

ACTUALIZACION DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE LAS FRAC-VAN DE LA LINEA DE ESTIMULACION
DE HALLIBURTON COLOMBIA.

OSCAR FABIAN MARQUEZ PUENTES
COD. 2002200263

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA
2009

ACTUALIZACION DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE LAS FRAC-VAN DE LA LINEA DE ESTIMULACION
DE HALLIBURTON COLOMBIA.

OSCAR FABIAN MARQUEZ PUENTES
COD. 2002200263

Proyecto de grado – Pasantía Supervisada para optar
al título de Ingeniero Electrónico

Director Pasantía Universidad Surcolombiana:
GERMÁN EDUARDO MARTÍNEZ BARRETO
Ingeniero Electrónico

Director Pasantía Halliburton Latín América S.A.
CARLOS HERNANDO TORRES
Supervisor de Electrónica Halliburton Latín América S.A.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRONICA
NEIVA
2009

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del primer jurado

Firma del segundo jurado

Neiva, 27 de Marzo de 2009

DEDICATORIA

La vida se compone de Sueños. Sueños que queremos alcanzar, Sueños que se cumplen sin pensar, Sueños que nunca llegarán y Sueños que logramos realizar. Y hoy mas que un Sueño es una realidad; realidad que solo fue posible gracias al gran esfuerzo y empeño que pusieron en mi quienes me regalaron la vida. Padre y Madre todo lo que soy hoy es por ustedes y por nuestra familia de quien también es este logro, Gracias.

A mi Novia Andreita. Ha sido su fe puesta en mi, mi fuerza y mi convicción de que pronto este Sueño se iba a realizar.

Gracias a todos aquellos que me acompañaron en esta lucha, llena de grandes y duros momentos pero gratos recuerdos. Dianita, Charlie, Iván, Dieguiño, siempre tendrán un lugar en mi corazón.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. SISTEMA ACTUAL	15
1.1 SENSORES	16
1.1.1 Densometro Radiactivo	16
1.1.2 Transducer de Presión	17
1.1.3 Flow Meter	17
1.2 CONECTORES DE SENSORES	18
1.2.1 Conector de presión y densidad	18
1.2.2 Conector de flujo	19
1.3 COMPUPAC	19
1.4 UNIPRO II	20
2. SISTEMA DESEADO	21
2.1 SENSORES	21
2.2 INTERFAZ ENTRE LOS SENSORES Y EL SISTEMA DE PROCESO DE LA FRAC VAN	21
2.3 COMPUTADORES DE ADQUICISION Y CONTROL ACE Y BACKUP ACE	21
2.4 COMPUTADORES DE ANALISIS Y PROCESO IFS SERVER BACKUP SERVER	21
2.5 RED ETHERNET Y TOKEN RING	22
2.6 SISTEMA DE SOPORTE ELECTRICO	22
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	23
3.1 MODIFICACIONES FÍSICAS DE LAS FRAC VANS	23
3.2 IMPLEMENTACION DEL NUEVO SISTEMA	23
3.2.1 Subsistema ACE (Automatic Controller Equipment)	25
3.2.1.1 Computador ACE	25
3.2.1.2 ACE Patch Panel	25
3.2.1.3 Módulos CAN	27
3.2.1.3.1 Módulo de Entrada Analógica	27
3.2.1.3.2 Módulo de Salida Analógica	28
3.2.1.3.3 Módulo de Entrada en Frecuencia	28
3.2.1.3.4 Módulo Digital	29
3.2.1.3.5 Módulo de Densidad	29

3.2.1.3.6	Programación de los Módulos CAN	30
3.2.1.4	Can Usb	30
3.2.1.5	Can Bus	31
3.2.1.6	Multistation Access Unit	33
3.2.1.7	Ethernet Switch	34
3.2.1.8	Fuente de Voltaje	34
3.2.2	Subsistema IFS Server	34
3.2.2.1	Computador IFS Server	35
3.2.2.2	Workstation	35
3.2.2.3	Rack de Comunicaciones	35
3.2.2.4	Router RP6 14 v4	35
3.2.2.5	Ethernet Switch	36
3.2.2.6	Edgeport/4	36
3.2.2.7	Black Box RS-232 a RS-422	36
3.2.2.8	Sistema Soporte Eléctrico	37
3.2.2.8.1	Generador Eléctrico Interno	37
3.2.2.9	UPS	37
3.3	CONEXIÓN A UNIDADES Y DISPOSITIVOS EXTERNOS	37
3.3.1	Unidades ACE	37
3.3.2	Unidades ARC	38
3.3.3	Conexión para Dispositivos Genéricos	38
3.4	CONEXIÓN Y COMUNICACIÓN UNIDADES ACE/ARC	39
4.	PRUEBA DEL SISTEMA	42
4.1	FRACTURAMIENTO HIDRAULICO INTEROIL	42
4.2	FRACTURAMIENTO HIDRAULICO DRUMMOND	44
5.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS	49
5.1	VENTAJAS	49
5.2	DESVENTAJAS	49
6.	CONCLUSIONES	50
7.	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA	52

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Distribución de pines conector DBP CAN USB	31
Cuadro 2. Especificaciones del Bus de Datos	32
Cuadro 3. Direcciones IP para Computadores ACE e IFS Server	41

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Sistema Adquisición de Datos Actual	16
Figura 2. Densometro Radiactivo	17
Figura 3. Transducer de Presión	17
Figura 4. Flow Meter	18
Figura 5. Conector de Presión y Densidad	19
Figura 6. Conector de Flujo	19
Figura 7. Compupac	20
Figura 8. Unirpo II	20
Figura 9. Conexión del Sistema Final	24
Figura 10. ACE Patch Panel	26
Figura 11. Interior ACE Patch Panel	26
Figura 12. Modulo CAN Entrada Analógica	27
Figura 13. Modulo CAN Salida Analógica	28
Figura 14. Modulo CAN Entrada Frecuencia	28
Figura 15. Modulo CAN Digital	29
Figura 16. Modulo CAN de Densidad	29
Figura 17. CAN USB	31
Figura 18. Diagrama Conexión Red CAN	32
Figura 19. Conector de la Resistencia de 124 Ω	32
Figura 20. Red Token Ring	33
Figura 21. MAU	33
Figura 22. Router RP614 v4	35
Figura 23. Edgeport/4	36
Figura 24. Black Box RS-232 a RS-422	37
Figura 25. Pantalla de control – Instrument Skid	39
Figura 26. Pantalla de control – Grizzly	40
Figura 27. Pantalla de control – Blender	40
Figura 28. Mini Frac Mana 14	43
Figura 29. Fractura hidráulica Mana 14	44
Figura 30. Equipos Conectados al Sistema	45
Figura 31. Registro de Presiones	46
Figura 32. Registro de Flujo	47
Figura 33. Registro de Densidad	47

GLOSARIO

ACE: automatic controller equipment.

ARC: automatic remote control

BLENDER: unidad que utiliza Halliburton para realizar mezclas de grandes cantidades de líquidos con otros líquidos o con arenas, tiene la capacidad de mezclar y bombear al mismo tiempo, en algunos momentos se puede hacer referencia a esta unidad como Proppant Equipment.

CAN: control area network.

CLIENTE: es la empresa que contrata los servicios de Halliburton, por lo general durante la operación siempre hay un representante de la empresa contratista, que puede ser el CompanyMan o su asistente.

COILED TUBING: unidad Utilizada por Halliburton, especializada en los trabajos de limpieza de los pozos, esta unidad utiliza una tubería especial que es parte del equipo y que tiene como particularidad que permite transportarse en un Rollo.

FRACTURADOR: termino que se utiliza para referirse a una unidad de Bombeo por lo general de unos 400 HP utilizadas para bombear líquidos a altas y bajas presiones y caudales durante los trabajos de estimulación de pozos.

FRACTURAMIENTO HIDRAULICO: el proceso de fracturamiento hidráulico es uno de los métodos de excitación de pozo usuales en la industria petrolera. Un fluido (generalmente agua) se inyecta a gran presión en el pozo hasta lograr que la roca se fracture y se pueda acceder hacia zonas con petróleo que estaban aisladas.

GRIZZLY: unidad de Bombeo diseñada por Halliburton, esta unidad cuenta con solo una bomba, con una capacidad de 2000 HP.

IFS: insite for stimulation

INSTRUMENT SKID: este es el nombre que se le a dado a la pantalla de control del Software ACE para las unidades de Adquisicion de Datos, en nuestro caso esta es la pantalla que se observara cuando iniciemos el computador ACE de las Frac-Vans

KIT DEL FLOW METER: el Kit del Flow Meter son las partes que componen el Rotor, es decir dos centralizadores, una turbina que gira cuando un flujo esta atravesando el sensor y dos prisioneras en forma de anillo, que mantienen el Kit dentro del Flow Meter aun cuando se bombea a grandes ratas. La función de este kit, es girar a medida que un flujo lo atraviesa, y de esta forma permitir que el Pick-up magnético pueda registrar el Flujo que se esta bombeando

LINEA: este término hace referencia a la tubería que se instala desde las unidades de mezcla y bombeo hasta la Cabeza de Pozo.

LOGICAL EQUIPMENT ASSIGNMENTS: corresponde a una pantalla del Software IFS, donde se pueden visualizar todos y cada uno de los dispositivos que se han conectado a la Frac-Van y de los cuales el Software IFS a detectado comunicación.

MINI FRAC: con el objetivo de determinar altura y presión de cierre de la fractura y eficiencia del fluidos de fracturamiento. Esta información permite revisar si con el programa de fracturamiento se pueden lograr los objetivos del trabajo o si por el contrario, es necesario realizar modificaciones en el mismo.

MAU: multistation access unit.

OPERADOR: persona que se encarga de manipular y de que las diferentes unidades de Bombeo y Mezcla funcionen correctamente.

SDS: smart distributed system.

TCC: tech command center.

TUBO FOTOMULTIPLICADOR: sensor que permite medir la radiación que emite la fuente radioactiva del densometro, al estar ubicada en el lado opuesto a la fuente permite que el fluido que pasa a través del densometro varia la cantidad de radiación que puede registrar este tubo y de esta forma calcular la densidad del liquido al interior del densometro.

PANTHER: unidad de Bombeo diseñada por Halliburton, esta unidad cuenta con dos bombas con una capacidad de 1600 HP cada una.

PING: packet internet grouper. Se trata de una utilidad que comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y respuesta de eco (ambos definidos en el protocolo de red ICMP) para determinar si un sistema IP específico es accesible en una red. Es útil para diagnosticar los errores en redes o enrutadores IP.

RESUMEN

Con el constante cambio y evolución de la tecnología, y con la gran importancia en el desarrollo económico y social que tiene la industria del petróleo en nuestra sociedad, es necesario que tanto la tecnología como la industria petrolera vayan de la mano, es por esto que empresas como Halliburton se preocupan por brindar servicios de la mas alta calidad con tecnología de punta. Es por esta razón que se desea realizar la Actualización del Sistema de Adquisición de Datos de las Frac-Vans; unidades que se utilizan para el monitoreo de los sensores que intervienen en los diferentes trabajos realizados por la Línea de Estimulación de Halliburton Colombia.

Durante el desarrollo del libro se especificara todos los elementos y dispositivos que se utilizaron para la culminación satisfactoria del proyecto, por ello el presente libro esta dividido en siete capítulos.

En el primer capitulo se describe el sistema actual que utiliza Halliburton para realizar la adquisición de datos en los diferentes trabajos de Estimulación, haciendo una recopilación de la información de los diferentes sensores, así como los diferentes dispositivos que se utilizan la empresa para el monitoreo y control de las diferentes señales de los sensores.

En el segundo capitulo, se plantea el sistema que se desea al concluir este proyecto, en este capitulo se encuentran detalladas las principales partes que deberían conformar el Sistema Final.

En el tercer capitulo, se hace una descripción detallada de todos los dispositivos que conforman el Nuevo Sistema, su aplicación dentro del sistema, su conexión dentro del mismo al igual que se mencionan las nuevas aplicaciones del sistema con las nuevas unidades de bombeo y mezcla; y finalmente se muestra el sistema final aclarando las variaciones que se presentan de acuerdo con el Sistema Deseado que se describe en el segundo capitulo.

En el Cuarto Capitulo se muestran graficas correspondientes a la información recopilada en tiempo real por los diferentes sensores que se conectaron a la Frac Van, así como información proveniente de los sensores de otras unidades que se conectaron al Sistema Final. Donde se puede verificar el correcto funcionamiento del Nuevo Sistema y comparar la información proveniente de los sensores conectados directamente a la Frac Van y la proveniente del sistema de unidades remotas.

En el capitulo quinto se describen una serie de ventajas y desventajas que presenta el nuevo sistema de adquisición de Datos de las Frac-Vans, respecto del sistema anterior y de las nuevas necesidades que traen las nuevas tecnologías.

El capitulo sexto contiene los conclusiones de la planeación, desarrollo y finalización del proyecto de la "Actualización del Sistema de Adquisición de las Frac-Van de la Línea de Estimulación Halliburton Colombia".

