 Sistema de Gestión Integral

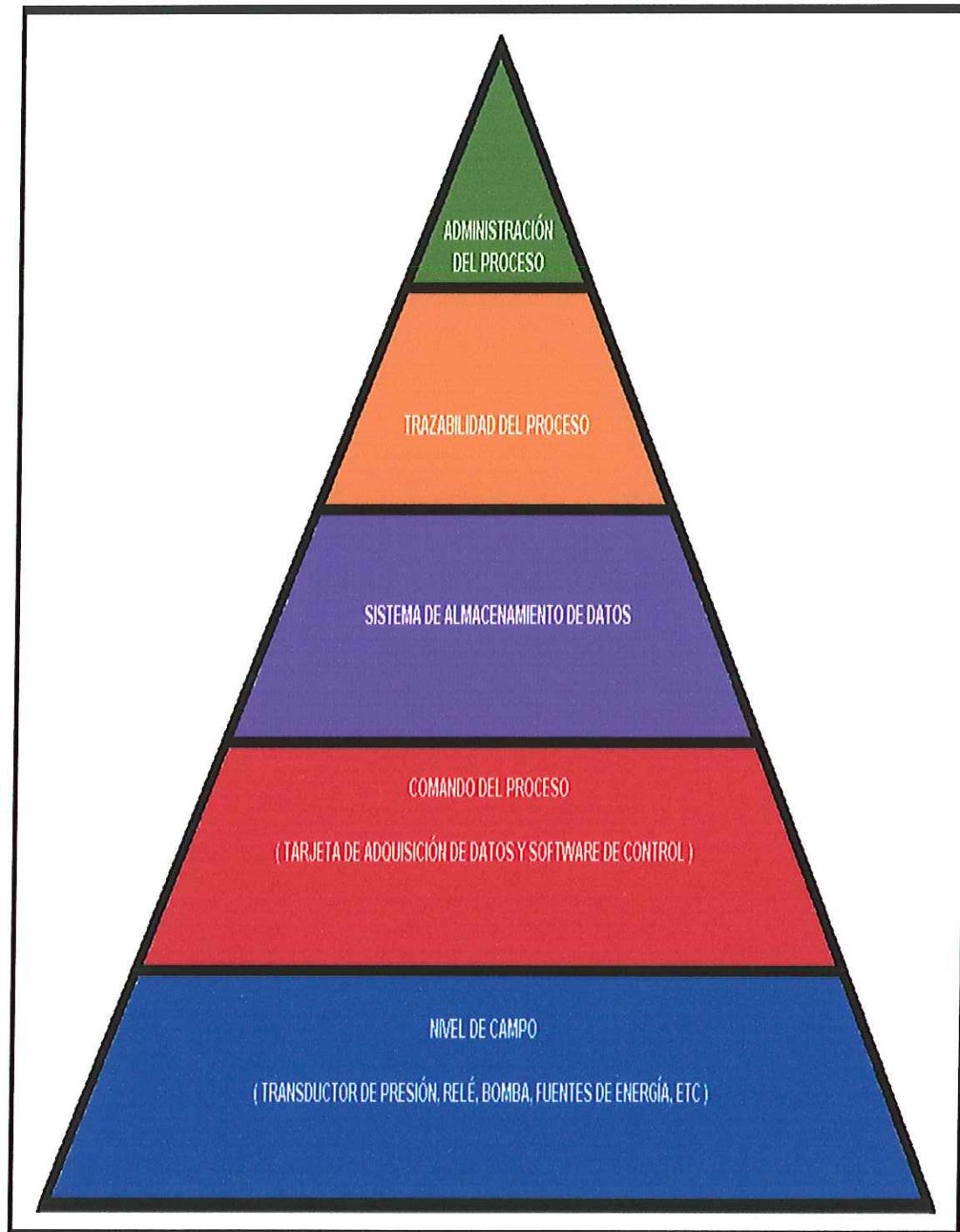
El objetivo del sistema de gestión integral mecatrónico es vincular las etapas mecánicas, eléctricas, electrónicas y de control de una máquina determinada con un sistema central de administración de la información incrementando la eficiencia de un proceso al generar una trazabilidad la cual es el fundamento de la norma ISO 9000

Figura 15. Metodología de diseño mecatrónico aplicada al diseño y construcción del sistema de automatización de la prueba hidrostática.



Del Autor

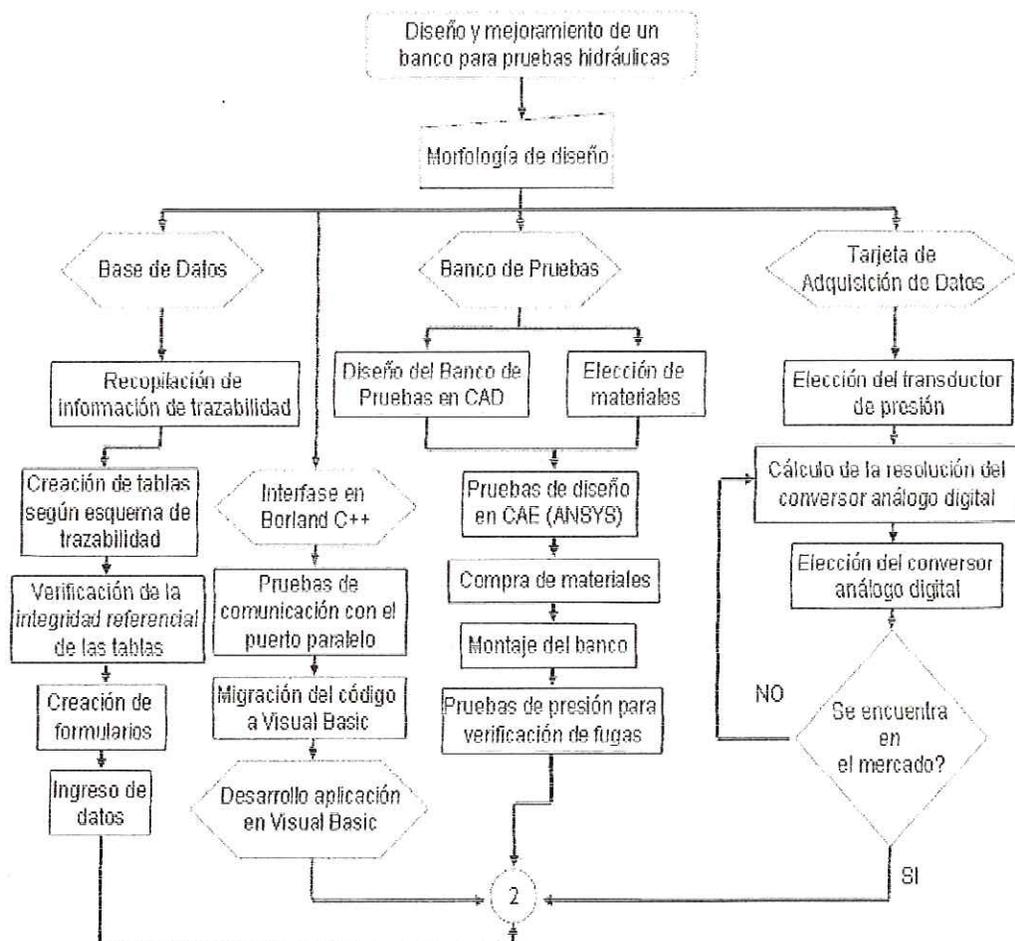
Figura 16. Metodología de diseño mecatrónico aplicada al diseño y construcción del sistema de automatización de la prueba hidrostática.

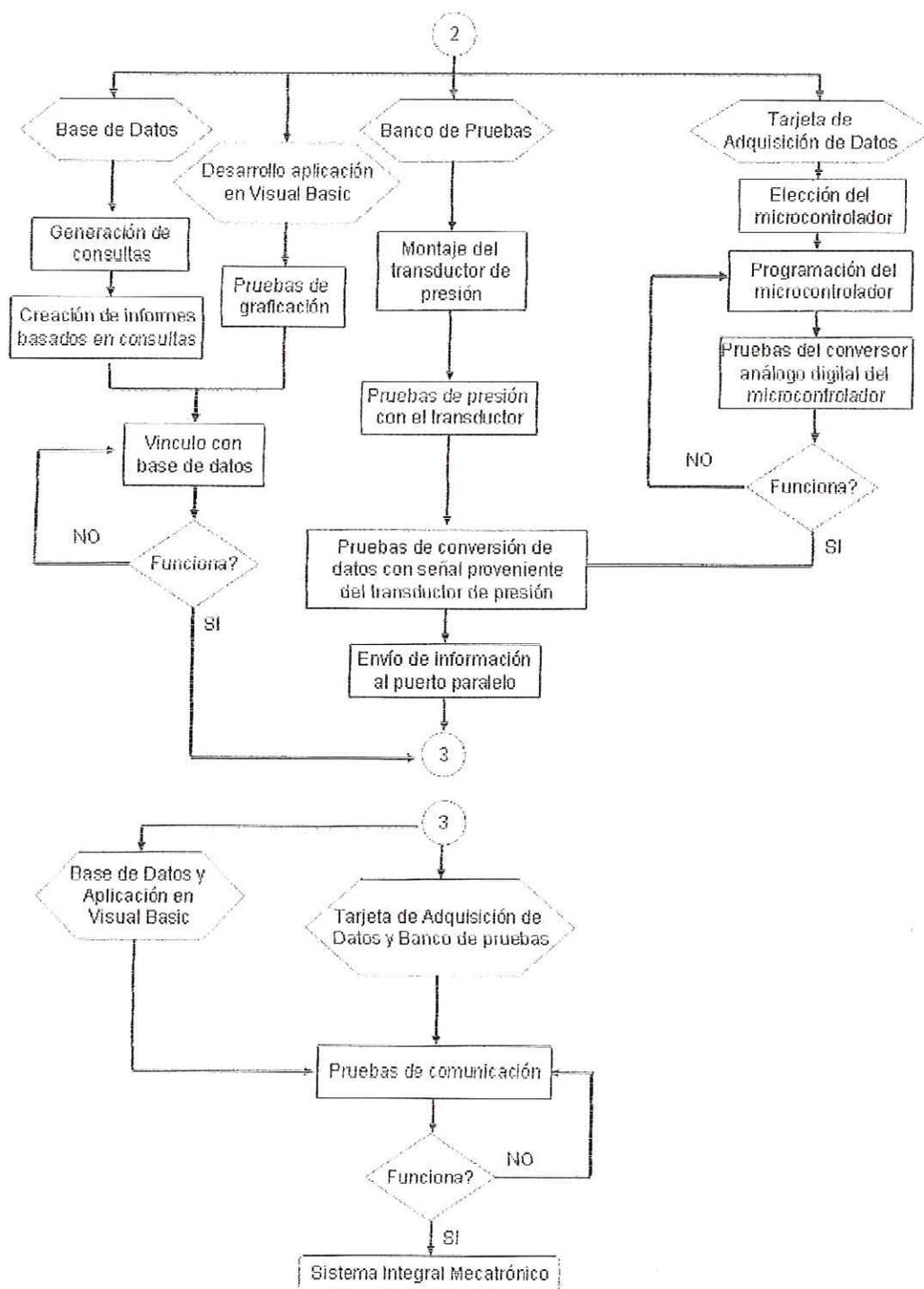


Del Autor

- Investigación de las variables que intervienen en el proceso: definir que variables físicas afectan el correcto funcionamiento del banco de pruebas y de su sistema de adquisición de datos.
- Desarrollo de un modelo aproximado de la estructura mecánica del banco aplicando toda la información que se seleccionó. Se utilizan herramientas de diseño como los programas CAD (Solid Works, Solid Edge, Ansys, Cosmos), se comienza el desarrollo de la base de datos y la interfase en Visual Basic. Sobre la base de estos lineamientos se elige el transductor de presión, el conversor análogo digital y el material del banco de pruebas. En esta etapa se aplica toda la información consultada, y que requiere el prototipo para el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente.

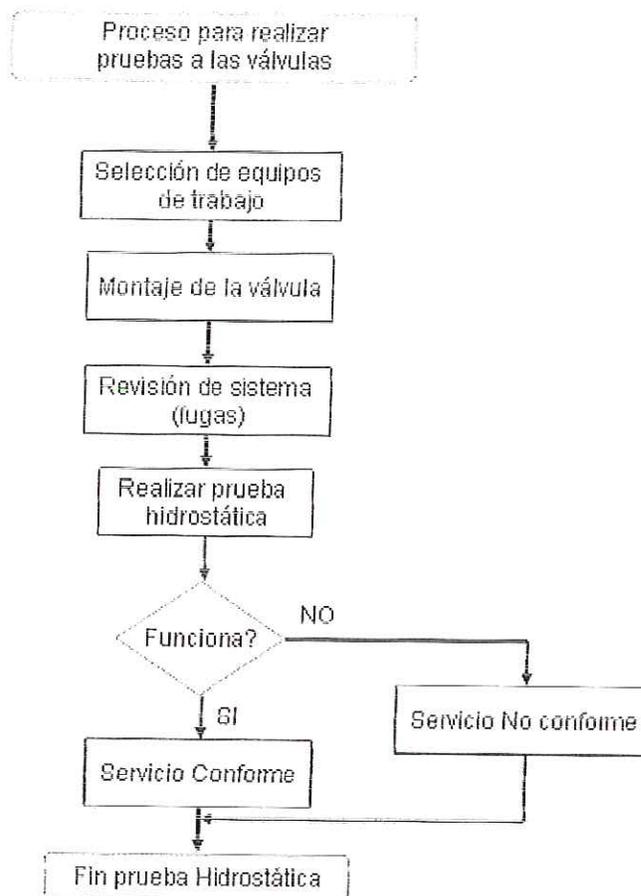
Figura 18. Diagrama del proceso de diseño





Del Autor

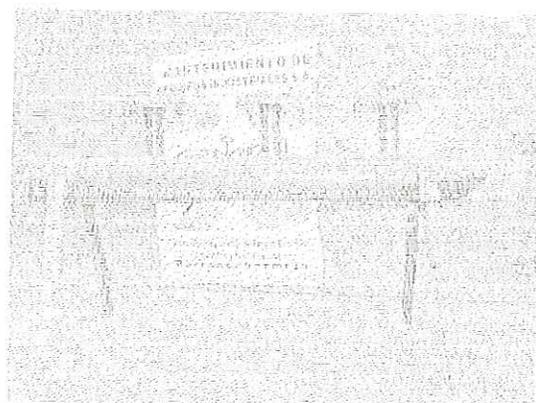
Figura 19. Diagrama del proceso de evaluación de una válvula



Del Autor

2.4 ADECUACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

Figura 20. Foto de Banco de pruebas hidrostáticas

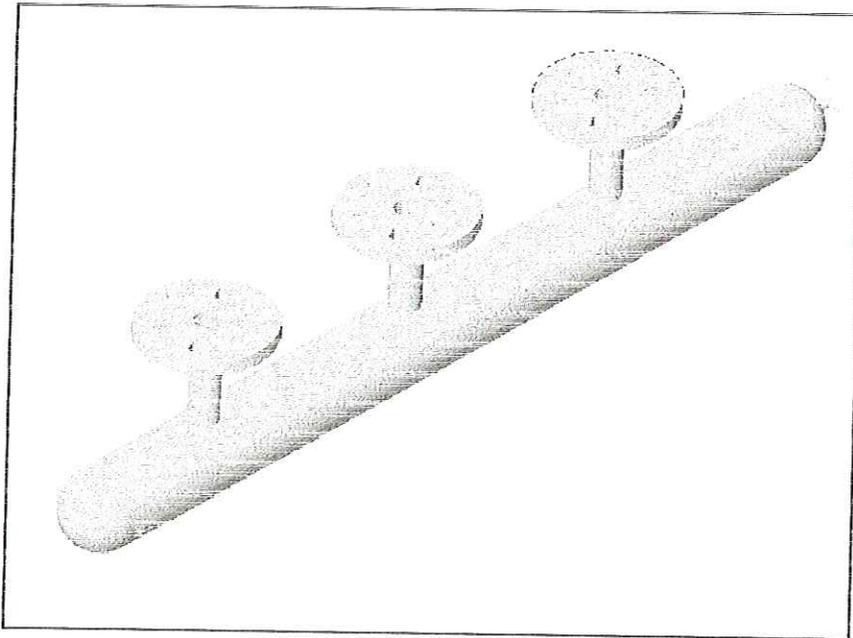


Del Autor

2.4.1 Descripción del Banco de Pruebas

El Banco de Pruebas hidrostáticas se realizo con material de acero al carbón, todas sus partes que se encuentran soldadas se soldaron con soldadura 70/18, toda la tubería es de Schedule 80, soporta una presión superior a las 2.500 libras por pulgada cuadrada (psi), y puede realizar la prueba de tres válvulas del mismo tamaño y capacidad de presión a la vez. Posee un desfogue en la parte inferior que sirve para desocupar el fluido cada vez que se realice una prueba.

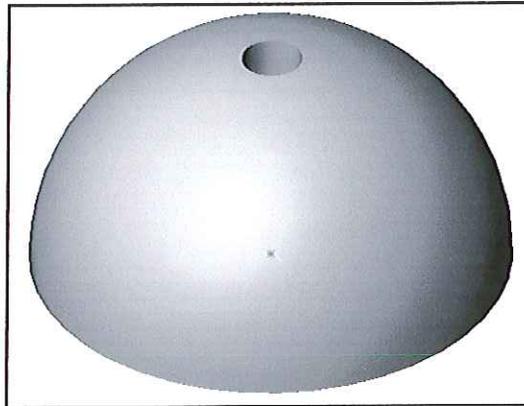
Figura 21. Banco de pruebas hidrostáticas



Del Autor

- **Tapas:** Son dos, se encuentran en los extremos de la flauta. El material de la tapa es de acero al carbón se encuentra soldada en el extremo con la flauta, el tipo de soldadura que se utilizo es soldadura 70/18. En la parte superior se encuentra un orificio, ese orificio es para la conexión de un "buchi" el buchi es un pedazo de tubo pequeño con rosca en la punta, soldado en los extremos con la tapa que sirve para la conexión de la manguera de agua en una de ellas y en la otra la conexión del transductor de presión.

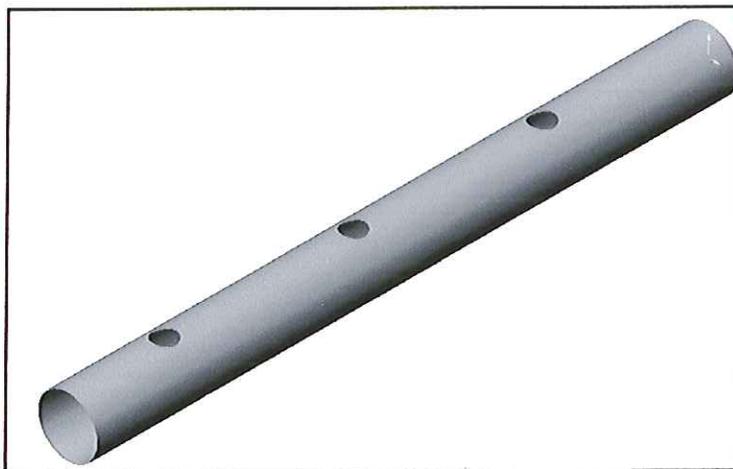
Figura 22. Tapa del banco de pruebas



Del Autor

- **Flauta:** La flauta es el cuerpo del Banco de Pruebas Hidrostáticas esta echo con acero al carbón, posee tres orificios en la parte superior, que son donde van soldadas las bases de las bridas. La flauta es de Schedule 80 y soporta una presión superior a los 2.500 psi.

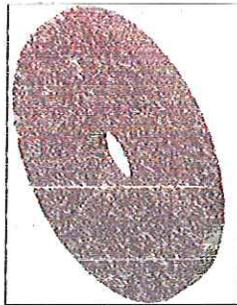
Figura 23. Flauta del banco de prueba



Del Autor

- **Bridas:** Son tres y están soldadas a un tubo en la mitad del extremo superior, y en la parte de abajo del tubo se encuentra soldado a la flauta. Las bridas tienen el tamaño y el peso para soportar válvulas entre 2 in y 6 in, tiene orificios para asegurar la válvula que se coloque encima, y estos se ajustan con pernos a los que se les aplica un torque máximo para evitar fugas e impedir que la prueba no se realice correctamente.

Figura 24. Bridas del banco de pruebas



Del Autor

2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para el diseño de la tarjeta de adquisición de datos se tuvieron en cuenta los niveles de voltaje provenientes del computador, así como el máximo voltaje de trabajo proveniente del transductor de presión el cual se encuentra tarado en el valor máximo de presión (2.500 psi = 3 voltios), las variaciones de las entradas al puerto paralelo las cuales se hacen referenciando los pines de entrada a la tierra general del circuito para así cambiar los datos, los cuales están normalmente en 1 lógico que es equivalente a tener 5 voltios en el punto de entrada, los puntos de entrada son los pines 10, 12 , 13, 15. El direccionamiento de estos pines se hace por medio de la aplicación de transistores 2N2222, el cual se encuentra descrito en el anexo 3, la tarjeta también está conformada por una etapa de control ON-OFF para la bomba de presión, este tipo de control se ejecuta por la aplicación de un mando digital proveniente de puerto paralelo el cual a su vez es activado por la interfase realizada en Visual Basic, la activación y desactivación de la bomba se realiza por la interrupción de un optoacoplador.

