



MONOGRAFIA

LORENA PATRICIA CASTILLO SICUA

2015

Como parte del desarrollo de la práctica empresarial en Halliburton latín América se presenta un proyecto con el propósito de mejorar una necesidad de una de las líneas de producción y servicio de la compañía, con referencia en la comunicación entre equipos y puntos de análisis de información.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

HALLIBURTON LATÍN AMÉRICA

FEBRERO

2015

PROYECTO PASANTÍA EMPRESARIAL
HALLIBURTON LATÍN AMÉRICA.

PRESENTADO POR:
LORENA PATRICIA CASTILLO SICUA
Cód: 2095342

TUTOR:
ING. EYBERTH ROJAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C
2015

HOJA DE ACEPTACIÓN



ING. CARLOS TORRES
SUPERVISOR ELECTRÓNICO
TUTOR HALLIBURTON

ING. EYBERTH ROJAS
DOCENTE UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
TUTOR UNIVERSIDAD

LORENA PATRICIA CASTILLO SICUA
PRACTICANTE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
TÍTULO	9
INTRODUCCIÓN	10
PROBLEMA	11
ANTECEDENTES	12
COMUNICACIÓN RS232	12
COMUNICACIÓN RS422	15
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	19
GENERAL	19
ESPECÍFICOS	19
FACTIBILIDAD	20
FUNDAMENTO HUMANÍSTICO	21
MARCO TEÓRICO	22
CEMENTACIÓN	22
UNIDAD DE CEMENTACIÓN ELITE	23
SISTEMA DE CONTROL UNIPRO II	25
SISTEMA DE CONTROL FLECS	26
CONTROL DE DENSIDAD (ADC)	28
SISTEMA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE AGUA	29
SISTEMA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE CEMENTO	30
COMUNICACIÓN BLUETOOTH	32
DISEÑO METODOLÓGICO	33
TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	33
TÉCNICA DE ANÁLISIS	33
ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN	33
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	34
ANÁLISIS Y GESTIÓN	35

COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA	
BLUETOOTH	35
UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES	39
COSTOS DE LOS COMPONENTES	41
EJECUCIÓN	42
INSTALACIÓN DE DRIVER DEL MÓDULO COMPACT PHOENIX	42
INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PARA ADAPTADOR DE BELKIN	50
ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN INICIAL	51
PRUEBAS DE DESEMPEÑO	53
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BLUETOOTH AL MÓDULO FLECS	58
PRUEBAS DE COMUNICACIÓN CON ESTACIONES DE RECEPCIÓN DE BLUETOOTH RS422	60
ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS CON LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH	61
ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
CONCLUSIONES	64
REFERENCIAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Cableado	12
Fig 2. Conector RS232.....	13
Fig 3. Módem activo con hadshaking, full dúplex (db9).....	14
Fig 4. Módem nulo, full dúplex (db9).....	14
Fig 5. Niveles lógicos del estándar 232.....	15
Fig 6. Conector RS422	16
Fig 7. Conector RS422 especificaciones.....	16
Fig 8. Comunicación implementando cableado de la unidad de cementación al punto de control.....	17
Fig 9. Cementación	22
Fig 10. Unidad ELITE Perfil del lado del pasajero	23
Fig 11. Unidad ELITE Perfil del lado del conductor.....	23
Fig 12. Esquemático componentes de la unidad de cementación.....	24
Fig 13. Sistema de control UNIPRO	25
Fig 14. Sistema de control FLECS.....	27
Fig 15. cabeza del mezclador, vista lateral.....	29
Fig 16. Sistema de mezcla.....	31
Fig 17. Configuraciones.....	32
Fig 18. Cronograma duración en días.....	34
Fig 19. Módulo Contact Phoenix.....	36
Fig 20. Adaptador bluetooth.....	36
Fig 21. Antena omnidireccional.....	37
Fig 22. Cable adaptador	37
Fig 23. Cable coaxial.....	37
Fig 24. Cable USB.....	38
Fig 25. Base de Aluminio.....	38
Fig 26. Supresor de transitorios.....	38
Fig 27. Porta fusible.....	39
Fig 28. Ubicación de antena.....	39
Fig 29. Ubicación módulo de transmisión	40