Y finalmente en el capítulo Séptimo se realizan una serie de recomendaciones, puntos específicos, con los cuales se puede mejorar el sistema que se acaba de implementar y que por razones fuera del alcance de este proyecto no fueron llevadas a cabo durante el desarrollo del mismo.

ABSTRACT

Given the rapid change and evolution of technology, and with the significant role that the oil industry plays in the social and economic development of our society, it is a necessity that both the technology and the oil industry work hand in hand. For this reason oil companies such as Halliburton, concerned with offering high quality services using state-of-the-art-technology, has updated of the Data Acquisition System of Frac-Vans. The Frac-Vans units are used as the monitors of the sensors that interact in the different tasks done through Production Enhancement of Halliburton, Colombia.

In this book all the elements and devices that were used to develop this project will be explained in the seven chapters that compile all the work. Each of the chapters are described as follows.

The first chapter describes the current system used by Halliburton to perform data acquisition in the stimulation of different jobs, making a compilation of information from various sensors and various devices that are used for the monitoring and control of different signals from the sensors.

In the second chapter, we find the system which we want to complete on this project, in this chapter are detailed the main parties should form the final system.

In the third chapter, a detailed description of all devices that make up the new system, its implementation within the system, its connection within the same as that mentioned the new applications for the new system with pumping and mixing units; and finally the system is shown to clarify the changes that occur in accordance with the desired system that is described in the second chapter.

The fourth chapter shows graphs corresponding to the real-time information collected by different sensors that were connected to the Frac Van, as well as information from sensors of other units that were connected to the final system. Where you can verify the proper functioning of the new system and compare the information from the sensors connected directly to the van and Frac system from the remote units.

In the fifth chapter describes a number of advantages and disadvantages presented by the new data acquisition system of Frac-Vans, over the previous system and new requirements that bring new technologies.

The sixth chapter contains the conclusions of the planning, development and completion of the project "Upgrading of the procurement system of the Frac-Van Line Stimulation of Halliburton Colombia."

And finally in the seventh chapter is a series of recommendations on specific points with which to improve the system that has just been implemented and that for reasons beyond the scope of this project were not carried out during its development.

INTRODUCCION

El sector petrolero es de suma importancia tanto en el ámbito mundial, nacional como regional, por el valor agregado que conllevan las empresas de esta magnitud en el desarrollo de las comunidades que se benefician de sus regalías, además del gran atractivo en el campo laboral; en una mayor escala en el sector de la ingeniería, por el constante desarrollo e innovación en tecnología que estas compañías imponen; dado esto es necesario para dichas empresas vincular a personal idóneo en las diferentes ramas del conocimiento, en este caso en particular personas con conocimientos en Ingeniería Electrónica, que tengan la capacidad de dar soporte en el manejo de tecnología de punta y en la capacitación de personal que requiera de estos conocimientos.

En la industria petrolera se cuenta con una cantidad considerable de estas compañías, tanto operadoras como prestadoras de servicio. Una de las más importantes prestadoras de servicio es HALLIBURTON LATINAMERICA S.A., que cuenta con una amplia gama de líneas de servicio, dentro de las cuales encontramos la línea de Estimulación la cual esta muy ligada al desarrollo e implementación de nuevas tecnologías para proteger el medio ambiente, aumentar la seguridad de las diferentes operaciones y ayudar a optimizar la producción.

Dado el alcance de esta línea de servicios, es de un gran valor el tener la oportunidad de poder desempeñarse dentro de este campo, para aportar tanto los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Ingeniero Electrónico, como para adquirir nuevas nociones y experiencias dentro del desempeño laboral; y aplicarlas en el presente proyecto, donde se pretende mejorar considerablemente el sistema de adquisición de Datos y Control de las Unidades ‘Frac Van’; para lo cual se tendrá que conocer y aplicar las nuevas tecnologías en Hardware y Software que se está utilizando Halliburton, logrando que el sistema que se desea finalmente sea mas confiable, flexible y aporte las herramientas necesarias para que todas las operaciones que involucran estas unidades culminen de forma satisfactoria.

Durante el desarrollo del proyecto se mostrara la evolución del Sistema de Adquisición de Datos, evidenciando como la tecnología CAN permitirá alcanzar los objetivos del sistema deseado, y dará herramientas de control sobre las nuevas unidades de mezcla y bombeo con que cuenta la línea de Estimulación.

1. SISTEMA ACTUAL

Las Frac Vans son unidades pertenecientes a la línea de Estimulación de Halliburton Latín América S.A, diseñadas para la recolección y almacenamiento de los datos adquiridos por los diferentes sensores en un trabajo específico.

Estas unidades fueron desarrolladas de tal manera que todos los datos que reciben sus computadores, lo hacen por el puerto serial, las unidades cuentan con dos computadores en su interior para el procesamiento de la información y tres pantallas adicionales para la visualización de los datos en tiempo real cuando. El procesamiento de la información y su visualización se realiza por medio de software tales como HALWIN o IFS (Insite For Stimulation).

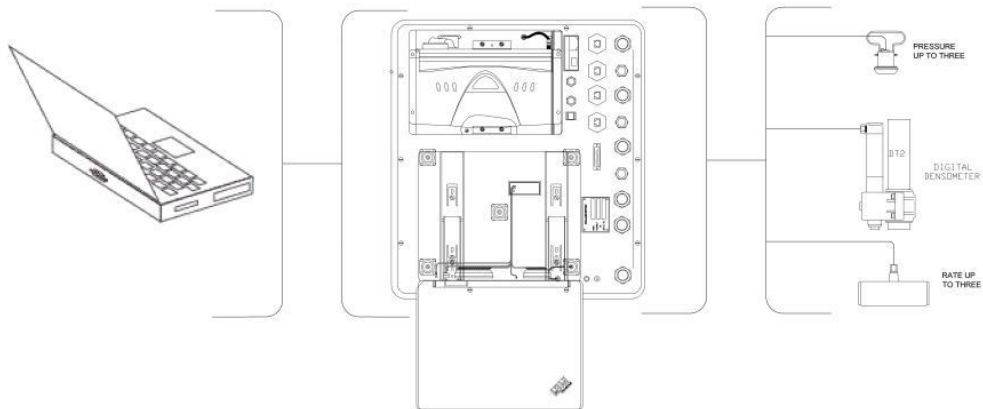
Este sistema de adquisición de datos cuenta con tres partes principales, los Sensores y Dispositivos que adquieren los diferentes datos, el Compupac o interfase de información y la Unidad Frac Van o computadores donde se visualiza la información.

El sistema inicia con los sensores que se encargan de adquirir la información que se necesita procesar durante el desarrollo de cualquier trabajo de la línea, esta información es transportada hasta el Compupac (interfaz entre las señales de los diferentes sensores y el computador de control) y de allí hacia el computador de control y proceso. El Compupac cuenta con un puerto para cada uno de los sensores, y transmite la información al computador de forma serial.

En el computador se procesa la información y se decide cual información se muestra en las diferentes pantallas de la unidad. La información almacenada en los computadores de la Frac Van es transmitida a otros computadores de forma serial o por medio de una red Ethernet a otros computadores, siempre y cuando tengan instalado el software IFS y este se ejecute como Workstation.

Estas unidades cuentan con un sistema eléctrico que se puede dividir en dos subsistemas, el primero es un generador eléctrico que se le ha adaptado a la unidad, capaz de generar la corriente eléctrica necesaria para su funcionamiento y el segundo es una conexión a un generador eléctrico externo de 110 V AC o 220 V AC dependiendo de la Frac Van; adicionalmente las Frac Vans cuentan con UPS como respaldo eléctrico para cuando se requiera hacer un cambio entre los dos subsistemas eléctricos durante el desarrollo de un trabajo. Finalmente estas unidades cuentan con una fuente de Voltaje DC de 12 V para alimentar el Compupac.

Figura 1. Sistema Adquisición de Datos Actual



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

A continuación se describe cada uno de los dispositivos que compone el sistema actual para su mejor comprensión.

1.1 SENSORES

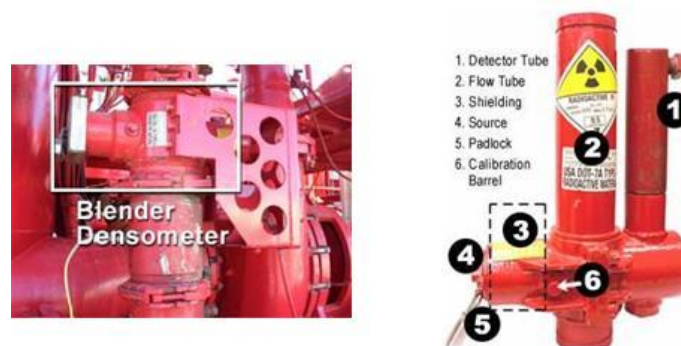
Para la culminación exitosa de cualquiera de los trabajos desarrollados por la línea de Estimulación es indispensable que los datos de las diferentes variables sean recolectados con la mayor fiabilidad posible; para esto es muy importante dos aspectos, los sensores encargados de adquirir la información y la forma de transmitirla hasta el equipo que se requiera. Es por esta razón que Estimulación cuenta con un sensor específico para cada variable, como se muestra a continuación.

1.1.1 Densometro Radiactivo. el densometro radiactivo permite medir constantemente la densidad del fluido que lo atraviesa, para este fin el densometro cuenta con una fuente que emite elementos radiactivos que atraviesan el fluido que se desea medir, la radiación que logra traspasar el fluido que circula por el densometro es detectada por un Tubo Foto Multiplicador y de acuerdo con esta radiación emite una frecuencia determinada.

Para el manejo de estos sensores fue necesaria la asistencia y aprobación de un curso de capacitación, en el cual el tema de interés era Radioactividad Básica, como principal objetivo entender los peligros de estar cerca de una fuente radioactiva.

La radiación es detectada por un Tubo Foto multiplicador que puede generar frecuencias de alrededor de 80 KHz dependiendo de la radiación que detecta. Es de aclarar que la curva de respuesta de este sensor tiende a ser exponencial lo que hace que se utilicen de 7 u 8 puntos para su calibración.

Figura 2. Densometro Radiactivo



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.1.2 Transducer de Presión. estos sensores están ubicados sobre las diferentes unidades y/o en la línea que va al pozo cuando se realiza un trabajo específico; tienen la capacidad de generar una señal de Corriente de una intensidad de 4 mA – 20 mA dependiendo de la presión hidráulica que sobre ellos se ejerce, es muy importante no sobrepasar las presiones máximas permitidas de 15000 psi o 20000 psi dependiendo del tipo de Transducer, esto puede causar perdidas de los niveles de calibración o generar daños graves en el sensor.

Figura 3. Transducer de Presión



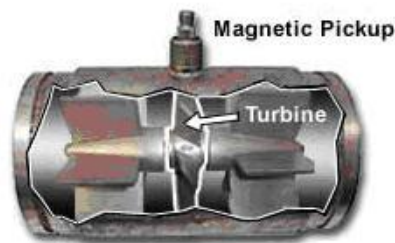
"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.1.3 Flow Meter. estos sensores monitorean la rata de los fluidos que pasan a través de él, por medio de una turbina rotativa, donde un Pick-up Magnético genera un pulso cada vez que frente a el pasa una de las aspas de la turbina.

El Flow Meter esta compuesto por dos soportes que permiten que la turbina gire libremente cuando por él circula un fluido, adicionalmente tiene un anillo en cada extremo que encaja en una ranura y evita que este Kit del Flow Meter caiga al pozo.

Cada uno de los kit de los Flow Meter son fabricados como piezas únicas, lo que implica que no se pueden intercambiar sus partes con las de otro kit ni tampoco la posición dentro del mismo kit; también cada uno de estos kit trae una calibración de fábrica que indica los pulsos por galón que se deben leer para realizar las mediciones pertinentes y, es diferente para todos los Kit.

Figura 4. Flow Meter



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.2 CONECTORES DE SENSORES

Es importante destacar que todos los sensores que se utilizan en el desarrollo de un trabajo específico están ubicados en ambientes muy hostiles, donde el ruido eléctrico, la humedad y la distancia a la que se tienen que transmitir las señales tomadas por los sensores son bastante considerables, por esto es de gran importancia que el tipo de cable que se utilice para transmitir la información sea de un muy buen conductor, con pocas pérdidas por atenuación y cuenten con un buen blindaje, pero sobre todo que tenga conectores que soporten estas condiciones.

Es por esta razón que Halliburton utiliza una serie de conectores especiales para cada sensor que además de brindar la protección adecuada a los problemas mencionados anteriormente, brinda las conexiones necesarias a los sensores para un correcto funcionamiento de los mismos.

1.2.1 Conector de presión y densidad. los conectores mostrados en la Figura 5 son los terminales para un cable de Presión pero también para uno de Densidad. En otras palabras, los conectores de densidad y presión tienen la misma configuración, variando en el conector que va al sensor; es decir al Transducer de Presión se conecta el Terminal de 4 socket, mientras que al Densímetro se conecta el Terminal de 5 pin, por supuesto el otro extremo será conectado al dispositivo donde se quiere transmitir la información, el cual tendrá la configuración necesaria.