2.5.1 Diagrama de flujo del Sistema de Adquisición de Datos

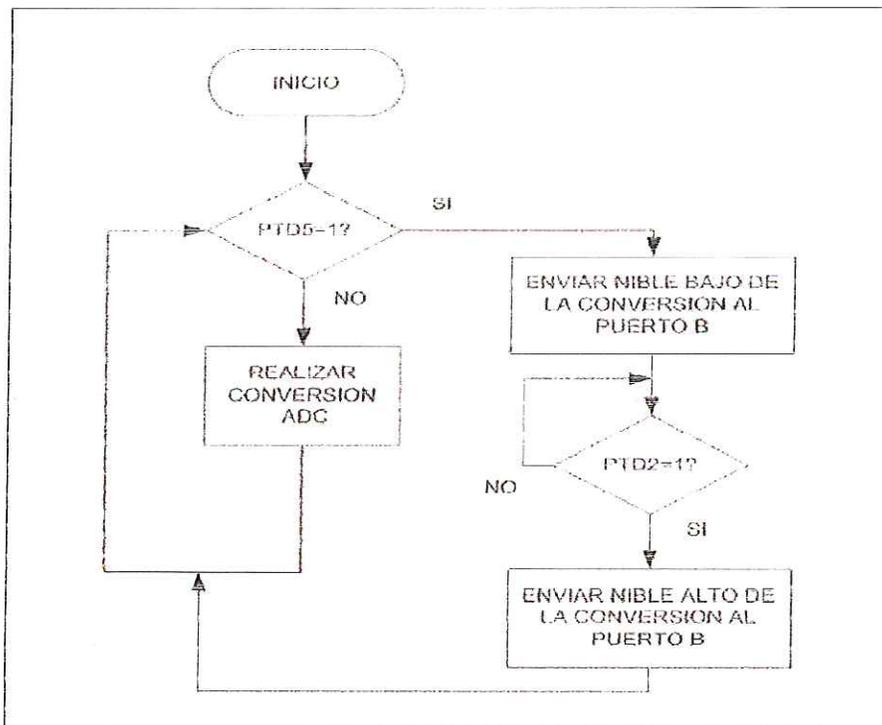
La tarjeta de adquisición de datos se encuentra conformada por un microcontrolador 68HC908JL3, un conversor de corriente a voltaje que hace la función de acondicionador de señal, un relé como actuador de control y las

respectivas terminales para la conexión con el puerto, recibo de señal y alimentación de la tarjeta.

La señal proveniente del transductor de presión es tratada y acondicionada por un convertor de corriente a voltaje, el cual envía esta señal hacia el microcontrolador, quien la convierte en un dato binario, guardando este dato en dos variable, la primera es el dato convertido y la segunda es el mismo dato convertido pero rotado, estos dos datos son enviados hacia el puerto paralelo a medida que se presenten las respectivas ordenes de envío provenientes del computador a través del puerto paralelo.

El software de control envía una señal a través del puerto paralelo activando un relé, quien a su vez activa otro relé de mayor potencia par realizarle el control ON-OFF a la bomba encargada de incrementar la presión en el banco de pruebas.

Figura 25. Diagrama de flujo del sistema de adquisición de datos

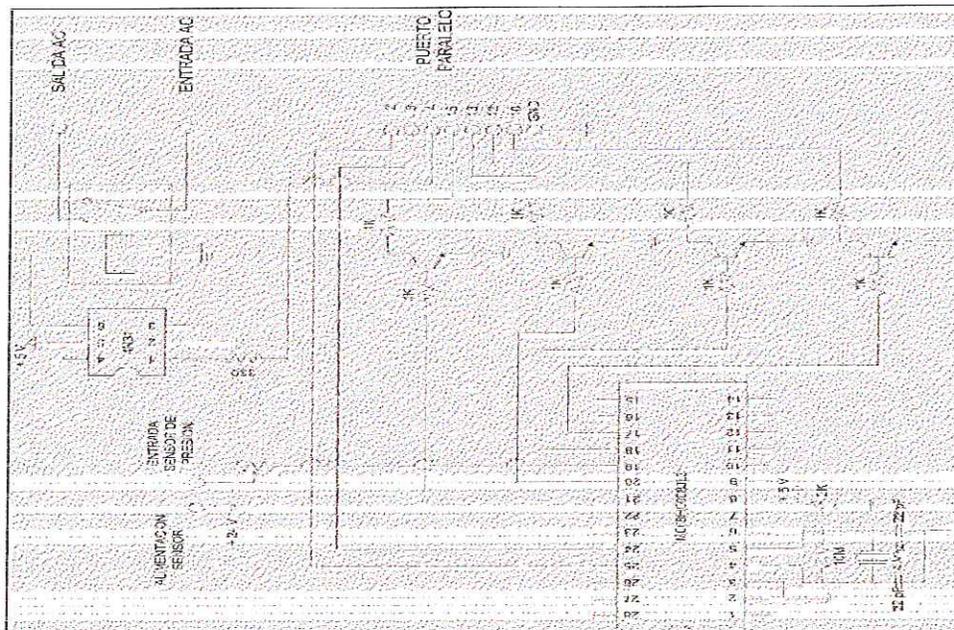


Del Autor

2.5.2 Esquema de conexión del puerto paralelo con la tarjeta de adquisición de datos

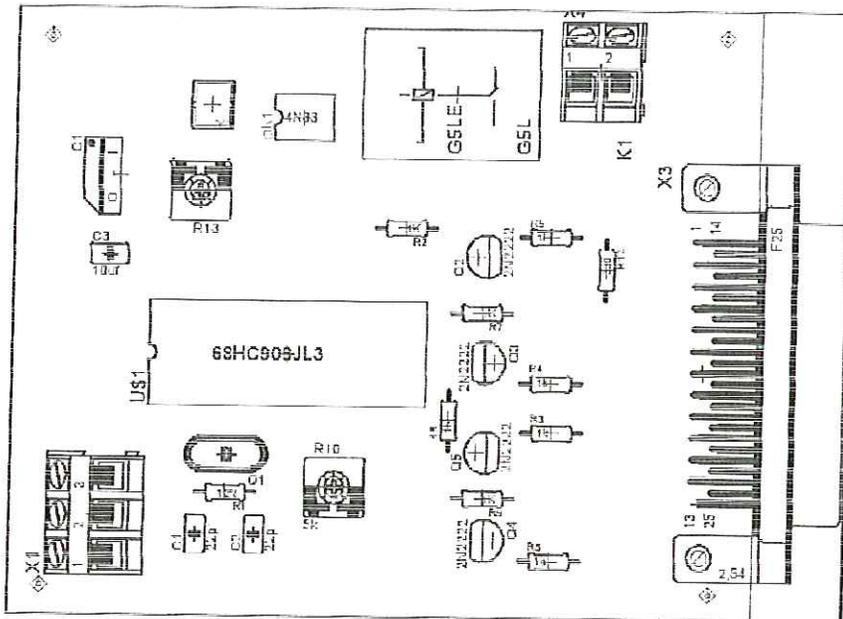
A continuación se puede observar como se conecta la tarjeta de adquisición de datos al puerto paralelo del PC, así como las salidas de control y las entradas de puerto para la variación de la información.

Figura 26. Esquema de conexión



Del Autor

Figura 27. Esquema del circuito de la tarjeta de adquisición de datos



Del Autor

Tabla 2. Componentes de la tarjeta de adquisición de datos

Cantidad	Descripción	Referencia
2	Condensador	22 pf
1	Condensador electrolítico	10 uf a 16 V
1	Relay	5 V
1	Optoacoplador	4N32
1	Cristal de cuarzo	4 Mhz
4	Transistor	2N2222
5	Resistencia	100 Ohm a ¼
1	Resistencia	10 Ohm a ¼
1	Microcontrolador	68HC908JL3/JK3
1	Conector hembra	DB 25
1	Base de 28 pines	
1	Base de 6 pines	
1	Potenciómetro tipo reóstato	470 Ohm
1	Potenciómetro tipo reóstato	2 KOhm
1	Mol de 2 pines	

Este sistema trabaja mediante la Bios del computador. IBM especificó direcciones base para el puerto paralelo estándar (dentro del espacio de

direccionamiento de Entrada/Salida del 80x86). El adaptador de impresora podría usar la dirección base 3BCh, o más tarde 378h o 278h.

En el caso del proyecto se referencia a 378h como puerto de salida y 379h como puerto de entrada.

El BIOS (Basic Input Output System) de IBM crea en el momento de arranque o POST (Power On Self Test) una tabla en el espacio de la memoria principal (RAM) para 4 direcciones base de puerto paralelo de impresora, estos se almacenan como 4 bytes empezando con la dirección de memoria 408h.

Durante el arranque, el BIOS comprueba si hay puertos paralelos en las direcciones base 3BCh, 378h, y 278h, en ese orden, y almacena la dirección base de cualesquiera que hayan sido encontrados en posiciones consecutivas de la tabla. Las posiciones que no son usadas pueden estar en 0, o como algunos BIOS lo hacen, le colocan la dirección del primer puerto encontrado.

Algunos programas pueden ignorar esta tabla, pero esta es usada por lo menos por el propio BIOS (mediante la INT 17 de E/S de impresora) y por el MS-DOS.

El BIOS detecta estos puertos escribiendo AAh al registro de datos (en la dirección de E/S Base + 0), y luego si en el registro de datos se lee AAh. Significa que hay un puerto.

Para el caso del software de comunicación utilizado para adquirir los datos provenientes de la tarjeta que transforma la señal analógica de 4-20 mA en una señal digital de 8 bits, se realiza un direccionamiento a puerto, luego éste es puesto en cero (0), posteriormente se procede a la adquisición de los datos utilizando los 4 bits de entrada del puerto (10, 12, 13,15).

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN PARA LA CAPTURA DE DATOS

El programa inicialmente fue desarrollado en Borland C++ debido a la simplicidad de este lenguaje de programación para procesos lineales, el programa está basado en la metodología de comunicación que existe entre la memoria del computador con sus puertos de entrada y salida de datos, en este caso el puerto paralelo es el utilizado para la captura de datos, se utilizan tres (3) de sus siete (7) pines de salida para las sentencias de control de la bomba de cargue de presión y para comunicación con un microcontrolador que es el encargado de realizar la transferencia de los datos acumulados provenientes de un conversor analógico digital el cual a su vez recibe un valor de corriente proveniente del transductor de presión, los valores de corriente oscilan entre cuatro a veinte miliamperios (4-20mA), el

transductor de presión a su vez está midiendo el valor de la presión en el banco de pruebas para válvulas hidráulicas de forma lineal. Este valor de voltaje es convertido en un dato con una resolución de ocho (8) bits por medio de un conversor análogo digital con esta característica, el software de monitoreo manda una señal o pulso electrónico al microcontrolador para que libere los primeros cuatro (4) bits de ocho (8) que conforman la medición de la presión en un instante de tiempo, estos cuatro (4) bits, son leídos por el software a través del puerto paralelo y son asignados a unas variables con unas sentencias estipuladas para realizar la asignación real de éstos (su valor real).

La sentencia utilizada es la siguiente.

```

/*****bit 2^5 a 2^8 *****/
void primero()
{
  int numero,temp,x11=0,x10=0,x9=0,x8=0,tx3=0,tx2=0,tx1=0,tx0=0;
  outportb(0x378,1);
  numero=inportb(0x379);
  temp=numero;
  while (temp!=0)
    {if ((temp<=15)&&(temp>=8))
      {x11=11;temp=temp-8;}
      else if ((temp<=7)&&(temp>=4))
      {x10=10;temp=temp-4;}
      else if ((temp<=3)&&(temp>=2))
      {x9=9;temp=temp-2;}
      else if (temp==1)
        {x8=8; tx0=9; temp=temp-1;}
        else {temp=temp-temp;}
    }
  tx3=pow(2,x11);tx2=pow(2,x10);tx1=pow(2,x9);tx0=pow(2,x8);
  if (x11==0)
  {tx3=0;}
  if (x10==0)
  {tx2=0;}
  if (x9==0)
  {tx1=0;}
  x11=tx3;x10=tx2;x9=tx1;x8=tx0;
  if (numero == 0)
  {dat1=0;x8=0;}
  else
  {dat1=x11+x10+x9+x8;}
}

```

Como se puede apreciar en la parte superior se genera una función para hacer la conversión y correcta asignación del valor capturado respetando de esta manera la secuencia real de los datos enviados por el microcontrolador a través de dos lecturas.

Cabe anotar que esto nos da la oportunidad de capturar un dato de dos a la treinta y siete (2^{37}) bits si utilizamos las siete (7) salidas del puerto en combinación con las cuatro (4) entradas de lógica lineal que posee el puerto.

Luego al haber realizado las posteriores dos mediciones se procede a asignar un solo valor para verificar el valor total leído que viene siendo el que capturó y convirtió el conversor análogo digital y posteriormente fueron almacenados por el microcontrolador dependiendo de la señal de entrada proveniente del transductor de presión, el transductor de presión como es sabido, en este caso me bota una señal de 4 – 20 mA y el conversor análogo digital del microcontrolador recibe una señal en voltaje por lo que se debió realizar un circuito conversor de corriente a voltaje aplicando dos (2) 741; la fórmula se desarrolló de la siguiente manera:

$$\text{total} = \text{dat1} + \text{dat2}; \quad (1.1)$$

$$\text{bar} = (\text{total} * \text{MEDIDA}) / \text{LIMITE}; \quad (1.2)$$

Donde **total** corresponde al número total de bits enviados por el microcontrolador por ejemplo (10010100) que correspondería según su orden a:

$$128+0+0+16+0+4+0+0 = 148$$

Psi corresponde al valor de la presión en libras por pulgada cuadrada, según los bits recibidos.

MEDIDA corresponde a la presión de trabajo con la que se realiza la prueba (en bares).

LIMITE corresponde a el valor máximo de bits que se pueden recibir (11111111) que corresponde a una valor entero de 255.

Como se puede observar la conversión se realiza por una regla de tres básica donde 4.095 corresponde a la presión de trabajo que para este caso sería 350 bar, el **total** como es la suma de los valores capturados sería multiplicado por el valor **MEDIDA** y dividido por el valor **LIMITE** para encontrar la correspondencia en bar a ese dato calculado.

$$psi = \left(\frac{148 \times 2500}{255} \right) = \left(\frac{370.000}{255} \right) = 1450,98 \text{ (1.3)}$$

Después de realizar éste cálculo se procede a realizar una nueva captura de información con el fin de comprar el dato actual con el anterior y así llevar un registro de los cambios de presión ocurridos durante el periodo en que se ejecuta la prueba, el código para realizar esta comparación es el siguiente:

```
while(!siono)
    {gettime(&t2);if (t2.ti_hour==h)
        {if (t2.ti_min==m)
            {if (t2.ti_sec==s)
                {siono=TRUE;}
            }
        }
    gotoxy (3,1);textcolor(15);
    cprintf(« Hora : %2d:%02d:%02d.%02d\n »,t2.ti_hour, t2.ti_min,
    t2.ti_sec,t2.ti_hund);
    gotoxy (25,10);
    textcolor(12);cprintf(" REALIZANDO PRUEBA HIDROSTATICA ");
    ciclo();
    total=dat1+dat2+dat3;
    bar=(total*MEDIDA)/LIMITE;
    if (bar!=tempbar)
        {puntero=fopen ("a\\fecha.xls","a+");
        fprintf(puntero, »%02d:%02d,%02d\t
        02f\t\n »,t4.ti_min,t4.ti_sec,t2.ti_hund,bar);
        tempbar=bar;}
```

La función ciclo llama a las funciones que realizan las tres lecturas y posteriores asignaciones de valores a los datos capturados desde el puerto paralelo.

Después de haber desarrollado todo el código en Borland C++ y haber realizado las pruebas pertinentes se procedió a migrarlo a Visual Basic.

Al migrarlo se obtuvieron grandes ventajas como lo fueron ver el comportamiento en tiempo real de la presión de forma gráfica, la velocidad de proceso y la NO pérdida de la multitarea, debido a que al utilizar el programa en C++ el equipo tiene que estar en modo D.O.S. para poder operar, de lo contrario el programa se pausa y la prueba no se realiza correctamente pasó de modo consola a modo Windows lo que lo hace mucho más agradable para el usuario, y se pudo realizar un vinculo con la base de datos que se diseñó para guardar la información pertinente a la válvula que se está trabajando.

2.6.1 Programa en modo consola (Borland C++)

La eficiencia de la programación en Borland C++ se ve reflejada en su fácil manejo debido a que es un lenguaje de alto nivel, sin embargo se presentaron problemas con la multitarea debido a que C++ corre bajo D.O.S

Figura 28. Pantalla de inicio aplicación en Borland C++



Del Autor

Figura 29. Tiempo de ejecución aplicación en Borland C++

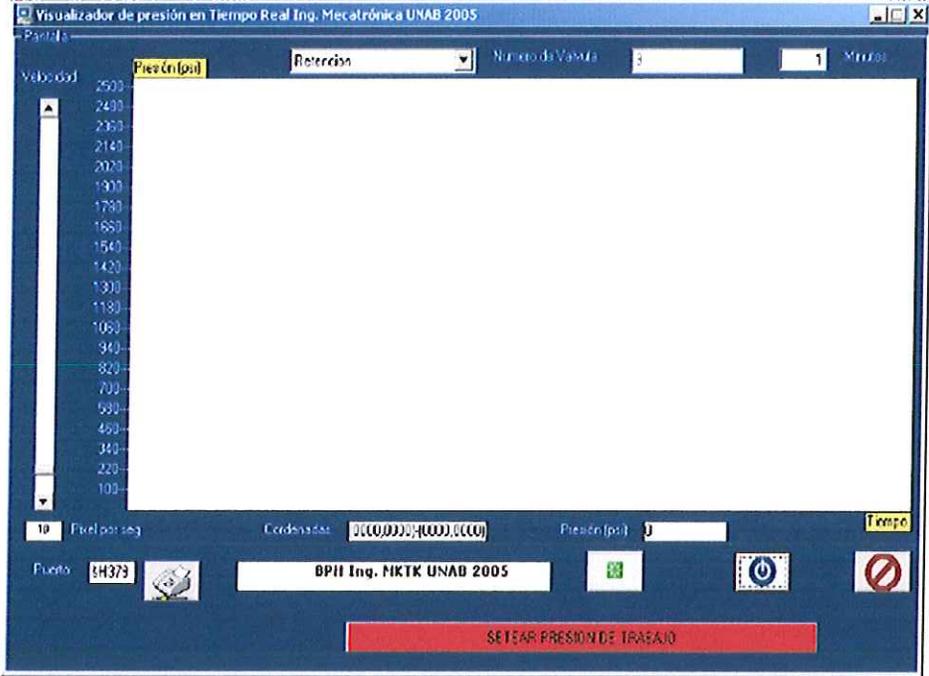


Del Autor

2.6.2 Programa en visual Basic 6.0

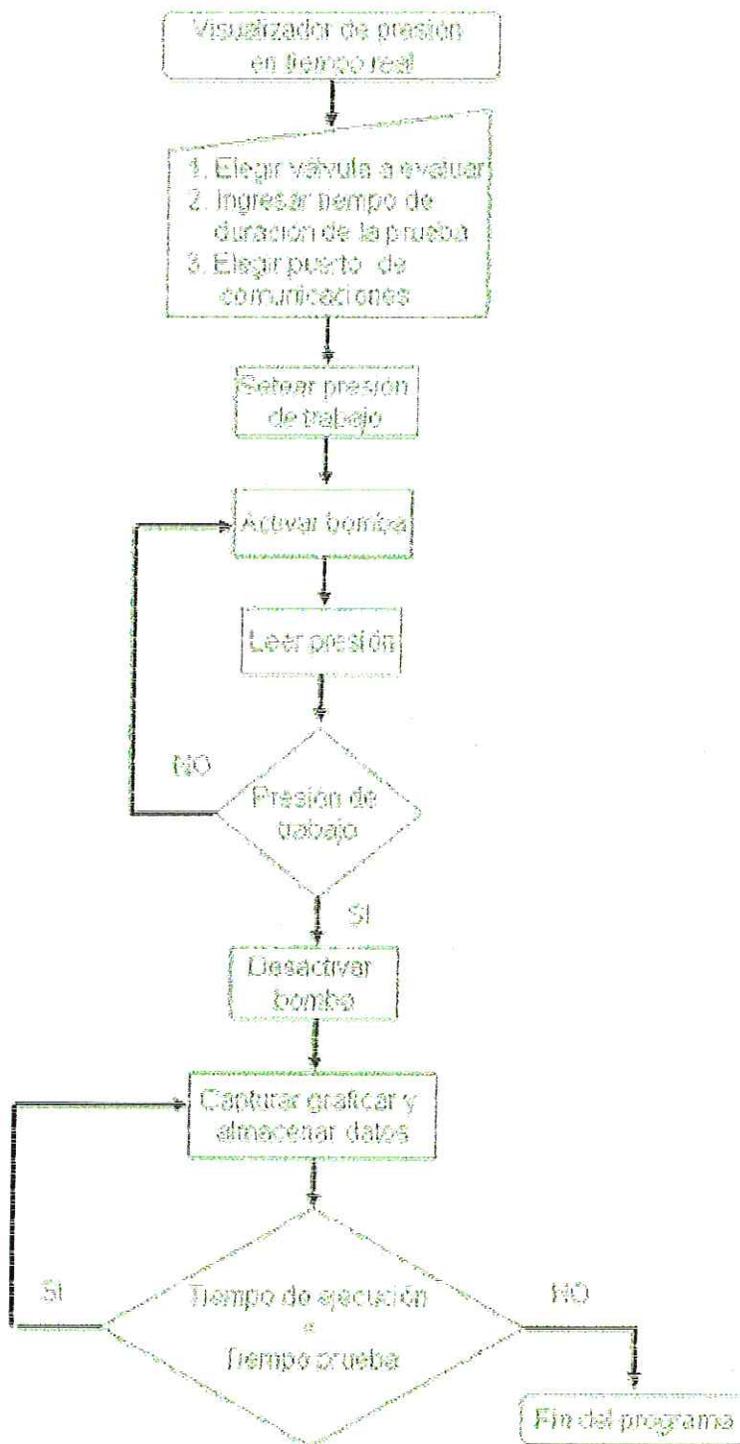
La ventaja que representa la programación en Visual Basic 6.0 es fácilmente apreciable en su entorno gráfico, así como las ventajas que presenta para la comunicación con la base de datos y su programación orientada a eventos.