Fig 30. Conexión del módulo contact Phoenix en el sistema FLECS	40
Fig 31. Conexión del módulo contact Phoenix en el sistema UNIPRO.....	41
Fig 32. Antena y módulo contact Phoenix	42
Fig 33. Abriendo módulo bluetooth	43
Fig 34. Ubicación del Switch 20 y 21 del módulo bluetooth	43
Fig 35. Prueba en lab. de electrónica. Cambio a modo conf. el Switch 21.....	43
Fig 36. Pruebas en lab. electrónica. Conexión del cable mini USB del módulo al puerto USB del PC.	44
Fig 37. Pruebas en lab. electrónica. Energizando módulo	44
Fig 38. Icono de acceso directo de PSI-CONF	44
Fig 39. Inicio de software de PSI-CONF	45
Fig 40. Selección del módulo	45
Fig 41. Selección de local configuration – modulo bluetooth.....	46
Fig 42. Selección del puerto USB	46
Fig 43. Comunicación.....	47
Fig 44. Tipo de comunicación bluetooth	47
Fig 45. Configuración módulo	48
Fig 46. Creando configuración.....	48
Fig 47. Datos configurados.....	49
Fig 48. Pruebas en lab. electrónica-cambio de estado del Switch 21 a modo run	49
Fig 49. Menú de instalación.....	50
Fig 50. Pruebas en lab. electrónica- conexión del Belkin en el PC	50
Fig 51. Configuración inicial de bluetooth.....	51
Fig 52. Selección del modo de comunicación	51
Fig 53. Dispositivo PtP_server.....	52
Fig 54. Escribir code pin: CEM.....	52
Fig 55. Status Bluetooth.....	52
Fig 56. Diagrama de conexión de la UNIPRO II al bluetooth contact Phoenix.....	53
Fig 57. Pruebas en lab. electrónica- conexión	53
Fig 58. Pruebas en lab. electrónica-módulo transmitiendo datos	54

Fig 59. Pruebas en lab electrónica-conexión Beklin.	54
Fig 60. Abrir ventana de bluetooth	54
Fig 61. Visualización de equipo a conectar	55
Fig 62. Conectando dispositivo.....	55
Fig 63. Dispositivo conectado.....	55
Fig 64. Icono en estado conectado.....	55
Fig 65. Administrador de dispositivo	56
Fig 66. Selección del puerto serial.....	56
Fig 67. Valores del puerto serial	57
Fig 68. Recepción de datos del módulo	57
Fig 69. Montaje del módulo contact Phoenix	58
Fig 70. Conexión RS232 al contact Phoenix.....	58
Fig 71. Conexión RS232 a FLECS	59
Fig 72. Montaje de antena.....	59
Fig 73. Pruebas de laboratorio.....	60
Fig 74. Conexiones del UNIPRO II al módulo bluetooth y al convertidor RS422, RS232.....	60
Fig 75. Año Mes Día _ Hora Minutos Segundos y extensión Real Time Data (rtd).....	61
Fig 76. variables disponibles para graficar.....	61
Fig 77. Grafica de los valores de la operación.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones del conector RS232.....	13
Tabla 2. Cronograma.....	34
Tabla 3. Costos.....	41

TÍTULO

GESTIÓN Y ANÁLISIS DE LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH DE UNA
UNIPRO II Ó FLECS PARA UNA UNIDAD DE CEMENTACIÓN DE POZOS

INTRODUCCIÓN

Halliburton L.A. (Latín América) es uno de los mayores proveedores del mundo de productos y servicios de la industria de la energía, esta compañía presta servicios a la industria del petróleo y gas involucrándose en el depósito, la localización de los hidrocarburos, gestión de los datos geológicos, la perforación y evaluación de la formación de pozos, su construcción y terminación, la optimización de la producción e incluso recuperación de recursos, entre otras actividades. Halliburton L.A. tiene 4 bases principales en todo el país y un punto de atención administrativo en Bogotá.