Figura 5. Conector de Presión y Densidad



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.2.2 Conector de flujo. el conector de Flujo a diferencia del anterior tiene los dos terminales con sockets de los cuales, el de 2 posiciones se conecta al Pick-up Magnético y el de 3 posiciones se conecta al dispositivo que recibe la señal.

Como es de observar, para la realización de los diferentes trabajos de la línea, es necesaria la toma de diferentes tipos de variables que necesariamente implican diferentes tipos de señales.

Esencialmente se puede hablar por el momento de dos tipos de señales, Frecuencia y Corriente (4 a 20 mA).

Figura 6. Conector de Flujo



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.3 COMPUPAC

El Compupac es un dispositivo desarrollado por Halliburton para solucionar el problema de incompatibilidad entre los diferentes datos recogidos por los sensores y el Unipro II y el sistema donde se almacenaría o mostraría; es decir, este dispositivo es la interfase entre la información que se está adquiriendo y el computador o computadores donde se visualizaría y analizaría esta información. El Compupac cuenta con una serie de puertos de entrada, para realizar conexiones de presión, de flujo, de densidad, de temperatura y una conexión LAN. La salida para transmitir la información es un puerto Serial DB9, que transmite la información bajo el protocolo RS232 y de esta forma permite conectarse a cualquier computador.

Figura 7. Compupac



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

1.4 UNIPRO II

Este dispositivo se ubica en diferentes unidades como los Coiled Tubing y Blenders, y permite la visualización de las señales de los diferentes sensores de la unidad como tal. Este dispositivo es de vital importancia ya que bajo la información que el este mostrando se toman dediciones vitales para realización exitosa de cualquier trabajo. El Unipro II cuenta con una serie de canales que permite la conexión directa de los diferentes sensores mencionados anteriormente; de igual forma permite el ingreso de la información necesaria para calibrar los mismos. También tiene un canal para conexión serial con formato RS422, conexión con la que es posible acceder a la información que contiene o para visualizar en tiempo real la información que él está adquiriendo.

Figura 8. Unirpo II



"Introduction to instrumentation and data acquisition". Curso I Learn Halliburton

2. SISTEMA DESEADO

Con el desarrollo de este proyecto, se pretende que las unidades Frac Van de la línea de Estimulación tengan un Sistema de Adquisición de Datos completamente confiable, que permita garantizar su correcto funcionamiento durante el desarrollo de los diferentes trabajos que realiza la línea.

Para cumplir con lo anterior el sistema final debe tener las siguientes partes.

2.1 SENSORES

Los sensores que se utilizarán en el sistema final son los mismos que se describieron en la primera parte de este libro. Cabe aclarar que estos sensores son los que se pueden conectar directamente a la Frac Van y que existen una serie de sensores de temperatura, nivel de tanques, posición entre otros, instalados en las unidades de Bombeo y Mezcla, que se desea poder observar y procesar en la Frac Van.

2.2 INTERFAZ ENTRE LOS SENSORES Y EL SISTEMA DE PROCESO DE LA FRAC VAN

En el desarrollo del proyecto se reemplazará la interfaz actual (Compupac) por dispositivos que trabajan bajo la tecnología CAN (Módulos CAN), de tal forma que el sistema final sea un sistema flexible que permita no solo la adquisición de datos, sino el control de las diferentes unidades con tecnología ACE/ARC que está adquiriendo Halliburton Colombia.

2.3 COMPUTADORES DE ADQUICISION Y CONTROL ACE Y BACKUP ACE

El computador ACE permitirá adquirir la información de los diferentes sensores conectados a la Frac Van; así como el control de las unidades ACE/ARC que se conecten a la Frac Van. El computador BackUp ACE debe cumplir con las mismas funciones del computador ACE para solventar cualquier falla que pueda tener este último.

2.4 COMPUTADORES DE ANALISIS Y PROCESO IFS SERVER Y BACKUP SERVER

El computador IFS Server será el encargado de analizar y procesar toda la información recolectada por los diferentes sensores conectados a la Frac Van, así como la información proveniente de las unidades ACE/ARC conectadas a la misma. De igual forma este computador será el encargado de administrar la información que se mostrara en las diferentes pantallas dentro de la unidad y trabajará a su vez como servidor para los diferentes computadores que se deseen conectar como WorkStation. El computador BackUp Server, será como su nombre lo indica el respaldo del computador IFS Server en caso de que este falle.

2.5 RED ETHERNET Y TOKEN RING

En el sistema final se desea tener una red Ethernet que permita comunicar el computador IFS Server con el computador ACE y con todas las computadoras de las diferentes unidades ACE/ARC conectadas a la Frac Van, y que permita que el computador IFS Server cumpla con sus funciones de Servidor para los computadores "Work Station" que así lo requieran.

La red Token Ring permitira la comunicación con las unidades ARC que trabajen bajo esta topologia de red exclusivamente.

2.6 SISTEMA DE SOPORTE ELECTRICO

El nuevo sistema conservará el sistema eléctrico con que cuenta la unidad actualmente, este consta de una conexión a un generador electrico externo, un generador eléctrico interno, una UPS y una Fuente de voltaje que será la encargada de alimentar los Modulos CAN para la interfaz con los sensores.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 MODIFICACIONES FÍSICAS DE LAS FRAC VANS

La mayoría de los trabajos realizados por la línea de Estimulación de Halliburton se realizan en locaciones ubicadas en zonas donde la movilización terrestre es de gran dificultad es decir, estas unidades tendrán que transitar largas jornadas por carreteras en muy mal estado y de grandes pendientes, lo que implica que todo el sistema estará sujeto a grandes vibraciones, lo cual es un gran riesgo para todos los dispositivos ubicados en las Frac Vans, ya que esta vibración puede desajustar, soltar o quebrar los dispositivos del sistema.

Es por esto que como primer punto en el desarrollo de este proyecto se realizaron las modificaciones físicas necesarias para la protección de los equipos.

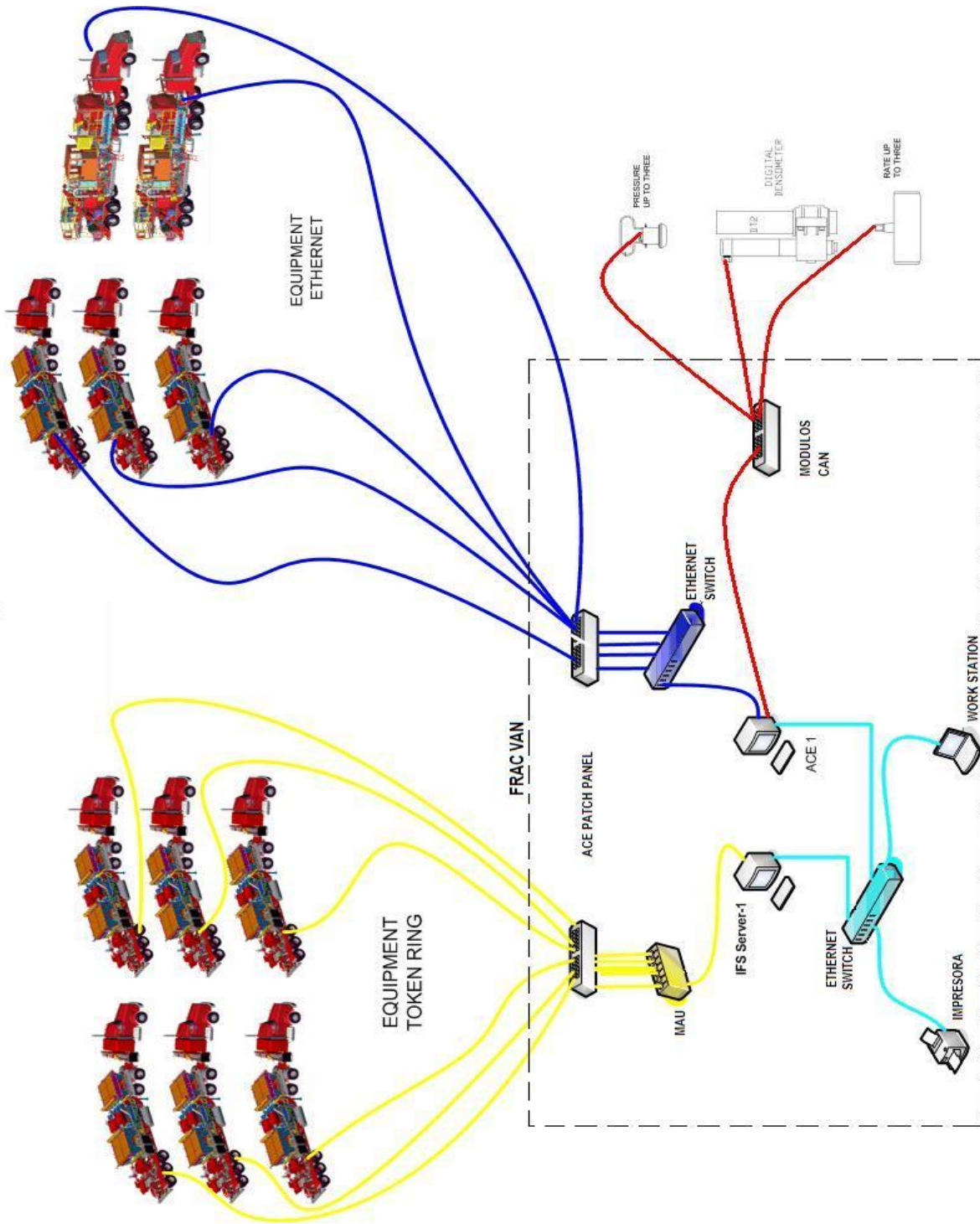
En primer lugar se construyeron o rediseñaron los Rack de Comunicaciones, con el objetivo de comenzar con la instalación de todos los dispositivos necesarios para el funcionamiento del sistema y así lograr un transporte seguro de los mismos. Como se mencionó anteriormente, uno de los principales problemas es la vibración y movimientos bruscos a los que serán sometidos los equipos, y es por eso que fue necesario instalar un sistema de suspensión a los Rack de comunicaciones y a la impresora, para tratar de minimizar este problema. Para esto se utilizaron de cuatro a ocho resortes acerados dependiendo del tamaño del Rack, estos fueron fijados al suelo de la unidad junto con el chasis del Rack.

Se realizó una revisión completa a la red eléctrica y de datos que tenía las Frac Vans en el sistema antiguo, con lo que se pudo observar que la red de eléctrica se encontraba en muy buen estado por lo que no fue necesario cambiarla; pero con la red de datos (conexión para RJ45) se realizaron algunos cambios en sus puntos de conexión por mal estado de los mismos. Esto significó el cambio del cableado, las canaletas y la distribución de los nuevos puntos. También fue necesario realizar algunas modificaciones en la distribución en las mesas de trabajo de las unidades para la ubicación de los nuevos dispositivos, se modificó la parte posterior de las Frac Vans para la ubicación de la nueva caja de conexión para los cables de los sensores y de los diferentes dispositivos y unidades que se conectarían a las Frac - Vans.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

En la figura 9 se observa la conexión interna de la Frac Van y la conexión con los dispositivos externos. La configuración del nuevo sistema se describirá en el desarrollo de este capítulo, donde se incluirán nuevos dispositivos y software los cuales serán explicados en la medida que el informe avance.

Figura 9. Conexión del Sistema Final



El nuevo sistema o sistema Final para la adquisición de datos de las Frac Vans será explicado en dos tapas o subsistemas los cuales están controlados en base al Computador IFS (INSITE for Stimulation) Server y al Computador ACE (Automatic Controller Equipment).

3.2.1 Subsistema ACE (Automatic Controller Equipment). como su nombre lo indica, este subsistema esta basado y controlado bajo un Software ACE que será el que permita la automatización e integración de los sistemas de control de las diferentes unidades, logrando que el nuevo sistema sea de mayor productividad, calidad y fiabilidad.

Con la instalación de este sistema se tendrá la posibilidad de manejar y controlar tecnología de punta tales como las unidades de fracturamiento “Grizzly” y también realizar la conexión para la adquisición de datos y el control de unidades como los Blenders que trabajan bajo sistemas anteriores como el ARC Automatic Remote Control.

3.2.1.1 Computador ACE. los computadores con los que contaba el sistema antiguo de las Frac Van fueron eliminados, en su lugar y específicamente para el subsistema ACE se utilizó un computador COMPAQ EVO D15S, con un procesador de 2.2 GHz, 2 GB de memoria RAM y una tarjeta de video Matrox G45-Quad.

Este computador está configurado para esta aplicación, se instalo el programa ACE de tal manera que permitirá realizar la adquisición de datos desde el ACE Patch Panel, al igual que permitirá conectar las Frac Vans a las diferentes unidades como los Fracturadores y los Blenders.

Por medio del Software que se le ha instalado a este equipo, se puede realizar la adquisición de las variables de cada uno de los sensores que se han conectado al ACE Patch Panel, dentro de las que están presión, flujo, densidad, comunicaciones seriales bajo protocolo RS232 y RS422; como también se podrá tener acceso al control de las unidades que se conecten con él y sus diferentes variables. Toda la información que se procesa en este computador se visualizara en un monitor en el cual se ubica el Ingeniero a cargo del trabajo o el operador.