Figura 30. Visualizador de presión en tiempo real formulario principal (Main)



Del Autor

Figura 31. Diagrama de flujo del programa en Visual Basic



Del Autor

▪ **Código formulario principal (Main)**

```
Option Explicit
Dim PointX As Long
Dim PointY As Long
Dim PointX2 As Long
Dim PointY2 As Long
Dim Distancia As Integer
Dim Refresco As Long
Dim Temp As Long
Dim Port As String
Dim Porto As String
Dim contador As Integer, dat1, dat2, dat3, con1, con2, cond
Dim bar, tempbar, total, psi
Dim segundos As Integer
Dim Borderwidth
Dim FechaInicio As String
Dim NroValvula As Long
Dim CuentaMinutos As Long
Const MEDIDA = 175
Const LIMITE = 10000
Private Sub cargar_valvulas()
On Error GoTo danger
Data2.Refresh
Data2.Recordset.MoveFirst
While Not Data2.Recordset.EOF
    Combo1.AddItem Data2.Recordset.Fields("tipo_valvula")
    Combo2.AddItem Data2.Recordset.Fields("idvalvula")
    Data2.Recordset.MoveNext
Wend
Combo1.ListIndex = 0
danger:
End Sub
Private Sub grabar_archivo(ByVal texto As Double)
On Error GoTo proceso
Dim FechaIncidente As String
'FechaIncidente = Now
FechaIncidente = Format(Now, "dd/mm/yyyy")
Data1.Refresh
Data1.Recordset.AddNew
Data1.Recordset.Fields("idvalvula") = NroValvula
Data1.Recordset.Fields("tiempo") = segundos
Data1.Recordset.Fields("presion") = psi
Data1.Recordset.Fields("fecha") = FechaIncidente
Data1.Recordset.UpdateBatch
Exit Sub
```

```

proceso:
  MsgBox Error$
End Sub
Private Sub primero(ByVal numero As Long)
  Dim Temp, x11, x10, x9, x8, tx3, tx2, tx1, tx0 ' , z
  con1 = 0
  Out Porto, 1 'Manda un 1 bit al puerto paralelo
  numero = Inp(Port)
  Temp = numero: x11 = 0: x10 = 0: x9 = 0
  x8 = 0: tx3 = 0: tx2 = 0: tx1 = 0: tx0 = 0
  If numero = 127 Then
    Temp = 0
    con1 = 1
  End If
  If numero = 0 Then
    con1 = 5
  End If
  While Temp <> 0
    If (Temp < 120 And Temp >= 64) Then
      x11 = 7
      Temp = Temp - 64
    Else
      If (Temp < 64 And Temp >= 32) Then
        x10 = 6
        Temp = Temp - 32
      Else
        If (Temp < 32 And Temp >= 16) Then
          x9 = 5
          Temp = Temp - 16
        Else
          If Temp < 16 Then
            x8 = 4
            tx0 = 9
            Temp = Temp - Temp
          Else
            Temp = Temp - Temp
          End If
        End If
      End If
    End If
  Wend
  tx3 = 2 ^ x11, tx2 = 2 ^ x10, tx1 = 2 ^ x9, tx0 = 2 ^ x8
  If (x11 = 0) Then tx3 = 0
  If (x10 = 0) Then tx2 = 0
  If (x9 = 0) Then tx1 = 0
  If (x8 = 0) Then tx0 = 0

```

```

x11 = tx3, x10 = tx2, x9 = tx1, x8 = tx0
If (numero = 0) Then
    dat1 = 0
Else
    dat1 = x11 + x10 + x9 + x8
End If
End Sub
Private Sub segundo(ByVal numero As Long)
    Dim Temp, x7, x6, x5, x4, tx3, tx2, tx1, tx0 ', z
    Out Porto, 2 'Manda un 2 bit al puerto paralelo
    con2 = 0
    numero = Inp(Port)
    'numero = numero - 2 'Asegurar que la entrada sea solo lo que manda el
ADC
    Temp = numero: x7 = 0: x6 = 0: x5 = 0
    x4 = 0: tx3 = 0: tx2 = 0: tx1 = 0: tx0 = 0
If numero = 127 Then
    Temp = 0
    con2 = 1
End If
If numero = 0 Then
    con2 = 5
End If
While Temp <> 0
    If (Temp < 120 And Temp >= 64) Then
        x7 = 3
        Temp = Temp - 64
    Else
        If (Temp < 64 And Temp >= 32) Then
            x6 = 2
            Temp = Temp - 32
        Else
            If (Temp < 32 And Temp >= 16) Then
                x5 = 1
                Temp = Temp - 16
            Else
                If Temp < 16 Then
                    x4 = 0
                    tx0 = 5
                    Temp = Temp - Temp
                Else
                    Temp = Temp - Temp
                End If
            End If
        End If
    End If
End If
End Sub
End If

```

```

Wend
tx3 = 2 ^ x7
tx2 = 2 ^ x6
tx1 = 2 ^ x5
tx0 = 2 ^ x4
If (x7 = 0) Then tx3 = 0
If (x6 = 0) Then tx2 = 0
If (x5 = 0) Then tx1 = 0
If (x4 = 0) Then tx0 = 0
x7 = tx3
x6 = tx2
x5 = tx1
x4 = tx0
If (numero = 0) Then
    dat2 = 0
Else
    dat2 = x7 + x6 + x5 + x4
End If
End Sub
Private Sub cmdParar_Click()
    'para el grafico
    Timer1.Enabled = False
    Pantalla.Cls
    Out &H378, 0
    End
End Sub
Private Sub cmdPausa_Click()
    txtPort.Enabled = True
    Combo1.Enabled = True
    If Timer1.Enabled = True Then
        Timer1.Enabled = False
    Else
        Timer1.Enabled = True
    End If
End Sub
Private Sub cmsIniciar_Click()
    'inicializar valores
    dat1 = 0: dat2 = 0: dat3 = 0
    contador = 0: tempbar = 0
    FechaInicio = Now
    PointX = 0
    PointY = Pantalla.ScaleHeight - 1
    Borderwidth = 5
    Pantalla.Cls
    CuentaMinutos = 0
    Timer1.Enabled = True

```

```

Porto = &H378
Out Porto, 0
txtPort.Enabled = False
Combo1.Enabled = False
retardo.Enabled = False
End Sub
Private Sub Combo1_Click()
    Combo2.ListIndex = Combo1.ListIndex
    NroValvula = Val(Combo2.Text)
End Sub
Private Sub Form_Load()
    Distancia = 10
    Refresco = 50
    Me.Top = 100
    Port = &H379
    Me.Left = (Screen.Width - Me.Width) / 2
    vsRefresco.Value = vsRefresco.Max
    vsDistancia.Value = vsDistancia.Max - 9
    Call cargar_valvulas
End Sub
Private Sub Presion_Click()
    frmPresion.Show
End Sub
Private Sub SetPort_Click()
    Port = txtPort.Text
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
    On Error GoTo danger
    Dim nleido As Long, CuentaMinutos, fraccion, total, total1 'numero leido
    CuentaMinutos = Int(Abs(DateDiff("s", Now, FechaInicio)) / 60)
    segundos = Abs(DateDiff("s", Now, FechaInicio))

    If CuentaMinutos >= Val(retardo.Text) Then
        Timer1.Enabled = False
    End If
    contador = contador + 1
    nleido = Inp(Port)
    If contador = 1 Then primero (nleido)
    If contador = 2 Then
        segundo (nleido)
    'If contador = 3 Then
    'tercero (nleido)
    '-----
    total = dat1 + dat2
    cond = con1 + con2
    If total <= 85 And total > 0 Or cond = 2 Then

```

```

total = 0
bar = 0
Else
fraccion = (2500 / 255)
bar = total * fraccion / 14.503773773
End If
If cond = 10 Then
psi = 2500
bar = psi / 14.503773773
Else
psi = (bar * 14.503773773) + fraccion
End If
If (bar <> tempbar) Then
tempbar = bar
Call grabar_archivo(bar)
End If
'-----
contador = 0
End If
'graficar en el PictureBox
PointX2 = PointX + Distancia
PointY2 = (bar * (Pantalla.ScaleHeight - 10)) / MEDIDA
lblValor.Caption = psi
lblCord.Caption = "(" & PointX & "," & PointY & ")(" & PointX2 & "," &
PointY2 & ")"
PointY2 = (Pantalla.ScaleHeight - 10) - PointY2
Pantalla.Line (PointX, PointY)-(PointX2, PointY2)
PointX = PointX2
PointY = PointY2
If PointX > Pantalla.ScaleWidth Then
Me.Cls
PointX = 0
Pantalla.Cls
End If
danger:
End Sub
Private Sub vsDistancia_Change()
Distancia = vsDistancia.Max + 1 - vsDistancia.Value
lblDistancia.Caption = Distancia
End Sub
Private Sub vsRefresco_Change()
Refresco = vsRefresco.Max + 100 - vsRefresco.Value
Timer1.Interval = Refresco
lblTime.Caption = Timer1.Interval
End Sub
Private Sub Timer2_Timer()

```

```

Const Letrero = " BPH Ing. MKTK UNAB 2005 "
Static Anterior As Boolean
Static tamañoLetrero As Single
Static X As Single
If Not Anterior Then
    tamañoLetrero = Picture1.TextWidth(Letrero)
    Anterior = True
    X = Picture1.ScaleWidth
End If
Picture1.Cls
Picture1.CurrentX = X
Picture1.CurrentY = 0
'Para cambiar el tipo de letra
Picture1.FontName = "Verdana"
Picture1.FontBold = True
Picture1.Print Letrero
X = X - 30
If X < -tamañoLetrero Then X = Picture1.ScaleWidth
End Sub

```

Figura 32. Visualizador de presión en tiempo real formulario Presión de trabajo



Del Autor

▪ **Código formulario Presión de trabajo**

```

Dim Porta As String
Dim Portb As String
Dim contador As Integer, dat1, dat2, dat3, con1, con2, cond
Dim bar, tempbar, total, psi, bandera As Boolean
Private Sub SetPresion1_Click()
bandera = True
Timer1.Enabled = True
txtPresion.Enabled = False

```

```

End Sub
Private Sub tercero(ByVal numero As Long)
  Dim Temp, x11, x10, x9, x8, tx3, tx2, tx1, tx0 ' , z
  con1 = 0
  Out &H378, 5 'Manda un 1 bit al puerto paralelo
  numero = Inp(Porta)
  Temp = numero: x11 = 0: x10 = 0: x9 = 0
  x8 = 0: tx3 = 0: tx2 = 0: tx1 = 0: tx0 = 0
  If numero = 127 Then
    Temp = 0
    con1 = 1
  End If
  If numero = 0 Then
    con1 = 5
  End If
  While Temp <> 0
    If (Temp < 120 And Temp >= 64) Then
      x11 = 7
      Temp = Temp - 64
    Else
      If (Temp < 64 And Temp >= 32) Then
        x10 = 6
        Temp = Temp - 32
      Else
        If (Temp < 32 And Temp >= 16) Then
          x9 = 5
          Temp = Temp - 16
        Else
          If Temp < 16 Then
            x8 = 4
            tx0 = 9
            Temp = Temp - Temp
          Else
            Temp = Temp - Temp
          End If
        End If
      End If
    End If
  Wend
  tx3 = 2 ^ x11
  tx2 = 2 ^ x10
  tx1 = 2 ^ x9
  tx0 = 2 ^ x8
  If (x11 = 0) Then tx3 = 0
  If (x10 = 0) Then tx2 = 0
  If (x9 = 0) Then tx1 = 0

```

```

If (x8 = 0) Then tx0 = 0
x11 = tx3
x10 = tx2
x9 = tx1
x8 = tx0
If (numero = 0) Then
  dat1 = 0
Else
  dat1 = x11 + x10 + x9 + x8
End If
End Sub
Private Sub cuarto(ByVal numero As Long)
  Dim Temp, x7, x6, x5, x4, tx3, tx2, tx1, tx0, z
  Out &H378, 6 'Manda un 2 bit al puerto paralelo
  con2 = 0
  numero = Inp(Porta)
  'numero = numero - 2 ' Asegurar que la entrada sea solo lo que manda el
  ADC
  Temp = numero: x7 = 0: x6 = 0: x5 = 0
  x4 = 0: tx3 = 0: tx2 = 0: tx1 = 0: tx0 = 0
  If numero = 127 Then
    Temp = 0
    con2 = 1
  End If
  If numero = 0 Then
    con2 = 5
  End If
  While Temp <> 0
    If (Temp < 120 And Temp >= 64) Then
      x7 = 3
      Temp = Temp - 64
    Else
      If (Temp < 64 And Temp >= 32) Then
        x6 = 2
        Temp = Temp - 32
      Else
        If (Temp < 32 And Temp >= 16) Then
          x5 = 1
          Temp = Temp - 16
        Else
          If Temp < 16 Then
            x4 = 0
            tx0 = 5
            Temp = Temp - Temp
          Else
            Temp = Temp - Temp
          End If
        End If
      End If
    End If
  End While

```

```

        End If
    End If
End If
End If
Wend
tx3 = 2 ^ x7
tx2 = 2 ^ x6
tx1 = 2 ^ x5
tx0 = 2 ^ x4
If (x7 = 0) Then tx3 = 0
If (x6 = 0) Then tx2 = 0
If (x5 = 0) Then tx1 = 0
If (x4 = 0) Then tx0 = 0
x7 = tx3
x6 = tx2
x5 = tx1
x4 = tx0
If (numero = 0) Then
    dat2 = 0
Else
    dat2 = x7 + x6 + x5 + x4
End If
End Sub
Private Sub cmdPausa1_Click()
Out &H378, 0
Timer1.Enabled = False
txtPresion.Enabled = True
' frmMain.Enabled = True
End Sub
Private Sub Presion(ByVal numero As Long)
contador = contador + 1
nleido = Inp(Porta)
If contador = 1 Then tercero (nleido)
If contador = 2 Then
cuarto (nleido)
total = dat1 + dat2
cond = con1 + con2
If total <= 85 And total > 0 Or cond = 2 Then
total = 0
bar = 0
Else
fraccion = (2500 / 255)
bar = total * fraccion / 14.503773773
End If
If cond = 10 Then
psi = 2500

```

```

    bar = psi / 14.503773773
Else
    psi = (bar * 14.503773773) + fraccion
End If
    contador = 0
End If
danger:
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
Dim alto
If bandera Then
bandera = False
Porta = &H378
Portb = &H379
nleido = Inp(Porta)
contador = 0
'frmMain.Enabled = False
alto = txtPresion.Text
bajo = alto - 12
contador = contador + 1
psi = alto
End If
If (psi <= alto Or psi >= bajo) Then
    Presion (nleido)
End If
danger:
End Sub

```

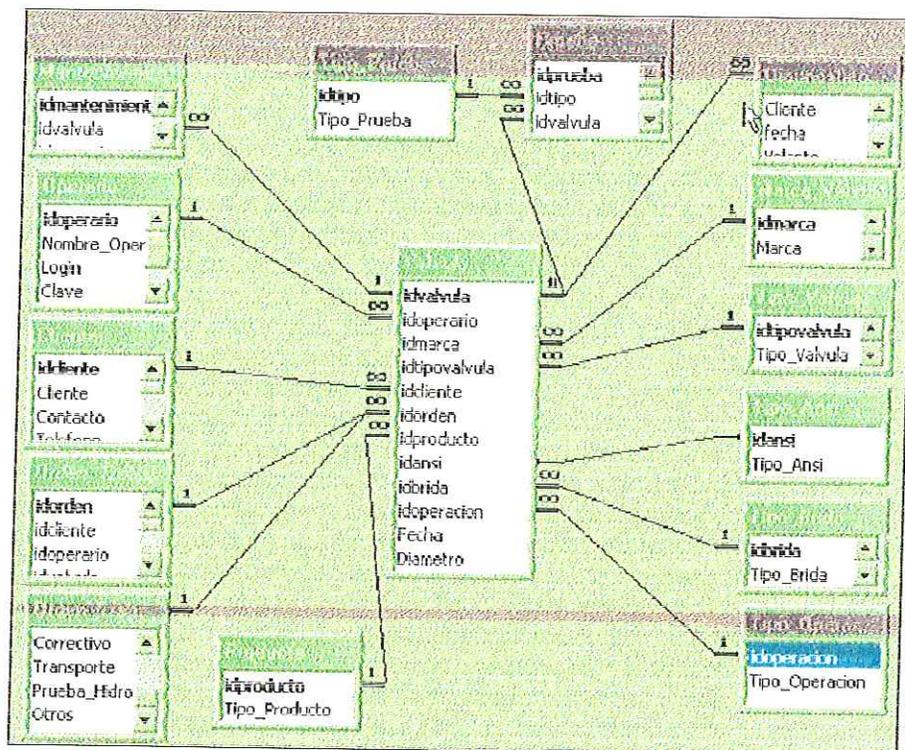
2.7 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

La base de datos se encuentra desarrollada en Microsoft Access y vinculada al software de comunicación y monitoreo por medio de un control ADO de Visual Basic y el motor Microsoft Jet 4.0.

La base de datos consta de una serie de quince (15) tablas relacionadas entre sí para cumplir con la integridad referencial de cualquier tipo de consulta que se quiera hacer desde ella u otro programa externo, además con este tipo de relación se logra crear un sin número de posibilidades de consultas referenciales.

A continuación se puede apreciar el diagrama de relaciones de la base de datos:

Figura 33. Relaciones de tablas



Del Autor

Las tablas tuvieron que ser reducidas con respecto a su extensión de contenido para poder ser capturadas en pantalla y a su vez impresas en el anterior dibujo, a continuación se expone cada una de ellas.

Figura 34. Tablas de la base de datos (Cliente, Orden de trabajo, Operario, Prueba, Tipo Brida)



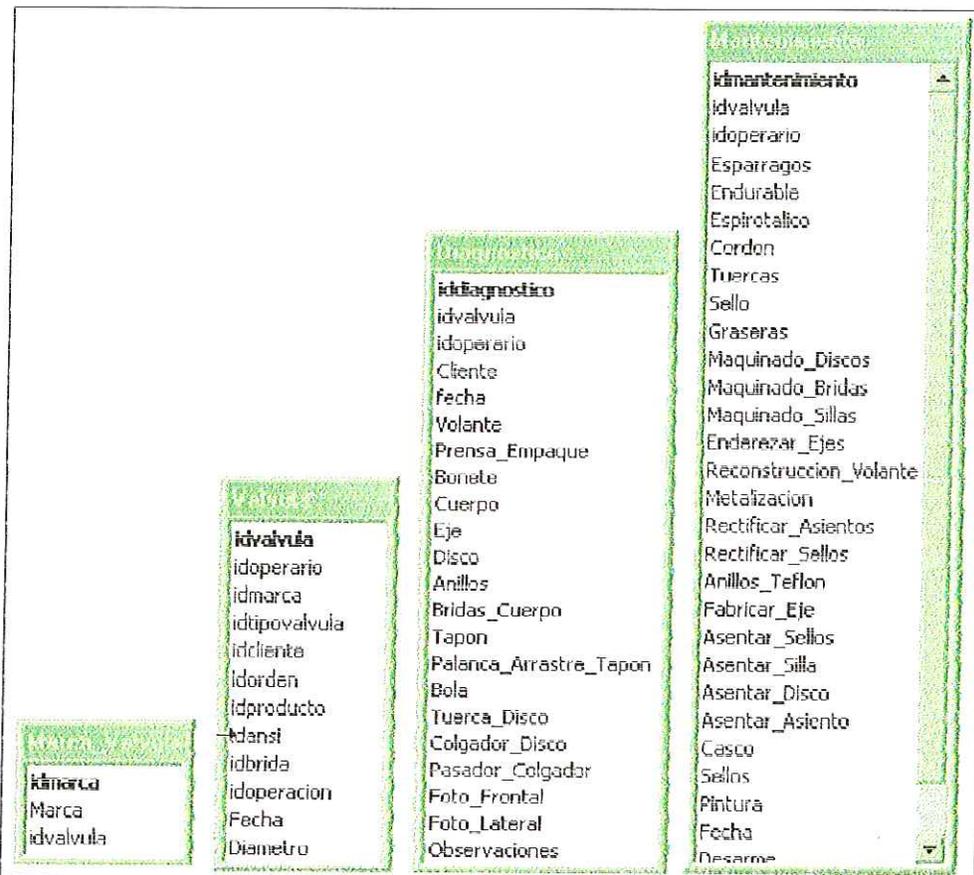
Del Autor

Figura 35. Tablas de la base de datos (Producto, Tipo Operación, Tipo Válvula, Tipo ANSI, Tipo Prueba)



Del Autor

Figura 36. Tablas de la base de datos (Marca Válvula, Válvula, Diagnóstico, Mantenimiento)



Del Autor

Las anteriores tablas conforman los siguientes formularios, los cuales se han basado en los formularios que aplica la empresa MEI S.A. según la norma ISO 9000 como prestación del servicio de mantenimiento, manteniendo así la

trazabilidad y recuperabilidad de la información concerniente a cada válvula.

Figura 37. Formulario agregar ANSI

MANUTENCIÓN DE EQUIPOS INDUSTRIALES

ID: 0001 Tipo de ANSI: 150

Buttons: [Back] [Forward] [Checkmark]

Del Autor

Figura 38. Formulario Agregar Cliente

MANUTENCIÓN DE EQUIPOS INDUSTRIALES

Código: 0002

No. Contrato	Nombre de la empresa	Ciudad
2	Lechesan S.A.	Bucaramanga

Dirección	Teléfono	Nombre del Contacto
Km2 vía Floridablanca	3631123	Luis Carlos McNish

Celular:	Apt:	E-mail
3005263201	84263215	lmcnish@hotmail.com

Buttons: [Back] [Forward] [Checkmark]

Del Autor

Figura 39. Formulario Agregar Marca Válvula

id marca Marca
0001 Vickers

Del Autor

Figura 40. Formulario Agregar Operario

Identificador login
1 lmcnish

Nombre Contraseña
Luis Carlos McNish Zapata *****

Fotografía Operario.