Halliburton L.A. está comprendido por 13 líneas de productos y servicios o PSL's que operan en dos divisiones: Perforación y Evaluación y terminación y producción. Los PSL's son los principales responsables de la estrategia, desarrollo Tecnológico, desarrollo de procesos, desarrollo humano y la asignación de capital; el PSL de cementación es el encargado de ofrecer soluciones de ingeniería para preparar el pozo para recibir cemento. La cementación es el proceso por el cual los poros, de un sedimento o roca, se rellenan parcial o totalmente por sustancias y productos químicos. Uno de los efectos más importantes de la cementación es la litificación del sedimento, lo que contribuye a cerrar la porosidad del mismo. Los principales objetivos de la cementación en el área petrolera son unir, apoyar y asegurar la carcasa que edifica al pozo, además sella y aísla cada zona de producción, el revestimiento de cemento protege la zona productora de agua, gas, de la corrosión y estabiliza el pozo.

En el proceso de cementación uno de los más importantes en la industria del petróleo y uno de los procesos de mayor desarrollo en Halliburton L.A. se vio una falencia con respecto al manejo de información y comunicación entre dispositivos y maquinaria propios de la línea; a esta falencia se le planteó una solución factible que optimiza el proceso y está es descrita en el cuerpo de este documento. A continuación se explicará un proceso para controlar y transmitir información de variables como densidad, presión, caudal, composición química de sustancias, etc. vía bluetooth de una unidad de cementación a un punto de control.

Halliburton L.A. tiene un compromiso con la seguridad en cada una de sus actividades, pretende por lo tanto, minimizar el impacto sobre el medio ambiente, el control de los riesgos para los empleados, para contratistas externos y trabaja por mantener prácticas de trabajo seguras a cada momento. Por ello se opta por mejorar un proceso que realizó un aporte a todos estos enfoques.

PROBLEMA

Para poner en contexto la coherencia del siguiente proyecto se realiza un precedente de la situación en la que desarrolla su trabajo una unidad de cementación. Las unidades de cementación están ubicadas en remolques son de diferentes dimensiones dependiendo el grado de complejidad de su labor, estos tráileres traen es su chasis un grupo de sistemas que conforman la unidad de cementación que hacen la labor de mezcla, de producción química, de bombeo etc.

La unidad de cementación de alto rendimiento está equipado con un FLECS (sistema con control electrónico flexible) o un sistema informático UNIPRO II. Estos sistemas permiten una supervisión detallada del proceso de cementación de un pozo de acuerdo a sus características y a estudios previamente realizados.

El controlador FLECS o el UNIPRO II dependiendo de la unidad, está dispuesto en el remolque de cementación para controlar variables como la densidad, la presión, el caudal o la velocidad de flujo del material seco entrante o del agua de mezcla en la preparación del cemento para un pozo con una ubicación específica; estas variables deben ser estudiadas y supervisadas respecto al área de afectación, por ello tienen que ser transmitidos a un punto de control desde la unidad; antes el punto de control debía encontrarse en o cerca de la posición del remolque o unidad de cementación para permitir al operador el fácil acceso y el control de dicha unidad. Esta comunicación entre el controlador de la unidad y el punto de control se realiza a través de un cableado propio de una comunicación RS232- RS422 que hace incomodo el área de trabajo, donde se exponía a la operación a malas conexiones, desinstalación de las mismas, corrosión o ruptura del cableado por exposición a agentes ambientales, a daños ocasionados por otra maquinaria o por otras personas, etc. Interrumpiendo el trabajo a realizar, ocasionando pérdidas económicas, gastos adicionales, viéndose expuesta la seguridad del personal.

De esta manera, la solución que se planteó para esta situación fue una conexión por Bluetooth entre el FLECS o UNIPRO II y el punto de control, Pues como se mostrará esta estrategia eliminará los riesgos anteriormente mencionados, se optimizará el trabajo, se economizará materia prima al prescindir del cableado y de todo lo que respecte al mismo. Además, la conexión bluetooth facilitará las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, ofreciendo la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas permitiendo sincronizar datos entre equipos de cómputo personales en diferentes puntos.