Cabe aclarar que tanto el Computador BackUp ACE como el BackUp Server no se instalaron en el sistema final por disposición de la Empresa.

3.2.1.2 ACE Patch Panel. el ACE Patch Panel reemplaza el trabajo que en el sistema antiguo realizaba el Compupac Serial Input. Este elemento permite la conexión de los diferentes sensores, dispositivos y unidades de los cuales se desea adquirir datos o tomar su control; y realiza la interfaz para que la información recolectada por los diferentes sensores pueda ser visualizada en el Computador ACE o Server.

Figura 10. ACE Patch Panel



Foto de ACE Patch Panel Instalado en la Unidad

Como se observa en la Figura 10, el ACE Patch Panel cuenta con una serie de puertos de entrada que permitirán conectar los cables de los diferentes sensores como Presión, Flujo, Densidad; dispositivos de comunicación serial bajo protocolo RS232 o RS422 como por ejemplo Unipro II o Compupac, conexión Ethernet para conexión de Work Station o Equipos ACE y finalmente cuenta con una serie de puertos Token Ring para conexiones de equipos ARC. Hay que aclarar que todas las entradas al ACE Patch Panel para conexiones Seriales, Ethernet y Token Ring son puertos RJ45. En el caso de las comunicaciones Seriales es necesaria la implementación de cajas de conexión de DB9 a RJ45.

Figura 11. Interior ACE Patch Panel



Foto de ACE Patch Panel Instalado en la Unidad

Internamente el ACE Patch Panel cuenta con unos Módulos CAN (Controller Area Network), los cuales realizan la interfaz entre la información recolectada y transmitida por los diferentes sensores y el computador ACE y de esta forma realizar satisfactoriamente la adquisición de datos. Como se observa en la Figura 11 el ACE Patch Panel cuenta internamente con un convertor DC - DC de 24 a 12 Voltios que permite la alimentación del densometro que se conecte a las Frac-Vans, este convertor se hace necesario que como se vera mas adelante, se instalo una fuente de voltaje de 24 voltios para la alimentación de los

Módulos CAN la cual no puede alimentar directamente el sensor de densidad ya que este necesita solamente 12 Voltios.

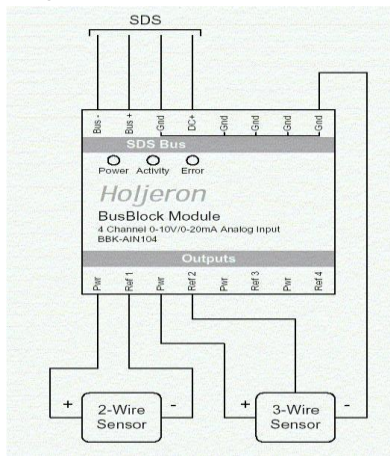
El nuevo sistema de control actualmente denominado Automatic Controlled Equipment (ACE) o como se conocía anteriormente Halliburton Industrial Controller (HIC) tiene como dispositivo principal un computador que permitirá la interconexión de los diferentes Sensores y Actuadores con el resto del sistema por medio de una Red Serial. Esta red Serial esta basada en Smart Distributed System (SDS) diseñado por Micro Switch, un departamento de Honeywell. SDS define el protocolo, el cableado, y la documentación utilizada en el sistema. En otras palabras, SDS define la capa de aplicación para la tecnología CAN (La capa de aplicación SDS puede considerarse como el "lenguaje", mientras que la tecnología CAN puede considerado como el "Sistema de Comunicación").

3.2.1.3 Módulos CAN. los módulos CAN basados en esta misma tecnología, permitirán conectar múltiples sensores y actuadores entre sí por medio de un bus de datos. Este bus es un cable conductor de 5 hilos, de los cuales dos hilos son para la comunicación serial, dos hilos de alimentación eléctrica, y 1 conductor es el escudo o Shield. Como se observara más adelante, los dispositivos de baja potencia tales como sensores de 4 a 20 mA son alimentados desde el mismo Modulo CAN (10 a 30 voltios), mientras que los dispositivos de mayor potencia, como solenoides exigen una Fuente de alimentación independiente.

Dentro de la tecnología CAN es posible encontrar una serie de módulos que se encargaran de realizar la conexión y adquisición de datos de todos los sensores y actuadores que se deseen conectar al sistema de la Frac-Van. Estos Módulos se describen a continuación.

3.2.1.3.1 Módulo de Entrada Analógica. este tipo de Modulo CAN cuenta con 4 canales de entradas para señales análogas de 0-20 mA, 0-5 Voltios o 0-10 Voltios como se observa en la figura.

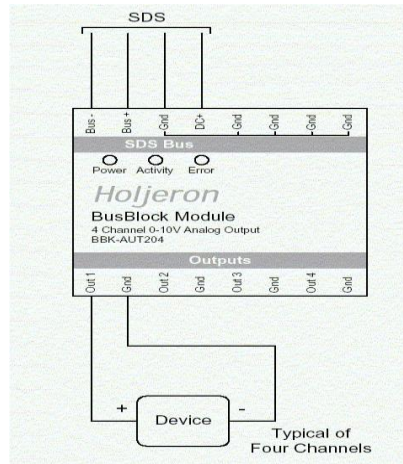
Figura 12. Modulo CAN Entrada Analógica



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

3.2.1.3.2 Módulo de Salida Analógica. el Módulo CAN con Salida Análoga Puede ser configurado para cuatro canales de salida 0–22 mA, los cuales tienen la capacidad de manejar una Resistencia de Carga igual a la de la fuente de alimentación. Normalmente la carga que maneja estos módulos es de 500 ohms o menos para un sistema de 12 Voltios de alimentación y 800 ohms o menos para un sistema de 24 Voltios.

Figura 13. Modulo CAN Salida Analógica

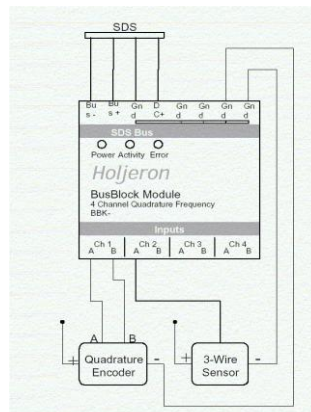


ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

3.2.1.3.3 Módulo de Entrada en Frecuencia. los Módulos de entrada en frecuencia tienen cuatro puertos para frecuencia que permiten leer señales de hasta 30 kHz.

Estos canales pueden ser configurados como TTL (Transistor–Transistor Logic) o como TFM (Turbine Flow Meter mode), para canales de entrada de Baja-Frecuencia (Low Level Input Channels). Low level input channels hace referencia a las puertos TFM para las entradas de los Flow Meter (Medidores de Flujo). En modo TTL el modulo tiene un rango de entrada para señales de 0 a 30 kHz, y cuando se programan en modo TFM en el rango de señal de entrada es de 1 a 30 kHz.

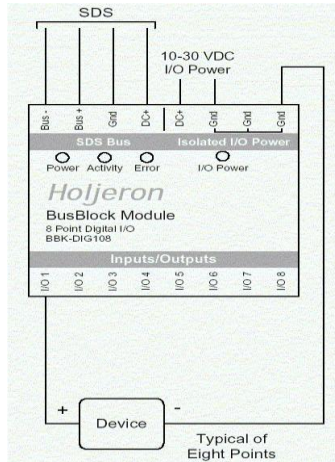
Figura 14. Modulo CAN Entrada Frecuencia



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

3.2.1.3.4 Módulo Digital. el Módulo Digital I/O cuenta con 8 canales de Entrada o Salida en función de la máscara de salida. El dispositivo está diseñado para suministrar un máximo de 8 amperios con un máximo de 2 amperios para cada canal. Cuando el Módulo es programado para el control de Solenoides (Actuadores Electro Hidráulicos) se recomienda utilizar únicamente 4 canales.

Figura 15. Modulo CAN Digital

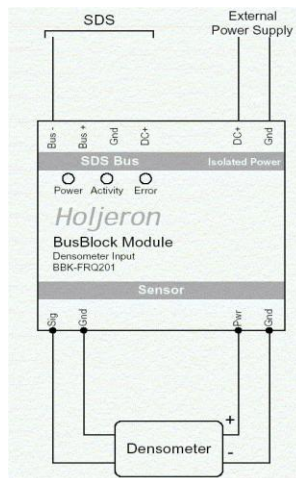


ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

3.2.1.3.5 Módulo de Densidad. el Módulo para el control de los densómetros tienen un único canal de Frecuencia; Cuando se utiliza este modulo, es necesaria la implementación de un convertor DC/DC como fuente de alimentación de 12 Voltios requerida por los densómetros.

El Módulo de Densidad acepta un rango de frecuencia de entrada de 0 a 300khz. Lo cual asegura que podrá leer perfectamente las señales entregadas por el sensor.

Figura 16. Modulo CAN de Densidad



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

3.2.1.3.6 Programación de los Módulos CAN. para la implementación del nuevo sistema de las Frac-Van fue necesaria la utilización de cuatro Módulos CAN. Dentro de los se tienen.

- Un Módulo de Entrada Analógica
- Un Módulo de Entrada en Frecuencia
- Dos Módulos de Densidad

El modulo CAN de entrada analógica permitirá la conexión de 4 sensores de Presión para ser registradas en el sistema, de igual forma el Modulo de Entrada en Frecuencia permite la conexión de 4 medidores de Flujo y finalmente mediante los 2 módulos de Densidad será posible la conexión de los sensores de este tipo.

Los diferentes Módulos CAN implementados actualmente en las Frac - Van están interconectados entre si y se comunican con el computador central ACE por medio de un dispositivo llamado SDS CAN BUS.

Para la programación de los diferentes Módulos CAN, en el computador ACE se ha instalado un Software llamado SDSdiag, el cual junto con el la tarjeta CAN USB permite acceder a los módulos para verificar su estado, funcionamiento y realizar su programación.

El software SDSdiag, cuenta con toda una plataforma de información y control que permite programar los módulos de acuerdo al trabajo para el que es solicitado y para la unidad que se requiera.

3.2.1.4 Can Usb. para la implementación y control de la Tecnología CAN se hace indispensable utilizar un Hardware de alto rendimiento (Computador ACE en esta aplicación) y software para realizar la interfaz con este computador; esto debido a los altos requerimientos en el proceso de Real-Time que se desean realizar con esta tecnología.

Actualmente, los sistemas USB (Universal Serial Bus) se han convertido en uno de los sistemas más importantes y más utilizados debido a su fácil uso en sistemas de comunicaciones y computadores.

El CAN USB es una Tarjeta inteligente desarrollada por IBM y compatible con cualquier puerto USB. Este Dispositivo CAN USB ofrece una interfaz para una sola red CAN, proporcionando una capa física de Alta Velocidad reglamentada bajo la norma ISO 11898, igualmente es compatible para aplicaciones CAN de Baja Velocidad.

Tiene la capacidad de ejecutar lo que necesita en su procesador, lo que garantiza un buen rendimiento en tareas que demandan un alto desempeño, como la adquisición de datos en Tiempo Real; y puede ser utilizado con Software estándar de tecnologías CAN.

Figura 17. CAN USB



CANusb Hardware Notes – Softing

La interfaz CAN USB esta diseñado con opto acopladores que permiten aislar eléctricamente la señal líneas de Transmisión Tx y Recepción Rx entre el procesador y los Módulos CAN o actuadores. El Voltaje de alimentación de la interfaz física es proporcionado por el Computador por medio de un Conversor DC/DC o por medio de una fuente externa conectada a la interfaz físicamente. Como se mencionó anteriormente la conexión de esta interfaz al computador se realiza por medio del Puerto USB y a la red CAN a través de un conector D-SUB 9.

Cuadro 1. Distribución de pines conector DBP CAN USB

Pin	Signal
1	N.C.
2	CAN_L
3	Isolated GND (DCDC)
4	N.C.
5	Drain connected to connector shield (1M/10n to isolated GND)
6	Isolated GND (DCDC)
7	CAN_H
8	N.C.
9	N.C.

ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

La tabla anterior describe la función de cada uno de los pines del conector DB9 del la tarjeta CANUSB, como se observa en la tabla solo es necesario 5 pines de los nueve del conector, esto se detallara a continuación cuando se menciona el CAN BUS.

3.2.1.5 Can Bus. como se menciona anteriormente, se tiene un Bus de Datos que permite comunicar la Interfaz Can Usb con los Módulos CAN, este bus es un cable conductor de 5 hilos, de los cuales dos hilos son para la comunicación serial, dos hilos de alimentación eléctrica, y 1 conductor es el escudo o shield, que permitirá proteger la señal de los Módulos CAN de cualquier corriente parasita.

El Can Bus puede trabajar bajo 4 velocidades (frecuencias) la cuales se muestran en la siguiente Tabla. Halliburton utiliza una Frecuencia de bus de 125 Kbps. En 125 kb/s, el bus será lo suficientemente rápido como para manejar un mezclador (Multiplexor) a plena carga.

