

REDISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL
EQUIPO DE DESPLAZAMIENTO
POSITIVO

EDWIN FERNANDO ORTIZ MENESES
FABIO NELSON TOVAR VARGAS

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA
2007

REDISEÑO, AUTOMATIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL
EQUIPO DE DESPLAZAMIENTO
POSITIVO

EDWIN FERNANDO ORTIZ MENESES
FABIO NELSON TOVAR VARGAS

Trabajo de grado presentado como requisito para
Optar el título de Ingeniero Electrónico

Director
DIEGO JIMENEZ TERRANOVA
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA
2007

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Neiva, Julio de 2007

Este proyecto esta dedicado especialmente a mis padres, Hernando Tovar Fajardo, Luz marina Vargas Trujillo, mis hermanas Verónica Andrea, marjory, Aura Maria, y mi novia Carolina Puentes Carvajal y todos aquellos que con su apoyo incondicional hicieron posible la realización de este objetivo en mi vida.

FABIO NELSON

Este proyecto se lo dedico a mi familia, especialmente a mis padres, Luis Eduardo Ortiz y Erlendy Meneses Achury, a la familia Gonzáles Bedoya, a las abogadas que en algún momento de la vida fueron parte esencial, y todos aquellos que con su apoyo hicieron posible la realización de este proyecto.

EDWIN FERNANDO

AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus agradecimientos a:

Diego Jiménez, Ingeniero Electricista Universidad Nacional de Colombia, docente Universidad Surcolombiana y director del presente proyecto, por apoyar y creer en el éxito del mismo.

Al ingeniero Jairo Antonio Sepúlveda Gaona, Ingeniero de Petróleos y docente de planta de la Universidad Surcolombiana, por la colaboración y orientación en la etapa de desarrollo del proyecto.

Al ingeniero Agustín Soto, Ingeniero Electrónico Universidad Distrital y docente de planta de la Universidad Surcolombiana, por la colaboración y orientación en la etapa de desarrollo del proyecto.

A todas las demás personas que contribuyeron directa e indirectamente en el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

El proyecto consiste en rediseñar, automatizar y poner en marcha el equipo de desplazamiento positivo para poder realizar pruebas experimentales, desplazando fluidos a través de núcleos simulando las condiciones de presión y temperatura del yacimiento, que permitan evaluar el comportamiento del flujo de fluidos a través de medios porosos para determinar el impacto sobre la permeabilidad original, es decir el daño causado a la formación. El equipo cuenta con un sistema de almacenamiento de las diferentes variables, para así llevar un registro de las distintas pruebas que se realicen.

El proyecto consta de una tarjeta de adquisición de datos (PCI 6220), tres smar LD 301, dos transducer de presión, un controlador de temperatura, cuatro electrovalvulas y un computador que recibe y procesa los diferentes datos que llegan.

La tarjeta de adquisición de datos toma las señales de los diferentes sensores y las envía al computador el cual las registra en tiempo real, las despliega en graficas y las analiza para determinar si la prueba continua o debe suspenderse, puesto que hay condiciones en las cuales el quipo no puede operar.

El software del equipo se implemento en labview 7.1

SUMMARY

The project consists on redesigning, automatizing and acting the equipment of positive displacement to make experimental proofs, displacing fluids through nucleus simulating the pressure conditions and temperature of the layer, which let evaluate the conduct of the flow of the fluids through some porous ways to determine the impact about the original permeability, it means the damage caused to the formation.

The equipment counts on a system of storing of different variables, so that, to take a registration of several proofs which will be realized.

The project is composed of a data acquisition card (PCI 6220), three LD 301 smar, two pressure transducer, one temperature controller, four electrovalve and a computer that receives and processes different data which come.

The data acquisition card takes the signs of different sensors and they are sent to the computer which registers them in a real time, they are manifested in diagrams and analized to determine if the proof should stop due to there are conditions in which the equipment cannot operate.

The equipment software was used in labview 7.1

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. FUNDAMENTOS TEORICOS.	16
1.1 PERMEABILIDAD.	16
1.1.1 Tipos de permeabilidad.	17
1.1.2 Ley de Darcy.	18
1.2 OBTENCION DE MUESTRAS DE CORAZON.	19
1.2.1 Convencional.	19
1.2.2 Especial.	19
1.2.3 Lateral.	19
1.3 MANEJO Y PRESERVACION DE CORAZONES IN-SITU.	20
1.3.1 Preparación de núcleos.	20

1.4	LABVIEW.	21
1.4.1	Principales características.	23
1.4.2	Aplicaciones de labview.	24
1.4.3	Programación grafica con labview.	24
1.4.4	Adquisición de datos.	30
1.4.5	Análisis de datos.	31
1.4.6	Presentación de datos.	31
1.5	SENSOR DE PRESION SMAR LD 301.	32
1.5.1	Características.	33
1.5.2	Conexión del smar trabajando como transmisor.	33
1.5.3	Descripción funcional del transmisor.	34
1.6	SENSORES DE PRESION SETRA 280E/C280E.	37
1.7	CONTROLADOR DE TEMPERATURA AUTONICS TZ4L.	38
1.7.1	Características del controlador de temperatura autonics TZ4L.	38

1.8	ELECTROVALVULAS	40
1.9	TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (DAQ) PCI 6220.	40
1.9.1	Características de la DAQ PCI 6220.	40
1.9.2	CB 68LRP	41
2.	ESTADO ANTERIOR Y FUNCIONAMIENTO APROPIADO DEL EQUIPO DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (EDP).	43
2.1	SUBSISTENCIA DE CONFINAMIENTO	44
2.2	SUBSISTEMAS DE CONTRAPRESION.	45
2.3	SUBSISTEMA DE DESPLAZAMIENTO.	46
2.4	SUBSISTEMA DE INYECCIONES ACEITOSAS.	47
2.5	SUBSISTEMA DE INYECCIONES ACUOSAS.	47
2.6	SUBSISTEMA DE TEMPERATURA.	48
2.7	SUBSISTEMA DE DIFERENCIAL DE PRESION TIPO SMAR.	48
2.8	SUBSISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE LABVIEW.	49

3.	ESTADO ACTUAL DEL EDP.	52
3.1	SUBSISTEMA ACTUAL DE TEMPERATURA.	53
3.2	SUBSISTEMA ACTUAL DE CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS POR COMPUTADOR MEDIANTE LABVIEW.	54
3.2.1	Caja de acondicionamiento de señales.	54
3.2.2	Cable conector.	57
3.2.3	Implementación de software.	59
3.3	SUBSISTEMA ACTUAL DE DIFERENCIAL DE PRESION TIPO SMAR.	69
3.4	SISTEMA ELECTRICO AC.	70
4.	CONCLUSIONES	72
5.	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFIA	75

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Elemento que conforman los diferentes subsistemas.	51
Cuadro 2. Descripción de los terminales que entran y salen del circuito acondicionador de señales AC.	57
Cuadro 3. Descripción de los pares del cable conector.	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figuras1. Labview.	21
Figura 2. VI (cree un canal virtual).	24
Figura 3. Interfaz de usuario.	25
Figura 4. Paleta de controles.	28
Figura 5. Paleta de funciones.	29
Figura 6. Smar LD 301.	32
Figura 7. Diagrama de conexión de smar LD 301 trabajando como transmisor.	34
Figura 8. Diagrama en bloque de circuito de Smar LD 301.	34
Figura 9. Sensor de presión setra 280E.	37
Figura 10. Controlador de temperatura autonics TZ4L.	38
Figura 11. Diagrama de conexiones de controladores de temperatura autonics TZ4L.	39
Figura 12. Electroválvula.	40
Figura 13 CB 68LPR	42
Figura 14. Distribución de pines de la DAQ PDI 6220.	42
Figura 15. Sistema eléctrico anterior del EDP.	43
Figura 16. Tanque de confinamiento.	44
Figura 17. Bomba Enerpac.	45
Figura 18. Tanque de la Bomba.	46
Figura 19. Bomba Gilson y medidor de presión manométrica.	47

Figura 20. Computador.	50
Figura 21. Interfaz.	50
Figura 22. Sistema eléctrico actual del EDP.	52
Figura 23. Convertidor de corriente a voltaje.	55
Figura 24. Circuito acondicionador de señales.	55
Figura 25. Circuito acondicionador de señales AC.	56
Figura 26. Panel frontal de la lista de chequeo.	59
Figura 27. Datos de entrada.	60
Figura 28. Panel frontal de la Ventana Principal.	62
Figura 29. Diagrama de flujo del programa.	64
Figura 30. Diagrama de conexión de los smar y transducer.	69
Figura 31. Diagrama de conexión de las electrovalvulas.	70
Figura 32. Plano Eléctrico AC.	71

INTRODUCCIÓN

En la industria del petróleo una vez completado un pozo comienza la etapa de producción del mismo, la cual debe ser económicamente rentable y de la mejor manera posible para entregar un producto de excelente calidad. Durante la vida productiva de un pozo se pueden presentar varios problemas operacionales que pueden causar disminución en la producción, daño y hasta el abandono del mismo. En el período de producción generalmente se abandona un pozo cuando el ya no es rentable; las causas de la baja producción de un pozo son muchas y dependen de varios factores propios del yacimiento, además del manejo y operación que haya tenido éste a lo largo de su etapa productiva.

Con la puesta en marcha del Equipo de Desplazamiento Positivo - EDP que se encuentra en el Laboratorio de Pruebas Especiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana se tendrá la oportunidad de aplicar un alto grado de desarrollo tecnológico para la solución de problemas que se presentan en las operaciones de intervención a pozos productores en la industria petrolera ya que éste permite desarrollar desplazamientos dinámicos de fluidos a través de núcleos para evaluar el comportamiento del flujo de fluidos a través de medios porosos, pudiéndose realizar estos desplazamientos tanto a condiciones de temperatura de laboratorio y bajo presión de confinamiento como a condiciones de presión y temperatura de yacimiento.

1. FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 PERMEABILIDAD

Básicamente el parámetro principal que se medirá al desplazar los fluidos es la permeabilidad, la permeabilidad es medida en cada etapa de la siguiente manera:

- ∅ Determinación de la permeabilidad original del núcleo o muestra representativa del yacimiento. Se hace fluir a tasa constante un fluido monofásico (líquido o gas) para determinar las condiciones originales de la permeabilidad.

- ∅ Se hace fluir el fluido de tratamiento o el fluido a evaluar a través del núcleo a una tasa constante y se determina la permeabilidad.

Estos valores se comparan para evaluar la alteración de la permeabilidad de la formación (daño o estimulación).

La permeabilidad es una medida inherente de la roca, que da una idea de la habilidad para dejar pasar un fluido a través de los canales que constituyen el volumen poroso interconectado. La permeabilidad puede ser absoluta, efectiva o relativa dependiendo de los fluidos presentes y de las saturaciones dentro del espacio poroso.

La unidad de medida de la permeabilidad es el DARCY; La unidad de permeabilidad, es un coeficiente de proporcionalidad entre cantidades físicas que posee unidades, de esta forma el darcy tiene unidades de longitud al cuadrado (área). La permeabilidad así definida representa una propiedad o atributo del medio y no del fluido.

1.1.1 Tipos de Permeabilidad

- Ø Permeabilidad Absoluta (k): Es la permeabilidad cuando hay solo un fluido presente, por ejemplo aire, agua o crudo. Esta permeabilidad es una propiedad del medio poroso y el valor es constante e independiente del fluido usado en su medida.

- Ø Permeabilidad Efectiva (k_g, k_w, k_o): Es la medida de la conductancia de un medio poroso a la fase de un fluido en un sistema multifásico que existe en el medio. El medio puede tener una permeabilidad efectiva distinta para cada fluido presente. La permeabilidad efectiva además de ser función del medio poroso es función de la saturación y distribución de los fluidos presentes.

- Ø Permeabilidad Relativa (k_{ro}, k_{rw}, k_{rg}): La permeabilidad relativa de un medio poroso a un fluido en un sistema multifásico se define como la relación de la permeabilidad efectiva a la permeabilidad absoluta.

$$k_{ro} = \frac{k_o}{k} \quad ; \quad k_{rw} = \frac{k_w}{k} \quad ; \quad k_{rg} = \frac{k_g}{k}$$

1.1.2 La Ley de Darcy. Henry Darcy haciendo estudios experimentales en medios porosos (exactamente filtros de arena) desarrolló la siguiente ecuación:

$$\frac{Q}{A} = C \frac{\Delta P}{L}$$

Donde Q es el caudal que pasa por el medio poroso, A es el área transversal de flujo (pero no es el área efectiva de flujo), ΔP es la caída de presión que origina el flujo, L la longitud del medio poroso y C es una constante que Darcy atribuyó al medio poroso. Como el fluido utilizado fue agua, cuya viscosidad es 1 cp aproximadamente a la temperatura del laboratorio; aparentemente no aparece en la ecuación anterior. La razón Q/A es llamada velocidad media aparente U_m y se diferencia de la velocidad media real V_m , debido a que tiene en cuenta toda el área transversal del elemento poroso y no el área efectiva de flujo. Posteriormente, a través de experimentos con fluidos diferentes al agua con gradientes de presión no dependientes de los efectos gravitacionales determinó la ecuación:

$$u_m = -\frac{k}{\mu} \frac{dP}{dL}$$

Así, k es la permeabilidad de la roca, μ es la viscosidad del fluido en cp, dP/dL es el gradiente de presión en atm/cm y U_m es la velocidad media aparente de flujo en cm/seg.