Del Autor

Figura 41. Formulario Agregar Tipo Operación

MANEJO DE EQUIPOS INDUSTRIALES

ID: 02 Tipo de Operación: Volante

OK [Left Arrow] [Right Arrow] Cancelar

Del Autor

Figura 42. Formulario Agregar Válvula

MANEJO DE EQUIPOS INDUSTRIALES

Válvula: 0013

Fecha: 15/11/2004 Operario: Luis Carlos McNish Zapata Cliente: Ecopetrol

Nº. Orden: 000003 Tipo Válvula: Tapon Prosticto: Gas Diámetro: 5 Pulgadas

CLASE: 300 Tipo de Operación: Palanca Marca: WKM Tipo de Brillo: FF

OK Cancelar [Left Arrow] [Right Arrow] Aceptar

Del Autor

Figura 43. Formulario Diagnostico de válvula

Del Autor

Figura 44. Formulario Mantenimiento

Del Autor

Figura 45. Formulario Orden de Trabajo

Del Autor

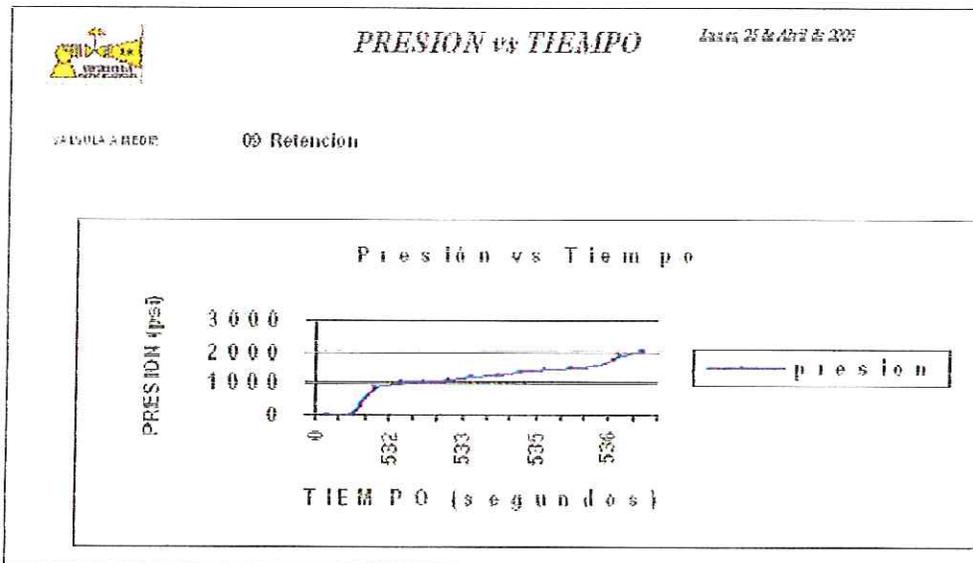
Figura 46. Informe Listado de clientes

		LISTADO DE CLIENTES					<i>Jueves, 21 de Abril de 2005</i>
CLIENTE	NIT	CC CONTACTO	TELEFONO	CELULAR	DIRECCION	CIUDAD	E-MAIL
Laurus Ltda	91558652	Felipa Barón	25632541	3005509540	Kra 110 #58A-25	Bogota	laurus@yahoo.com
Ledhasan S.A.	84263215	Luis Carlos Mc	3631123	3005263201	Km2 vía Florida Blanca	Bucarama	lmcnish@hotmail.com
Postobon S.A.	99965264	Carlos Avila	0376584263	310-482685	Cra 56 #27-37	Bucarama	produccion@postobon.com.co
Ecopetrol		Ó Clemente del	6555555	310-555-555	Cra 11 # 57-68	Barrancab	c.delvalle@ecopetrol.com.co

Del Autor

Del Autor

Figura 50. Presión vs Tiempo



Del Autor

3 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

3.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

El hardware utilizado para el desarrollo e implementación del proyecto es el siguiente:

- Puerto Paralelo (conector DB 25 tipo hembra)
- Procesador de 133 Mhz o superior
- Espacio mínimo en disco duro de 50 MB
- Memoria de 16 MB o superior
- Teclado
- Mouse
- Monitor a color
- Impresora
- Unidad de CD
- Cable para conector DB 25
- Fuente de voltaje de 3, 5, 24 voltios dc.
- Sistema de acondicionamiento de señal

3.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

El software necesario para el correcto funcionamiento del proyecto es el siguiente:

- Windows 98 o superior
- Access 97 o superior
- Visualizador de presión
- Base de datos BPH

3.3 PRUEBAS

Se realizaron diferentes pruebas durante el proceso de desarrollo del sistemas de adquisición de datos, estas pruebas fueron divididas en bloque de hardware y software, las primeras son de tipo eléctrico – electrónico y las segundas de tipo digital.

Pruebas de presión en el banco:

Esta prueba fue desarrollada en las instalaciones de la empresa MEI S.A., radicada en la ciudad de Barrancabermeja y consistió en lo siguiente:

Se llenó el banco de pruebas con agua y se sometió a presión para observar fugas en este.

Se descargó la presión del banco y se procedió al montaje del transductor de presión en éste.

Se instaló el transductor de presión a un circuito de muestreo integrado por un multímetro digital para observar el comportamiento de la señal del transductor a través de la prueba.

Tabla 3. Datos de prueba de presión en banco de pruebas

# muestra	Presión (psi)	Corriente (mA)
1	2080	9,54
2	2060	9,50
3	2040	9,46
4	2020	9,42
5	2000	9,38
6	1980	9,34
7	1960	9,30
8	1940	9,26
9	1920	9,22
10	1900	9,18
11	1880	9,14
12	1860	9,10
13	1840	9,06
14	1820	9,02
15	1800	8,98
16	1780	8,94
17	1760	8,90
18	1740	8,86
19	1720	8,82

20	1700	8,78
21	1680	8,74
22	1660	8,70
23	1640	8,66
24	1620	8,62
25	1600	8,58
26	1580	8,54
27	1560	8,50

Las pruebas digitales comprenden al conversor análogo digital del microcontrolador M68HC08JL3 de motorola, donde se simuló la señal obtenida en la pruebas de presión proveniente del transductor Sitrans P de Siemens, el comportamiento de las señales de entrada y salida del puerto paralelo, las pruebas de comunicación entre la interfase en Visual Basic y la base de datos en Access.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las variables fueron las siguientes:

$$V = I \times R \quad (1.4)$$

$$V_{\max} = 3V$$

V = Voltaje;
I = Corriente
Vmax= Voltaje máximo

$$I_{\max} = 12mA \quad (1.5)$$

I_{max} = Corriente máxima
mA = mili amperios

$$P_{\max} = 2.500psi \quad (1.6)$$

P_{max} = Presión máxima

$$\begin{aligned} \text{Re solución} &= 8bit \\ 8Bit &= 255 \\ \text{Re solución} &= 255 \quad (1.7) \\ 255\text{binario} &= 2.500psi \\ 2.500\text{pis} &= P_{\max} \end{aligned}$$

$$P_{\max} = I_{\max} \times V_{\max} \quad (1.8)$$

$$2.500 \text{ pi} = 12 \text{ mA}$$

$$12 \text{ m} = 3 \text{ V}$$

$$3 \text{ V} = 255 \text{ Binario}$$

$$Psi = \text{Binario} \times \left(\frac{2500}{255} \right) \quad (1.9)$$

$$V = 1.5 = 6 \text{ mA} = 127 \text{ binario}$$

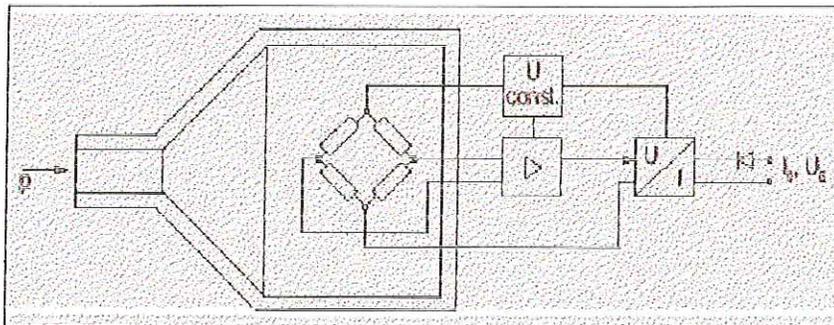
$$psi = 127 \times \left(\frac{2500}{255} \right) = 1245$$

Para observar los pasos a seguir en el desarrollo general de una prueba de presión a una válvula, ver Anexo 2.

3.3.1 Transductor de Presión

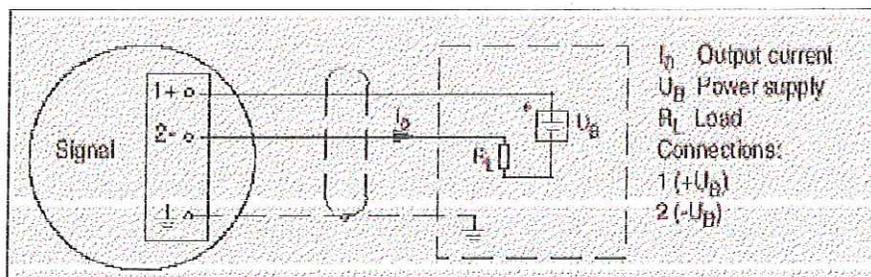
El transductor de presión utilizado es el Sitrans P, el cual trabaja con una señal de control de cuatro a veinte miliamperios (4 -20 mA) para una presión de cero a cuatrocientos (0– 400) bar.

Figura 51. Configuración de trabajo del Transductor de Presión



Siemens

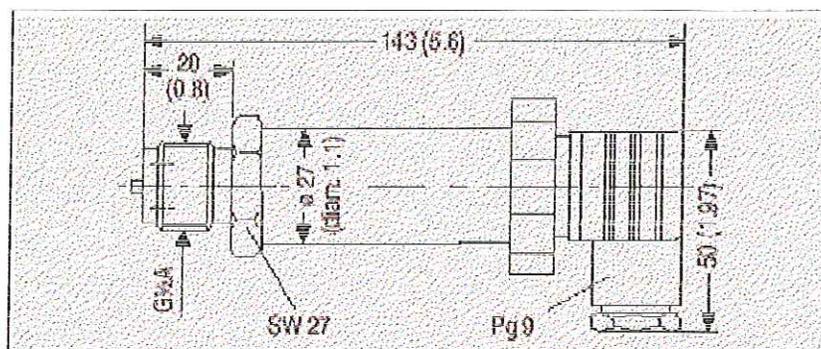
Figura 52. Configuración del Transductor de presión



Siemens

Las dimensiones del transductor de presión se encuentran dadas en milímetros (pulgadas).

Figura 53. Dimensiones del Transductor de presión



Siemens

Tabla 4. Transductor de presión SITRANS P 7MF1563

TRANSDUCTOR DE PRESION SITRANS P 7MF1563			
Rango de medida	Máxima presión de trabajo	Señal de salida	Voltaje de alimentación
0 – 400 bar (0 – 5802 psi)	600 bar (8.702 psi)	4 a 20 mA	10 a 36 V DC

3.3.2 Conversor Análogo Digital del Microcontrolador

El conversor análogo digital utilizado es un microcontrolador modelo MCHRC908JL3 programado y ajustado para trabajar a un voltaje de tres (3) voltios con una resolución de ocho (8) bits

3.3.3 Comunicación

La comunicación se realiza por medio de cuatro bits de entrada al puerto paralelo y tres de salida.

- Puerto paralelo con microcontrolador

El sistema de conexión del puerto paralelo con el microcontrolador consta de dos etapas dos bits para la entrada al microcontrolador desde el puerto y cuatro bits de entrada al puerto desde el microcontrolador.

- Interfase con base de datos

La interfase en Visual Basic se comunica con la base de datos en Access por medio de un control ADO, el cual es referenciado desde la interfase en visual hacia una tabla específica en la base de datos.

3.3.4 Adquisición de datos

El proceso de adquisición de datos consta de tres etapas, las cuales se detallan así:

- Señal en corriente (4-20 mA) proveniente del transductor de presión hacia el conversor análogo digital del microcontrolador M68HC08JL3.
- Señal proveniente de una salida del puerto paralelo hacia el microcontrolador para habilitar el envío del primer paquete de datos que consta de 4 bits.
- El conversor análogo digital envía los cuatro datos hacia el puerto paralelo.
- La aplicación en visual lee los primero cuatro datos y procede a enviar un bit para habilitar el micro a que envíe el segundo paquete con los otros cuatro datos de la conversión de la señal.
- El microcontrolador recibe la señal de habilitación del segundo envío de paquete y procede a ejecutarlo.

- La aplicación en Visual captura el segundo paquete y procede a la conversión en unidades de presión de un dato completo de 8 bits.
- La aplicación en Visual Basic grafica la presión correspondiente y compara con el valor de la presión anteriormente procesada, si la presión resulta ser diferente, se procede a guardar este nuevo dato de presión en la base de datos hecha en Access con el tiempo correspondiente a la cantidad de segundos que lleva la prueba en ejecución.

3.4 Pruebas de resistencia de materiales en CAE

- **Proyecto:** Banco de Pruebas Hidrostática
- **Software Utilizado:** ANSYS 8.1

Sumario: El reporte que se encuentra a continuación ilustra la información del análisis creado y mantenido usando el programa del software de ingeniería de ANSYS®. Cada panorama enumerado abajo representa una simulación completa de la ingeniería.

- Escenario 1.
 - De acuerdo con el montaje "Banco de Pruebas Hidrostáticas" de DesignModeler.
 - Se considera el efecto del contacto del cuerpo-a-cuerpo, de cargas estructurales y de ayudas estructurales.
 - Los Factores y márgenes de seguridad se calcularon basándose en la tensión equivalente del máximo y la tensión de corte del máximo junto con resultados estructurales.
 - No se definió ningún criterio de convergencia
 - No se definió ningún criterio de alerta
- Modelo
 - El "modelo" obtiene geometría del montaje " Banco de Pruebas Hidrostáticas " de DesignModeler.
 - La caja de limitación para todos los cuerpos ubicados en el modelo mide 0.26 por 0.35 por 1.69 m a lo largo de las hachas globales de (X), de y (Y) de (Z), respectivamente.

- El modelo tiene una masa total de 101.79 kilogramos.
- El modelo tiene un volumen total del m^3 1.3×10^{-2} .

Tabla 5. Características dimensionales del banco de pruebas

Nombre	Material	Caja de encerramiento (m)	Masa (kg)	Volumen (m^3)	Nodos	Elementos
"Solido"	"Acero al carbón"	0.15, 0.15, 7.58×10^{-2}	7.1	9.05×10^{-4}	732	398
"Solido"	"Acero al carbón"	5.72×10^{-2} , 0.2, 5.72×10^{-2}	1.3	1.65×10^{-4}	1762	272
"Solido"	"Acero al carbón"	5.72×10^{-2} , 0.2, 5.72×10^{-2}	1.3	1.65×10^{-4}	1762	272
"Solido"	"Acero al carbón"	5.72×10^{-2} , 0.2, 5.72×10^{-2}	1.3	1.65×10^{-4}	1762	272
"Solido"	"Acero al carbón"	0.26, 2.55×10^{-2} , 0.26	9.51	1.21×10^{-3}	1671	207
"Solido"	"Acero al carbón"	0.26, 2.55×10^{-2} , 0.26	9.51	1.21×10^{-3}	1675	209
"Solido"	"Acero al carbón"	0.26, 2.55×10^{-2} , 0.26	9.51	1.21×10^{-3}	1708	213
"Solido"	"Acero al carbón"	0.15, 0.15, 1.62	62.26	7.93×10^{-3}	5680	2771

- "Contacto" usando una tolerancia 0.0 detección automática

Tabla 6. Condiciones de contacto del banco de pruebas

Nombre	Tipo	Asociación de cuerpos	Extensión	Rigidez normal	Modo de extensión	Comportamiento	Formulación	Conductancia térmica	Pinball Region
1 Región de contacto	Consolidado	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada
2 Región de contacto	Consolidado	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada
3 Región de contacto	Consolidado	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada
4 Región de contacto	Consolidado	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada

5 Región de contacto	<u>Consolidado</u>	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada
6 Región de contacto	<u>Consolidado</u>	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada
Región de contacto	<u>Consolidado</u>	Sólido y sólido	Cara, cara	Controlada	Automático	Simétrico	Pure Penalty	Controlada	Controlada

- **Enmallado:** El "acoplamiento" contiene 16752 nodos y 4614 elementos.
- **Ambiente:** El "ambiente" contiene todas las condiciones de cargamento definidas para el "modelo" en este panorama. Las tablas siguientes enumeran cargas locales y las ayudas aplicadas a la geometría específica

Tabla 7. Carga estructural

Nombre	Tipo	Magnitud	Vector	Relación de fuerza	Vector fuerza de reacción	Momento de reacción	Vector momento de reacción	Asociación de la estructura
Presión	Surface Pressure	1.73×10^7 Pa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Sólida

Tabla 8. Soportes estructurales

Nombre	Tipo	Relación de fuerza	Vector fuerza de reacción	Momento de reacción	Vector momento de reacción	Asociación de la estructura
1 Soporte fijo	Superficie fija	44,770.09 N	[59.51 N _x , 44,769.18 N _y , 279.52 N _z]	250.23 N·m	[-38.58 N·m _x , 4.71 N·m _y , -247.19 N·m _z]	Sólida
2 Soporte fijo	Superficie fija	44,841.06 N	[-89.82 N _x , 44,773.98 N _y , -2,450.09 N _z]	485.53 N·m	[371.64 N·m _x , -15.59 N·m _y , -312.06 N·m _z]	Sólida
3 Soporte fijo	Superficie fija	38,468.11 N	[35.36 N _x , 38,332.34 N _y , 3,228.91 N _z]	388.64 N·m	[-339.04 N·m _x , 10.48 N·m _y , -189.7 N·m _z]	Sólida

- La "solución" contiene la respuesta calculada para las condiciones de cargamento dadas en el "modelo" y definidas en el "ambiente".

Tabla 9. Resultados Estructurales

Nombre	Alcance	Minimo	Maximo	Criterio de alerta
Deformación total 1	Todos los cuerpos del modelo	0.0 m	1.5×10^{-4} m	Ninguno
Tensión de corte equivalente	Todos los cuerpos del modelo	3.08×10^{-8} m/m	2.55×10^{-3} m/m	Ninguno
Tensión equivalente	Todos los cuerpos del modelo	6,162.29 Pa	5.11×10^8 Pa	Ninguno
Tensión de corte máxima	Todos los cuerpos del modelo	3,287.42 Pa	2.81×10^8 Pa	Ninguno
Deformación total 2	Todos los cuerpos del modelo	0.0 m	1.5×10^{-4} m	Ninguno

Tabla 10. Tensión equivalente de seguridad

Nombre	Limite de estrés
Herramienta estrés 1.	Fuerza producida por el material.

Tabla 11. Resultados del esfuerzo de tensión

Nombre	Alcance	Tipo	Minimo	Criterio de alerta
Herramienta estrés 1.	Todos los cuerpo en el modelo	Factor de seguridad	0.49	Ninguno
Herramienta estrés 2.	Todos los cuerpo en el modelo	Factor de seguridad	0.49	Ninguno
Herramienta estrés 3.	Todos los cuerpo en el modelo	Factor de seguridad	-0.51	Ninguno

Tabla 12. Tensión de seguridad de esfuerzo de corte

Nombre	Limite de esfuerzo cortante	Factor de corte
Herramienta estrés 3	Fuerza producida por el material	0.5

Tabla 13. Resultados del esfuerzo de corte

Nombre	Alcance	Tipo	Minimo	Criterio de alerta
Herramienta estrés 3.	Todos los cuerpo en el modelo	Factor de seguridad	0.44	Ninguno
Herramienta estrés 3.	Todos los cuerpo en el modelo	Margen de seguridad	-0.56	Ninguno

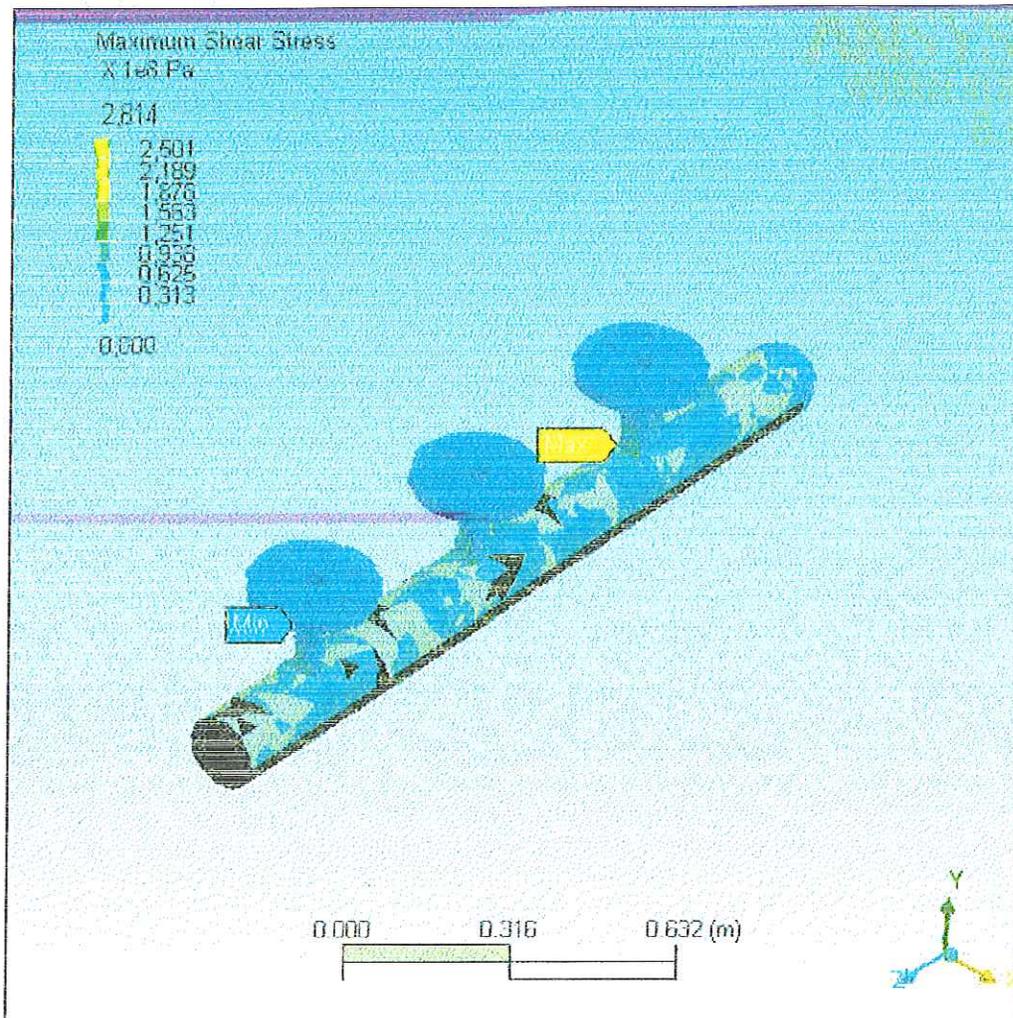
Tabla 14. Definición de la estructura de acero