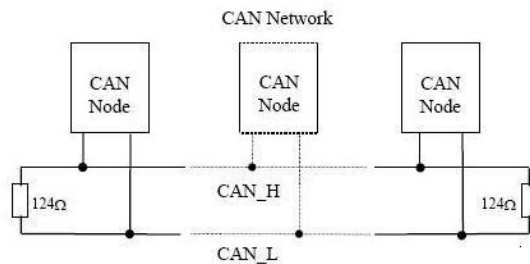
Cuadro 2. Especificaciones del Bus de Datos

Bus Speed (bits/sec)	Bus Length ft. (meters)	Branch Length ft. (meters)	Number of addresses	Number of loads	Operations/sec
1 MBPS	75 (22.8)	1 (0.3)	64	32	800
500 KBPS	300 (91.4)	3 (0.9)	126	64	500
250 KBPS	600 (182.8)	6 (1.8)	126	64	300
125 KBPS	200 (61)	12 (3.6)	126	64	200

ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

Para un correcto funcionamiento en la comunicación del sistema la Red CAN debe ser completada con una resistencia de 124 Ω en cada uno de sus extremos entre la línea de datos CAN_H y CAN_L como se muestra en la figura.

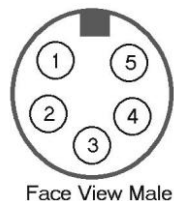
Figura 18. Diagrama Conexión Red CAN



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

Esta resistencia está instalada en el ACE Pach Panel, se puede reconocer por su conector que se muestra en la figura y su forma de conector cerrado.

Figura 19. Conector de la Resistencia de 124 Ω



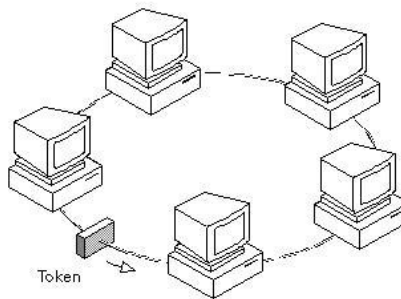
ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

Por medio del puerto donde se conecta esta resistencia se puede conectar otra unidad Frac-Van, y de esta forma obtener una sola Red CAN con las dos Unidades. Es de aclarar que en la nueva unidad que se conecta debe ir instalada la resistencia de 124 Ω en su ACE Patch Panel; de lo contrario puede causar errores de comunicación.

3.2.1.6 Multistation Access Unit. antes de hablar de este dispositivo es conveniente describir la topología de red con la cual funciona.

Token Ring es un tipo de red de datos en la que todos los equipos están dispuestos (esquemáticamente) en un círculo. Un Token, es una especie de patrón que viaja alrededor del círculo. Para enviar un mensaje, un equipo en particular captura el Token, y acepta el mensaje, a continuación, permite que el Token continúe con su viaje en torno a la red. Token Ring también hace referencia a un protocolo de red de datos desarrollada por IBM.

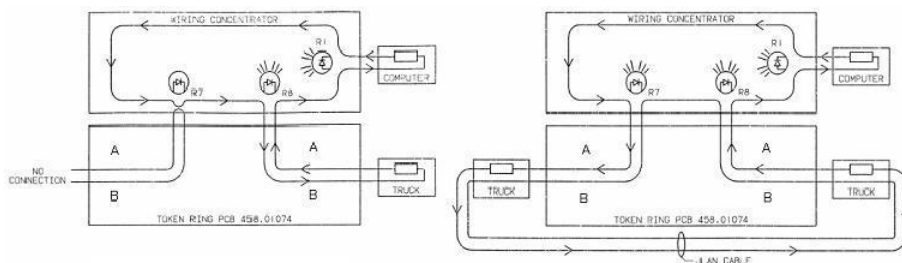
Figura 20. Red Token Ring



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

El MAU es un dispositivo Token-Ring capaz de conectar redes de datos en una topología en estrella, mientras mantiene la estructura lógica de anillo. Uno de los problemas con la topología Token-Ring es que un solo punto o nodo que falle se pierde su configuración de anillo. Este dispositivo (MAU) resuelve este problema, ya que tiene la capacidad de mantenerse activo así falle uno de los nodos.

Figura 21. MAU



ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

Este dispositivo es requerido e instalado en las Frac-Vans para que funcione como concentrador de todos aquellos equipos de Halliburton como Blenders, Grizzlys, Panther entre otras, que se necesiten conectar al sistema ACE y los cuales trabajan bajo plataforma ARC.

3.2.1.7 Ethernet Switch. ethernet es una red de área local (LAN), protocolo desarrollado por Xerox Corporation en cooperación con DEC e Intel en 1976. Ethernet utiliza un bus o topología de estrella y soporta tasas de transferencia de datos de 10 Mbps. Ethernet utiliza el CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/detección de colisiones) método de acceso para manejar demandas simultáneas. Una nueva versión de Ethernet, llamada 100Base-T (o Fast Ethernet), soporta tasas de transferencia de datos de 100 Mbps. Y la versión más reciente, Gigabit Ethernet soporta velocidades de transmisión de datos de 1 gigabit (1000 megabits) por segundo.

Finalmente el último dispositivo que se utilizó para la implementación del subsistema ACE es el Ethernet Switch (Intel PWLA8391MT 10/100/1000 Ethernet Controller), que permite crear una red LAN por medio de la cual se tendrá la oportunidad de interconectar todos aquellos equipos de Halliburton que intervienen en las operaciones de Estimulación de pozos como lo son.

- ARC/ACE Pumping Units (Grizzlys, Panther)
- ARC/ACE Proppant Equipment
- ARC/ACE Blenders

Al conectar cualquiera de estos equipos a la red del subsistema ACE se tiene la posibilidad de realizar la adquisición de datos de todos los sensores de la Unidad, de igual forma se podrá controlar la unidad desde la Frac-Van si así se desea.

3.2.1.8 Fuente de Voltaje. dentro de Rack de comunicaciones fue instalada una fuente de Voltaje de 24 Voltios que suministra la alimentación necesaria requerida por los Módulos CAN. La Fuente de voltaje suministra 24 voltios de salida con un máximo de 15 Amp.

3.2.2 Subsistema IFS Server. básicamente el sistema IFS (INSITE For Stimulation) será el que permitirá al Ingeniero a cargo de la operación realizar todos los cálculos, a la vez que mostrara gráficamente los datos que se están adquiriendo en tiempo real. El sistema IFS Server será controlado por el software INSITE. El programa INSITE es esencialmente el sistema operativo subyacente para la adquisición de datos, visualización y análisis de los diferentes procesos que se realizan durante un trabajo de estimulación. INSITE permitirá un mayor acceso a los datos adquiridos en tiempo real y su procesamiento.

Dentro de los diferentes dispositivos que conforman el sistema Server se tiene.

3.2.2.1 Computador IFS Server. el computador que se instalo es un COMPAQ EVO D15S, con un procesador de 2.2 GHz, 2 GB de memoria RAM y una tarjeta de video Matrox G45-Quad.

En este computador se instalo el software INSITE que será el que permita la adquisición de datos, la visualización y análisis de los mismos. Este dispositivo tiene la función de trabajar como base de datos y como servidor para el Computador ACE y las Workstation que deseen acceder a la información que se encuentra en él o que este esté adquiriendo en tiempo real. El computador IFS Server tiene instalada una Tarjeta de video Nvidia PCIX Dual Head Video Controller- Quadro NVS 280 para la conexión de cuatro pantallas continuas, de las cuales la pantalla principal será utilizada por el personal de ingeniería para el control del trabajo en curso; y las otras tres pantallas están ubicadas sobre la pared de las Frac-Vans para que el cliente pueda ver la información en tiempo real del desarrollo de la operación.

3.2.2.2 Workstation. como su nombre lo indica las Workstation, son aquellas estaciones de trabajo, que estarán constituidas por todo aquel computador que se conecte a la red del Computador IFS Server y al cual previamente le halla sido instalado INSITE. De esta forma podrá acceder a la información del computador IFS Server. Es importante aclarar que el computador conectado como Workstation no tiene la posibilidad de modificar los parámetros que se han configurado en el Computador IFS Server para un trabajo en particular, es decir las Workstation solo pueden visualizar la información pero sin ningún tipo de control sobre ella.

3.2.2.3 Rack de Comunicaciones. uno de los mayores problemas que se presenta con los dispositivos electrónicos que se instalan en la unidades de Halliburton, es la vibración a la que estos se someten cuando se movilizan los equipos, es por esto que, para la instalación de este Rack de comunicaciones fue necesario diseñar e implementar un sistema de amortiguación que concluyo con la instalación de una serie de resortes que permiten minimizar las vibraciones y movimientos bruscos a los cuales pueden ser sometidas estas unidades. En el interior del Rack de comunicaciones se ubicaron la mayoría de los dispositivos que conforman el sistema, como son los diferentes Computadores, UPS, Fuente de Voltaje, Router, Swicht entre otros.

3.2.2.4 Router RP614 v4. para la implementación de la red de la red del sistema IFS Server se utilizo un Router RP614, lo que nos permite que el Computador IFS Server pueda funcionar como servidor y Base de Datos para las Workstation y para el Computador ACE.

Figura 22. Router RP614 v4



Imagen copiada de <http://www.lowercall.com/netgear/netgear1.html>

3.2.2.5 Ethernet Switch. de igual forma que el sistema ACE se utilizo un Ethernet Switch (Intel PWLA8391MT 10/100/1000 Ethernet Controller) para configurar la red que permitiera conectar las diferentes Unidades de Halliburton a la Frac-Van, en el sistema IFS se utiliza un Switch idéntico para montar la Red que permitirá la conexión de los Computadores que se desean conectar como Workstation dentro de la Frac-Van. Este Ethernet Switch esta conectado directamente con el Switch que se instalo en el computador ACE, de tal forma que exista una conexión directa entre los dos computadores; esto permitirá que toda la información que esta recibiendo el computador ACE pueda ser transmitida al computador IFS Server para su análisis, de forma análoga toda aquella unidad que se conecta al Switch del subsistema ACE puede suministrar su información al computador IFS Server.

3.2.2.6 Edgeport/4. el Edgeport es un dispositivo que cuenta con cuatro puertos seriales DB-9 de entrada y un puerto USB de salida para conexión al computador.

Con este dispositivo será posible obtener cuatro Puertos seriales adicionales para el Computador IFS Server, conectados por un único puerto USB, es por esto que al adicionarlo al sistema IFS Server se podrá dar al sistema de adquisición de la Frac-van una mayor capacidad de conexión de dispositivos y unidades por medio de las puertos seriales. Este dispositivo fue instalado con el propósito de conectar al nuevo sistema de las Frac Vans, el sistema antiguo de los Compupac, para utilizarlo como Backup; de igual forma se obtendrá la conexión de unidades que realicen su control y adquisición de datos por medio de Unipro II.

Figura 23. Edgeport/4



Imagen copiada de <http://www.digi.com/products/usb/edgeport.jsp>

3.2.2.7 Black Box RS-232 a RS-422. el Unipro II transmite datos bajo el formato RS422, es por esto que para las entradas seriales del Edgeport que se disponen para la conexión de Unipro II, se conecta un BlackBox que permite Convertir un flujo de datos transmitidos en formato RS-422 a un flujo de datos bajo protocolo de transmisión RS-232. El Black Box tiene dos puertos como se observa en la figura, el puerto de entrada, es un puerto para conexión de terminales RJ45 y el puerto de salida es un puerto DB9 hembra para conexión al puerto serial del computador.

Figura 24. Black Box RS-232 a RS-422



IC630-631A RJ 45 Manual - Halliburton

3.2.2.8 Sistema Soporte Eléctrico. entendiendo la importancia que tienen un continuo funcionamiento de todo el sistema de adquisición de datos de las Frac Vans, para lograr un perfecto desarrollo de los trabajos realizados por la línea de Estimulación de Halliburton; todas estas unidades cuentan con un sistema de soporte eléctrico que cuenta con:

3.2.2.8.1 Generador Eléctrico Interno. este generador eléctrico con que cuenta las unidades Frac Van, permite suministrar la corriente y voltaje necesario para el funcionamiento de todos los dispositivos instalados al interior de la unidad. Este generador funciona por medio del motor de la unidad, esto hace que la entrega de voltaje muchas veces no sea la deseada si el motor no se revoluciona al punto requerido. Por lo general las unidades son conectadas a un Generador externo de propiedad de Halliburton que permite un continuo suministro de energía durante el tiempo requerido. El generador interno de la unidad se utiliza como Backup, sin olvidar que este generador esta en la capacidad de suministrar la energía necesaria para la realización de cualquier trabajo.

3.2.2.9 UPS. la UPS instalada en la unidad es la APC Smart-UPS RM 2200VA USB & Serial - UPS - 1.98 kW - 2200 VA. Esta UPS ofrece un suministro eléctrico fiable y apto para redes, ya sea en formato de torre o para montaje en rack

3.3 CONEXIÓN A UNIDADES Y DISPOSITIVOS EXTERNOS

El nuevo sistema de la Frac Van para la adquisición de datos, brinda una serie de puertos para la conexión de unidades ACE/ARC y dispositivos externos como se muestra a continuación.