1.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE CORAZÓN

El objetivo de cada operación de corazonamiento es recopilar información (*tipo de roca, ambiente de depositación, mineralogía, permeabilidad, porosidad, presión capilar, etc*) que conduzca a una producción más eficiente de petróleo y gas. La selección de un fluido de corazonamiento esta basada en cuatro puntos: seguridad, objetivo principal del programa de corazonamiento, problemas ambientales y costos.

Existen tres sistemas de corazonamiento:

1.2.1 Convencional. Las herramientas convencionales están disponibles para cortar corazones con diámetros externos desde 1.75" a 5.25". La longitud del corazón puede variar de 1.5' y 400' para formaciones densas, uniformes y consolidadas. El diámetro y longitud del corazón que puede ser cortado en un viaje dependerá en gran parte del tamaño del pozo, ángulo, esfuerzo de la roca y su litología.

1.2.2 Especial. Este sistema se ha desarrollado para suplir necesidades específicas de corazonamiento, por ejemplo para recuperar corazones manteniéndolos a condiciones de presión del yacimiento siendo este un método muy efectivo para obtener mejores datos de saturación de petróleo; también tienen una gran aplicación para mejorar la calidad de los corazones tomados desde rocas inconsolidadas o fracturadas.

1.2.3 Lateral. Este sistema fue diseñado para obtener muestras de corazón de la cara del pozo después de que este ha sido perforado y

registrado, y antes de que el casing sea corrido. Estas herramientas pueden ser colocadas en la zona de interés usando datos de registros de potencial espontáneo o gamma.

1.3 MANEJO Y PRESERVACIÓN DE CORAZONES IN-SITU

Los objetivos de un programa de manejo de corazones es obtener una muestra que sea representativa de la formación, minimizar las alteraciones físicas de la muestra durante su manejo y almacenamiento. Los principales cuidados que debe tenerse en el manejo y preservación de rocas del yacimiento para análisis de corazón es la selección de un material de preservación no-reactivo, prevenir la pérdida de fluido o la adsorción de contaminantes.

1.3.1 Preparación de núcleos. Todos los núcleos deben ser acondicionados para las pruebas, muchas veces las pruebas no se realizan inmediatamente después de recuperadas del pozo, así que se les deben realizar proceso de limpieza y secado a fondo antes de hacer las diferentes pruebas y mediciones como las de permeabilidad.

En el proceso de limpieza se utiliza un solvente el cual es disuelto en un extractor para ayudar a sacar el aceite y el agua eficientemente y no atacar la muestra. Después de la extracción de los fluidos, la muestra debe ser sometida al proceso de secado.

La única precaución que debe seguirse en el secado de las muestras es el de secarlas a una temperatura lo suficientemente alta para remover todo el solvente y los fluidos eficientemente. Pero no tan alta como para que la pérdida de agua de hidratación y minerales de cristalización ocurran. En general esta precaución significa que la temperatura máxima de secado debe estar por debajo de 210 a 215 °F para evitar una alteración en la estructura lo suficientemente grande que altere la permeabilidad.

1.4 LABVIEW

Figura 1. Labview



LabVIEW Guided Tour [Buy Now](#) | [Learn More](#)

NATIONAL INSTRUMENTS
LabVIEW

Welcome to the **LabVIEW Guided Tour**. In this interactive demonstration, you will learn about:

- What is LabVIEW
- The LabVIEW Graphical Development Platform
- Building a LabVIEW Virtual Instrument (VI)
- Acquiring, Analyzing, and Presenting Data
- Distributing Applications and Deploying to Targets
- LabVIEW in Design, Control, and Test
- Transitioning to LabVIEW
- Taking the Next Step

www.ni.com

Al estudiar profundamente la configuración de los sistemas de adquisición de datos modernos DAQ (Data Acquisition System), basados en equipos

PC (Personal Computer), se aprecia que una de las partes mas sobresalientes que componen dichos sistemas, es el software que controla y administra los recursos del computador, presenta los datos, y participa en el análisis.

Para los sistemas DAQ es necesario un software de instrumentación, que sea flexible para futuros cambios, y preferiblemente que sea de fácil manejo, siendo lo mas poderoso e ilustrativo posible. Programas y lenguajes de programación que cumplan con lo dicho existen en gran número en el mercado actual, como por ejemplo el Visual Basic, el C, el C++, el Visual C++, Pascal, LabWindows CVI, Labview, y muchos otros confeccionados específicamente para las aplicaciones que los necesiten.

Para elaborar los algoritmos de control y toma de datos en este proyecto, se consideró que el lenguaje más apto es el LabVIEW (Laboratory Virtual Engineering Workbench), y las razones son varias:

- Es muy simple de manejar, debido a que está basado en un sistema de programación gráfica, llamada lenguaje G.
- Es un programa enfocado hacia la instrumentación virtual, por lo que cuenta con numerosas herramientas de presentación, en gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son muy esquemáticos y de gran elegancia. Estos serían complicados de realizar en bases como c++ donde el tiempo para lograr el mismo efecto sería mucho mayor.

- Es un programa de mucho poder donde se cuenta con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos.
- Como se programa creando subrutinas en módulos de bloques, se pueden usar otros bloques creados anteriormente como aplicaciones.
- Es un programa que permite pasar las aplicaciones entre diferentes plataformas como Macintosh y seguir funcionando.

1.4.1 Principales características. Una de las principales características de Labview es su modularidad, es decir, la capacidad de utilizar bloques funcionales para la definición de la especificación. Labview permite conectarse a otras aplicaciones mediante un intercambio de datos como Active X, librerías dinámicas, bases de datos, matlab, Excel y demás protocolos de comunicación como DataSocket, TCP/IP, UDP, RS-232, entre otras.

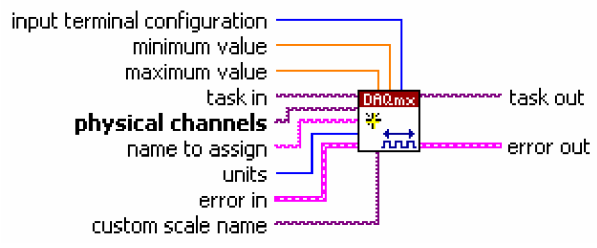
Una característica de cada aplicación o función consiste en que se puede utilizar en cualquier parte de otro programa, dándole a Labview una estructura jerárquica. Otra característica se encuentra en el flujo de datos, que muestra la ejecución secuencial del programa, es decir, una tarea no se inicia hasta no tener en todas sus variables de entrada información o que las tareas predecesoras hayan terminado de ejecutarse. Debido al lenguaje gráfico el compilador con que cuenta Labview es más versátil ya que sobre el mismo código de programación se puede ver fácilmente el flujo de datos, así como su contenido.

Labview también puede ser un programa en tiempo real donde la aplicación trabaja sin la necesidad de otro sistema operativo, este programa denominado Labview RT viene con su propio Kernel que se encarga de la administración de las tareas. Mediante un constructor de aplicaciones también es posible generar un archivo que puede ejecutarse fuera de Labview.

1.4.2 Aplicaciones de Labview. Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial. Labview es muy utilizado en procesamiento digital de señales (wavelets, FFT, Total Distorsión Harmonic TDH), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc.

1.4.3 Programación gráfica con Labview

Figura 2. VI (Cree un canal virtual)

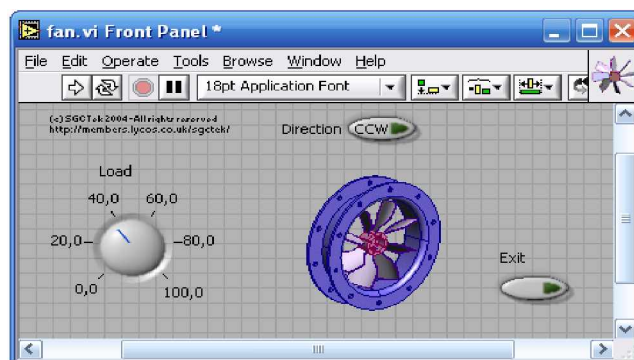


www.ni.com

Cuando se diseñan programas con Labview se está trabajando siempre bajo algo denominado VI, es decir, un instrumento virtual. Se pueden crear VI a partir de especificaciones funcionales que el programador diseña. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general. Los VI's se caracterizan por: ser un cuadrado con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad, tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por su puesto ser reutilizables.

- v Diseño de la interfaz de usuario a partir del código. En el ambiente de trabajo de Labview existen dos paneles, el panel frontal y el panel de programación; en el panel frontal se diseña la interfaz con el usuario y en el panel de programación se relacionan los elementos utilizados en la interfaz mediante operaciones que determinan en sí como funciona el programa o el sistema, exactamente es la parte donde se realizan las especificaciones funcionales.

Figura 3. Interfaz de Usuario



www.ni.com.

En el panel de programación se puede diseñar de manera gráfica y como si fuera un diagrama de bloques el funcionamiento del sistema. La programación gráfica se basa en la realización de operaciones mediante la asignación de iconos que representen los datos numéricos e iconos que representan los procedimientos que se deben realizar (VI's), con estos iconos y mediante una conexión simple como lo es una línea recta se enlazan para determinar una operación y/o una función.

Al diseñar el programa de forma gráfica, se hace visible una programación orientada al flujo de datos, donde se tiene una interpretación de los datos también de forma gráfica, por ejemplo un dato booleano se caracteriza por ser una conexión verde, cada tipo de dato se identifica con un color diferente dentro de Labview; también es necesario tener en cuenta que cuando se realiza una conexión a un VI esta conexión se identifica por un tipo de dato específico, que debe coincidir con el tipo de dato de la entrada del VI (aunque esto no necesariamente es cierto ya que puede haber varios tipos de datos conectados de VI a VI, además de que un arreglo de datos ``cluster`` puede albergar varios tipo de variables) permitiendo una concordancia en el flujo de datos; no siempre el tipo de dato de la entrada del VI es el mismo que el de la salida, pero sin embargo para la mayoría de los casos si se cumple. El flujo de datos va de izquierda a derecha en el panel de programación y esta determinado por las Operaciones o funciones que procesan los datos. Es fácil observar en el panel de programación como se computan los datos en cada parte del programa cuando se realiza una ejecución del programa paso a paso.

En Labview las variables se representan mediante una figura tanto en el panel frontal como en el panel de programación, de esta forma se puede

observar su respuesta en la interfaz del usuario y en el flujo de datos del código del programa. Otros objetos como gráficas y accesos directos a páginas Web cumplen estas mismas condiciones.

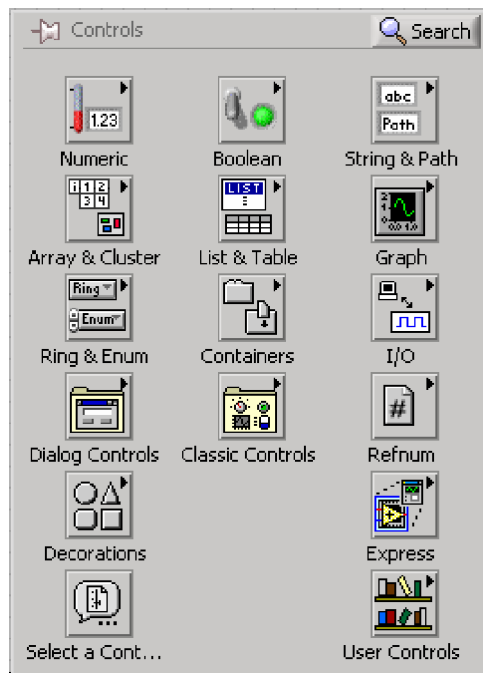
- ✓ Modularidad. Cuando se ha diseñado la aplicación se puede definir como un VI, de esta forma se puede reutilizar en un nuevo programa, esto se hace mediante la selección del diagrama funcional y la opción crear VI, también se puede diseñar el símbolo que represente su aplicación y definir las entradas y las salidas, esto consiste en la asignación de cada variable de entrada a un sub-bloque dentro del bloque general que representa el símbolo.

- ✓ Compilador Gráfico. En Labview se realiza la compilación bajo el principio básico de programación de forma gráfica. Debido a que se trabaja con flujo de datos es fácil ver el comportamiento de estos a través del programa, teniendo la posibilidad de ver el depurador ejecutarse paso a paso, se puede observar como cambian los datos en cualquier parte del programa, y como van pasando de una función a otra dentro del diagrama de bloques. El compilador optimiza internamente el código manteniendo una buena velocidad en la ejecución del programa.

- ✓ Controles. La programación G (gráfica) de Labview consta de un panel frontal y un panel de código como se menciono antes. En el panel frontal es donde se diseña la interfaz de usuario y se ubican los controles e indicadores. En el panel de código se encuentran las funciones. Cada control que se utiliza en la interfaz tiene una representación en el panel de código, igualmente los indicadores

necesarios para entregar la información procesada al usuario tienen un icono que los identifica en el panel de código o de programación.

Figura 4. Paleta de controles.