Nombre	Tipo	Valor
Módulo de la elasticidad	Temperatura independiente	2.0×10^{11} Pa
Cociente De Poisson	Temperatura independiente	0.3
Densidad de masa	Temperatura independiente	7,850.0 kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	Temperatura independiente	1.2×10^{-5} 1/°C
Conductividad térmica	Temperatura independiente	60.5 W/m·°C
Calor específico	Temperatura independiente	434.0 J/kg·°C

Tabla 15. Límite de estrés de la estructura de acero

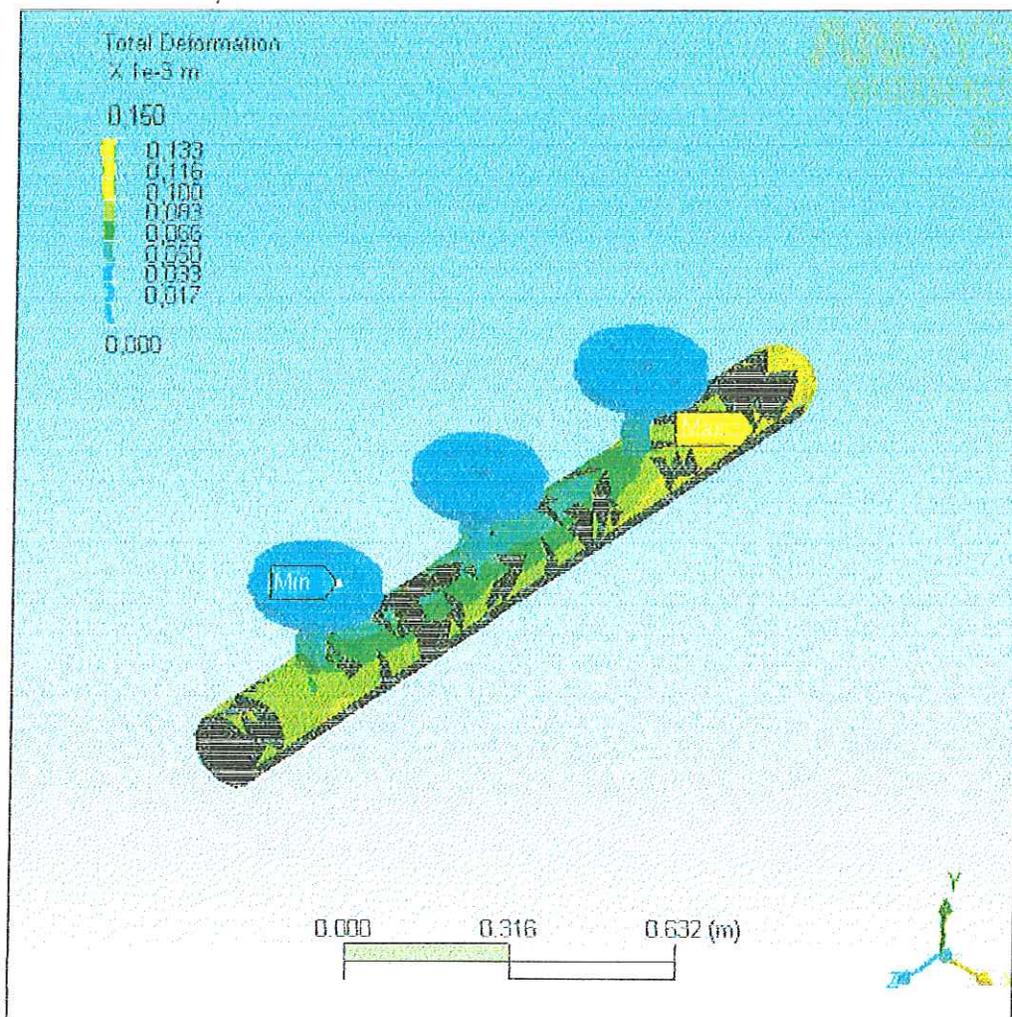
Name	Type	Value
Fuerza extensible producida	Temperatura independiente	2.5×10^8 Pa
Máximo de esfuerzo por tensión	Temperatura independiente	4.6×10^8 Pa
Fuerza compresible producida	Temperatura independiente	2.5×10^8 Pa
Máximo esfuerzo de compresión	Temperatura independiente	0.0 Pa

Figura 54. Estrés máximo cortante



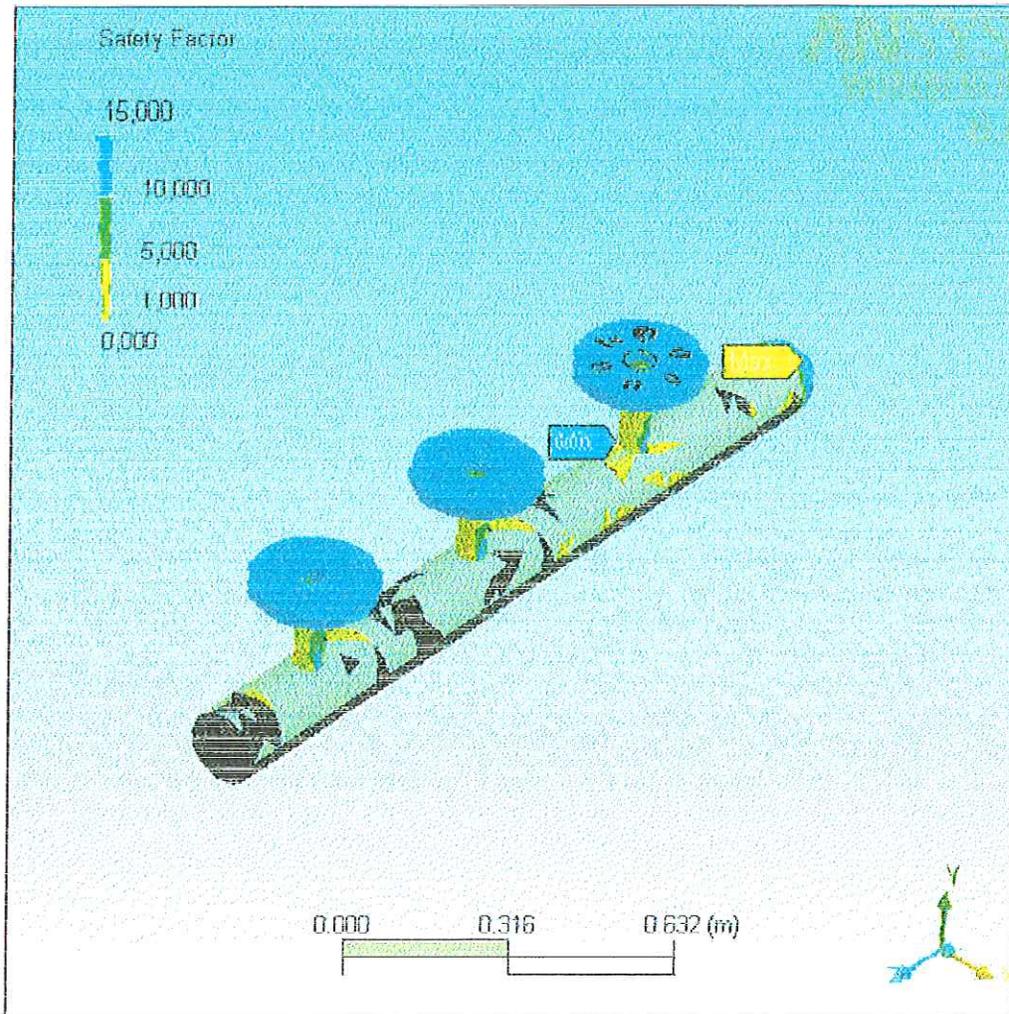
Del Autor

Figura 55. Deformación total



Del Autor

Figura 56. Factor de seguridad



Del Autor

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

En el desarrollo de este proyecto se siguió un procedimiento de cómo investigar; una metodología de investigación y se planteó una metodología de diseño mecatrónico, arrojando resultados satisfactorios que conllevaron a cumplir con los objetivos planteados.

Al realizarse diseño en CAD del banco de pruebas hidrostáticas se logró tener una visión estructural de éste, verificando así la viabilidad del modelo.

Con el diseño desarrollado en CAD se hicieron simulaciones en CAE, de las que se pudo deducir el buen funcionamiento del banco bajo condiciones de trabajo.

Basados en las tablas de trazabilidad diseñadas por la empresa MEI S.A. se logró desarrollar una base de datos de acuerdo con a la norma ISO 9000, generando un sistema de gestión completo en el mantenimiento de una válvula, cumpliendo así con lo requisitos mínimos de calidad.

Se logró un ambiente amigable para el usuario al desarrollarse la aplicación en Visual Basic.

Con el vínculo entre la base de datos y la aplicación en visual Basic se logra un sistema integrado mecatrónico al fusionar el control eléctrico, electrónico y mecánico con un control administrativo de la información.

Se comprobó que la metodología utilizada se ajusta satisfactoriamente al diseño del prototipo mecatrónico.

Se logró un diseño automatizado de un banco de pruebas aplicado al muestreo de éstas.

Se creó una base de datos con vínculo a una tarjeta de adquisición y monitoreo de información integrando de ésta manera un sistema de almacenamiento de datos con un sistema de control y actuación mecatrónico.

Se planteó un nuevo modelo metodológico mecatrónico enfocado a la gestión integral del proceso con el cual se amplía el contexto de aplicación de la mecatrónica a un nivel administrativo de procesos.

Se comprueba la importancia de la aplicación del diseño asistido por computador aplicando un software tipo CAD, la simulación del diseño

sometiendo el banco a esfuerzos generados por presiones a través de un software tipo CAE para observar su comportamiento con referencia a el material elegido para su construcción.

Se comprueba la importancia de los conocimientos adquiridos en programación y estructura de datos para el desarrollo de la aplicación en Visual Basic y la base de datos en Access.

Se logró el desarrollo de una base de datos a cuyas tablas se les comprueba la integridad referencial mejorando el tiempo de consulta y evitando la contaminación de los datos por basura.

Se creó un sistema de control ON-OFF para una bomba mejorando el proceso de carga de presión en el banco.

Se creó un manual de instalación y funcionamiento para la base de datos y la aplicación en Visual Basic.

Se recomienda la instalación de un conversor análogo digital de mayor resolución (12 bits) para aumentar la precisión en la medición de la presión en el banco de pruebas.

Para aumentar la velocidad del muestreo de datos se recomienda la futura aplicación del puerto USB.

La aplicación en Visual Basic puede ser migrada a KILIX el cual es un lenguaje de programación de código abierto con lo que se evita el pago de una licencia, así como la migración de la base de datos a Open Office con el mismo fin.

El sistema de control On-OFF creado puede ser mejorado aplicando sentencias de control fuzzy en el código fuente y ampliando las salidas de control para las cuales se cuenta con cuatro pines de salida del puerto paralelo que no se utilizan en la aplicación actual.

Se adquirió conocimiento en los tipos de válvulas existentes, también se comprobó que dependiendo del fluido y de las situaciones atmosféricas en las que se va a utilizar las válvulas depende el material de construcción de estas.

Para el llenado del banco de pruebas hidrostáticas con agua se debe verificar que las bridas ciegas no deben de estar ajustadas y si hay válvulas deben de estar abiertas, porque si se encuentran ajustadas y/o cerradas puede quedar aire en el cuerpo del banco y puede ocasionar golpe de ariete.

GLOSARIO

ANSI: Instituto Nacional Americano de Normas

La organización principal de normas escritas en los Estados Unidos, que establece normas para una gran variedad de productos, incluyendo el diseño, fabricación y prueba de tuberías a presión y sistemas y componentes de varios servicios de tubería en línea.

API: Instituto Americano del Petróleo

La asociación principal del ramo del petróleo en los Estados Unidos. Mantiene normas y especificaciones escritas actualizadas, tales como componentes de cabezas de pozo y válvulas en línea.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos

Esta sociedad profesional publica libros técnicos, panfletos, códigos y normas. De principal interés es el código ASME para calderas y recipientes a presión, que se refiere a muchos aspectos a la fabricación de válvulas, aunque no a las propias válvulas.

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales

Una sociedad profesional que gobierna detalladamente los análisis físicos y químicos de todos los metales básicos y aleaciones usadas en la construcción. Las válvulas de la mayoría de los fabricantes tienen componentes cuyos materiales corresponden a normas ASTM.

ACCUMULATOR (ACUMULADOR): Un recipiente en el cual el gas es atrapado y comprimido por el líquido en un sistema hidráulico, por lo que almacena energía para suministrar líquido bajo presión al sistema, cuando así se requiere.

BACK SEAT (ASIENTO DE SELLO. SELLO INTERNO DEL BONETE):

Es un hombro en el vástago de una válvula, que sella contra la superficie interior de contacto dentro del bonete, para permitir el reemplazo de los sellos o empaques del vástago, bajo presión.

BAR: Unidad métrica de presión. Un BAR equivale a 14.5 PSI.

BENDING MOMENT (MOMENTO DE FLEXION): La carga mecánica de flexión producida por una fuerza aplicada a una parte perpendicularmente a su superficie o eje. El producto de la fuerza por la distancia perpendicular al punto de aplicación. Usualmente se expresa en libras-pie.

BLOCK AND BLEED (BLOQUEO Y PURGA): La capacidad de obtener un sello a través de los anillos de asiento aguas arriba y aguas abajo de una válvula, cuando la presión interior del cuerpo se desfoga hacia la atmósfera a través de una válvula de purga o un tapón de venteo.

BODY (CUERPO): La parte principal sujeta a presión de una válvula y dentro de la cual se localizan los elementos de obturación o cierre y los asientos.

BOLT (PERNO): Un sujetador con cabeza cuadrada o hexagonal que está roscado en el lado opuesto para recibir una tuerca.

BONNET (BONETE): La parte superior de una válvula fijada al cuerpo, la cual guía al vástago y se adapta para recibir al operador y alas extensiones.

BUBBLE -TIGHT SHUT - OFF (CIERRE HERMETICO): Expresión usada para describir la habilidad de cierre de una válvula. Durante la prueba de aire de una nueva válvula, en la posición cerrada, la fuga que pase a través de los asientos se manifiesta mediante burbujas a través de agua. Para calificar como "cierre hermético," no deben observarse burbujas en un tiempo determinado.

BURST PRESSURE (PRESIÓN DE RUPTURA): Es la presión a la cual se ocasiona la falla de un elemento bajo esfuerzo o de un recipiente a presión.

CAVITATION (CAVITACION): La rápida formación y colapso de bolsas de vapor en un líquido que fluye en regiones aisladas de muy baja presión. Con frecuencia causa erosión en bombas, válvulas de estrangulamiento y la propia tubería. Puede ser la causa de ruido excesivo.

CONTROLLER (REGULADOR): Un dispositivo que mide a una variable regulada, a base de comparar con un valor establecido, enviando una señal al actuador para reajustar la abertura de la válvula y restablecer el control pre-establecido.

CORROSION: El deterioro de un material debido a la acción química.

DIFFERENTIAL PRESSURE (PRESIÓN DIFERENCIAL): La diferencia de presión a través de una válvula, en una tubería de línea sujeta a presión. La diferencia de presión entre dos puntos cualquiera en un sistema presurizado bajo condiciones de flujo.

EROSION: El desgaste mecánico de una superficie metálica en parte debido al paso y contacto de un líquido. La presencia de partículas sólidas en el líquido acelera este proceso.

FIRE GATE (VÁLVULA CONTRA FUEGO): Una válvula de compuerta que se instala en la tubería a la entrada de la estación de compresión. Esta válvula se cierra en caso de incendio en la estación de compresión. Al cerrar la válvula se evita que el gas en la tubería alimente el fuego.

FIRE GATE (A PRUEBA DE INCENDIO): Condición asociada con el diseño de una válvula que es capaz de pasar pruebas específicas de fuga y operación después de ser expuesta al fuego. Debe ser referida a una especificación en particular.

FLANGE (BRIDA): Una conexión de tubería, fundida o prensada, que consiste en un cuello proyectado y un hombro con barrenos para birlos que permiten ensamblar a los componentes de la tubería que tienen una conexión similar.

FLOW, LAMINAR (FLUJO LAMINAR): El flujo de un fluido viscoso que se desplaza siguiendo un régimen laminar con un gradiente de velocidad constante a partir del eje central y hacia las paredes del conducto que lo contiene.

FLOW, TURBULENT (FLUJO TURBULENTO): El flujo no uniforme de un fluido en el que la velocidad, en un cierto punto del fluido, varía irregularmente.

FRICTION (FRICCIÓN): La resistencia al movimiento entre dos superficies o sustancias en contacto. La fricción se desarrolla también entre el flujo en movimiento y la pared interna de la tubería de conducción, resultando en una caída de presión.

GASKET (EMPAQUETADURA): Un sello o empaque colocado entre dos juntas mecánicas para evitar la fuga de un medio fluyente.

HYDROSTATIC TEST- SHELL TEST (PRUEBA HIDROSTATICA): La prueba en la cual la válvula se llena totalmente con agua y se prueba a presión.

LIQUID PENETRANT INSPECTION (INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES): Un método de prueba no destructiva para detectar la presencia de grietas e imperfecciones en la superficie de soldaduras o fundiciones, a través del uso de un colorante o rojo especial.

MAGNETIC PARTICLE INSPECTION (INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS): Es un procedimiento de inspección para detectar fallas (defectos) sobre las superficies en zonas de soldadura por medio del uso de partículas de hierro muy finas en combinación con un campo electromagnético.

NPT (ESTANDAR NACIONAL DE ROSCAS): Es un estándar que controla las dimensiones de cuerdas cónicas para tubos.

NIPPLE (NIPLE): Es un tramo corto de tubo de diámetro pequeño roscado en ambos extremos. Se instala en válvulas roscadas y en sistemas auxiliares de tuberías.

O-RING (ANILLO "O"): Es un anillo de sección transversal circular, hecho de un elastómero natural o sintético.

PRESSURE DROP (CAIDA DE PRESIÓN): Es el decremento de presión a lo largo de un sistema de tuberías, en la dirección del flujo, causada por la fricción del fluido, restricciones, cambios de dirección y conexiones. La caída de presión se ve afectada por la velocidad, gravedad específica, viscosidad y la medida y rugosidad del interior de la tubería.

PUMP (BOMBA): Es un dispositivo rotatorio o reciprocante que usa energía mecánica para impulsar líquidos a través de tuberías o para absorberlos desde tanques o fosas por succión.

RADIOGRAPHIC INSPECTION (INSPECCION RADIOGRAFICA): Es un procedimiento no destructivo usando rayos "X" para localizar defectos en soldaduras, fundiciones y partes fabricadas.

RELIEF VALVE (VÁLVULA DE RELEVO): Es una válvula de acción rápida, operada por resorte, que abre (releva) cuando la presión excede la calibración del resorte. Con frecuencia se instala en la cavidad del cuerpo en válvulas de bola y de compuerta para relevar la sobre presión en servicio de líquidos.

RUPTURE DISC (DISCO DE RUPTURA): Es un dispositivo de emergencia que permite relevar una sobre presión. Emplea un diafragma de espesor relativamente delgado, el cual está diseñado para que se rompa a una presión. No puede usarse una vez que trabajó y debe reemplazarse después de su ruptura.

SCHEDULE (CEDULA): Es un sistema para indicar el espesor de la pared de un tubo. Para un diámetro dado, a mayor número de cédula es mayor el espesor del tubo.

SEAT (ASIENTO): La parte de una válvula contra la cual se efectúa el elemento obturador un cierre hermético. En muchas válvulas de bola y de compuerta es una pieza flotante que aloja a un elemento suave para efectuar el sello.

SOLENOID VALVE (VÁLVULA DE SOLENOIDE): Es una pequeña válvula operada eléctricamente que se usa en el sistema de tuberías de control de actuadores de cilindro hidráulico o neumático.

STUD (BIRLO): Una pieza cilíndrica, sólida, roscada en ambos extremos, se usa frecuentemente para unir a dos miembros, uno de los cuales tiene cuerdas no pasadas o ciegas.

TENSILE TEST (PRUEBA A TENSION): Una prueba que se hace a un espécimen o probeta maquinada especialmente y tomada del material en las mismas condiciones en que se recibe. Esta prueba se hace para determinar las propiedades físicas.

ULTRASONIC INSPECTION (INSPECCION ULTRASONICA): Un procedimiento de inspección que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar fallas e imperfecciones a través de todo el espesor de piezas metálicas.

VACUUM (VACIO): Un espacio del cual se extrae aire o gas hasta que su presión es menor que la presión atmosférica.

VALVE (VÁLVULA): Un dispositivo que controla el flujo de un líquido o un gas en un conducto o en una tubería.

VISCOSITY (VISCOSIDAD): Es una medida de la fricción interna de un fluido o puede ser la resistencia que representa un fluido para circular.

WATER HAMMER (GOLPE DE ARIETE): Es el efecto físico, frecuentemente acompañado por un sonido parecido al de un estallido, que se produce por ondas de presión generadas dentro de la tubería debido a un cambio brusco de velocidad en un sistema de manejo de líquidos.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.yorkval.com.br/images/valvula_bola.gif

<http://www.paginasamarillas.com/clientes/serviacu/serviacue.asp>

[1] <http://www.nd.edu>

<http://www.adlinktech.com>

<http://www.inele.ufro.cl>

http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_transist.htm

<http://www.iess.com.mx/presiontransmisores.htm>

[2] SITRANS P transmitters for pressure and absolute pressur.pdf

BARRIENTOS, Antonio et all. Fundamentos de robótica. Universidad Politécnica de Madrid. McGraw Hill. 1997, Madrid 1997.336 p.84-481-0815-9.

www.linuxfocus.org

Calero Pérez, Roque. Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros. Madrid. McGraw Hill. 1999. 615 p. 84-481-2099-X.

Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna. México. Pearson Education.1998. 998 p. 970-17-0048-1

MOTT, Robert L. Resistencia de Materiales Aplicada. 3 ed. México. Prentice Hall. 1996. 640 p. 968-880-801-6.

Lewis, Paul H. Sistemas de control en ingeniería. Madrid. Prentice Hall. 1999. 464 p. 84-8322-124-1.