3.3.1 Unidades ACE. como se observo anteriormente el ACE Patch Panel cuenta con una serie de Conectores RJ45 “hembra”, las cuales de acuerdo con la disposición del cableado pueden estar configuradas para conectar diferentes unidades o dispositivos. Para unidades que trabajan bajo el sistema ACE se utilizaran los

puertos que están cableados directamente a un Ethernet Switch, de tal forma que se crea una Red Local la cual se conecta al Sistema de Analisis y control de la Frac Van. Por medio de esta Red se podrá recibir toda la información que adquieren los diferentes sensores instalados en cada una de las unidades que se conectan al sistema, como por ejemplo:

- RPM Motores
- Presiones de Bombeo
- Rata de Bombeo
- Volumen Bombeado
- Ratas de Mezcla
- Temperaturas
- Densidades

y en general todas las variables que necesita saber y controlar una unidad en particular para su correcto funcionamiento. Toda esta información es recolectada y procesada inicialmente por el sistema principal de la unidad que se ha conectado al ACE Patch Panel, y luego se envía por medio de un cable de Red desde un Switch ubicado en el interior de la unidad a la cual se le desea realizar la adquisición de datos. Esta Red LAN permite realizar la Adquisición de datos pero de igual forma brinda la oportunidad de realizar control sobre la unidad que se esta conectando, de forma remota desde las Frac-Vans y bajo el control del Software ACE.

3.3.2 Unidades ARC. para la conexión de las unidades que trabajan bajo plataforma ARC, se ha conectado una serie de puertos RJ45 del ACE Patch Panel a un Concentrador "MAU", de esta forma se crea una red de topología Token Ring que esta conectada al Sistema ACE. Esta red fue creada ya que estas unidades están diseñadas para comunicarse en redes con topología Token Ring. Por medio de esta red se puede realizar el control y la Adquisición de datos de todas las unidades bajo plataforma ARC que se conecten a las Frac-Vans.

3.3.3 Conexión para Dispositivos Genéricos. finalmente al ACE Patch Panel se le a cableado una serie de puertos para conexión de terminales RJ45, que serán utilizados para conectar dispositivos genéricos de comunicación serial bajo protocolo RS-232; estos Puertos han sido conectados al Edgeport que como se vio anteriormente, el Edgeport puede soportar la conexión de cuatro dispositivos de comunicación Serial con conector DB9, y este se conecta por medio de un solo puerto USB al computador IFS Server.

El Edgeport es conectado directamente al Computador IFS Server ya que es INSITE el Software encargado de procesar estas señales para mostrarlas en las pantallas de las Frac Vans en Tiempo Real o almacenarlas en una base de datos. Hay que aclarar que dispositivos como los Compupacs o como unidades Elites para Cementación, que envían y reciben información bajo protocolo RS-232 se conectan directamente al Edgeport, pero dispositivos como los Unipros II que transmite información bajo protocolo RS-422, no se pueden conectar directamente al Edgeport ya que éste no estaría en la capacidad de entender la información que le están suministrando por este puerto; por consiguiente se hace necesario la

implementación de conversores Black Box RS-232 a RS-422, es decir cada uno de los puertos que se han dispuesto para la conexión de los Unipros II tienen instalado este Black Box a la entrada del Edgeport y de esta forma este último dispositivo pueda funcionar correctamente.

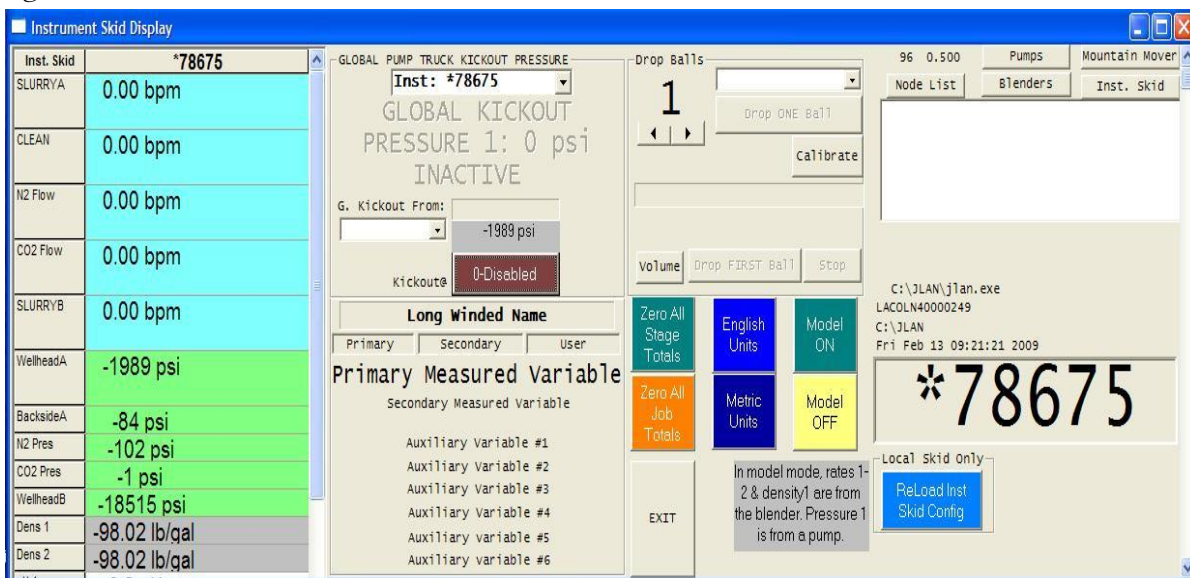
3.4 CONEXIÓN Y COMUNICACIÓN UNIDADES ACE/ARC

Por medio de la red ethernet del subsistema ACE se pueden comunicar todas las unidades ACE/ARC que se conecten a la Frac Van. De esta forma el Software permitirá visualizar toda la información y controlar la unidad en la que este esté instalado.

El Software ACE está diseñado de tal forma que para tipo de unidad se presenta una pantalla principal; es decir que cada unidad tiene su propia pantalla de control y configuración como se muestra a continuación.

- Frac Van o Instrument Skid

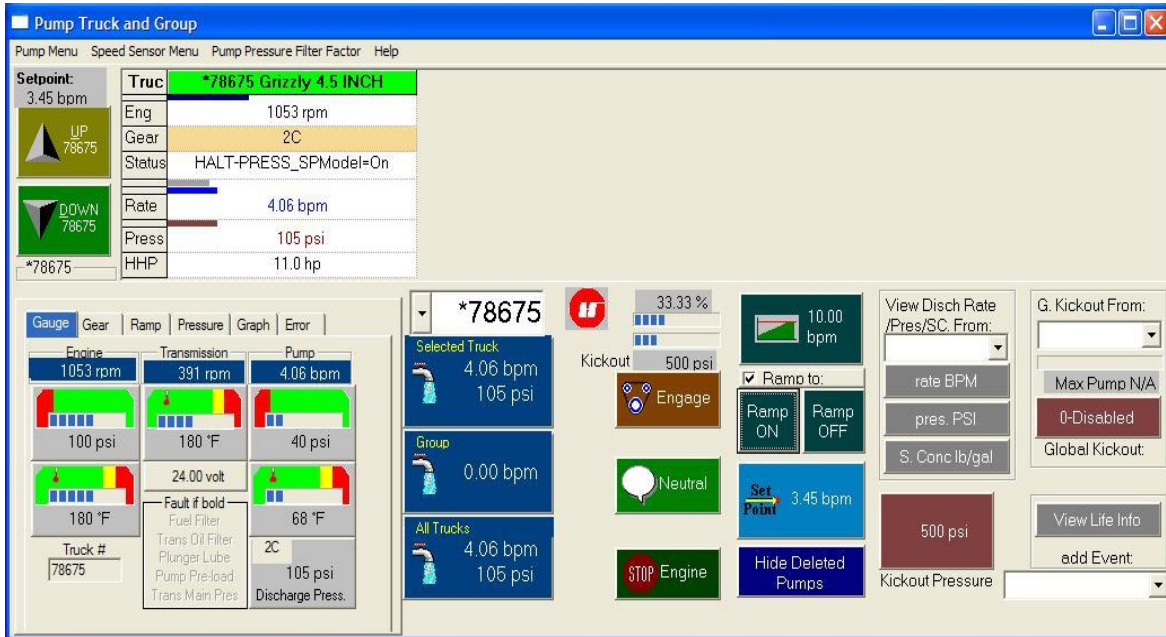
Figura 25. Pantalla de control – Instrument Skid



Software ACE

- Unidades de Bombeo Grizzly.

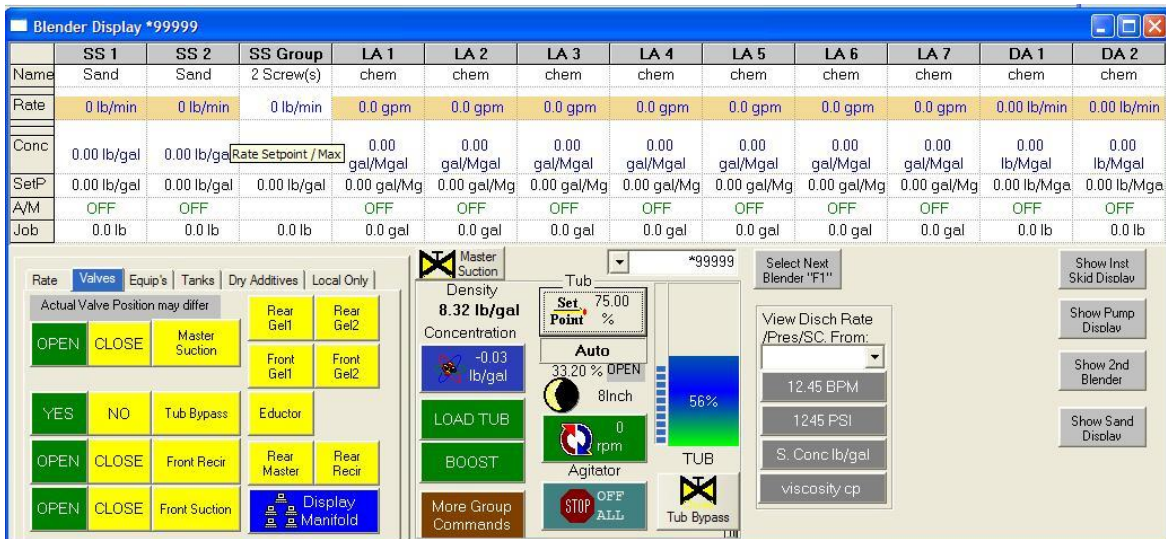
Figura 26. Pantalla de control – Grizzly



Software ACE

- Unidades de mezcla Blender.

Figura 27. Pantalla de control – Blender



Software ACE

Las figuras anteriores son algunas de las pantallas que utiliza el software ACE para controlar y configurar sus diferentes unidades.

En el momento en que los computadores de estas unidades estén conectados a la Red LAN de la Frac Van, todos estos podrán visualizar las pantallas de las otras unidades que se encuentran en la red y eventualmente pueden ser controladas desde cualquiera de estos computadores.

Al existir una conexión directa del computador IFS Server a la red LAN del subsistema ACE, este computador puede adquirir toda la información de cualquiera de las unidades conectadas a la red, para su análisis o visualización.

Para la comunicación de estos dos Computadores por medio de redes Ethernet, Halliburton ha dispuesto direcciones IP para cada uno de los dispositivos, por lo tanto en la siguiente Tabla se muestra las direcciones IP que se han ingresado en cada uno de los Computadores ACE e IFS Server.

Cuadro 3. Direcciones IP para Computadores ACE e IFS Server

	ACE	SERVER
IP Adress	192.168.0.2	192.168.0.4
Subnet Mask	255.255.255.0	255.255.255.0
Dafault Gateway		192.168.0.254

ACE Control Systems Technical Manual – Halliburton

4. PRUEBA DEL SISTEMA

Durante el desarrollo del presente proyecto se realizaron pruebas sencillas para la verificación del correcto funcionamiento de los diferentes dispositivos que conforman el sistema, como tener plena seguridad de que todos los elementos encendieran correctamente. Una vez instalado y conectado todos los elementos se verifico en primera instancia que existiera comunicación ente los dos Computadores el ACE y el SERVER por medio del comando PING, el cual permite verificar si hay conexión entre los dos computadores al enviar un paquete de información y obtener respuesta en un tiempo determinado.

El siguiente paso fue la verificación de que los Software instalados en cada uno de los equipos se ejecutara correctamente y se pudiera establecer comunicación entre los dos Software.

Como parte final de estas pequeñas pruebas no registradas, se simularon señales de Frecuencia (Flujo) y de Corriente (Presión) en el ACE Patch Panel, y se verifico que se observara estas señales en los dos computadores el ACE y el SERVER.

Finalmente como prueba completa del sistema, se incluyen en este libro varios de los Trabajos Realizados y registrados por el nuevo sistema instalado en las Frac-Vans. Para esto a continuación se detalla el tipo de trabajo realizado, la locación donde se realizo y las graficas con los datos obtenidos.

4.1 FRACTURAMIENTO HIDRAULICO INTEROIL

POZO Mana-14
Campo Mana
Piedras, Tolima.