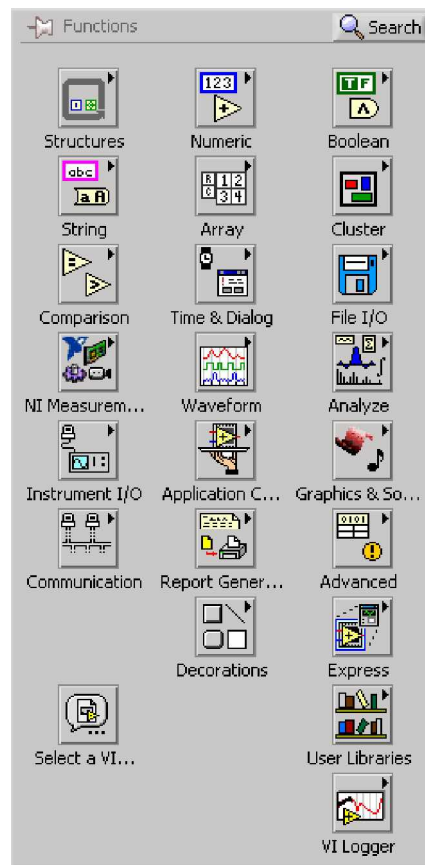
Labview 7.1

Los controles pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial de estos o una combinación de los anteriores; y los indicadores pueden ser como para el caso de controles pero pudiéndolos visualizar como tablas, gráficos en 2D o 3D, browser, entre otros.

v Funciones. Las funciones pueden ser VI's prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, igual que en un lenguaje de

programación estándar las funciones procesan las entradas y entregan una o varias salidas, estos VI pueden también estar conformados de otros subVI's y así sucesivamente, de esta forma se pueden representar como un árbol genealógico donde un VI se relaciona o depende de varios subVI's.

Figura 5. Paleta de funciones.



Labview 7.1

Labview tiene VI's de adquisición de datos e imágenes, de comunicaciones, de procesamiento digital de señales, de funciones matemáticas simples, hasta funciones que utilizan otros programas como Matlab o HiQ para resolver problemas, otras mas complejas como "nodos de formula" que se utilizan para la resolución de ecuaciones editando directamente estas como en lenguajes de programación tradicionales y definiendo las entradas y las salidas.

1.4.4 Adquisición de datos. Labview como su nombre lo indica es un lenguaje que se enfoca hacia el laboratorio, la realización de mediciones y por lo tanto la adquisición y análisis de datos. Mediante el uso de tarjetas es posible obtener señales análogas o digitales a partir de una conexión al bus PCI en una computadora, estas tarjetas se diferencian por el número de muestras por segundo que pueden realizar, por el número de bits (resolución) y por el número de canales que manejan. Por ejemplo una tarjeta de bajo costo como la PCI-6220 realiza 250KS/s, con una resolución de 16 bits para 24 puertos digitales de entrada salida y 16 de salida análoga, junto con 2 puertos de temporización de 32 bits. La tarjeta se debe programar para definir los niveles de voltaje que debe manejar y si son bipolares o unipolares. Las características de la tarjeta se pueden configurar con la herramienta Measurement & Automación que se encuentra en el explorador de Windows como un icono principal. Esta herramienta permite verificar que tarjetas hay instaladas en el computador, esto solo para el caso de tarjetas de adquisición de datos o de imágenes de Nacional Instruments. Labview también permite comunicarse con otras tarjetas mediante el puerto paralelo o serial, utilizando la herramienta LabWindowsCVI de N.I. Con este software se pueden diseñar en C las DLL para el funcionamiento de las tarjetas, estas

DLL se pueden integrar a Labview y a toda su funcionalidad o creadas desde otros programas clásicos como Visual Basic o Borland C.

1.4.5 Análisis de datos. Labview es una herramienta que tiene bastante aplicación en el análisis de datos, se puede decir que dentro de los tópicos básicos: adquisición, análisis y presentación, el análisis de datos es la más importante y la más robusta. Desde luego siempre lo que se desea es analizar variables reales, como la temperatura, la velocidad, entre otras; por lo tanto es necesario convertir esas variaciones a algo que el computador pueda procesar, las tarjetas de adquisición realizan esa labor y la interfaz tiene la función de presentar esos datos ya analizados y procesados. El análisis de datos se convierte por lo tanto en una de las potencialidades de Labview ya que se puede manejar mas fácilmente la señal que se quiere analizar, ya sea análoga o digital (o también podría ser una imagen), y por ejemplo aplicarle un algoritmo que aplique la transformada de Fourier y obtener la respuesta de manera inmediata. Como bastantes de las funciones utilizadas para procesamiento digital de señales ya están prediseñadas el problema de construir algoritmos se reduce solo a saber aplicarlos.

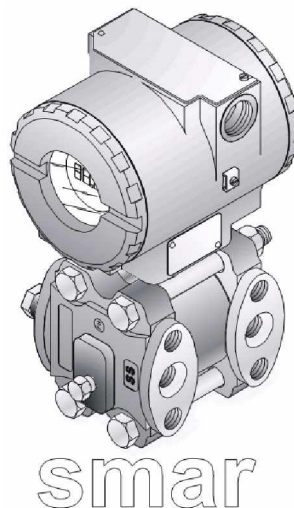
1.4.6 Presentación de datos. Cuando se diseño por primera vez en lenguaje grafico éste no permitía diseñar de forma flexible la interfaz con el usuario, ahora se puede partir de la interfaz con el usuario para generar el código, esta nueva forma de programación que se basa en Labview viene integrada dentro de un nuevo paquete llamado Bridgeview, esto permite que el programador diseñe su instrumento y el programa se encargue de generar y optimizar el código. La interfaz de todas formas esta limitada a los controles e indicadores que proporciona Labview, de

cualquier manera se puede usar otro tipo de controles (controles Active X), o diseñar uno propio a partir de otro lenguaje de programación.

1.5 SENSOR DE PRESIÓN SMAR LD301

El LD301 es un transmisor de presión inteligente para la medición diferencial, manométrica y absoluta de diámetro, nivel y flujo. El transmisor se basa en un sensor capacitivo probado en el campo, que ofrece un funcionamiento seguro y alto rendimiento. La tecnología digital que se usa en el LD301 permite seleccionar varios tipos de funciones de transferencia, una fácil interfaz entre el campo y la sala de control, y algunas características que reducen notablemente los costos de instalación, operación y mantenimiento.

Figura 6. Smar LD 301.



www.smar.com

1.5.1 Características. La precisión global de la medición de flujo, nivel, o presión depende de muchas variables. Aunque el transmisor tenga un desempeño excelente, la instalación adecuada es esencial para aumentar al máximo los beneficios obtenidos. Entre todos los factores que pueden afectar la precisión del transmisor, las condiciones ambientales son más difíciles para controlar. Sin embargo, hay maneras de reducir los efectos de temperatura, humedad y vibración.

El LD301 tiene un sensor de temperatura embutido que compensa las variaciones de temperatura. En fábrica, cada transmisor es sometido a un ciclo de temperatura, y las características del sensor, bajo temperaturas distintas son grabadas en la memoria del transmisor. La humedad es enemiga de los circuitos electrónicos es por ello que en áreas con niveles altos de humedad relativa, deben ubicarse correctamente los anillos de vedamiento en los dispositivos electrónicos.

- Conexión del smar trabajando como transmisor. En la figura 7 se muestra la forma correcta de instalación del LD301 trabajando como transmisor.

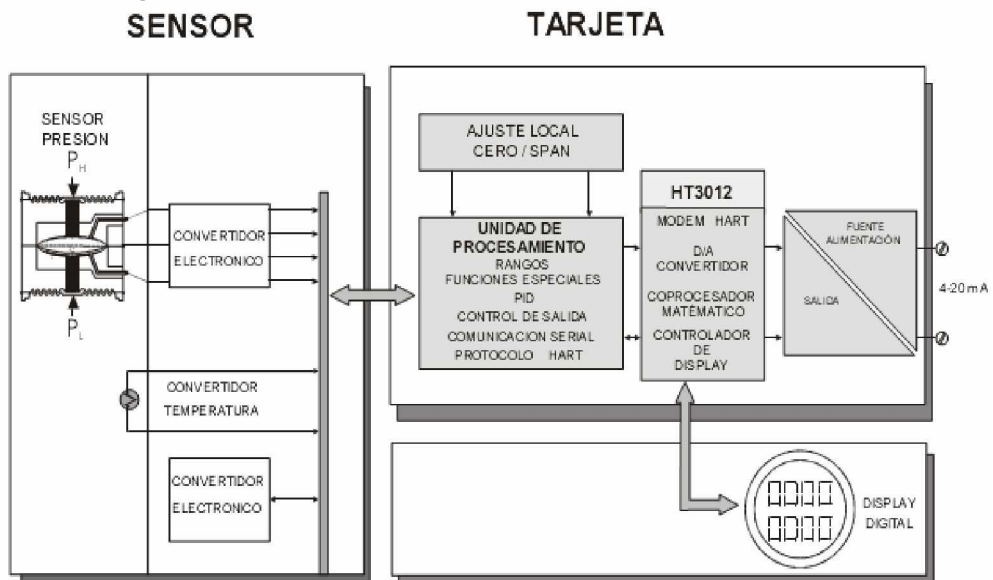
Figura 7. Diagrama de conexión del smar LD 301 como Transmisor.



Manual de instrucciones, operaciones y mantenimiento del Smar LD 301.

1.5.3 Descripción funcional del transmisor. En la figura 8 se muestra el funcionamiento del circuito.

Figura 8. Diagrama en bloque del circuito del LD 301



Manual de instrucciones, operaciones y mantenimiento del Smar LD 301.

- √ (CPU) Unidad Central de Procesamiento y PROM . La CPU es la porción inteligente del transmisor, y es responsable por el manejo y operación de todos los otros bloques, linealización y comunicación. El programa está almacenado en una PROM externa. Para guardar temporalmente datos, la CPU tiene una RAM interna. Si la energía falta, los datos en la RAM estarán perdidos, sin embargo, la CPU también tiene una memoria interna (EEPROM) no volátil, dónde se almacenan datos que deben retenerse. Son ejemplos: la calibración, configuración y identificación de datos. La EEPROM permite 10.000 grabaciones en la misma posición de memoria.

- √ EEPROM. Otra EEPROM se ubica dentro de la placa del sensor. Ella contiene datos que pertenecen a las características del sensor en diferentes presiones y temperaturas. Esta caracterización se hace para cada sensor, ya que cada sensor es caracterizado en la fábrica.

- √ Conversor de D/A. Los datos digitales del CPU son aquí convertidos a una señal analógica con 14 bits de resolución.

- √ Salida. Controla la corriente en la línea que alimenta el transmisor. Actúa como carga resistiva variable cuyo valor depende de la tensión del conversor de D/A.

- √ Módem. El sistema suministra el cambio de los datos entre el configurador y el transmisor, usando la comunicación digital del tipo slave-master (maestro-esclavo). El transmisor demodula informaciones de la línea de corriente, y modula los datos de la respuesta en la propia línea. Un " 1 " representa 1200 Hz y el " 0 "

2200 Hz. La señal de frecuencia es simétrica y no afecta el nivel de DC de la salida de 4-20 mA.

- ✓ Fuente de Alimentación. La energía es proporcionada al circuito del transmisor por medio de la línea de señal (sistema de 2-alambres). El consumo inactivo (quiescent) del transmisor es 3.6 mA; durante la operación, el consumo puede alcanzar 21 mA, conforme el estado de la medición y del sensor. El LD301, en la modalidad de transmisor, muestra la indicación de fallo en 3.6 mA si está configurado para fallo de señal bajo, en 21 mA, si esta configurado para el fallo de señal alto; 3.8 mA en caso de saturación baja, 20.5 mA cuando ocurre saturación alta y mediciones proporcionales a la presión aplicada en el rango entre 3.8 mA y 20,5 mA. El 4 mA corresponde a 0% del rango de trabajo y 20mA corresponde al 100% del rango de trabajo.

- ✓ Aislamiento de la Fuente de Energía. Aislase por este módulo la energía del sensor del circuito principal.

- ✓ Controlador del Visor. Recibe los datos de la CPU y activa los segmentos del LCD. También activa el plano posterior (backplane) y las señales de control de cada segmento.

- ✓ Ajuste local. Son dos interruptores que se activan magnéticamente por un destornillador magnético, sin contacto externo, sea mecánico o eléctrico.

1.6 SENSORES DE PRESIÓN SETRA 280E/C280E

Los transductores de presión del modelo 280E/C280E de los sistemas setra están diseñados para mediciones lentas a altas presiones de gases o de líquidos. La capacitancia en acero inoxidable 17-4 pH que mide la presión, junto con un circuito integrado, asegura una excelente exactitud y estabilidad a largo plazo.

Figura 9. Sensor de Presión setra 208E



www.setra.com

El estable circuito electrónico, combinado con un potente sensor capacitivo variable marca setra. Da como resultado simplicidad en el sensor de presión setra. El sensor ofrece un 17-4 PH de una pieza de

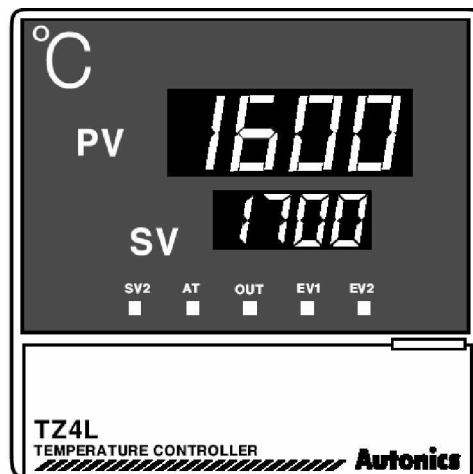
acero limpio en el sensor de presión y un electrodo aislado que forman un condensador variable. Cuando la presión aumenta, la capacitancia decrece. Este cambio en la capacitancia es detectado y convertido a una señal de salida lineal DC.

Los niveles de la señal de salida de 0-5 VDC o 4-20 mA no requieren un acondicionamiento adicional de la señal y los resultados son una estabilidad excelente, una señal exacta la cual muestra una respuesta dinámica rápida, Haciendo la serie 280E ideal para aplicaciones de alta ejecución.