Franklin, Gene F. Feedback control of dynamic systems. 4 ed. Upper Saddle River. Prentice Hall. 910 p. 0-13-032393-4.

Maloney, Timothy J. Electrónica industrial moderna. 2 ed. México. Prentice Hall. 1997. p.irreg. il. 968-880-847-4

Chapman, Stephen J. Máquinas eléctricas. 3 ed. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill. 2000. xiv, 768 p.: il. 958-41-0056-4.

Floyd, Thomas L. Fundamentos de sistemas digitales. 7 ed. Madrid. Pearson. Educación. Pearson Educación. xxi, 1128 p.: il. 84-205-2994-X.

Tocci, Ronald J. Sistemas digitales: principios y aplicaciones. 8 ed. México. Pearson Educación. 2003. xxvi, 884 p.: il. 970-26-0297-1.

Casillas, A. L. Máquinas: cálculos de taller. 36 ed. Madrid. Ediciones „I.- Máquinas. 2001. 645 p.: il. 84-400-7216-3.

Etter, Delores M. Solución de problemas de ingeniería con MATLAB. México. Prentice Hall. 1998. xx, 329 p.: il. 970-17-0111-9.

Smith, William F. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. Madrid. McGraw-Hill. 1998. 715 p. 84-481-1429-9

Motorola Semiconductors H.K. Ltd. M68HC08JL3/H Microcontrollers Technical Data. Silicon Harbour Centre. Motorola, Inc. 2002. 127-148, 181-195 p

Motorola Semiconductors H.K. Ltd. M68HC08 Microcontrollers Reference Manual. Silicon Harbour Centre. Motorola, Inc. 2002. 55-88 p

LM741 Single Operational Amplifier.pdf

Anexos

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1.....	96
1.1 NORMAS APLICADAS PARA LA CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS.....	96
1.1.1 ASTM E 165. prueba de liquido penetrante	96
1.1.2 ANSI B16.11 accesorios de acero forjado (soldadura de enchufe y roscados).....	96
1.1.3 API 598 inspeccion de válvulas	97
1.1.4 ASME B16.34 valvulas- bridas roscadas y soldadura.....	98
1.1.5 ANSI B16.5 Bridas para tubos de acero, válvulas y accesorios con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1500, y 2500 lb.)	98
ANEXO 2.....	100
2.1 PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE CORTE	100
2.1.1 Responsabilidades	100
2.1.2 Alcance	100
2.1.3 Pruebas Especificadas.....	100
2.1.4 Publicaciones de Referencia	101
2.2 PRERREQUISITOS Y CONDICIONES	102
2.2.1 Verificación de equipos	102
2.2.2 Precauciones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.....	102
2.3 NORMA ISO.....	103
2.3.1 Precauciones con respecto a la Calidad. (ISO 900).....	103
2.4 INSPECCIÓN.....	103
2.4.1 Dominio de la Inspección	103
2.5 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS DE PRESIÓN Y ESPECIFICACIONES	103
2.5.1 Inspección Inicial: Previo a la Prueba	103
2.5.2 Accesorios de prueba.....	104
2.5.3 Reporte de Inspección.....	104
2.6 PRUEBAS DE PRESION	105
2.7 FLUIDOS DE PRUEBA.....	105
2.7.1 Prueba de cuerpo.	105
2.7.2 Prueba de Sellos de alta, sellos trasero (Back seat).....	106
2.7.3 Prueba de sellos de baja	106
2.8 VALVULAS API / ASME	106
2.8.1 Válvulas no especificadas en la Tabla anterior	107
2.9 DURACIÓN DE LA PRUEBA.....	107
2.10 FUGAS	108
2.10.1 Realización de las Pruebas.....	108
2.10.2 Prueba de Cuerpo	108
2.10.3 Prueba de Sellos de Baja y Alta	109
2.10.4 Prueba de Sellos Traseros (prensa estopa) “Back Seat”	110

ANEXO 3.....	115
ANEXO 4.....	116
ANEXO 5.....	117
ANEXO 6.....	118
MANUAL DEL USUARIO.....	118

ANEXO 1.

1.1 NORMAS APLICADAS PARA LA CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS

1.1.1 ASTM E 165. prueba de líquido penetrante

Esta tipo de prueba consiste en la examinación de materiales con líquidos.

Estos métodos para realizar las pruebas son no-destructivos y se utilizan para detectar la discontinuidad de las superficies tales como grietas, juntas, discontinuidad del material, y la reexaminación del mantenimiento.

Estos pueden ser efectivos usando el método no-poroso, para materiales metálicos, no importando si son ferrosos y no-ferrosos, y de los materiales no-metálicos tales como superficie de cerámica completamente densa, plásticos no-porosos, y vidrio.

Este tipo de prueba siempre se realiza por:

- Por que el proceso de examen con líquido penetrante es recomendable o requerido por organizaciones individuales para averiguar su aplicabilidad y su plenitud.
- Para la capacitación de personal que son entrenados con el fin de trabajar con el líquido penetrante.
- Este método experimental no es tan sugerido por sus criterios de evaluación ya que después de haber realizado la prueba estos tienen que ser interpretados o clasificados y luego evaluar el proceso, después definir el tipo, el tamaño, posición y la dirección de las indicaciones que pueden ser aceptables o inaceptables.

1.1.2 ANSI B16.11 accesorios de acero forjado (soldadura de enchufe y roscados)

Esta norma estándar cubre lo que son, dimensiones, tolerancias, referencia y los requisitos de los materiales para los ajustes forjados.

Los accesorios con dimensiones especiales, los hilos o los ensanchadores pueden ser hechos con un acuerdo entre el fabricante y el comprador. Cuando tales accesorios cumplen todas las condiciones de normas, se

considerarán en conformidad con esto, pero apropiadamente deben de estar marcadas.

- **Los Códigos y Reglas:** Un accesorio bajo la jurisdicción ASME el código para calderas, recipiente de presión y tuberías de presión, esta sujeta a una regulación del gobierno y a una limitación del código. Ésta incluye una limitación máxima de temperatura, o regla al uso de un material en baja temperatura, o los métodos para la operación de una presión excediendo los promedios estándar.

Los criterios para la selección de tipos apropiados y los materiales adecuados para el servicio elocuente particular no están dentro del alcance de este estándar.

- **Condiciones de Servicio:** Los criterios para la selección de tipos de accesorios y los materiales adecuados para el uso de fluidos no están incluidos en esta norma.
- **Soldadura:** La instalación de la soldadura no esta incluida en esta norma. La instalación de la soldadura estará hecha en conformidad con el código aplicable del sistema de tuberías o la regulación del sistema de tuberías con los accesorios instalados.

1.1.3 API 598 inspeccion de válvulas

Esta inspección de tapas estándar, examen, exámenes suplementarios, y pruebas de presión son requisitos para los asientos elásticos, asientos no-metálicos (por ejemplo cerámico), y asientos de metal a metal para válvulas de compuerta, globo, tapón, bola, control, tipos de mariposa. Los asientos elásticos se consideran como:

- Los asientos suaves, ambos de tipo grasa sólidos y semisólidos (por ejemplo, el tapón lubricado).
- Combinación suave y asientos metálicos.

Los requisitos de inspección son exámenes y pruebas requeridas por el fabricante y cualquier otro examen suplementario que el comprador pueda requerir a los fabricantes de la válvula.

Las siguientes pruebas y exámenes son especificados como estándar:

- Prueba de asientos.
- Prueba de asientos traseros.
- Prueba de cierre a baja presión.

- Prueba de cierre a alta presión.
- Examen visual.
- Prueba de asientos neumáticos a alta presión.

1.1.4 ASME B16.34 valvulas- bridas roscadas y soldadura.

Este estándar se aplica a la construcción de una nueva válvula y las bridas de presión-temperatura, dimensiones, tolerancias, materiales, requisitos de examen no destructivos, pruebas, forjado, fabricación bridas, roscado, y soldaduras, válvulas de acero.

- **Normas y especificaciones:** Un producto hecho en conformidad con una norma de anterior edición y en todo lo que respecta a esta norma puede ser considerada como una edición fuerte pero puede ser cambiada en una subsiguiente revisión de esta norma.

1.1.5 ANSI B16.5 Bidas para tubos de acero, válvulas y accesorios con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1500, y 2500 lb.)

Esta norma cubre el grado de presión-temperatura promedios, materiales, dimensiones, tolerancias, marcas, prueba, y los métodos de designar la abertura en la tubería para las bridas y los ajustes bridados.

Las bridas con diseños entre 150, 300, 400, 600, 900, 1500, y 2500 en un medio de NPS de tamaños a través de NPS 24, con requisitos dados en ambas unidades métricas acostumbradas US. Usualmente los pernos con diámetro y las bridas fijas con pernos pasantes se expresan en unidades de pulgada.

Las bridas con diseños entre 150 y 300 un medio de NPS de tamaños a través de NPS 24, con requisitos dados en ambas unidades métricas acostumbradas US. . Usualmente los pernos con diámetro y las bridas fijas con pernos pasantes se expresan en unidades de pulgada.

Estas norma esta limitada a:

- bridas y ajustes bridados hechos en materiales forjados.
- Las bridas ciegas y ciertas bridas reductoras hechas de molde, forjado, o materiales de lámina.

También incluidos en esta norma están los requisitos y recomendaciones con respecto a las bridas fijando con pernos, empaquetadura de bridas, y juntas de la brida.

- **Responsabilidad del usuario:** Las normas mencionadas y responsabilidades al utilizar bridas y juntas de brida son responsabilidad del usuario, como lo son: aplicación, prueba del sistema hidrostático y materiales de selección.
- **Convención:** Con el objeto de determinar conformidad con esta norma, la convención para arreglar los dígitos significativos donde los límites, los valores máximos y mínimos están especificados, estarán redondeados como esta ASTM 29. Éste requisito que un valor observado o calculado este redondeado para la unidad próxima en el último dígito de la derecha usado para expresar el límite. Los valores decimales y las tolerancias no se implican en esta norma.

Rango de clasificación de Presión. Clase, seguido por números dimensiones, es la designación para rangos de temperatura de presión como los siguientes:

Clase 150 300 400 600 900 1500 2500.

Tamaño. NPS, seguido por números dimensiones, es la designación para el tamaño de las bridas y las juntas de las bridas. NPS esta relacionado con el diámetro nominal, DN usado en normas internacionales.

ANEXO 2.

2.1 PROCEDIMIENTO PARA INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE CORTE

- Verificar el estado de las válvulas de corte instalada o al ser instaladas en las líneas de flujo, Slug Catcher, oleoducto.

2.1.1 Responsabilidades

- Originador. El coordinador de aseguramiento de la calidad de MEI S.A.
- Autoridad Responsable. El Gerente de ingeniería de MEI LTDA revisa y verifica el procedimiento.
- Custodio. El coordinador de aseguramiento quien Supervisa la planeación, publica en documento, asigna consecutivos y comunica todos los cambios relacionados al procedimiento y su manejo.
- Autoridad Aprobatoria. El gerente de ingeniería aprueba el procedimiento.

2.1.2 Alcance

Este procedimiento cubre la inspección y prueba de válvulas de corte en blanco y aplica a válvulas de bola, compuerta, tapón, mariposa y retención; todos con sellos metal – metal y resiliente (se consideran sellos resiliente a aquellos lubricados con grasas sólida y semi – sólida tales como válvulas de tapón lubricadas y a los elastómeros).

2.1.3 Pruebas Especificadas

Las pruebas especificadas para este procedimiento son las siguientes pruebas de presión:

- Prueba de cuerpo. (Incluye bonete y "placa de recubrimiento")
- Sellos traseros. "back- up seal " (Solamente para válvulas de compuerta y de globo)
- Sellos de baja presión.

- Sellos de alta presión.
- Inspección Visual.

2.1.4 Publicaciones de Referencia

Este procedimiento esta basado en la última edición de los siguientes documentos:

ANSI:

- B16.11 Forged Steel Fitting, Socket-Welding and Threaded.
- B16.34 Steel Valves, Flanged and Buttwelding End.

MSS:

- SP-53 Quality Standard for Steel Castings- Dry Powder Particle Magnetic Inspection Method.
- SP-54 Quality Standard for Steel Castings- Radiographic Powder Particle Magnetic Inspection Method.
- SP-55 Quality Standard for Steel Castings- Visual Method.

API:

- 6D Valves for pipelines
- 593 Ductile Iron Plug Valves Flanged Ends.
- 597 Steel Venturi Gate Valves, Flanged for Buttwelding Ends.
- 598 Valve Inspections and Test.
- 599 Steel Plug Valves, Flanged or Buttwelding Ends.
- 600 Steel Gate Valves, Flanged or Buttwelding Ends.
- 602 Compact Carbon Steel Gate Valves.
- 603 Class 150 Corrosion – Resistant Gate Valves.
- 604 Ductile Iron Gate Valves Flanged Ends.

- 606 Compact Carbon Steel Gate Valves (Extended Body)
- 609 Butterfly Valves, Lug – Type and Water- Type.

2.2 PRERREQUISITOS Y CONDICIONES

2.2.1 Verificación de equipos

- Se debe efectuar diariamente antes de iniciar las labores la inspección de los elementos constitutivos de los bancos de pruebas y herramienta de torque o tensión.

2.2.2 Precauciones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

- Nunca se deben exceder las máximas presiones de prueba determinadas para cada válvula (ver tabla 3)
- Durante el desarrollo de la prueba de cuerpo con agua no se permitirá el ingreso de personal al Bunker de pruebas hasta tanto la presión se estabilice y no sea apreciable una fuga mayor. A la prueba de sellos o cuerpo efectuada con Nitrógeno no se permitirá el acceso al Bunker de ninguna persona.
- Antes de iniciar la presurización se verificarán las diferentes conexiones para prevenir las fugas.
- Los cambios de presión se deben hacer lentamente controlando el flujo con la válvula de aguja en la salida de alimentación o purga del banco para evitar congelamiento de tubería o llegar al límite de presión sin sobrepasarse.
- Se anexa JSA Análisis de Seguridad en trabajo para tener en cuenta al efectuar las pruebas en el Bunker de pruebas. Si se efectúa la prueba en lugar diferente se deberá realizar un nuevo análisis de riesgos acorde a las nuevas condiciones, el cual deberá ser aprobado por el supervisor.
- Se deben utilizar en todo momento los elementos de protección adecuados, específicamente; Casco, botas con puntera de acero, protección auditiva, gafas de seguridad, guantes.

El operario del banco debe conocer su manejo con claridad y el control de riesgos que debe mantenerse; será el responsable del desarrollo durante la prueba, así como quien autorice cualquier movimiento, ingreso, cambio u

observación cercana del lugar de pruebas, para tal efecto se anexan las instrucciones de operación de los Bancos de Pruebas.

2.3 NORMA ISO

2.3.1 Precauciones con respecto a la Calidad. (ISO 900)

- El Banco de pruebas a usar debe tener un registro de Inspección y mantenimiento y sus manómetros deben tener máximo 30 días de ser calibrados, esto se verifica revisando las fechas de vencimiento de calibración de cada uno de ellos, inscritas en la placa de identificación que se encuentra adherido al reverso del manómetro.

2.4 INSPECCIÓN

2.4.1 Dominio de la Inspección

- Este procedimiento esta limitado a la realización de las siguientes inspecciones:
- Inspección Visual.
- Pruebas de presión.

En este proceso se involucran:

- Un técnico con experiencia en mantenimiento y prueba de válvulas.
- un testigo capacitado en la labor especifica designado por parte MEI.

2.5 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS DE PRESIÓN Y ESPECIFICACIONES

2.5.1 Inspección Inicial: Previo a la Prueba

- Antes de iniciar cualquier prueba e incluso mover internamente la válvula se debe someter a limpieza y de ser posible lavar las superficies de sellado y las partes internas de la válvula eliminando los residuos que puedan al mover o abrir la válvula dañar los asientos.
- Luego de esta operación se debe abrir y limpiar las partes internas entre la bola o elemento de sellado y la recamara interna y asientos.

- Secar lo mayor posible y verificar con el taco el estado de los asientos.
- Se debe verificar si hay evidencias de corrosión interna o externa, oxidación, erosión, abolladuras de las compuertas o bola, deterioro de los asientos, verificar el correcto funcionamiento de la válvula, que abra y cierre totalmente.
- Si se advierte corrosión o daño, se deberá solicitar a la sección para que efectúen algunos ensayos no destructivos aplicables como Ultrasonido, Radiografía, Partículas Magnéticas y/o líquidos penetrantes que permitan evaluar la profundidad o severidad del daño.

2.5.2 Accesorios de prueba

- Las bridas ciegas y empaques a ser usados para las pruebas deben estar en óptimo estado para evitar daños en las superficies de las bridas al ajustarlas.
- Los tornillos y espárragos deben recorrer suavemente con la mano, estar limpios y antes de ser instalados ser engrasados moderadamente con grasa de Mo o Cu para espárragos.
- Se debe verificar los valores correctos de Torque y presión hidráulica del equipo de torqueo a aplicar.

2.5.3 Reporte de Inspección

Una vez finalizada la inspección de la válvula se debe realizar un reporte en el cual se especifica:

- Tipo de válvula.
- Tamaño. Se debe especificar si la válvula posee alguna reducción Fabricante de la válvula Tag.
- Clase o Rating.
- Numero de Serial.
- Materiales. Material del cuerpo, interno y sellos.
- Set de presión
- Tipo de prueba aplicada.

- Así mismo los datos de cómo se encuentra internamente la válvula cuando se efectuó mantenimiento.

2.6 PRUEBAS DE PRESION

Tipos de Pruebas: Las siguientes pruebas de presión deben ser hechas sobre cada válvula.

Tabla 1. Relación de pruebas sobre válvulas

PRUEBA	TIPO DE VALVULA
Cuerpo	Todas
Sellos traseros	Solamente para compuerta / globo que aplique.
Sellos de alta	todas
Sellos de baja	todas

Las válvulas que permitan la inyección de emergencia de grasa tipo sellante para el área de los sellos deben ser probadas con el sistema de inyección de vacío.

2.7 FLUIDOS DE PRUEBA.

2.7.1 Prueba de cuerpo.

- Se debe realizar con agua o cualquier líquido no combustible con la viscosidad no mayor que la del agua. La temperatura de prueba no debe exceder los 125 grados Fahrenheit (52 grados Centígrados), a la presión de prueba según la presente norma.
- Adicionalmente si a la válvula se requiere para un HOT TAP o para ser instalada en una línea de gas, se efectuara otra prueba de cuerpo con Nitrógeno, al mismo valor de presión de la prueba de asientos de alta.
- El cuerpo de la válvula se le limpia internamente con desengrasante – antioxidante Shesterton Ref. 274 para remover partículas de oxido y proteger las partes internas de la válvula.
- Así mismo después de la prueba se seca lo mejor posible la válvula y se le aplica un desplazante / lubricante para prevenir oxidación en los internos de la válvula.
- Cuando se use agua o kerosene como fluido de prueba, la válvula debe ser liberada de aire.

2.7.2 Prueba de Sellos de alta, sellos trasero (Back seat)

- Se debe realizar con agua. La temperatura de prueba no debe exceder los 125 grados Fahrenheit (52 grados Centígrados), a la presión de prueba según la presente norma.
- Nota: se debe realizar la prueba de sellos de alta y sellos traseros con Nitrógeno, cuando las válvulas se requieren para HOT TAP's y/o para ser instaladas en una línea de gas.

2.7.3 Prueba de sellos de baja

- Se debe realizar con Nitrógeno. La temperatura de prueba no debe exceder los 125 grados Fahrenheit (52 grados Centígrados), a la presión de prueba según la presente norma.

Presión de Prueba: Los datos de presión a los cuales se probaran las válvulas son:

2.8 VALVULAS API / ASME

- Las pruebas de presión aplicables a válvulas de corte deben ser como se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. Presión De prueba para válvulas de corte

PRESION DE PRUEBA PARA VALVULAS DE CORTE SEGÚN ASME B.16.34, API 593, 597, 599, 600, 602, 604, 606, 609, 6D				
RATING	PRESION A 100 °F	CUERPO	SELLOS DE ALTA Y PRENSA STOPA "Back Seat"	SELLOS DE BAJA
ANSI	PSI	PSI	PSI	PSI
150	285	450	325	< 100
300	740	1125	825	< 100
400	990	1500	1100	< 100
600	1480	2225	1650	< 100
900	2220	3350	2500	< 100
1500	3705	5575	4075	< 100
2500	6170	9275	6800	< 100
800	3000	3000	3000	< 100
4500	11110	16675	12225	< 100

2.8.1 Válvulas no especificadas en la Tabla anterior

- Para válvulas de corte no cobijadas por esta tabla, la presión de prueba será la siguiente :
- Prueba de cuerpo: 1.5 veces el Rating de presión de la válvula a 100 gr. F.
- Prueba de sellos de baja: Menor de 100 psi.
- Prueba de Asientos de alta: el 110% del Rating de presión de la válvula determinada para el material de la válvula en el ANSI B16.34.
- Las válvulas de ANSI B16.34, la presión de prueba para sellos de alta y cuerpo será la máxima presión de trabajo de la válvula.
- Las pruebas tanto de sellos como de empaques, en válvulas de mariposa, se harán con 1.1 veces el Rating de presión.
- Prueba de sellos traseros: 1.1 veces el Rating de presión según el ANSI B 16.34.

2.9 DURACIÓN DE LA PRUEBA

- El tiempo de duración de la prueba para válvulas de corte es el especificado en la tabla 3.

Tabla 3 Tiempo de Prueba Mínimo (min.) para Válvulas de Paso según API 6D

TAMAÑO NPS	CUERPO (min.)	SELLOS DE BAJA / ALTA (min.)	SELLOS TRASEROS (min.)
MENORES de 4"	2	2	2
8" – 10"	5	2	5
12" – 18"	15	5	5
20" Y MAYORES	30	5	5

Tabla 4 Para Válvulas de Compuerta y Globo.