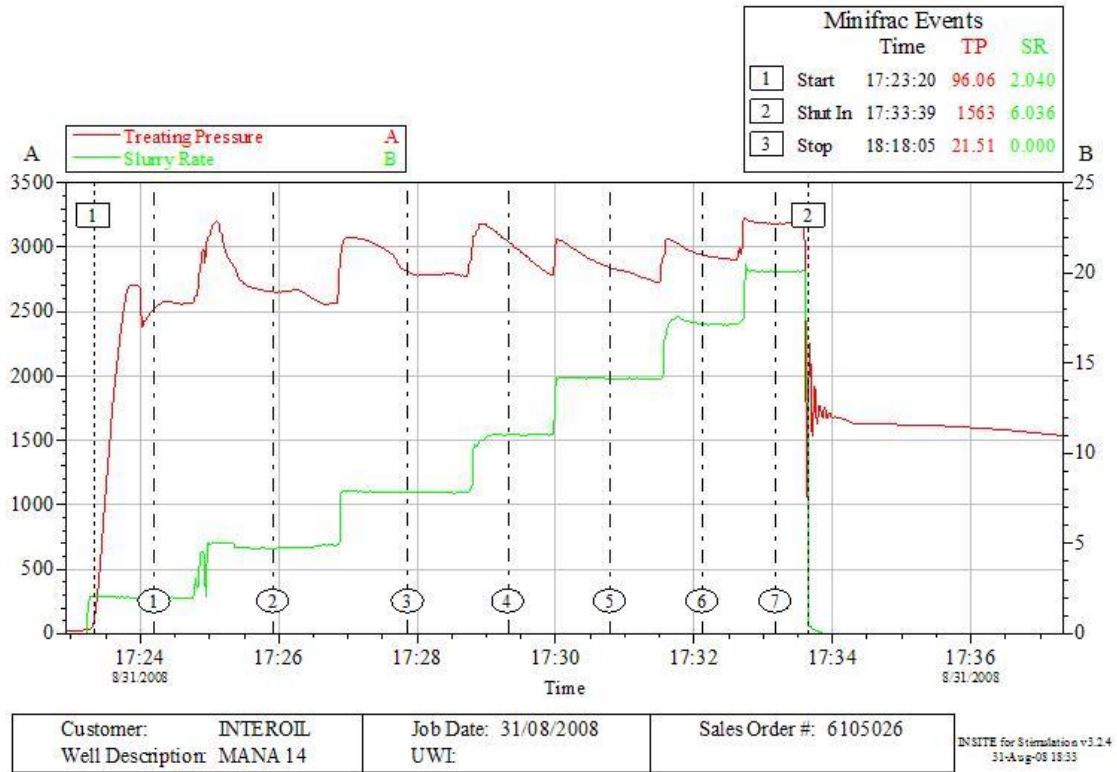
Objetivo. Obtener incremento de producción de hidrocarburos en el pozo Mana 14, mediante la Estimulación de la formación Monserrate, tipo Fracturamiento Hidráulico, utilizando fluido base aceite.

Para el desarrollo de Fracturamiento Hidráulico en el Pozo mana – 14 se utilizo la unidad Frac – Van como centro de control, a esta unidad se le fue conectada mediante el ACE Patch Panel, dos Transducer de presión, y Flow Meter de 3 pulgadas, un Densometro Radioactivo; todos estos sensores ubicados en la línea que conduce al pozo. De igual forma se conecto el Unipro II del Blender que se utilizo en el Trabajo, obteniendo las diferentes Ratas, Presiones, Concentraciones de Arena (Densidades) y toda la información que los sensores de esta unidad. Por otra parte fue conectada dos Bombas Grizzly, una Panther y un Compupac como Backup del sistema.

Durante el desarrollo del presente trabajo se destacan dos puntos importantes, observar en la figura 28. El primer punto es el **Minifrac** y el segundo el **Fracturamiento Hidráulico**. Es por esta razón que a continuación se muestran las graficas de estos dos sucesos, donde se observara la información recolectada en la Frac-Van y que según el Ingeniero a Cargo es de interés para los resultados de la operación.

Figura 28. Mini Frac Mana 14

Halliburton Pumping Diagnostic Analysis Toolkit Job Data



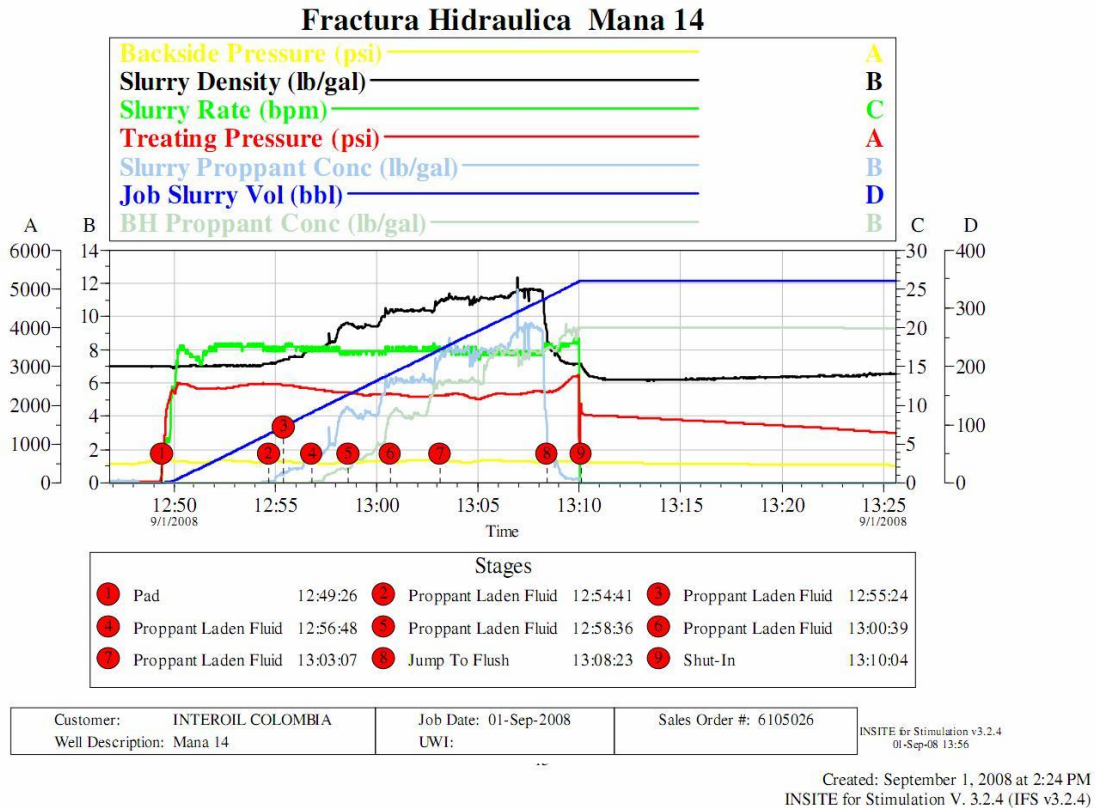
Post Job Report Mana 14

Todas las señales mostradas en las figuras 28 y 29 han sido tomadas de los diferentes sensores, ya sea de los que se ubicaron en la línea o en las unidades de bombeo o mezcla. Pero es de aclarar que cada una de las señales, al igual que cada dato que se registra en los diferentes trabajos en la estimulación de pozos, proviene de dos sensores, tomando uno de los dos como un Backup del otro.

En particular, en la figura 28 (MiniFrac) se muestran dos señales que corresponden a un Flujo bombeado hacia el pozo en cada instante de tiempo (Slurry Rate de Color Verde), y a la presión que se ejerce sobre la formación en el mismo tiempo (Treating Pressure de Color Rojo).

Por otra parte, en la Figura 29, correspondiente al Fracturamiento Hidráulico del Pozo Mana 14 se puede observar un número mayor de señales, esto es debido única y exclusivamente a las necesidades de la operación.

Figura 29. Fractura hidráulica Mana 14



Post Job Report Mana 14

En esta grafica se puede ver que se registraron dos presiones en diferentes partes del Pozo, BackSide Pressure de Color Amarillo y Treating Pressure de Color Rojo; una Densidad, Slurry Density de Color Negro y, la rata de bombeo, Slurry Rate de Color Verde, todas estas señales como se comento anteriormente, han sido recolectadas por los diferentes sensores que están conectados directamente a la Frac Van. Las otras señales graficadas como son Job Slurry Vol que corresponde al volumen total bombeado al pozo, Slurry Proppan Conc que son libras de arena por galón y en superficie y BH Proppant Conc que es libras de arena por galón en la formación, son señales que han sido calculadas por el software IFS y a su vez se graficaron.

4.2 FRACTURAMIENTO HIDRAULICO DRUMMOND

POZO Iguana 1
Campo Iguana
La Loma, Cesar.

Durante los trabajos de Fracturamiento Hidráulico realizados en Drummond, varias unidades fueron conectadas a la red de la Frac Van, en total fueron 4 unidades un Blender ARC y Tres Unidades Grizzly

Figura 30. Equipos Conectados al Sistema

	Equipment Type	Unit Number	Com. Status	Mod Fl
1	Blender 1	71150	Online	
2	Blender 2	Not Assigned	-----	
3	Compupac 1	10	Offline	
4	Compupac 2	Not Assigned	-----	
5	Instruments 1	21080	Online	
6	Pump 1	92003	Online	
7	Pump 2	24723	Online	
8	Pump 3	76837	Online	
9	Pump 4	Not Assigned	-----	
10	Serial In - Generic 1	9	Offline	

Software IFS – Iguana 1

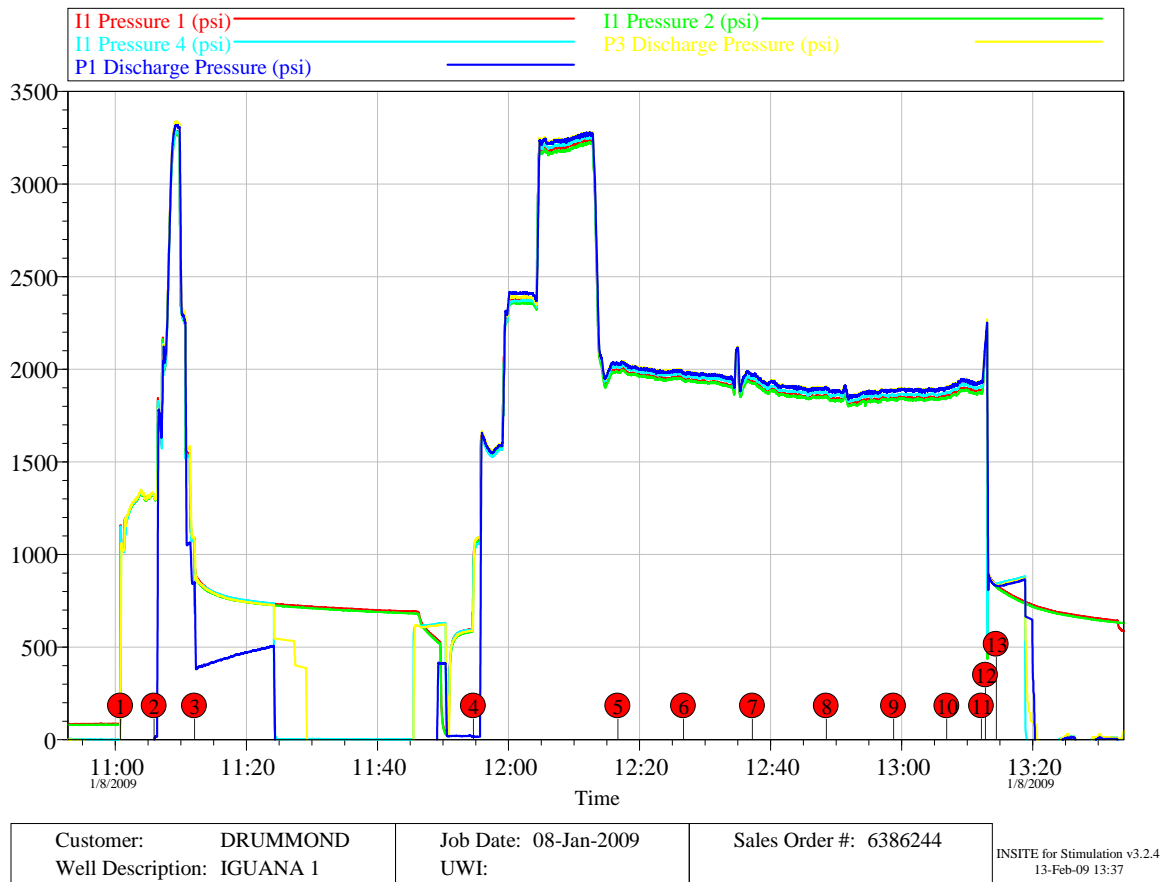
En la Figura 30 se muestra el estado “Online” o estado activo de todos los equipos conectados a la red de la Frac Van. Esta pantalla se observa por medio del Software IFS del computador Server; en ella se observa una unidad de mezcla “Blender 1” y tres unidades de bombeo Grizzly “Pump 1, Pump 2 y Pump 3” y finalmente se muestra el computador ACE “Instrument” que hace parte del sistema de la Frac Van y que contiene la información de los sensores conectados a la Unidad.