1.7 CONTROLADOR DE TEMPERATURA AUTONICS TZ4L

1.7.1 Características del controlador de temperatura autonics tz4l

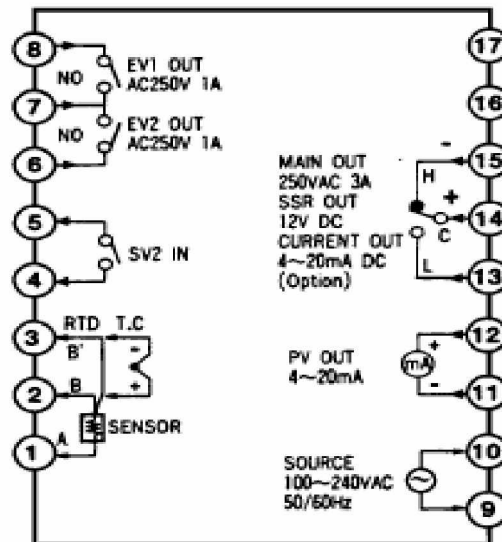
Figura 10. Controlador de temperatura autonics tz4l



www.automatictiming.com

- Acepta 15 tipos de entradas (Pt100, Termocupla, Tensión o Corriente).
- Fuente de alimentación conmutada 100 a 240 V CA o V CC.
- Dos tipos de control PID, rápido (PIDF) o lento (PIDS).
- Autosintonía de los parámetros PID.
- Salida de control a relé, capacidad 3A 250VCA, Opcional, salida para SSR o salida 4-20mA.
- Salida de alarma a relé, capacidad 1A 250VCA, opcional 2 salidas de alarma.
- Display doble de cuatro dígitos.
- Tamaño 1/16DIN (48x48 mm) ó 1/8 DIN (96x48 mm).
- Segundo set point seleccionable por contacto externo.
- Rampas independientes de subida y bajada del valor deseado.
- Indicadores luminosos de estado de salidas y modos de control.

Figura 11. Diagrama de conexiones del controlador de temperatura autonics tz4l



www.automatictiming.com

1.8 ELECTROVALVULAS

Las electroválvulas son válvulas que se activan mediante un pequeño voltaje eléctrico, pero controlada por un switch por lo general lejano de la misma. De esta manera se controla el paso de fluidos a través de la misma con solo una señal de control.

Figura 12. Electroválvula

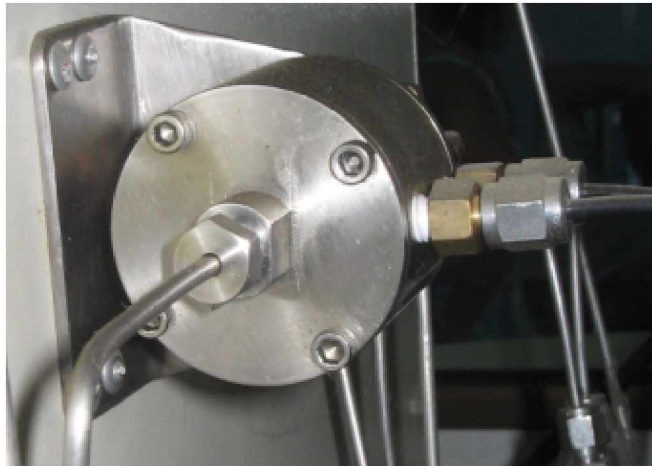


Foto tomada en el laboratorio de Pruebas Especiales

1.9 TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS (DAQ) PCI 6220

1.9.1 Características de la DAQ PCI 6220

La familia de dispositivos de adquisición de datos de la Serie M establece el nuevo estándar de rendimiento, valor y capacidad para E/S. Con la introducción del nuevo chip controlador de dispositivos NI-STC 2

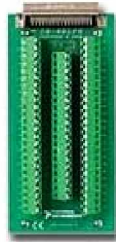
recientemente diseñado y la tecnología del amplificador NI-PGIA 2, la Serie M ofrece las siguientes ventajas:

- El primer dispositivo de adquisición de datos multifuncional para PCI Express con la Serie M de alta velocidad.
- Mejor precisión con avances en calibración y convertidores analógicos a digital.
- Razón de muestreo de hasta 1 Mmuestras/s con precisión real de 16 bits.
- Más E/S con hasta 32 entradas analógicas, 4 salidas analógicas y 48 líneas de E/S digitales.
- Un mayor valor con el software de servicios de medición NI-DAQmx que ofrece generación automática de código y rendimiento de E/S de punto único.

La tarjeta cuenta con 24 entradas-salidas digitales, y 16 entradas analógicas.

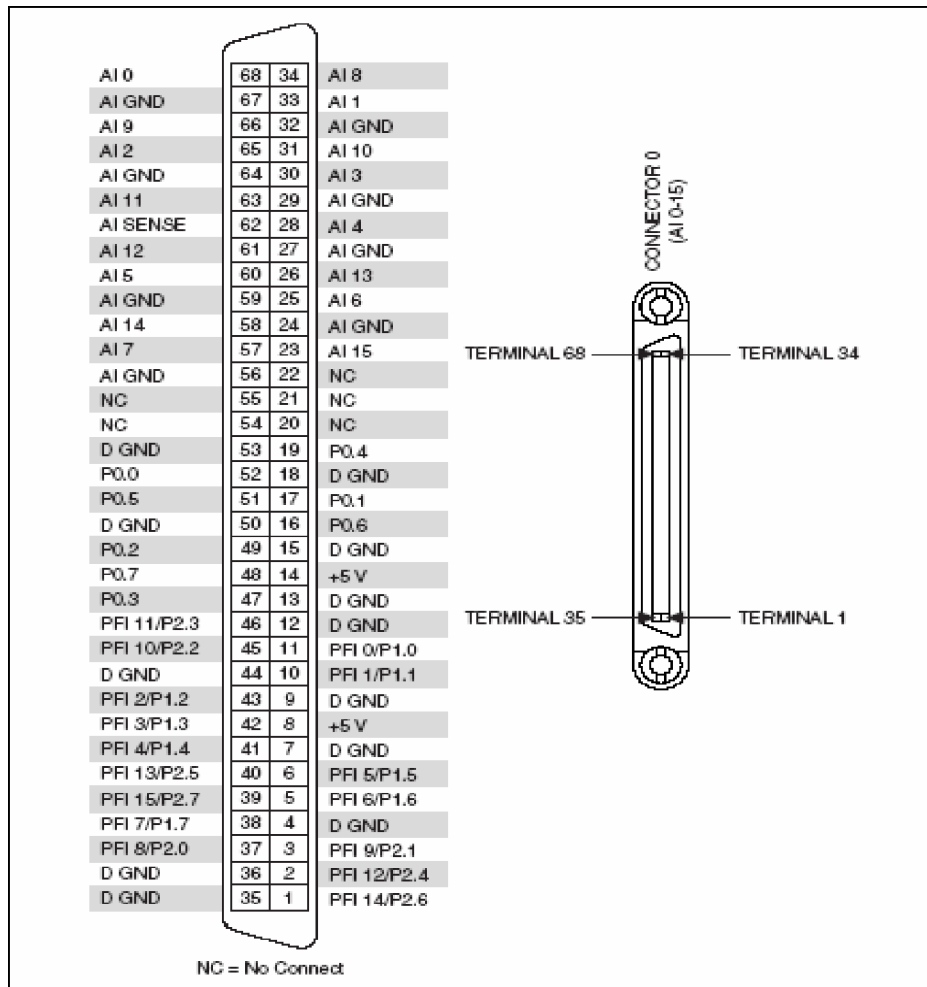
1.9.2 CB 68LRP. Para mayor facilidad en la conexión de las diferentes señales que entran y salen de la tarjeta se utiliza este conector el cual incluye un cable que lo une con la tarjeta de adquisición de datos. El cuenta con un determinado número de jack los cuales están enumerados para poder identificar los diferentes pines de la tarjeta.

Figura 13. CB 68LPR



www.ni.com

Figura 14. Distribución de Pines de la DAQ PCI 6220



www.ni.com

2. ESTADO ANTERIOR Y FUNCIONAMIENTO APROPIADO DEL EQUIPO DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (EDP).

Para analizar el equipo de desplazamiento positivo lo hemos dividido en subsistemas mas pequeños para facilitar su explicación y manejo.

Uno de los principales problemas por los cuales el equipo estaba fuera de servicio estaba relacionado con la parte eléctrica, debido a que las tierras de la sección de potencia generaban ruidos eléctricos sobre los sensores SMAR que podían deteriorar la calidad de las señales medidas y hasta destruir los sensores como tal. El sistema eléctrico que tenía el EDP estaba muy desordenado, no tenían una marcación para su respectiva identificación, simplemente había un contenedor de cables, como se muestra a continuación.

Figura 15. Sistema eléctrico anterior del EDP.



Fotos tomadas en el Laboratorio de Pruebas Especiales.

Este equipo consta de ocho subsistemas, así:

1. Subsistema de Confinamiento

2. Subsistema de Contrapresión
3. Subsistema de Desplazamiento
4. Subsistema de Inyección de Soluciones Aceitosas
5. Subsistema de Inyección de Soluciones Acuosas
6. Subsistema de Temperatura.
7. Subsistema de Diferencial de Presión Tipo Smar
8. Subsistema de Control y Adquisición de datos por Computador mediante LabView.

2.1 SUBSISTEMA DE CONFINAMIENTO.

Figura 16. Tanque de confinamiento.



Foto tomada en el Laboratorio de Pruebas Especiales.

Este componente, presenta una forma de confinamiento dual donde se utiliza un líquido de confinamiento suministrado por el tanque de confinamiento. La presión de confinamiento es ajustada con un amortiguador de gas Nitrógeno, cuya función es contrarrestar la dilatación térmica del líquido de confinamiento por efecto del incremento de la

temperatura con la compresibilidad del nitrógeno. La presión se puede visualizar en el manómetro de la bomba manual Enerpac y debe ser registrada y monitoreada continuamente por un operador, para llevar un registro del comportamiento de esta presión durante el desarrollo de cualquier prueba.

Este sistema está diseñado para trabajar hasta 7,500 psi de presión de confinamiento con un colchón de N₂ de hasta 2000 psi. La presión del gas se suministra a través de un cilindro de nitrógeno, utilizando un regulador para el paso del gas.

2.2 SUBSISTEMA DE CONTRAPRESIÓN.

Figura 17. Bomba Enerpac



Foto tomada en el Laboratorio de Pruebas Especiales

Este subsistema presenta una forma hidráulica de aplicación de contrapresión y se compone de una bomba manual Enerpac, la cual permite la aplicación de cualquier presión hasta 10,000 psi. La salida de la bomba se conecta a una válvula de doble vía y un puerto de esta está

conectado a un "back-pressure" de diafragma, el cual controla la producción de efluentes, manteniendo la presión del sistema a la presión de trabajo preestablecida y produciendo el fluido a la presión atmosférica.

La presión de Contrapresión se puede visualizar en el manómetro de la bomba Enerpac, y debe ser registrada y monitoreada continuamente por el operador, para llevar un registro del comportamiento de esta presión durante el desarrollo de cualquier prueba.

2.3 SUBSISTEMA DE DESPLAZAMIENTO.

Figura 18. Tanque de la Bomba.



Foto tomada en el Laboratorio de Pruebas Especiales.

Este subsistema permite el desplazamiento del fluido desplazante hacia los cilindros de inyección de soluciones aceitosas y soluciones acuosas. Este sistema se compone de una bomba de desplazamiento positivo marca GILSON para presiones de hasta 7,500 psi y caudal de 0 a 5 cc/min, un amortiguador de pulsaciones y un tanque que contiene el fluido desplazante o tanque de la bomba.

La presión de trabajo de la bomba puede ser visualizada en un manómetro análogo que denominamos Presión Bomba. Esta presión debe ser monitoreada y registrada por el operador constantemente a fin de evitar un sobrepresionamiento de la bomba.

Figura 19. Bomba Gilson y medidor de presión manométrica.



Foto tomada en el Laboratorio de Pruebas Especiales.

2.4 SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE SOLUCIONES ACEITOSAS

Este subsistema permite el desplazamiento de cualquier aceite mineral, preferiblemente desaireado, a través de muestras de rocas hasta una presión de 7,500 psi. La presión de Flujo de Aceite es registrada y monitoreada continuamente en el sistema de adquisición de datos, donde se puede tener un registro del comportamiento de esta presión durante el desarrollo de cualquier prueba.

2.5 SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE SOLUCIONES ACUOSAS.

Este sistema permite el desplazamiento de soluciones acuosas (Salmuera Sintética, Agua de formación, Agua de Inyección y Agua destilada)

preferiblemente desaireadas a través de muestras de rocas, hasta una presión de 7,500 psi. La presión de Flujo de Agua es registrada y monitoreada continuamente en el sistema de adquisición de datos, donde se puede tener un registro del comportamiento de esta presión durante el desarrollo de cualquier prueba.

2.6 SUBSISTEMA DE TEMPERATURA.

El propósito de este subsistema es proporcionar, monitorear y controlar la temperatura; para ello se necesita de un horno, de una RTD y un controlador, en donde este último realizará las tareas de monitorear y controlar la temperatura desde el panel lateral. Además la temperatura se puede monitorear desde el computador durante las pruebas de desplazamiento tanto a condiciones de ambiente como a las de yacimiento. La RTD es utilizada como sensor dentro del horno dentro del cual se realizará la prueba.