2" Y MENORES	2	2	2
2 ½" – 8"	2	2	2

10" Y MAYORES	10	5	5
---------------	----	---	---

2.10 FUGAS

- Para pruebas de cuerpo y sellos traseros ningún tipo de fuga es permitido. Si el fluido de prueba es líquido no debe hacer evidencia de gotas de humedad. Si el fluido de prueba es Nitrógeno no debe haber existencia de burbujas.
- Para prueba de Asientos de baja y alta presión no debe haber evidencias de fugas a través del disco, sellos y eje (para válvulas de mariposa).
- Para válvulas con asiento metal – metal, la rata de fugas máxima permisible en la duración de la prueba es como se especifica en la tabla 5.

Tabla 5. Rata de Fugas máxima Permisible en una prueba

TAMAÑO DE LA VALVULA NPS	RATA PERMISIBLE DE FUGAS GOTAS POR MINUTO
2" Y MENORES	0
2 ½" – 6 "	12
8" – 12"	20
14" Y MAYORES	28

2.10.1 Realización de las Pruebas.

- Antes de iniciarlas prueba de una válvula se debe realizar una inspección visual para verificar si hay evidencias de corrosión y abolladuras o grietas. Si se advierte en forma severa alguna de estas anomalías no se debe probar la válvula.
- Para la realización de las pruebas se debe instalar la válvula en el banco de pruebas y montar las respectivas bridas, de acuerdo al tipo de válvula, instalar los colectores de prueba a las bridas y los manómetros de acuerdo al rango de presión.

2.10.2 Prueba de Cuerpo

- La prueba de cuerpo debe ser hecha aplicando presión dentro del cuerpo de la válvula con las bridas aisladas y con la válvula abierta a 45 grados con el ánimo de verificar el comportamiento de la presión y las fugas sobre el cuerpo en válvulas de un cuarto de vuelta.

- Para válvulas de compuerta y globo se debe localizar la compuerta o vástago al 50% del recorrido. En válvulas de globo, compuerta y aguja, es posible que se presente fuga a la presión de prueba de cuerpo. Sin embargo será aceptable que no presente fuga por el prensa estopa bajo el 100% e la presión de diseño según el Rating y el ANSI B16.34; esto para no ejercer un sobre torque en la operación del vástago que pueda deteriorarlo.
- Para válvulas cheque o retención se debe ingresar la presión por la entrada en el sentido de la flecha.

2.10.3 Prueba de Sellos de Baja y Alta

Aislamiento.

- Se deben instalar sellos en los dos lados de la válvula, ya sea con bridas ciegas o con los discos del banco de pruebas; con la válvula en posición cerrada se le inyecta fluido a la presión indicada y por la brida contigua se observa el burbujeo en un sistema de tuberías de 5/16" o 3/8" conectado a una botella plástica transparente con agua de tal manera que la punta del sistema de tuberías quede sumergida mínimo un centímetro.

Condiciones

- Para válvulas de compuerta, de tapón, mariposa y bola, de flujo bi-direccional, la presión de prueba debe ser aplicada sucesivamente en cada lado de la válvula.
- Para las válvulas de compuerta la presión puede ser aplicada separadamente a cada Asiento a través del puerto de la válvula. Las fugas hacia el cuerpo entre los sellos deben ser chequeadas como las fugas de la parte superior de la válvula. Alternativamente para válvulas con puente sólido cercanas a 22, la presión puede ser aplicada simultáneamente a los sellos, siempre y cuando la suma de la fuga de los sellos no exceda la fuga permitida.
- Las pruebas de Asientos de alta y baja presión debe hacerse con los Asientos limpios y libres de aceite. Para prevenir el desgarrar (Galling), los sellos deben ser cubiertos con una película aceite no mas pesado que el kerosene. Esto no aplica a válvulas con u lubricante provisto por los sellos primarios.

2.10.4 Prueba de Sellos Traseros (prensa estopa) “Back Seat”

- Se debe verificar que la válvula de compuerta o globo tiene sellos traseros.
- Esta prueba debe hacerse aplicando presión al interior de la válvula con los extremos aislados y con la válvula completamente abierta. Esta prueba debe hacerse inmediatamente después de la prueba de cuerpo. El “parking gland” debe estar suelto para realizar esta prueba. Luego de esta prueba se debe ajustar y efectuar la prueba de acuerdo final de tal manera que se ajuste la prensa estopa obteniendo cero fugas por este.

Secuencia de Pruebas: La secuencia de pruebas será:

- Prueba de cuerpo con agua.
- Prueba de asientos a baja presión con gas.
- Prueba de asientos a alta presión con gas.
- Prueba de sellos traseros con gas (Back Seat) si aplica.
- Prueba de cuerpo final con gas.

Se acepta variar la secuencia de pruebas de sellos si los de baja fugan inicialmente, a hacerlos nuevamente después de sellos de alta.

2.11 MANTENIMIENTOS

2.11.1 Limpieza

- Se efectuara un drenaje adecuado de los líquidos y se secura la válvula ara alistarla para la prueba o para despacho.
- Se debe inyectar un aceite liviano en le cuerpo y asientos a través del venteo de la válvula y drenar para desplazar el agua de adentro de la válvula.
- Se debe aplicar protector de bridas.

2.11.2 Reparación

- En cada caso de encontrar alguna falla durante la prueba, la válvula se desarmara previa autorización de MEI S.A.
- Se solicitara a MEI S.A. copia del manual de partes y mantenimiento que el fabricante debe haber remitido con los documentos de compra de la válvula; con el fin de asegurar la calidad del mantenimiento, seguir las recomendaciones del fabricante y verificar que las partes que contenga la válvula y las que se soliciten sean acordes a lo requerido.
- En caso de no contarse con el manual se tomara los datos de las partes y se remitirá un informe, para que se solicite la información al fabricante.
- Si se desarma la válvula se debe inspeccionar el tipo de acumulados que encontraremos en su interior y guardas muestras para su posible posterior análisis. Luego limpiar para observar internamente las partes.
- Se entregara un listado de repuestos recomendados, descritos completamente, los cuales MEI S.A. requerirá y una vez estén disponibles serán cambiados. Una vez efectuado este reporte la válvula debe quedar ensamblada en espera de las partes de recambio para evitar perdidas de partes.
- En los pedidos de repuestos se solicitara un ítem adicional de manual de mantenimiento con lo que se elaborara un libro maestro de mantenimiento.

Embalaje: Una vez terminada las pruebas se debe proteger la válvula en sus extremos con un disco plástico y tela porosa impermeable al agua, asegurando las tapas con sellos de seguridad numerados para evitar la apertura.

Se colocan sellos numerados de seguridad en los topes y en el vástago de la válvula.

2.12 REQUISITOS DE LOS SISTEMAS DE TUBERIA SOLDADA

Muchos sistemas de tuberías están sujetos a presiones extremadamente altas y a menudo también a altas temperaturas. Las líneas de tuberías de gas que atraviesan el país deben operar a altas presiones para suministrar cantidades adecuadas de este combustible altamente volátil. Cualquier fuga de gas a través de tubería impropia soldada es un grave riesgo de

explosión o incendio. Además, estas fugas son un desperdicio costoso de un recurso natural. Las tuberías en las industrias del petróleo y químico, pueden estar sujetas a alta temperatura y acción corrosiva, así como de altas presiones. Esto a menudo requiere el uso de aleaciones especiales y de procedimientos especiales de soldadura.

2.13 NORMAS Y PRUEBAS PARA SOLDADURA DE TUBERÍA

Prácticamente toda la soldadura de tubería se ejecuta bajo uno de los varios códigos que gobiernan las condiciones que debe llenar un sistema de tubería soldada para ser aprobado. En la práctica la mayoría del material contenido en los varios códigos es en forma de datos y especificaciones publicados principalmente para los departamentos de ingeniería. La prueba de las soldaduras de acuerdo a esas normas, tiene tres propósitos:

- Establecer el procedimiento necesario para producir soldaduras de calidad aceptable.
- Probar el sistema de tubería.
- calificar los operadores para trabajar en el sistema de tubería.

Los métodos de prueba para soldaduras de tuberías pueden ser calificados como no destructivos y destructivos. En general, los métodos no destructivos son usados para probar los sistemas de tuberías y los recipientes a presión, en tanto que los métodos destructivos son usados para pruebas de procedimientos y pruebas para calificar soldadores.

2.14 METODOS NO DESTRUCTIVOS

Prueba hidrostática: El método mas común de prueba de los recipientes a presión es el de llenar completamente el sistema con agua a temperatura no mayor de 38 grados C (100 grados F). (La temperatura ambiente usual en una habitación es de 21 grados C [70 grados F].) Entonces se aplica presión al agua hasta una presión predeterminada usando una bomba y un manómetro. La presión exacta de prueba varía de acuerdo con la norma usada desde una y media a dos o más veces la presión normal de trabajo.

Durante el tiempo que el recipiente o el sistema de tubería están sometidos a la presión especificada, son inspeccionados completamente para detectar señales de fugas por un inspector que representa al fabricante, al comprador, al gobierno o a la compañía de seguros.

Pruebas radiográficas: Cuando se requieren soldaduras de alta calidad excepcional, se emplea el método de inspección radiográfica. Se usa no solo en sistemas de tubería, sino también para pruebas de procedimientos de soldadura y para calificar a los operadores.

La inspección se hace con rayos X o con isótopos radioactivos, usualmente cobalto 60 o iridio 192. El equipo de rayos X esta generalmente limitando a radiografías en el taller.

METODOS DESTRUCTIVOS

Los tipos más comunes de pruebas destructivas físicas se efectúan por medio de especímenes de prueba cortados de las placas de las tuberías en prueba. La placa o la tubería de prueba es la pieza más grande de material que contenga la unión soldada. Esta unión es soldada de acuerdo con los requerimientos y especificaciones de la norma que este siendo empleada.

Soldadura de tubos: Mientras la soldadura de tubos era denominada exclusivamente por la soldadura de gas en la época del desarrollo de los nuevos procedimientos de soldadura, puede decirse ahora que los procesos realizados en la soldadura eléctrica de arco han operado un cambio y modificación esencial, pues ahora las tuberías de grades diámetros interiores nominales y espesores de pared pueden ser soldadas eléctricamente en muchos casos. Esto se refiere principalmente a la construcción y colocación de tuberías de gran calibre, para vapor, agua, gas a distancia, petróleo, aceite, aire y absorción.

2.15 VENTAJAS DE LA SOLDADURA

Los tubos de acero soldados tienen sobre todos los procedimientos de unión conocidos las siguientes: hermeticidad constante o permanente, ductibilidad, seguridad contra la rotura; adopción prácticamente ilimitada de formas, economía de peso (supresión de platinas y recubrimientos), mayor rentabilidad y supresión del debilitamiento del tubo por roscar, etc.

Han dado lugar a que se abandonen los tubos de hierro colado y se empleen en substitución de las uniones roscadas de tubos, colocación de cubrejuntas, roblonados, etc. Las condiciones exigidas, técnicamente, del material y de la clase de unión, condiciones cada vez mas rigurosas a medida que ha ido progresando la técnica, pudieron cumplirse en su casi totalidad al conseguir soldar por ejemplo, las insensibles al calor.

En cuanto a la aplicación de la soldadura en la construcción de tuberías, puede decirse que ya casi no existen restricciones o limitaciones debida a altas presiones o a temperaturas elevadas. En tubos estirados y laminados, la costura soldada substituye los accesorios (fittings) y platinas; en los tubos de enchufe substituye la empaquetadura y el calafateado con plomo. Los tubos hechos de planchas enrolladas se sueldan generalmente con costuras longitudinales, operación que puede tener lugar a mano o mediante soldadores automáticos.

Algunos tipos de soldadura:

- **Empalmes a tope:** Dos son los empalmes por costuras circulares de tubos, por cierto muy diferentes unos de otros, que se emplean actualmente, a saber: la junta a tope (I, V y empalme U) y la solapada o por recubrimiento, de las cuales la última es la que generalmente se emplea solo en tubos de enchufe o con manguito. La junta a tope en costuras circulares de tubos depende del fin a que se destine, de las dimensiones y espesor de las paredes de los tubos y, no en lo último término, de las fuerzas mecánicas que la costura ha de recibir o transmitir durante el servicio.
- **Bridas:** Para obtener uniones desmontables se emplean generalmente juntas roscadas cuando los tubos son de pequeño calibre, y si estos son de gran calibre se emplean casi siempre bridas que antiguamente se sujetaban con rosca, según el diámetro del tubo, o se colocaban en forma de bridas móviles sobre los extremos rebordeados de los tubos. Con la unión soldada se consigue esto de una manera más sencilla y ante todo, más por medio de bridas anulares soldadas o mediante bridas adicionales.

ANEXO 3

TRANSISTOR 2N2222

En la electrónica análoga, el transistor se emplea, para amplificar señales de audio o en su defecto de radiofrecuencia.

Este viene construido para tal efecto, con una ganancia de corriente directa llamada Beta. Esta ganancia es la relación entre las corrientes de base (I_B) y la de colector (I_C).

Luego:

$$\text{Beta} = I_C / I_B$$

El transistor 2N2222 es usado para amplificación y conmutación lineales, sus características principales son su alta corriente de trabajo (máx. 800 mA) y su bajo voltaje (máx. 40 V).

CONFIGURACION DE PINES

PINES	DESCRIPCIÓN
1	EMISOR
2	BASE
3	COLECTOR

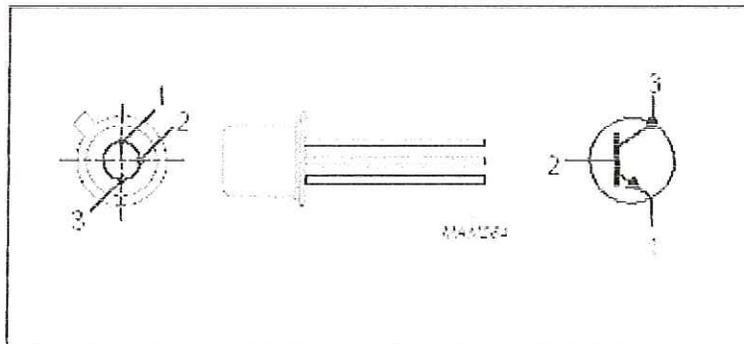


FIGURA 1. CONFIGURACIÓN DE PINES DEL 2N2222

ANEXO 4

CODIGO FUENTE DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

```
$Include 'j13regs.inc' ;Archivo de definición de registros del  
68HC908JK3.
```

```
inicio_rom equ $EC00 ;dirección de inicio de la flash  
RESET_VEC equ $FFFE ;dirección del vector de reset  
INICIO_RAM equ $80
```

```
org inicio_rom
```

```
Start Bset 0,config1 ;Al setearlo desabilito el "policia"  
clra  
clrx
```

Configuración puertos:

```
mov #$00,portb ;Salida de preparatoria  
mov #$FF,ddrb ;Configura como salidas  
mov #$00,portd ;Salida de preparatoria  
mov #$00,ddrd ;La entrada de analoga  
mov #$00,tsc  
mov #%11000110,tsc1 ;configuración del PTD5 como input capture
```

Configuración interrupción ADC

```
mov #%00000000,adclk ; seleccionamos adc clock: ADC input clock  
/ 1 + rapido  
mov #%00101010,adscr ; habilita interrupción, conversión continua,  
PTD0  
cli ; habilita interrupciones  
salto nop  
bra salto
```

DATO

```
wait brclr 7,adscr,wait ;espera la conversión  
lda adr ;Leer la conversión  
nsa  
sta portb  
sal1 brclr 2,portd,sal1  
nsa  
sta portb  
bclr 7,tsc1  
rti
```


ANEXO 6

MANUAL DEL USUARIO

La aplicación BPH está compuesta por una serie de programas orientados a la captura, almacenamiento y trazabilidad de los datos de una válvula y su evaluación en el proceso de mantenimiento.

La aplicación BPH está enfocada a la comunicación entre tres módulos de programación, vinculados con una tarjeta de adquisición de datos a través del puerto paralelo de un computador.

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA NECESITA.

- Puerto Paralelo (conector DB 25 tipo hembra)
- Procesador de 133 Mhz o superior
- Espacio mínimo en disco duro de 50 MB
- Memoria de 16 MB o superior
- Teclado
- Ratón
- Monitor a color
- Impresora
- Unidad de CD
- Cable para conector DB 25
- Fuente de voltaje de 3, 5, +9, -9, 24 voltios dc.
- Sistema de acondicionamiento de señal

La tarjeta de adquisición de datos funciona aplicando un librería io.dll para la comunicación con el PC a través de la BIOS.

INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

La aplicación BPH funciona en los Sistemas Operativos

Windows 95, 98, Windows NT, y Windows 2000, no funcionando en los antiguos Windows 3.x ó 3.11. Esta versión está compilada y preparada para entornos de 32 bits, siendo Windows 9x, Windows NT, Windows 2000 y Windows XP compatibles con esta modalidad. En los apartados siguientes se explicará la instalación sobre estos entornos.

Cerrar aplicaciones: Antes de instalar BPH, es completamente necesario cerrar todas las aplicaciones que estén abiertas, excepto el escritorio de Windows. Esto elimina posibles conflictos en la instalación y libera memoria del sistema para la instalación.

¿Qué hace el programa de instalación?

El programa de instalación ayuda al usuario a instalar la aplicación de una forma sencilla, y sin tener que recurrir a complejos sistemas de copia. La instalación de B.P.H. se reduce a responder a una serie de opciones, y el programa de instalación se encargará entre otras cosas de realizar las siguientes fases:

- Crear un directorio en el disco duro, y copiar los archivos adecuados del B.P.H. en dicha carpeta.
- Copiar los archivos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, del tipo DLL, OCX, etc., en el directorio de Windows y en el del sistema.
- Crear una carpeta con los programas B.P.H. en el grupo de programas de Windows.
- Crear o actualizar las entradas del registro de Windows.
- Crear los accesos directos y las entradas del menú Inicio.
- Copiar la herramienta de desinstalación, donde se almacenan todos los datos necesarios para realizar una correcta eliminación de la aplicación.

NOTAS:

- Si es necesario desinstalar B.P.H., antes de nada desactive la aplicación para poder recuperar el código de activación, y después

acceda a la opción **Agregar o quitar programas** del panel de control de Windows para borrar el programa.

- NO realizar Nunca la acción de borrar los ficheros de forma manual.

PARA INSTALAR B.P.H

Iniciar Microsoft Windows y cerrar todos los programas que estén abiertos para que no interfieran en el proceso de instalación.

Insertar el disco CD que contiene la aplicación B.P.H., en el lector CD-ROM.

- Localizar el programa de instalación y hacer clic sobre él.
- Copiar el fichero de instalación en el disco duro y mediante el explorador de Windows, ejecutar el programa **B.P.H.exe**.
- La aplicación inicia, saliendo en pantalla una ventana informativa.

NOTAS:

- Es posible realizar la instalación desde un CD-ROM compartido en red. Para ello, el CD-ROM debe de tener permisos de lectura para los usuarios de la red.
- En algunos sistemas informáticos, puede no funcionar la instalación a través de red local, en ese caso, copiar el fichero auto ejecutable correspondiente en el disco local, realizando entonces la instalación localmente.

BPH

La aplicación B.P.H se encuentra conformada por una base de datos y un programa en Visual Basic 6.0 enfocado a la captura de datos a través del puerto paralelo.