En la figura 31 se muestran los diferentes registros de presión, que toma cada uno de los sensores instalados en las diferentes unidades así, las Señales roja, verde y azul marino, *I1 Pressure 1*, *I1 Pressure 2* y *I1 Pressure 4* respectivamente, corresponden a tres Transducer de presión instalados en la línea principal de bombeo hacia el pozo, la iniciales *I1* indica que estas señales se han tomado del *Instrument 1*.

La grafica amarilla y azul oscuro correspondiente a *P3 Discharge Pressure* y *P1 Discharge Pressure* respectivamente, fueron tomadas de “Pump 3 y Pump 1” Correspondiente en cada una a una Grizzly.

De igual forma se puede observar en la Figura 31, como desde la etapa marcada con un circulo rojo que contiene el numero 4 hasta la etapa marcada con el numero 12, donde se realiza un bombeo constante hacia el pozo; todas las señales de presión tomadas de diferentes fuentes tienen el mismo comportamiento, debido a que todos los sensores soportan la misma presión hidráulica en ese intervalo de tiempo.

Figura 31. Registro de Presiones

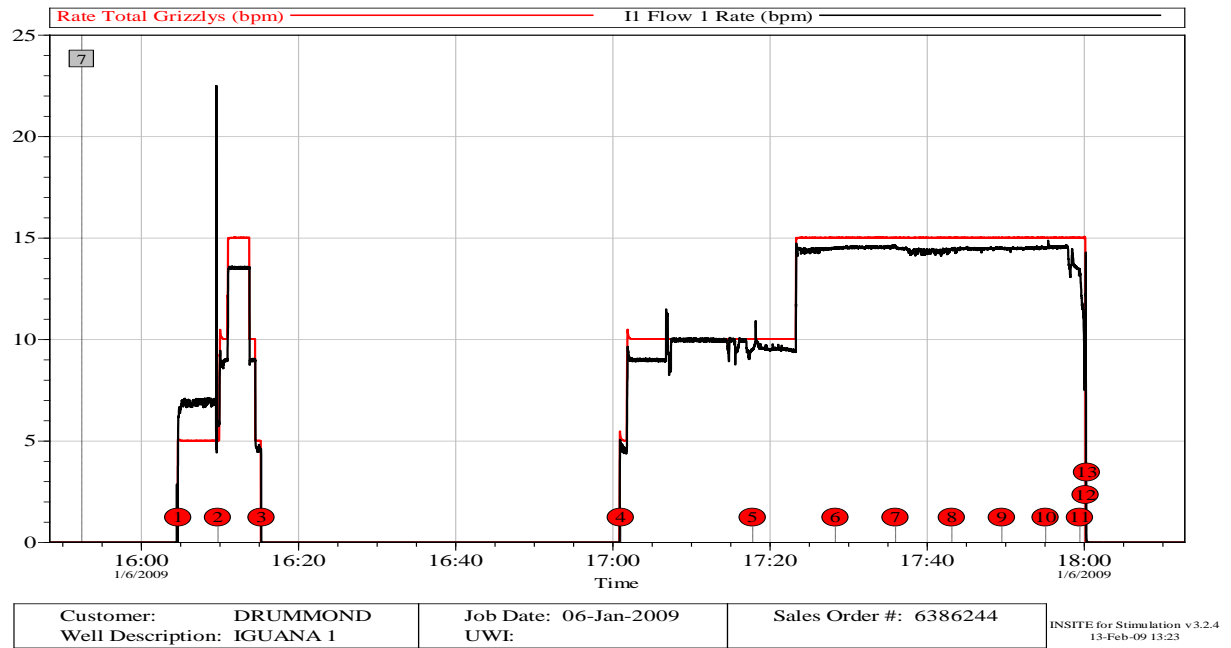


Software IFS – Iguana 1

En la siguiente grafica, Figura 32, se muestran dos señales correspondientes a Ratas de Bombeo. La primera señal de color Rojo corresponde a la suma de la rata bombeada por cada una de las Grizzly; como se mostró en la figura 30, para este trabajo se utilizaron tres unidades de bombeo, las señales de estas unidades fueron sumadas y graficadas mediante el Software IFS y, se muestra en la figura 32 como *Rate Total Grizzys*.

La señal de color negro *I1 Flow Rate 1* corresponde a un Flow Meter ubicado en la línea principal de bombeo, este sensor se conecto al ACE Patch Panel, por esto esta señal llega al IFS proveniente del Instrument.

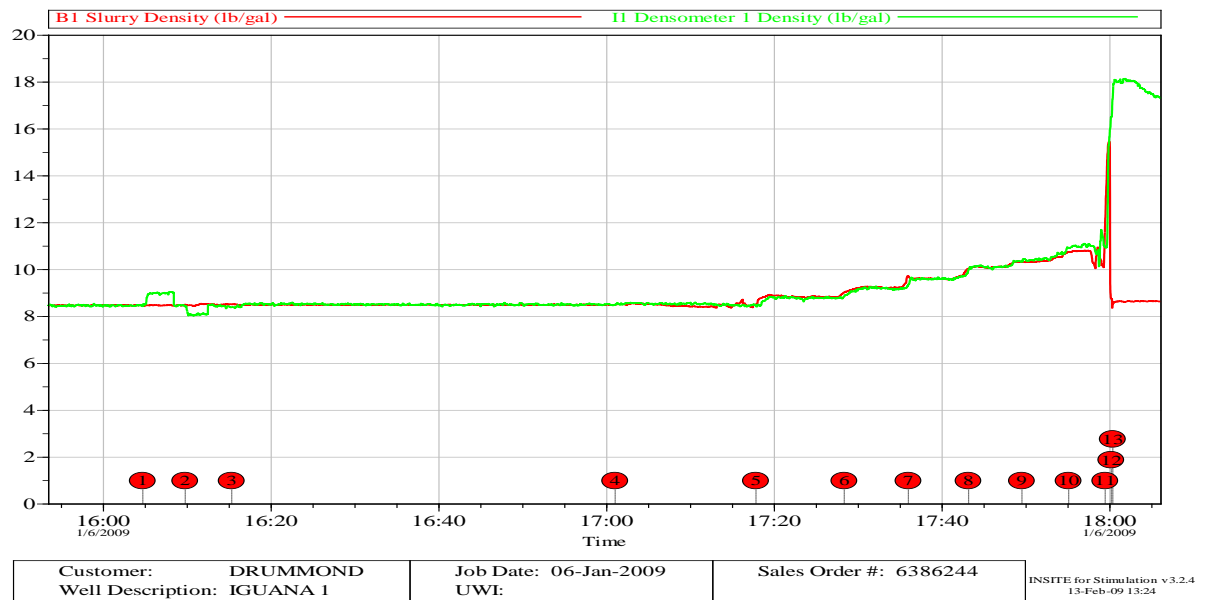
Figura 32. Registro de Flujo



Software IFS – Iguana 1

Finalmente en la figura 33 se muestran dos señales de Densidad.

Figura 33. Registro de Densidad



Software IFS – Iguana 1

La primera de color Rojo *B1 Slurry Density*, proviene de un Blender ARC identificado en la figura 30 como *Blender 1* y la grafica de color Verde *I1 Densometer 1 Density*, ha sido tomada de un densímetro puesto en la línea de bombeo conectado directamente a la Frac Van.

En las graficas se puede verificar el correcto funcionamiento del sistema, conectando diferentes sensores y unidades ACE/ARC al nuevo sistema de la Frac Van, teniendo pleno control sobre todas la unidades conectadas al sistema y sin ningún tipo de perdida de señal.

En general, con la actualización de las Frac Vans, se ha podido observar un sistema mas completo, flexible y seguro, dando mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento, concentrando la mayor cantidad de información en un solo computador y en tiempo Real.

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

5.1 VENTAJAS

- El nuevo sistema de las Frac-Vans, aumenta la capacidad de conexión de diferentes sensores no solo en su conexión por medio del ACE Patch Panel, sino por la capacidad adicional que se le agrega a la unidad cuando se le conecta el sistema antiguo "Compupac".
- Mayor estabilidad del sistema ya que los módulos CAN no presentan problemas de recalentamiento durante jornadas de larga duración de trabajo.
- Mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento, respecto al sistema anterior.
- Una mayor flexibilidad del sistema ya que permite la conexión de las diferentes unidades que intervienen en la operación, teniendo la posibilidad de adquirir los datos de estas unidades que han sido conectadas a las Frac-Vans y/o de tomar el control de las mismas.

5.2 DESVENTAJAS

- Al utilizar un solo modulo CAN para las Cuatro entradas de las Señales de Presión e igualmente para las cuatro Señales de Flujo, no se cuenta con un modulo extra instalado en el ACE Patch Panel en caso de que uno de estos falle, lo que quiere decir que si el modulo de Entrada Analógico Falla inmediatamente se perderían cuatro canales de Presión.
- Resaltando la importancia de la información contenida en la computadora IFS Server, y de su vital importancia en la operación, se debería de instalar una computadora Adicional como Backup.
- Durante el desarrollo de las pruebas se ha presentado una diferencia entre la lectura del densometro mostrado desde un Unipro II y desde la Frac-Van, debido a que estos sensores se deben calibrar con el sistema a monitorear.

6. CONCLUSIONES

- Poniendo en práctica los diferentes conocimientos en Comunicaciones, Redes de Datos, Instrumentación y Control, se logro la instalación y funcionamiento de todos los dispositivos requeridos para la actualización del sistema de adquisición de datos de las unidades Frac-Vans.
- Se logro una satisfactoria implementación del Sistema de Adquisición de Datos de las Frac-Vans, mejorando considerablemente su capacidad de almacenamiento, procesamiento y conexión de las diferentes señales generadas por los diferentes sensores que utiliza Halliburton.
- El nuevo sistema permite no solo la adquisición de datos de los sensores instalados en la línea sino también la conexión de diferentes unidades de tecnología ACE/ARC permitiendo utilizar los sensores de estas unidades como Backups en caso de que alguno de los sensores de línea falle. De esta forma y como se menciona en el punto anterior, la capacidad de adquisición de datos se ve notoriamente mejorada.
- Se obtuvo un sistema mas flexible que el anterior al permitir la conexión al sistema de las Frac-Vans dispositivos como Compupacs, Unipros II y todas las unidades con tecnología ACE/ARC.
- Las Frac-Vans quedan diseñadas como punto central de la operación, siendo posible la centralización del control de las unidades de bombeo y de mezcla de tecnología ACE/ARC, que intervienen en un trabajo en especial.
- Las dos Unidades que fueron implementadas han sido utilizadas satisfactoriamente por el personal de estimulación, culminando satisfactoriamente los diferentes trabajos de adquisición de datos y procesamiento de la información en tiempo real, y aunque como se menciono durante el desarrollo del proyecto, desde las Frac-Vans se pueden controlar las diferentes unidades, en la actualidad cada unidad cuenta con su operador en el momento del desarrollo de un trabajo, quien es el encargado del manejo de la unidad desde el computador de la misma.
- Dando cumplimiento con todos los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto, se concluyo satisfactoriamente con el manual del procedimiento de conexión de la alimentación del sistema eléctrico de la Unidad, así como la forma de iniciar correctamente el Sistema de Adquisición de Datos.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la instalación de una Computadora que contenga toda la información que esta contenida en el IFS Server, conectada de tal forma que permita realizar en cada momento una copia de seguridad de la información que se esta almacenando el Computador IFS Server.
- Instalación de un Modulo CAN adicional de Presión y de Flujo como Backup, suponiendo el caso que alguno de los Módulos instalados actualmente falle.
- Como proyecto en el mejoramiento de la unidad, se puede realizar la instalación de un Modulo Digital adicional, para que al sensar una Señal y de acuerdo a un Set Point determinado por el usuario se pueda tener una señal de 0 o 5 voltios para el control del Kit Out (Presión) de las unidades de Bombeo.
- Para la estandarización de las comunicaciones de todas las diferentes unidades (ACE/ARC) que se conectaran a las Frac-Vans por medio de redes Ethernet, se puede instalar un Swicht en las unidades ARC. Esta comunicación es posible ya que el Software ARC puede ser ejecutado bajo la plataforma del software ACE.

BIBLIOGRAFÍA

HALLIBURTON. CANusb_Manual

HALLIBURTON. ACE Control Systems Technical_Manual

HALLIBURTON. IFS_Manual

ACE Instrument Skid – ISKID – Operator Manual

VINCULOS

http://halworld.halnet.com/hes/hesps/hespspe/hespspe_fracacid/hespspe_fracacid_eqace/hespspe_fracacid_eqace.asp

<https://www.myhalliburton.com/portal/server.pt?space=CommunityPage&parentname=Login&control=SetCommunity&CommunityID=1495&PageID=0>

<https://www.myhalliburton.com/portal/server.pt?space=CommunityPage&parentname=Login&control=SetCommunity&CommunityID=470&PageID=0>

<https://cop.myhalliburton.com/CollaborationTool/default.aspx?Page=43&itemId=55121&type=LocalItem&hdm=1&hcs=1&Communityid=21>

<http://www.ace.co.yu/about.php>

<http://www.southerncontrols.com/fieldbus/sds.htm>