2.7 SUBSISTEMA DE DIFERENCIAL DE PRESIÓN TIPO SMAR.

Este subsistema permite monitorear desde el panel de control manual lateral y desde el computador la presión diferencial que se genera a la entrada y salida de la muestra por los fluidos desplazados (soluciones aceitosas o acuosas) durante una prueba, a condiciones de temperatura ambiente o a temperatura de yacimiento. El subsistema esta compuesto por tres medidores Inteligentes de presión diferencial de tipo Smar (LD 301) con los siguientes rangos:

- 0 – 3600 Psi. Corresponde a Presión Diferencial de Alta
- 0 – 360 Psi. Corresponde a Presión Diferencial Media
- 0 – 7.2 Psi. Corresponde a Presión Diferencial de Baja

Estos transmisores inteligentes se basan en un sensor capacitivo probado en el campo, que ofrece un funcionamiento seguro y alto rendimiento. La tecnología digital que se usa en los LD301 les permite a estos tener su propio protocolo de comunicación (HART) y como consecuencia su configuración se puede llevar a cabo a través de un computador, de un configurador portátil (HPC301 ó HT2) o manualmente.

El operador debe monitorear la presión diferencial para abrir y cerrar las diferentes válvulas que controlan la entrada de flujo a los diferentes medidores a fin de evitar daños.

2.8 SUBSISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE LABVIEW

Este subsistema se compone de un computador que aloja una tarjeta de adquisición de datos y una interfaz que acondiciona cada una de las señales que entra o sale de la tarjeta como se muestra a continuación.

Este subsistema tomará y acondicionará las señales (voltaje, corriente, impedancia, etc.) de los diferentes sensores de presión y de temperatura para luego digitalizarlas y poder ser visualizadas y analizadas en un PC mediante el software LabView. Además también controla diferentes

variables (Control de las electroválvulas, encendido de: la bomba, del controlador de temperatura y de la alarma) a través de señales digitales generadas por la tarjeta de adquisición de datos. Este subsistema cuenta también con un simulador de señales de entrada que se encuentra en la interfaz para probar el funcionamiento del software (LabView).

Lo anteriormente mencionado en cada uno de los subsistemas es lo que cada uno debería hacer, pero esto nunca se probó puesto que existía el riesgo de dañar elementos los cuales tienen un costo muy grande.

Figura 20. Computador



Foto tomada en el laboratorio de Pruebas Especiales.

Figura 21 Interfaz

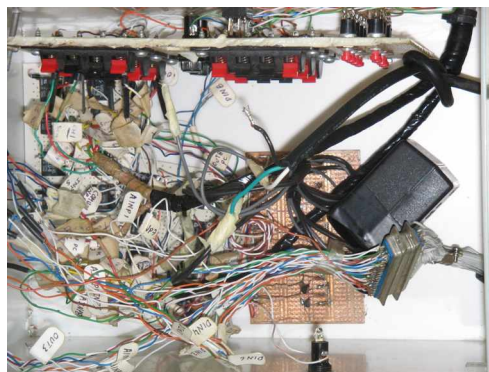


Foto tomada en el laboratorio de Pruebas Especiales.

Cuadro 1. Elementos de los subsistemas

Subsistema de Desplazamiento	Subsistema de Confinamiento	Subsistema de Contrapresión	Subsistema de Inyección de Soluciones Aceitosas	Subsistema de Inyección de Soluciones Acuosas	Subsistema de Temperatura.	Subsistema de monitoreo y control	Subsistema de Dif. de Presión Tipo Smar
Bomba GILSON	Válvula No. 9	Bomba Enerpac	Cilindro No. 1	Cilindro No. 3	Horno	computador	Transmisor 7.2 psi
Manómetro de la Bomba Wilson.	Puerto A de la válvula No 20	Puerto A de la válvula No 20	Cilindro No. 2	Cilindro No. 4	Termocupla tipo J	Labview 5.1	Transmisor 360 psi
							Transmisor 3600 psi
Amortiguador de Pulsaciones con N ₂ a ± 2000 psi	Tanque de confinamiento con fluido desaireado	Back-pressure	Válvula No. 5	Válvula No. 4	Ventilador	Caja de acondicionamiento de señal	ElectroVálvulas No 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Tanque de la bomba con fluido desaireado	Válvula No 21	Manómetro de la bomba Enerpac	Válvula No. 7	Válvula No. 3	Controlador de temperatura	Tarjeta DAQ PC -LPM-16/pnp	Electroválvulas EV1 EV2 EV3 EV4
Válvula No 2	Core Holder		Filtro en línea de 50 micras	Filtro en línea de 50 micras		Cable conector	Transmisor Sensotec
Válvula No 4	Bomba Enerpac		Válvula No 22	Válvula No 22			Transmisor Setra
Válvula No 6							
Válvula No 8							

3. ESTADO ACTUAL DEL EDP

Los subsistemas de confinamiento, contrapresión, desplazamiento, Inyección de Soluciones Aceitosas, Inyección de Soluciones Acuosas no se modificaron, por tal motivo no se menciona nada acerca de ellos en este capítulo.

Para solucionar el problema del sistema eléctrico se elaboro un estudio para poder realizar un plano y conocer cómo estaba el sistema, la realización de dicho plano fue un poco complicada por el desorden en el sistema eléctrico y además habían partes que no estaban conectadas, después de realizar un estudio minucioso al plano general, el sistema quedo de la siguiente manera: la parte de control separada de la parte de potencia, compuesta por dos líneas de 110 VAC, una de las cuales va directamente al horno y la otra a un relevo de estado solidó el cual es activado por el control de temperatura Autonics y que alimenta también el horno para conformar así una señal de 220 VAC.

Figura 22. Sistema eléctrico Actual del EDP.

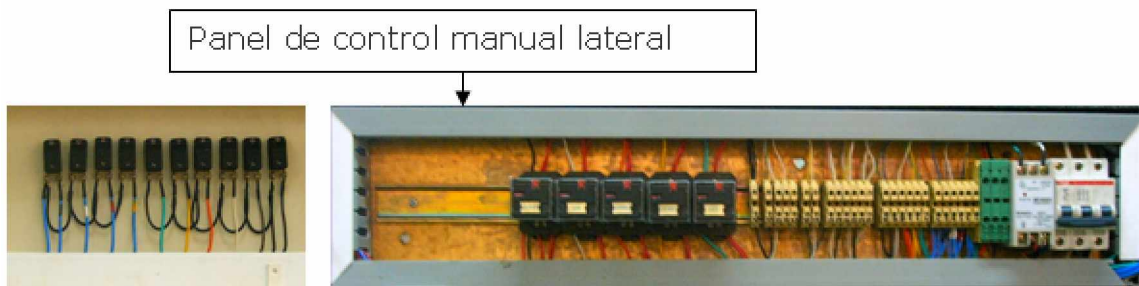


Foto tomada en el laboratorio de pruebas especiales

Para la implementación del nuevo diseño se cambiaron todos los cables tanto de la parte de control como la alimentación de potencia como se puede observar en la Figura 22. Sistema eléctrico Actual del EDP.

Por su parte la alimentación de la bomba, la alarma, la luz y el aire del horno así como el controlador de temperatura viene de la salida regulada de una UPS.

Los sensores y las electroválvulas que funcionan con energía DC son alimentados por una fuente DC completamente libres de ruidos y armónicos. En los sistemas actuales de temperatura, Control y Adquisición de datos por Computador mediante LabView, y Diferencial de Presión Tipo Smar se explicara más detalladamente como quedo en cada uno el sistema eléctrico.

3.1 SUBSISTEMA ACTUAL DE TEMPERATURA.

El propósito de este subsistema es proporcionar, monitorear y controlar la temperatura; para lograr este objetivo fue necesario realizar modificaciones a las conexiones. En la elaboración se tuvo en cuenta el diagrama de conexiones del controlador de temperatura autonics (Ver figura 11), dando el siguiente resultado:

- Entre Terminales 1 y 2 la RTD utilizada para conocer la temperatura existente en el horno.
- Terminales 9 y 10 alimentación.

- Terminales 11 y 12 la señal de salida de 4 a 20 mA para enviarla al computador y registrar la temperatura
- Terminales 13 y 14 es un relevo el cual se cierra cuando se necesita calentar el horno.

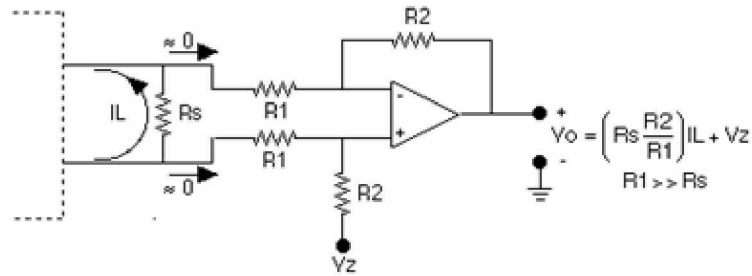
3.2 SUBSISTEMA ACTUAL DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS POR COMPUTADOR MEDIANTE LABVIEW.

Para un mejor desempeño del sistema se decidió cambiar lo siguiente: el computador anterior por uno nuevo y con mejores especificaciones, La tarjeta PC -LPM-16/pnp por una PCI 6220, el software labview 5i por el 7i, y la caja de acondicionamiento de señales.

3.2.1 Caja de Acondicionamiento de señales. Los diferentes sensores entregan señales tanto de corriente como de voltaje, pero la DAQ PCI 6220 solo lee señales de voltaje entre 0 y 10 VDC, por esta razón se debe hacer un acondicionamiento en las señales. Para esto hay que montar un circuito que realice la conversión de una señal de corriente a voltaje. El diseño implementado fue con un amplificador operacional el cual trabajo como restador.

El montaje realizado para la conversión de una sola señal se puede observar en la figura 23 y el circuito realizado para la conversión de todas las señales se puede observar en la figura 24.

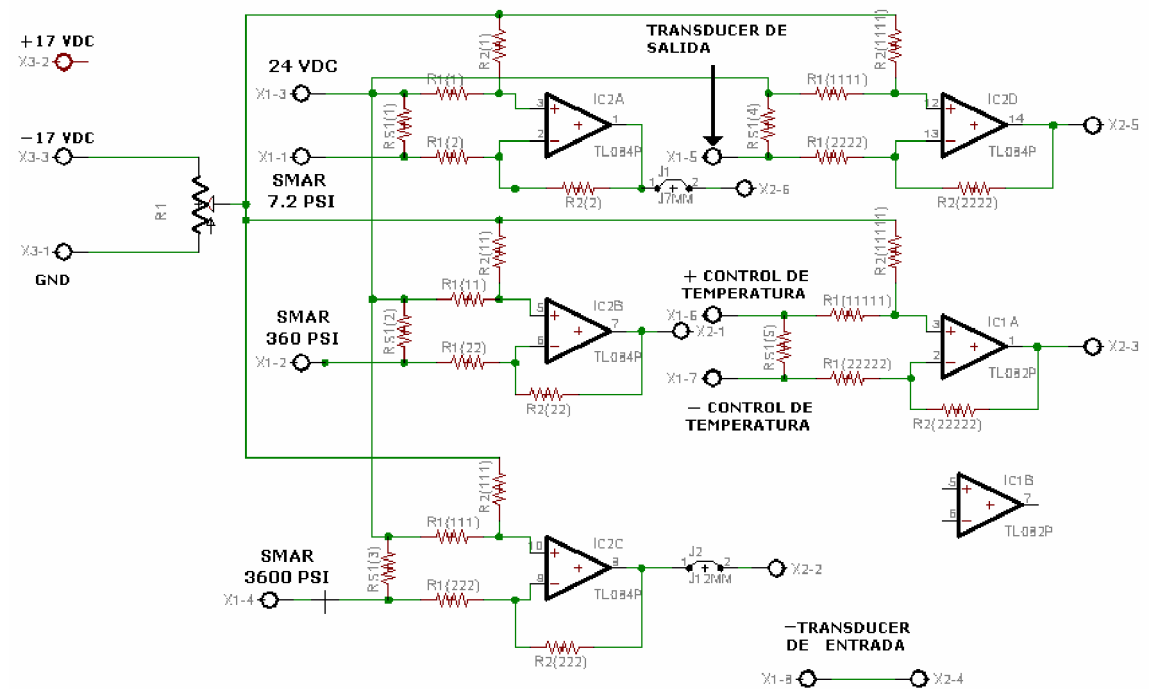
Figura 23. Convertidor de corriente a voltaje



www.google.com (Convertidor de corriente a voltaje)

En la figura 23 R_s es la resistencia de 249Ω que se utiliza para la medición de la corriente en los sensores de presión.