Importante: *La base de datos sigue el proceso secuencial para el mantenimiento de una válvula, por lo tanto es importante cumplir con dicha secuencia y así evitar errores en el ingreso de los datos.*

SECUENCIA DE TRABAJO PARA LA REALIZACIÓN DE UN MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO VALVULAS			
DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION	RESPONSABLE	REGISTRO
1. SOLICITAR PERMISO	1. Solicitar permiso que autorice el inicio de los trabajos.	CLIENTE	REGISTRO INTERNO DEL CLIENTE
2. RETIRAR VALVULA DE LA PLANTA	2. Para retirar la valvula se deben soltar y retirar los tornillos o esparragos tanto de succion como de descarga, para luego bajar la válvula con gruas o diferenciales.	MECANICO IA Y AYUDANTES TECNICOS	
3. ENVIO DE EQUIPOS AL TALLER	3. Una vez retirada la válvula, esta se envia al taller para hacerle mantenimiento.	MECANICO IA	
4. DESCARGAR VALVULAS	4. Según el tamaño de la válvula se recurre al uso de ciertos equipos y herramientas que permitan mayor facilidad en la descarga de la misma.	AYUDANTE TECNICO	
5. NUMERACION Y REGISTRO	5. Las válvulas son marcadas con una placa en acrilico numerada y referenciadas en el formato de registro de valvulas recibidas.	COORDINADOR DE CALIDAD	
6. ELABORAR ORDEN DE TRABAJO	6. Establecidas las relaciones del equipo a reparar se elabora la orden de trabajo para dar inicio al procedimiento de mantenimiento de valvulas.	COORDINADOR DE CALIDAD	
7. LIMPIEZA	7. La limpieza se lleva a cabo para eliminar elementos extraños presentes en la valvula y que impiden realizar una valoracion real.	MECANICO IA O AYUDANTE TECNICO	
8. VALORACIÓN DE LA VALVULA	8. La valoracion consiste en definir piezas por cambiar, fabricar o reconstruir.	MECANICO IA O SUPERVISOR DE TALLER	
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">A</div>	9. Con base a la valoración y si se requiere realizar trabajos adicionales se elabora la orden de compra correspondiente y conforme al formato de registro diseñado para la misma.	SUPERVISOR TALLER DE VALVULAS	

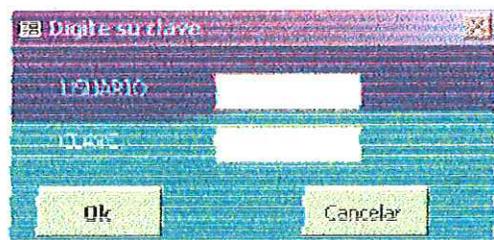
DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION
<pre> graph TD A((A)) --> D1{FABRICACION NECESARIA?} D1 -- SI --> B[ELABORAR ORDEN DE COMPRA] D1 -- NO --> C[9. CAMBIAR PIEZAS] C --> D[10. ARMAR EQUIPO] D --> E[11. PRUEBAS HIDROSTATICAS] E --> D2{PRESENTA FUGAS?} D2 -- SI --> F[SNC] D2 -- NO --> G[12. PINTAR VALVULA] G --> H[13. COLOCAR SELLO DE GARANTIA Y PLACAS] H --> I[14. ACTA DE ENTREGA] I --> J[15. ELABORAR ORDEN DE TRABAJO ENTREGA DE VALVULAS] J --> K[16. TRANSPORTE Y MONTAJE DE VALVULAS] </pre>	<p>Se hace una revision y ajuste preliminar para la armada de la válvula.</p> <p>10. Una vez finalizado el proceso de cambio o reajuste de piezas, la válvula es armada nuevamente para ser sometida a la prueba hidrostática en su respectivo banco utilizando para la misma, y posteriormente se registran los trabajos realizados en el forma.</p> <p>11. Las pruebas hidrostáticas se llevan a cabo para verificar que la válvula no presente fugas. Según instructivo de pruebas para válvulas. Si la válvula presenta fugas se debe aplicar el procedimiento SNC (servicio no conforme) y su respectivo tratamiento.</p> <p>12. La válvula reparada y probada es pintada de acuerdo a los requerimientos exigidos por el cliente.</p> <p>13. A cada válvula que haya sido pintada se le asigna una calcomanía sello de garantía por los trabajos realizados con una placa metálica adicional donde se especifica el diametro de la válvula, clase, presión hidrostática de prueba, y fecha de mantenimiento.</p> <p>14. El equipo se encuentra listo para ser entregado al cliente, por lo tanto se realiza el acta de entrega donde se encuentran especificados todos los datos referentes al mantenimiento de dichos equipos.</p> <p>15. Las válvulas referenciadas en el PR-R-08 deben remitirse a la orden de trabajo interna para ser entregadas y montadas según lo requiera el cliente.</p> <p>16. Las válvulas son enviadas a las instalaciones del cliente para ser montadas nuevamente en sus respectivas áreas.</p>

INSTRUCTIVO PRUEBAS PARA VALVULAS		
DIAGRAMA DE FLUJO	DESCRIPCION	RESPONSABLE
<pre> graph TD A[1. SELECCIÓN EQUIPOS DE TRABAJO] --> B[2. MONTAJE] B --> C[3. REVISION DEL SISTEMA] C --> D[4. REALIZAR PRUEBA HIDROSTATICA] D --> E{PRUEBA CORRECTA} E --> F[FIN] E --> G[SNC] </pre>	<p>1. Selecciones el tipo de válvula a probar, banco según diámetro de bridas, herramientas (llaves), bomba neumática, compresor, manómetros, empaques, diferencial, pescante, tuercas, tornillos o espárragos.</p>	SUPERVISOR MECANICO IA
	<p>2. Una vez establecido el tipo de válvula para probar y seleccionado correctamente los equipos para la prueba se montan las válvulas en el banco de pruebas, según sea conveniente puede ser en series o por unidad.</p>	SUPERVISOR MECANICO IA
	<p>3. Verificar las conexiones de mangueras o tuberías que salen del compresor a la bomba de prueba y de esta al banco, adicionalmente conexiones del manómetro y válvulas de descarga.</p>	AYUDANTE TECNICO
	<p>4. Se procede a prueba hidrostática de sellos y cascos. En la prueba de sellos las válvulas se cierran completamente con el torque permitido por el volante. La duración de esta prueba está basada según la tabla anexa.</p> <p>Para la prueba de casco la válvula es abierta completamente y se colocan las bridas ciegas para posteriormente suministrar presión según los datos referenciados en la tabla anexa.</p> <p>Si la prueba no es correcta se aplica el procedimiento de Servicio No Conforme, en caso contrario se da por terminada la prueba.</p>	MECANICO IA Y AYUDANTE TECNICO
		MECANICO IA Y AYUDANTE TECNICO

Del Autor

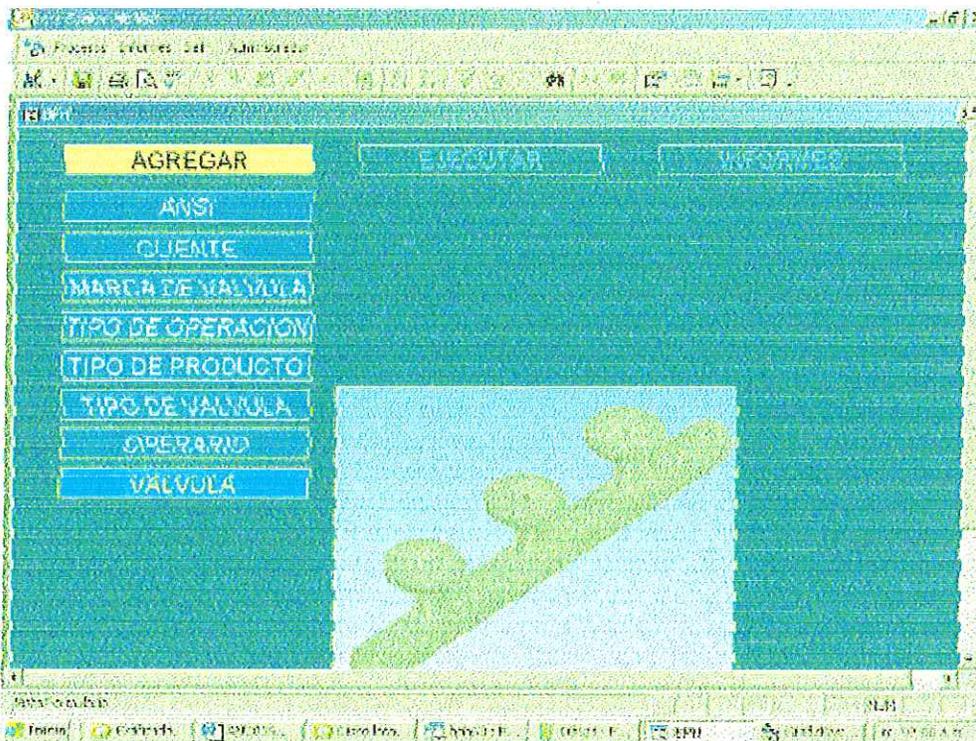
DESCRIPCIÓN BASE DE DATOS

La base de datos inicia pidiendo la respectiva clave para la sesión.



Después de ingresar la clave, emerge el menú principal, el cual se encuentra dividido en tres combos que se activan al pasar el ratón sobre alguno de sus títulos principales.

ETAPA AGREGAR

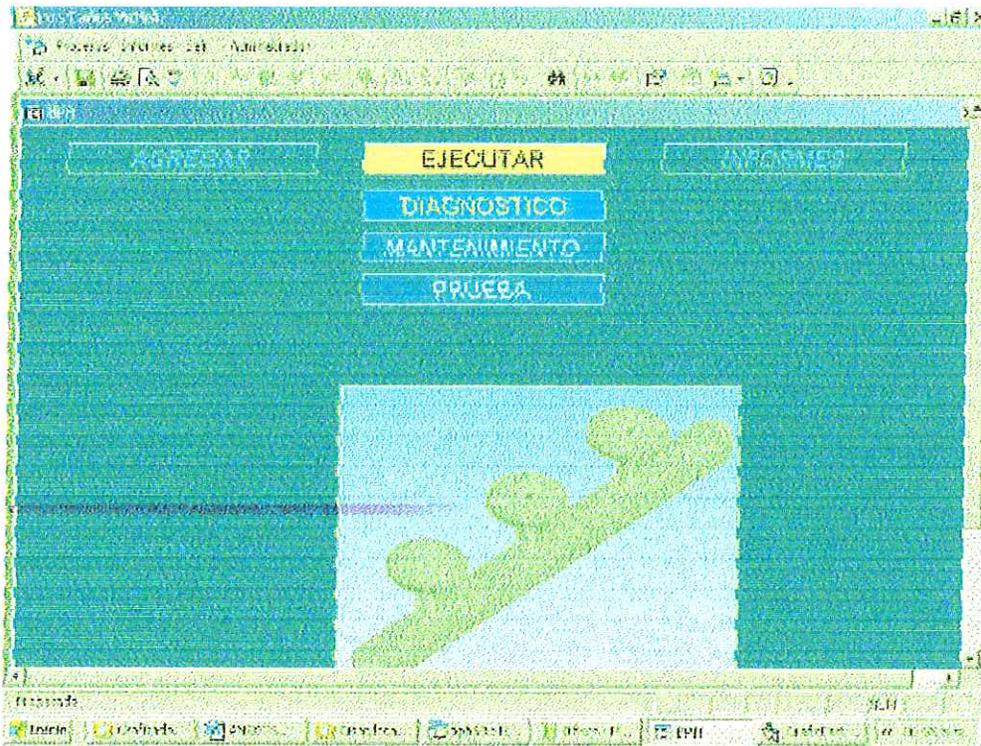


Cada uno de los botones hacer referencia al formulario precedido de su nombre.

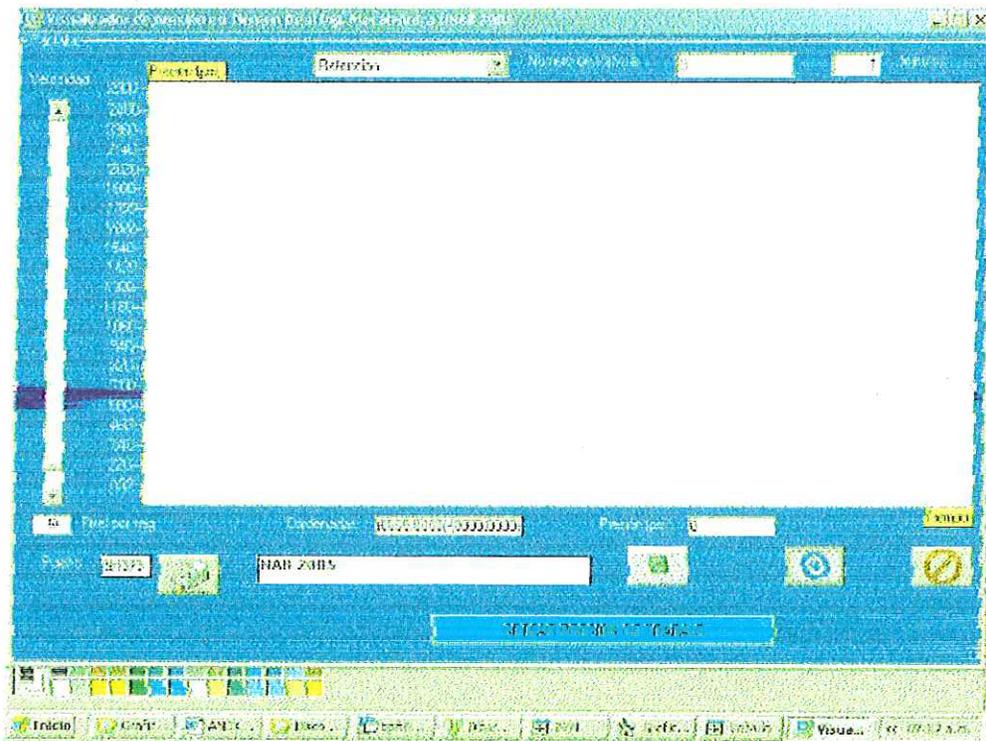
Si damos clic en "VÁLVULA", emerge dicho formulario para proceder a ingresar la válvula

ETAPA EJECUTAR

Para realizar una prueba de presión se debe acceder al programa Visualizador de presión en tiempo real que se encuentra vinculado al botón realizar prueba del combo "Ejecutar".

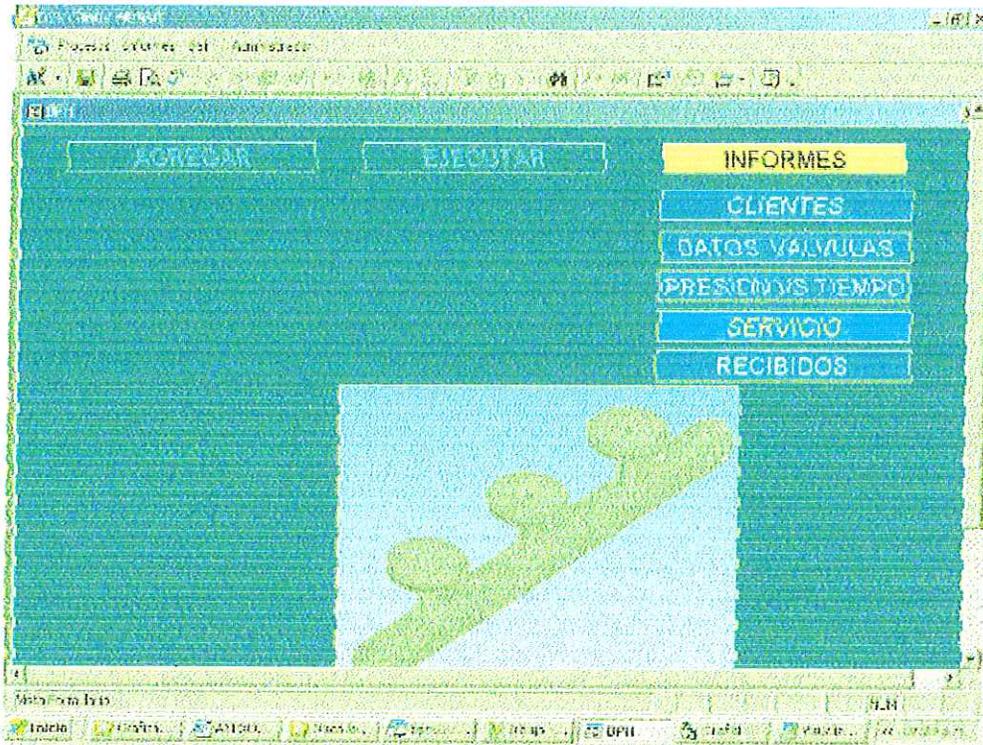


Al darse clic sobre este botón emergerá el programa para realizar la prueba hidrostática.



ETAPA INFORMES

En esta etapa se realizan informes, los cuales se ejecutan a través de consultas programadas bajo SQL.



Ejemplo:

Se procede a realizar un informe del servicio realizado, como en los procesos anteriormente expuestos se da clic sobre el botón servicio, emergiendo un formulario llamado "Informe de servicios realizados".



En este formulario se procede a elegir la empresa a la que se le prestó el servicio, a continuación se pulsa el botón vista previa para visualizar el informe.



DESCRIPCION DE SERVICIO REALIZADO POR VALVULA

Uniza, 02 de Mayo de 2006

COD: 0004	CLIENTE: Ecopetrol	Telefono: 6555555	Mf: 0			
CONTRATO: 00000	Email: c.delvalle@ecopetrol.com.co					
FECHA: 30/10/2004	COD. VAL DE: 33	CAMBIO DE PIEZAS	RECONSTRUCCION DE PIEZAS	ASENTAMIENTO	P.H.	PISTON
		ESP EN ES CO TU SE GR	ND NS NS EE RV NP RA RS AY FE	SE SI SO AS	EG CA SEL	
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

CONVENCIONES:

RF: Caja suavizada	ES: Espiralico	NS: Maquiñaria	FE: Fabricaje
FF: Carapaja	CO: Coños	EE: Enderezaje	SI: Silas
RTJ: RotoJolt	TU: Tuerca	RV: Reconstrucción	AS: Aislante
DE: Decame	SE: Asentamiento	NP: Rectificación de piezas	EG: Estructura general
ESP: Espirales	GR: Grasas	RA: Rectificación	CA: Carcos
SD: Asentamiento	ND: Nocturno	RS: Rectificación	PI: Pistón
EN: Endurable	RR: Rectificación	AT: Aislante	

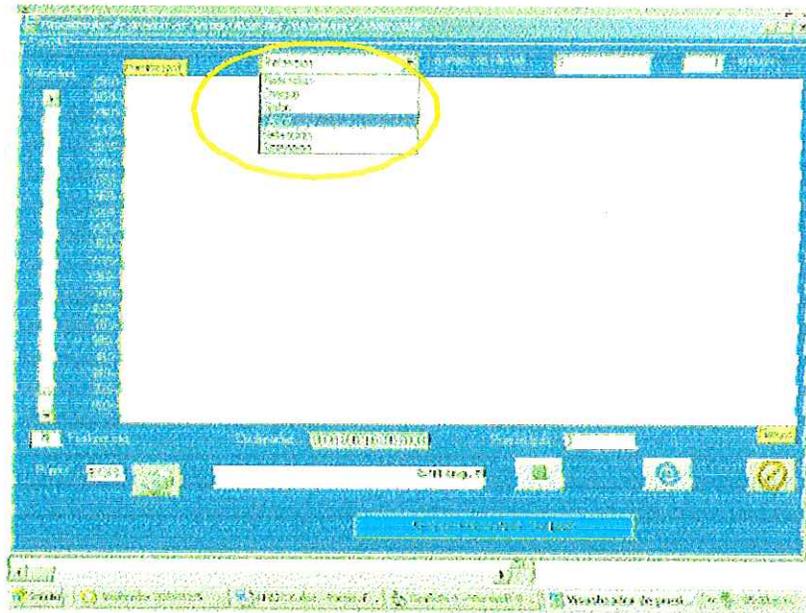
Página 1 de 1

ETAPA CAPTURA DE DATOS

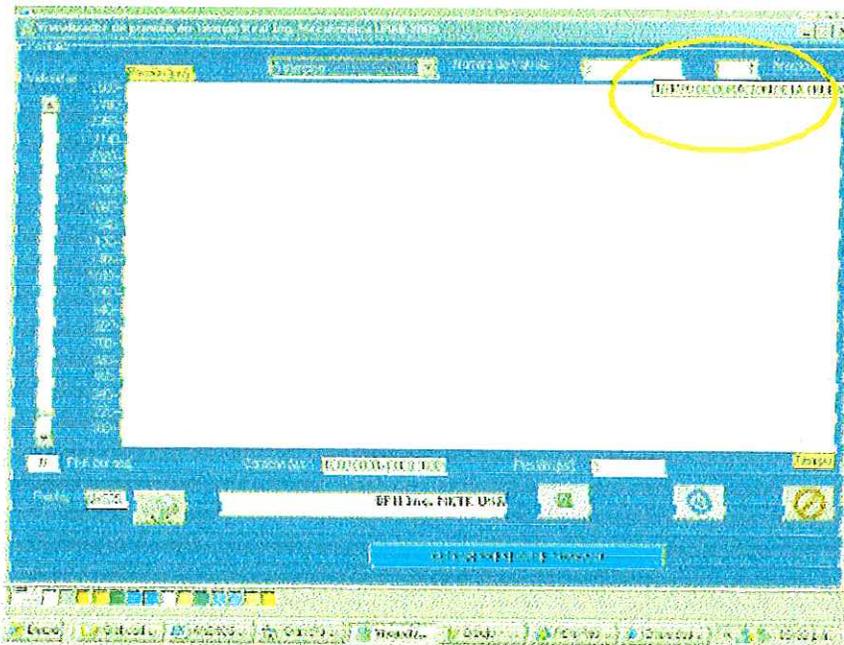
Para realizar la captura de datos provenientes de la presión a la que se encuentra el banco se debe acceder a la aplicación en Visual Basic pulsando el botón "Ejecutar Prueba".

INICIANDO

Lo primero que se debe hacer es elegir la válvula que se va a evaluar, esto se realiza ubicando el ratón sobre el combo de válvula.



El segundo paso es ingresar el tiempo de duración de la válvula, el cual se encuentra ubicado en la parte superior derecha de aplicación.



El tercer paso es verificar el puerto de comunicación, el cual debe estar en &H379.



El cuarto paso, si la presión de trabajo no se ha seteado es pulsar el botón "SETEAR PRESIÓN DE TRABAJO", el cual se encuentra en la parte inferior de la aplicación.

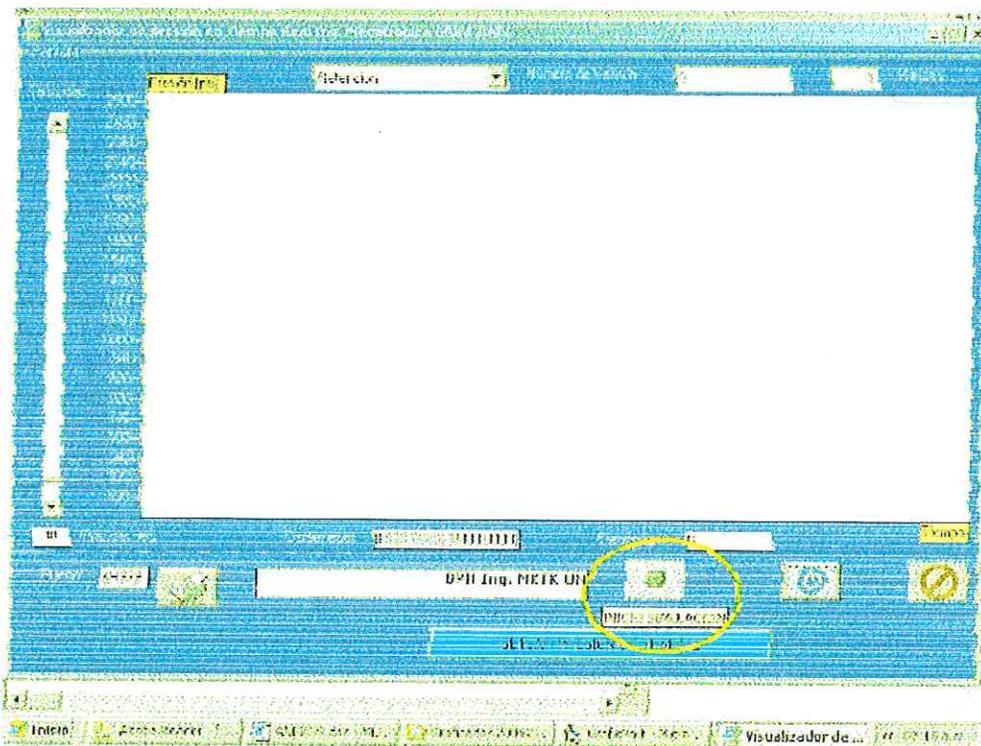


Lo que hará emerger el formulario setear presión.



se debe ingresar el valor de la presión a setear en psi.

Luego de que se ha alcanzado la presión de trabajo el formulario "Presión de trabajo desvanece automáticamente y se procede a adquirir los datos, para lo cual debemos pulsar el botón iniciar prueba.



Al terminar la simulación se puede volver a la base de datos a continuar con las otras funciones que esta posee.