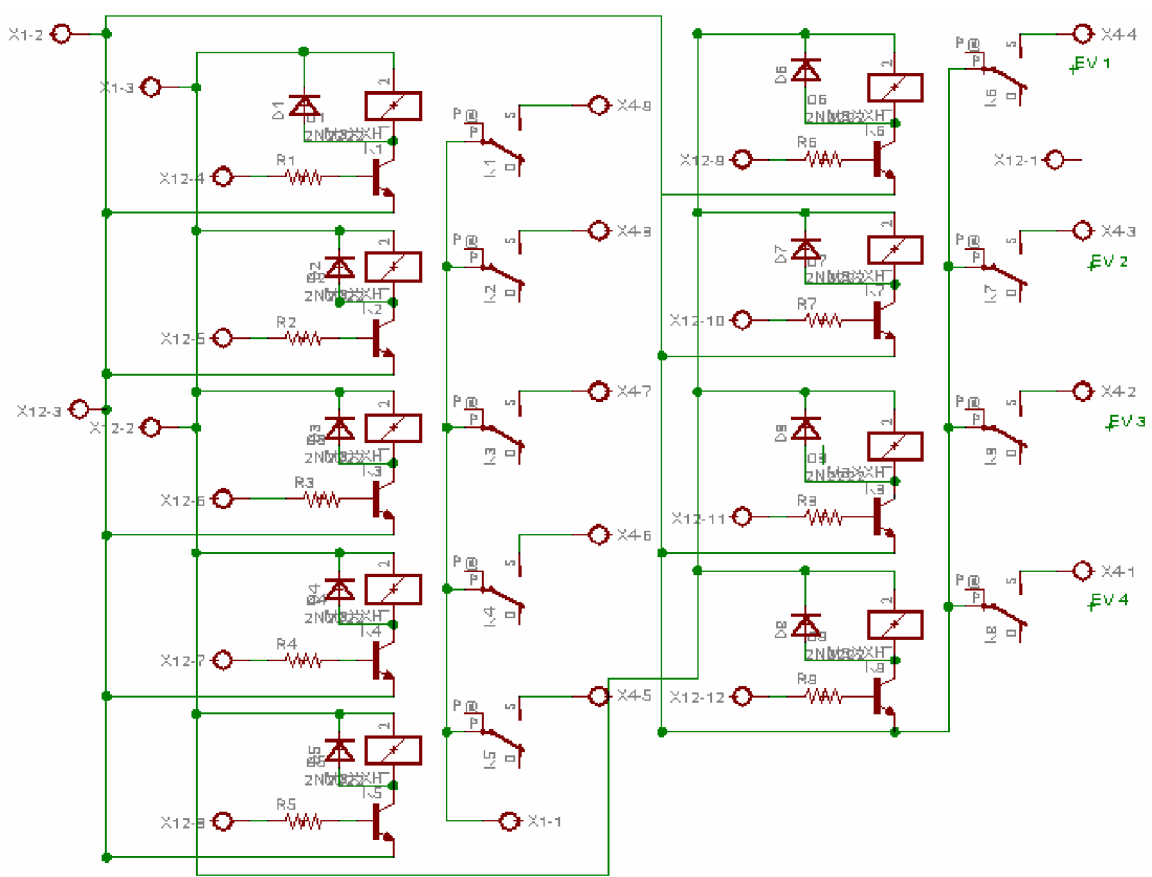
Figura 24. Circuito acondicionador de señales



Eagle 4.11

Los conectores del X2-1 al X2-6 van conectados a la tarjeta PCI 6220. La tarjeta PCI 6220 es utilizada para entregar señales de control, las cuales encenderán o apagaran la Luz, La bomba gilson, el aire, el controlador de temperatura y las electrovalvulas. El circuito acondicionador de estas señales se puede observar en la figura 25 el cual consta de nueve relevos que se activan o desactivan dependiendo de lo que este entregando la tarjeta.

Figura 25. Circuito acondicionador de señales AC.



Eagle 4.11

Cuadro 2. Descripción de los terminales que entran y salen del circuito acondicionador de señales AC.

Conectores	Descripción
X12-2 y X1-3	12VDC.
X12-3 y X1-2	GND.
X12-4 al X12-12	Señales que entrega la tarjeta para activar o desactivar los relevos.
X4-1 al X4-9	Señales que van a los relevos ubicados en el tablero electrónico.
X1-1	Va el común de 110VAC para activar los relevos que están en el tablero de control que a su vez suministran energía a los diferentes dispositivos.

Las electrovalvulas funcionan con 12 VDC por tal razón el común de los relevos que activan estas van a los conectores X12-2 y X1-3.

3.2.2 Cable conector. El cable conector esta compuesto por pares de cables los cuales son utilizados para transportar las diferentes señales del sistema. En el siguiente cuadro se puede observar como se han asociado los diferentes pares de cables con las distintas señales del sistema.

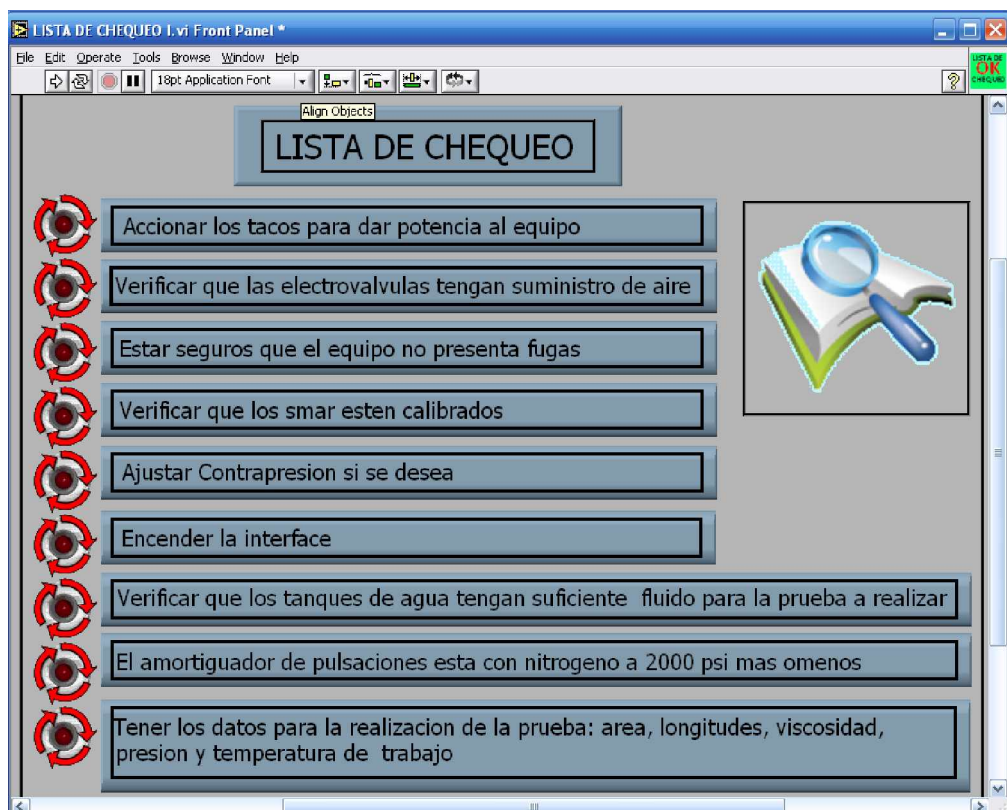
Cuadro 3. Descripción de los pares del cable conector.

PAR		SEÑAL
Rojo - Verde	Rojo	Positivo de la fuente de 24 VDC
	Verde	Positivo del smar de 7.2 PSI
Rojo - Amarillo	Rojo	Positivo del smar de 360 PSI
	Amarillo	Positivo del smar de 3600 PSI
Blanco - Verde	Blanco	Positivo del transducer de salida
	Verde	Salida del transducer de entrada
Blanco - Amarillo	Blanco	Positivo del control de Temperatura
	Amarillo	Negativo del control de Temperatura
Amarillo - Azul	Amarillo	Control EV1
	Azul	Control EV2
Blanco - Azul	Blanco	Control EV3
	Azul	Control Ev4
Rojo - Azul	Rojo	Positivo Electrovalvulas.
	Azul	Negativo Electrovalvula.
Verde - Amarillo	Verde	Control para prender la Luz
	Amarillo	Control para prender el control de temperatura
Rojo - Blanco	Rojo	Control para prender la Bomba.
	Blanco	Control para prender el aire.
Azul - Verde	Azul	Control para prender la Alarma
	Verde	Comun (110VAC) para accionar los relevos.

3.2.3. Implementación del software. El software fue realizado en Labview 7i, este utiliza un diagrama de bloques en el cual va el código fuente y un panel frontal que es la interfaz con el usuario.

- Lista de chequeo. Una vez iniciado el programa el usuario observara una lista de chequeo la cual sirve para verificar que las condiciones mínimas para la realización de la prueba están dadas.

Figura 26. Panel Frontal de la Lista de chequeo.



Interfaz grafica del EDP

Cada botón que aparece en la figura 26 a la izquierda del respectivo enunciado se oprimirá al verificar su estado correcto, cuando se halla terminado la lista de chequeo aparecerá un botón el cual sirve para confirmar que todo esta dado para la realización de la prueba y además para dejar continuar el programa.

- Datos de Entrada. El cálculo principal que se realiza cuando se coloca en marcha una prueba es la permeabilidad, para ello se necesita conocer los valores de algunas constantes las cuales son suministradas por el usuario en la ventana de datos de entrada como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 27. Datos de entrada



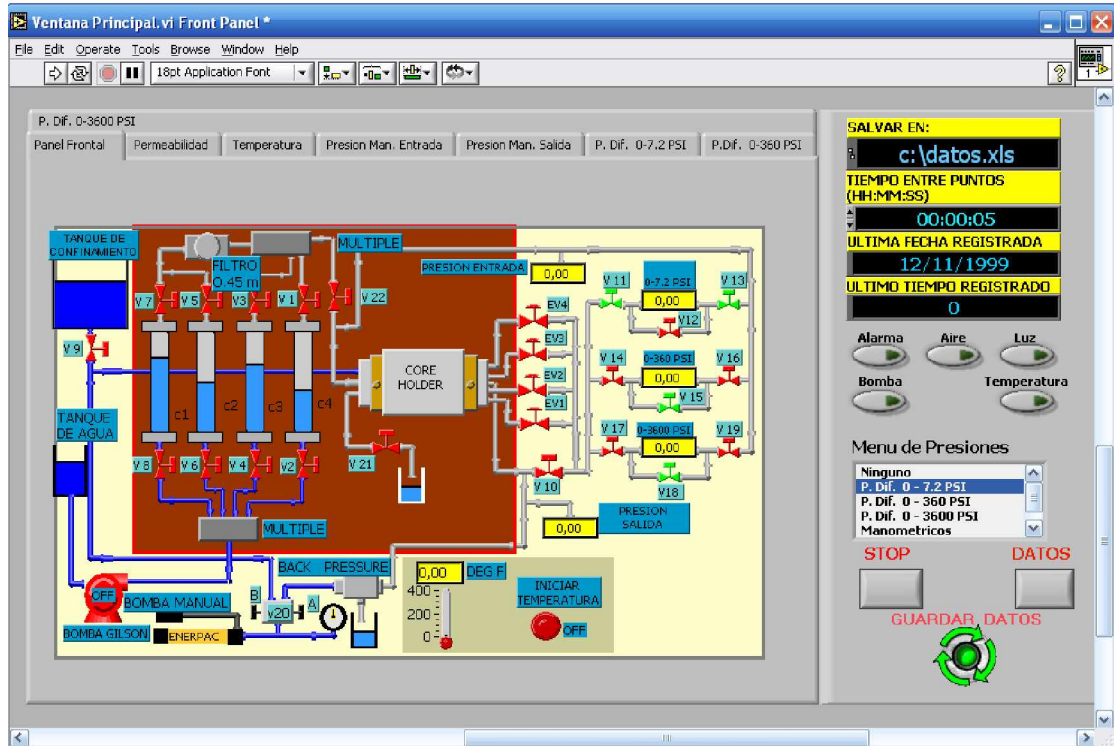
Interfaz grafica del EDP

En la ventana datos de entrada se le indica al programa donde se van a guardar las diferentes variables del sistema, adicional a esto se le puede colocar un comentario el cual aparecerá en el archivo guardado.

Como se puede observar en la figura 27 hay un botón para confirmar los datos introducidos, con el fin de que si se comete un error pueda ser corregido; el botón parar como su nombre lo indica es para detener la prueba.

- Ventana Principal. El programa está diseñado para que primero muestre la lista de chequeo, luego la ventana de datos de entrada y por último la ventana principal en esta se puede devolver a la ventana de datos de entrada con solo oprimir el botón datos el cual se puede observar en la figura 28, en la ventana principal se utiliza un tab control ubicado a la izquierda de la pantalla, este sirve para desplegar las diferentes gráficas de presión, permeabilidad, temperatura y un panel frontal el cual tiene un dibujo del esquema del EDP en este aparecen los controles para encender y apagar las electroválvulas; en el lado derecho aparecen unos indicadores los cuales son para saber la fecha, la hora, donde se guardan los diferentes datos, si se enciende la alarma y cual es el dispositivo con el que se mide el diferencial de presión, como también controles los cuales son utilizados para encender o apagar la luz, el aire, la bomba Gilson, el controlador de temperatura, y otro para indicar el lapso de tiempo entre cada grupo de datos guardados.

Figura 28. Ventana Principal.



Interfaz grafica del EDP

- Diagrama de flujo del funcionamiento del programa. En el diagrama de flujo se tiene unas abreviaturas, comentarios para hacer mas entendible el diagrama. Las abreviaturas que no tiene comentarios son las siguientes :

CTin. Corresponde a la señal que entrega el controlador de temperatura.

PEin=Es la señal que entrega el transducer de presión instalado en la entrada del sistema.

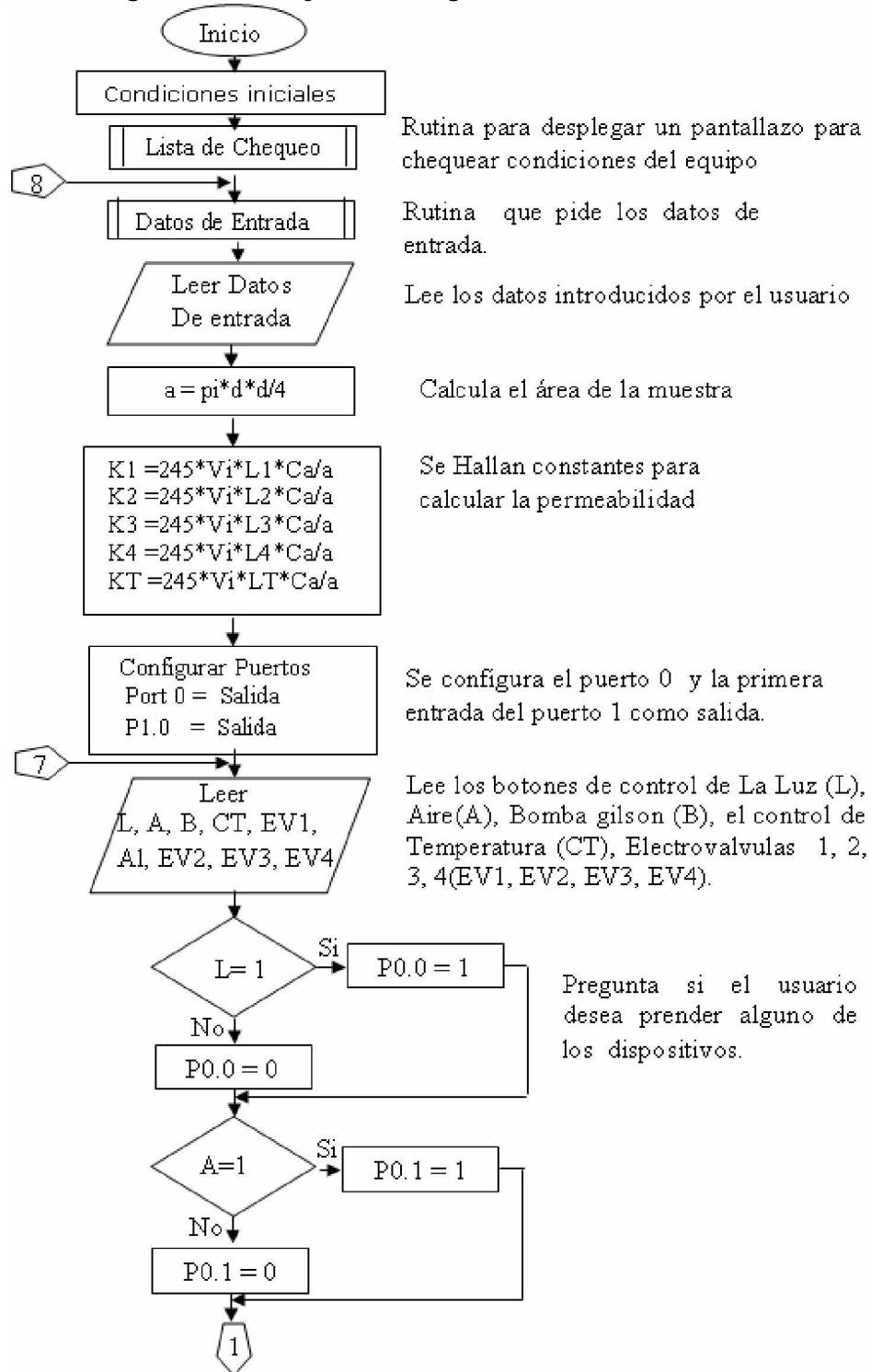
PSin. Es la señal que entrega el transducer de presión instalado en la Salida del sistema.

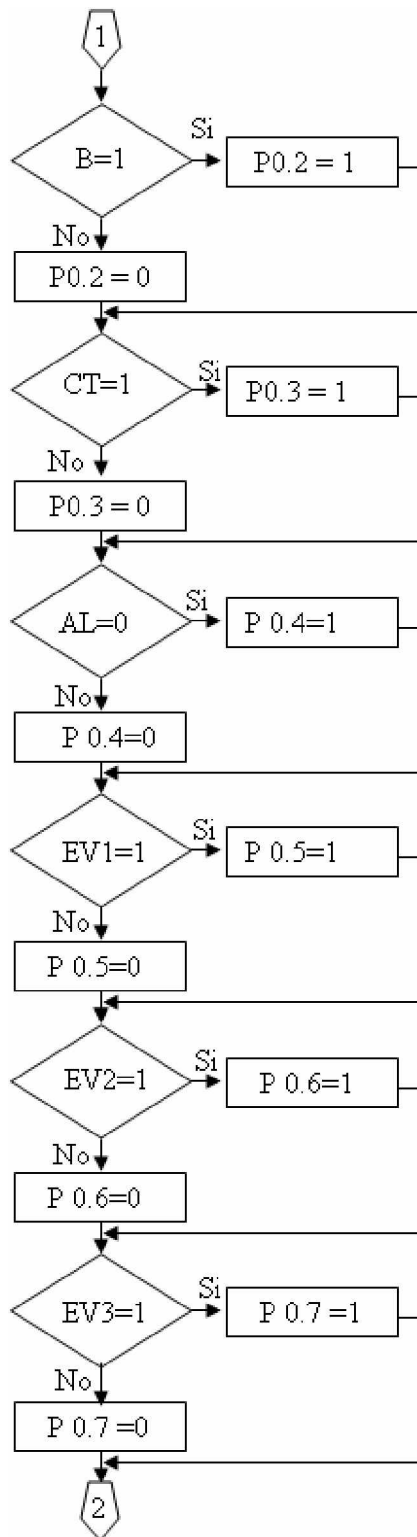
S1in. Es la señal que entrega el Smar LD 301 configurado para medir una presión diferencial de 0 a 7.2 PSI.

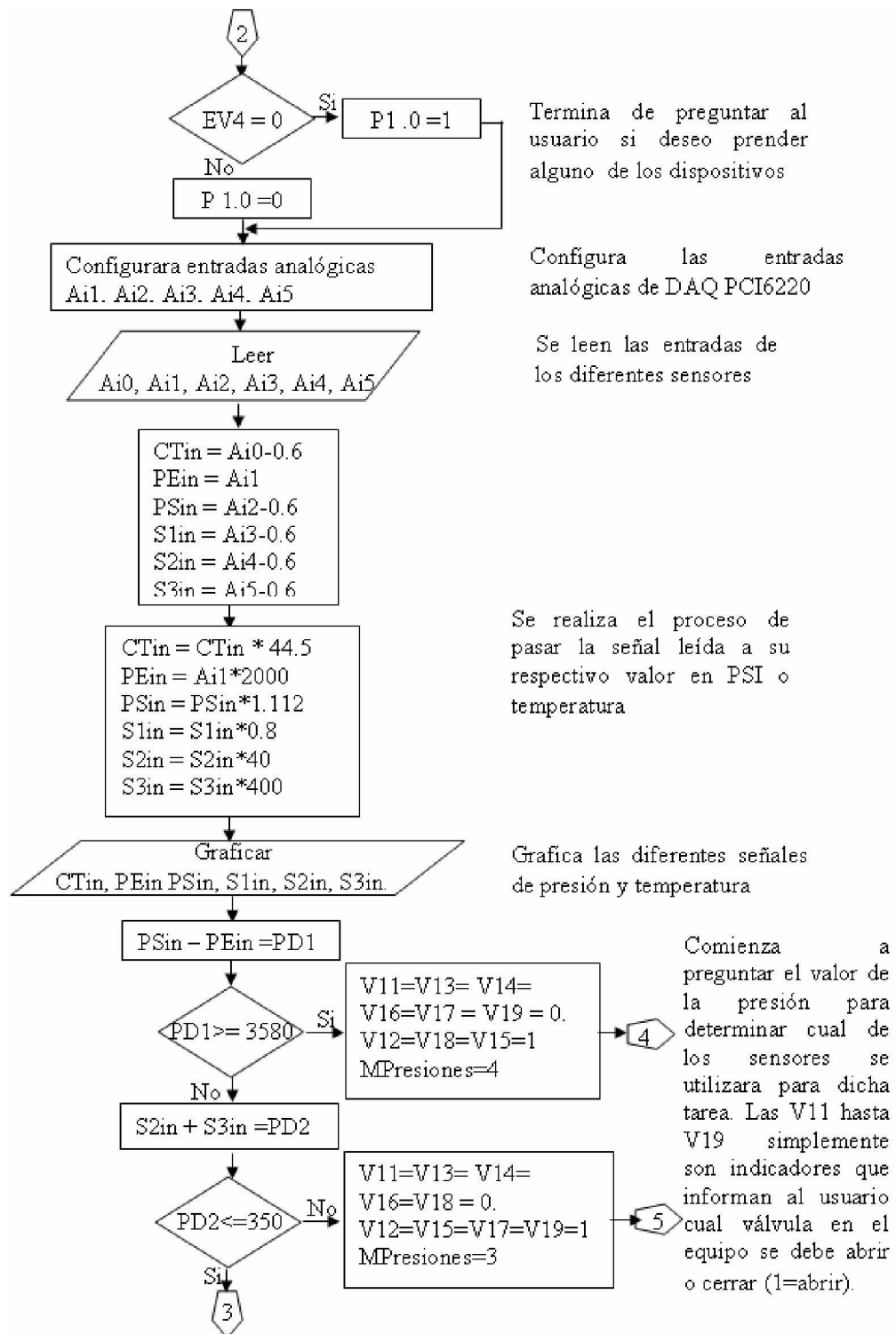
S2in. Es la señal que entrega el Smar LD 301 configurado para medir una presión diferencial de 0 a 360 PSI.

S3in. Es la señal que entrega el Smar LD 301 configurado para medir una presión diferencial de 0 3600 PSI.

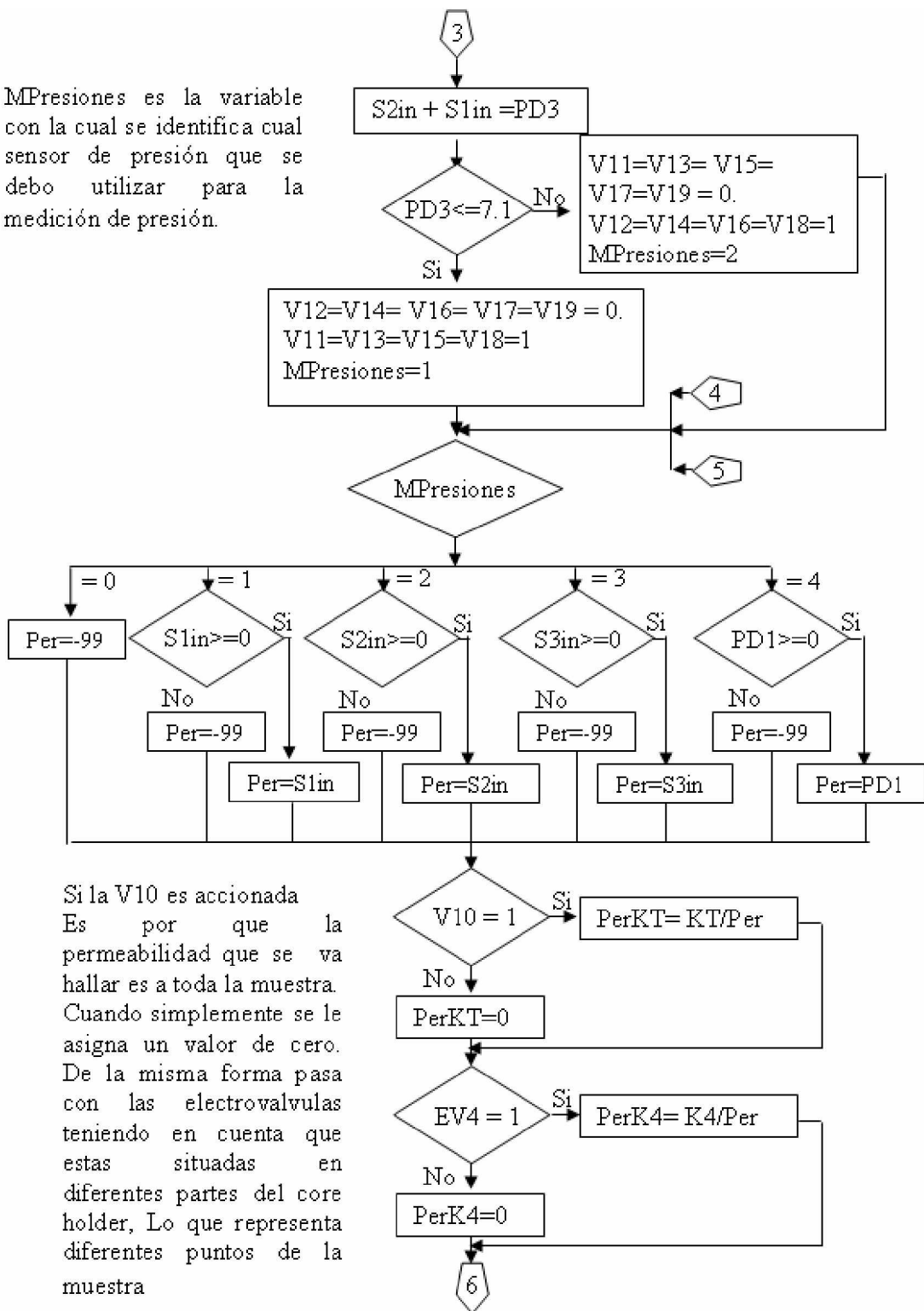
Figura 29. Diagrama de flujo del Programa



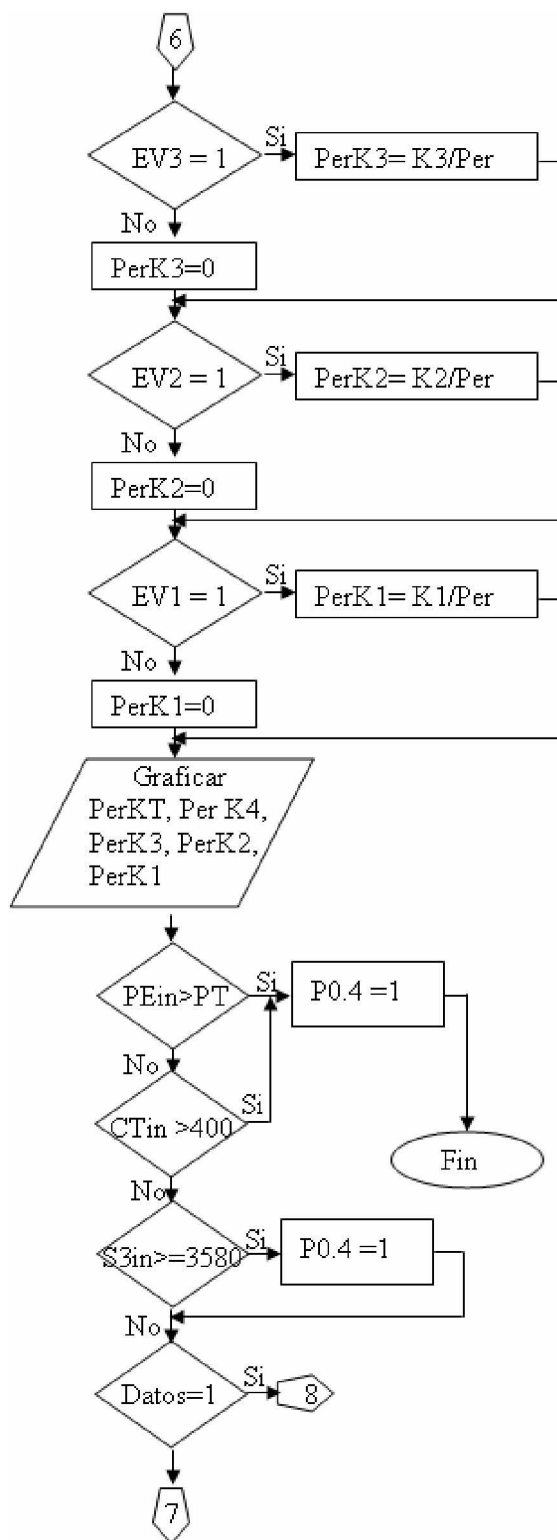




MPresiones es la variable con la cual se identifica cual sensor de presión que se debo utilizar para la medición de presión.



Si la V10 es accionada Es por que la permeabilidad que se va hallar es a toda la muestra. Cuando simplemente se le asigna un valor de cero. De la misma forma pasa con las electrovalvulas teniendo en cuenta que estas situadas en diferentes partes del core holder, Lo que representa diferentes puntos de la muestra



Hasta aquí llega para saber cual es la parte de interés de la muestra a la cual se quiere hallar su respectiva permeabilidad.

Muestra la permeabilidad de interés y las demás como cero.

Condiciones de parada y alarma.

Las condiciones de parada son:

- Cuando la presión de entrada sea mayor a la presión de trabajo.
- Cuando la Temperatura supere los 400 °C.

La condición de alarma:

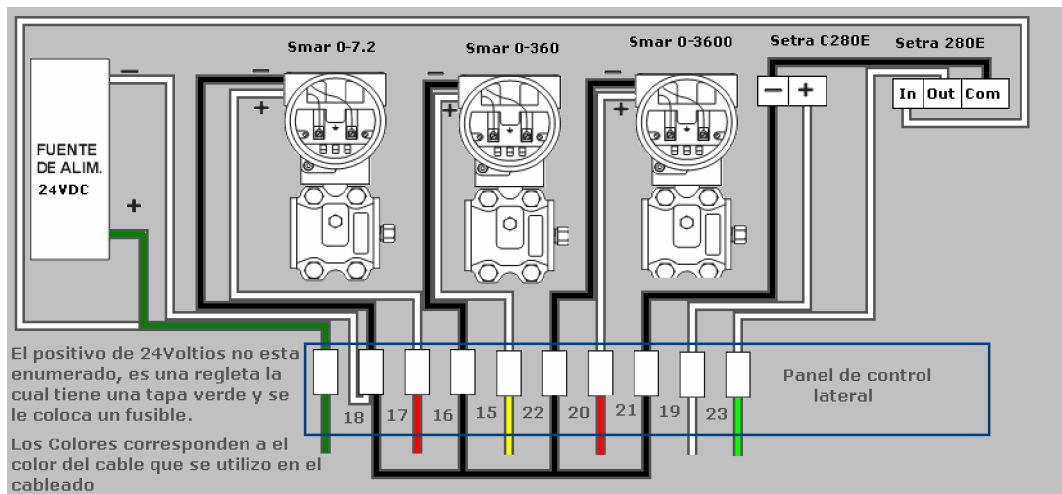
Cuando la presión diferencial supere lo 3580

Pregunta si los datos de entrada hay que cambiarlos o no.

3.3. SUBSISTEMA ACTUAL DE DIFERENCIAL DE PRESIÓN TIPO SMAR.

Las modificaciones que se realizaron a este subsistema fueron en la parte eléctrica ya que como estaba no permitía que el equipo se prendiera. La conexión eléctrica de los smar y los transducer de presión se puede observar en la figura 30.

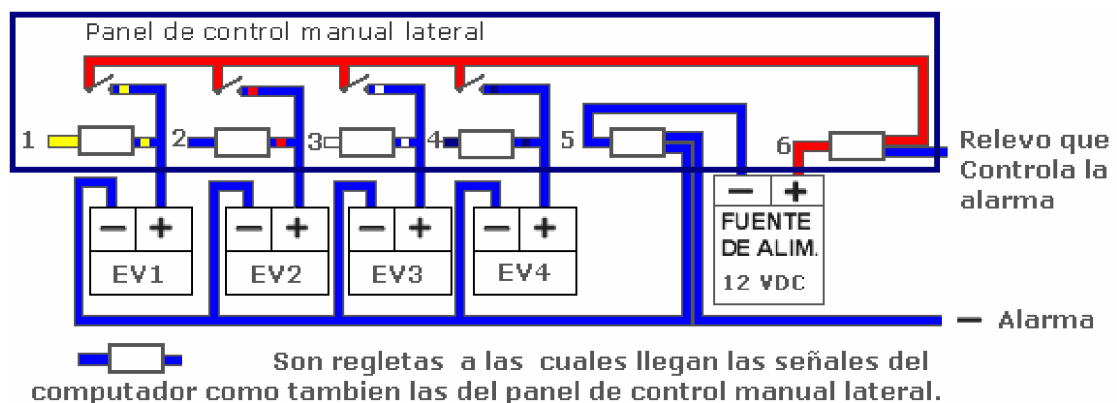
Figura 30. Diagrama de conexión de los smar y transducer.



Los smar tanto como los transducer son alimentados por una fuente de 24 VDC de la siguiente forma: El negativo de la fuente se conecta directamente a cada uno de los dispositivos, el positivo de los smar y del transducer de presión C280E es llevado a la interfaz en la cual se unen con el positivo de la fuente a través de una resistencia de 249Ω . El positivo del transducer 280E es conectado a la fuente y su salida va a la interfaz la cual lo conecta con la entrada de la DAQ PCI 6220.

Las electrovalvulas forman parte de este sistema, son alimentadas por una fuente de 12 VDC de la siguiente manera: el negativo de la fuente se conecta directamente a cada una de ellas; para poder activarlas hay que cerrar el circuito y para esta tarea lo que se hace es que se cierra un interruptor al cual previamente se le a conectado el positivo, esto es para poderlas accionar desde el panel de control lateral. El accionamiento desde el computador se hace mediante un relevo el cual cierra el circuito cuando se dispara. El diagrama de conexión se puede observar en la siguiente figura.

Figura 31. Diagrama de conexión de las electrovalvulas.



Los numeros son la identificación de cada una de las regletas ubicadas en el panel de control manual lateral.

Los colores de cada una de las líneas corresponde al color del cable utilizado para su respectiva instalación eléctrica.

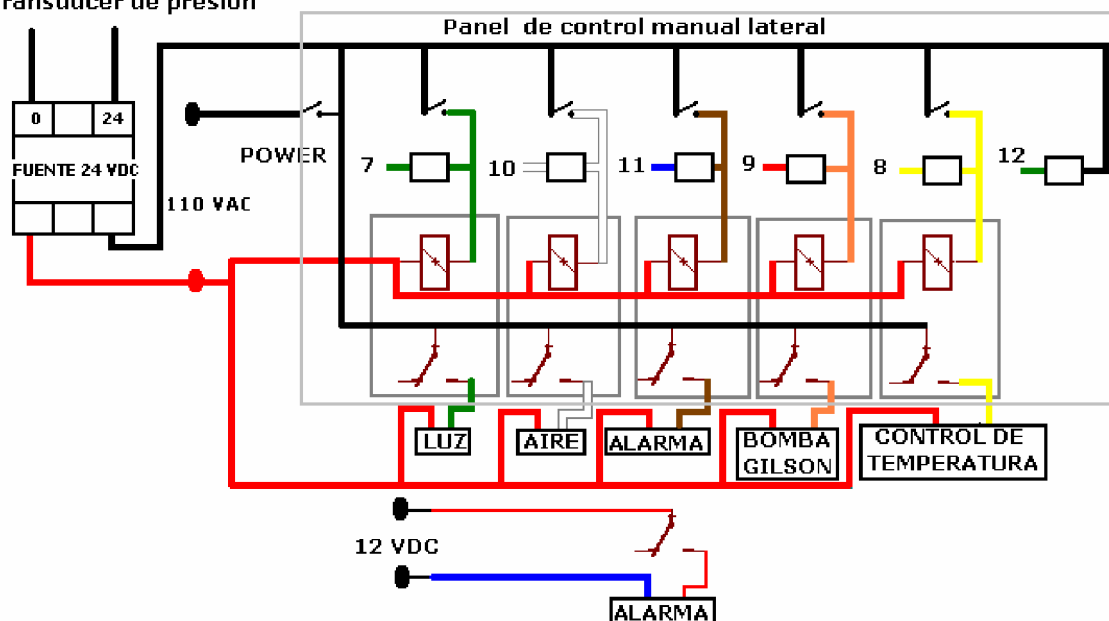
3.3 SISTEMA ELECTRICO AC.

El EDP cuenta con un ventilador, un bombillo, la bomba gilson, y la alarma los cuales son dispositivos que se alimentan con 110 VAC, para

accionarlos se utilizan relevos los cuales se pueden activar desde el panel de control lateral y del computador, el sistema eléctrico que se utiliza para la realización de esto se puede observar en la figura 32.

Figura 32. Plano Eléctrico AC.

Alimentación para los smar LD 301 y los transducer de presion



En la figura 32 aparecen dos alarmas de las cuales una es la sirena y la otra es la que proyecta una luz; ambas son utilizadas para indicar que algo irregular está pasando en el sistema. Los números de las regletas es para poder identificar cada una de las señales; El número 12 corresponde a la señal que es llevada a la interfaz para poder hacer el encendido desde el computador.

4. CONCLUSIONES.

Analizando como estaba implementado el equipo de desplazamiento positivo para realizar la cuidadosa tarea de Rediseño, Automatización y Puesta en Marcha del mismo, (Equipo de Desplazamiento Positivo), puede determinarse que en el campo de la electrónica, cuando se trabaja con dispositivos que tienen un alto costo, se debe tener mucho cuidado cuando se realiza sus respectivas conexiones, ya que cualquier falla puede ocasionar un gran daño a los respectivos equipos, además realizar un plano detallado de las respectivas conexiones para facilitar el estudio a cualquier persona del equipo con el cual se este trabajando.

Labview es un lenguaje de programación muy bueno, ya que cuenta con muchas herramientas para la elaboración de una aplicación, igualmente en la realización de la interfaz de usuario se pueden incorporar y hacer deferentes elementos para fabricar una aplicación agradable para el ojo humano.

La tarjeta de adquisición de datos PCI 6220, facilito la ejecución del proyecto, puesto que su manejo se hace de una manera muy sencilla y su respuesta es muy positiva.

En la industria del petróleo es muy bueno conocer el daño ocasionado a la roca del pozo durante el proceso de extracción del petróleo, para así mismo poder adoptar medidas que permitan prevenir que la roca se siga

deteriorando lo cual ocasionaría un mayor gasto en el proceso de extracción. En estos casos el Equipo de Desplazamiento Positivo, es una herramienta muy útil, porque permite mediante la realización de una prueba conocer el deterioro ocasionado a la roca.

RECOMENDACIONES

Después de realizar el acondicionamiento del equipo se hacen las siguientes recomendaciones para un mejor funcionamiento:

El principal problema del EDP es la tierra por tal motivo se le hizo un seguimiento a esta durante un periodo de dos semanas teniendo un comportamiento muy irregular debido a la mala distribución de la red eléctrica de la facultad de ingeniería como también de la utilización inadecuada de algunos elementos en la fabricación de la tierra destinada para el equipo por tal razón se recomienda hacerle un estudio a estas dos partes.

EL horno del EDP no debe calentarse a una temperatura mayor de 150 ° C y para poder alcanzar su set point se recomienda prenderlo dos horas antes de la prueba para que el controlador de temperatura TZ4L calcule los parámetros PID adecuados.

LA DAD PCI 6220 tiene una cantidad de canales digitales libres los cuales pueden ser utilizados para adecuar el cambio del smar a utilizar para medir el diferencial de presión ya que en este momento se hace de una manera manual.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

BOYLESTAD, Robert L. y NASHELSKY, Louis. Electrónica: Teoría de circuitos. 6 edición. México: Prentice Hall, 1997. 949 Pág.

Manuales:

Manual de instrucciones, operaciones y mantenimiento del transmisor inteligente de presión con control PID incorporado.

Paginas web:

www.smar.com

www.ni.com

www.setra.com

www.automatictiming.com