ANTECEDENTES

Para entender un poco más la dinámica de trabajo que se viene desarrollando antes de la puesta en marcha de la propuesta planteada de este proyecto se explica lo siguiente:

Una unidad de cementación es la integración, instrumentación y montaje de equipos de cementación, en un chasis de camión o patín. Su integración permite una mayor funcionalidad de los sistemas, así como una mejor ergonomía que mejora accesos para la operatividad y mantenimiento. Adicional a ello estas unidades comúnmente ha realizado hasta el día de hoy la adquisición de datos a través de un cable UTP CAT 5 o un Cable LAN de 4 hilos como el que muestra la Fig 1, usando protocolos de comunicación RS232 y RS422, conectando así sus diferentes sistemas de adquisición y control de señales.

- ✓ UNIPRO II (RS 422)
- ✓ FLECS (RS 232)



Fig 1. Cableado [1].

Para entender un poco más el medio de comunicación implementado por las unidades de cementación entre sus sistemas de control, se realiza especificaciones de los tipos de comunicación aplicados tanto para unidades con el sistema de control FLECS como unidades con el sistema UNIPRO II.

Comunicación RS232

El puerto serie RS-232, presente en todos los ordenadores actuales es la forma más usada para realizar transmisiones de datos entre ordenadores. El RS-232 define especificaciones mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimientos típicos de un protocolo orientado al enlace físico punto a punto. Este estándar se basa en comunicación asíncrona es decir que los datos pueden ser transmitidos en cualquier momento por lo que deben tomarse precauciones para sincronizar la transmisión y recepción. En la comunicación serie se distinguen dos tipos de

dispositivos: Los equipos terminales de datos DTE ("Data Terminal Equipment"), y los equipos de comunicación de datos DCE ("Data Communication Equipment").[1]

Especificaciones mecánicas

El conector normalmente empleado en los interfaces RS-232 es un conector DB-25, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9 de forma más difundida. El estándar define que el conector hembra se situará en los DCE y el macho en el DTE. Aunque es fácil encontrar excepciones.

En la Tabla1. Se muestran las especificaciones del conector utilizado para interfaces RS-232 y en la Fig 2 se observa el conector utilizado en el sistema de control FLECS

#	Pin	E/S	Función	Conector DB 9
1			Tierra de Chasis	
2	RXD	E	Recibir Datos	
3	TXD	S	Transmitir Datos	
4	DTR	S	Terminal de Datos Listo	
5	SG		Tierra de señal	
6	DSR	E	Equipo de Datos Listo	
7	RTS	S	Solicitud de Envío	
8	CTS	E	Libre para Envío	
9	RI	S	Timbre Telefónico	

Tabla 1. Especificaciones del conector RS232 [8].



Fig 2. Conector RS232

[1] Halliburton, presentación de la compañía [en línea], Halliburton, marzo 2004

Para conseguir establecer la comunicación serial entre dos equipos se puede emplear los tipos de alambrado que muestran la Fig 3 módem activo y la Fig 4 modem nulo:

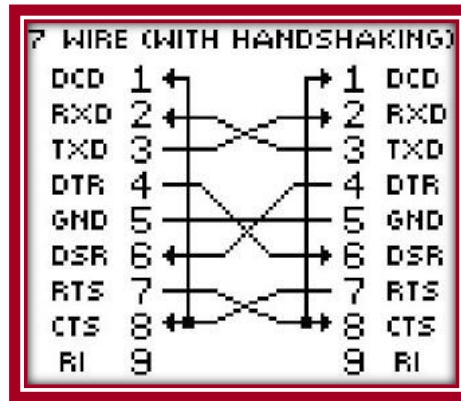


Fig 3. Módem activo con handshaking, full dúplex (db9) [8].

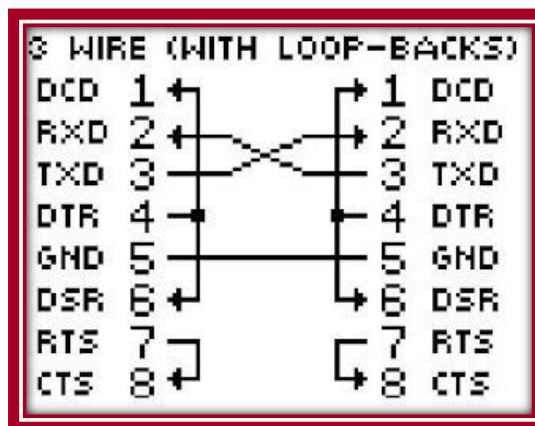


Fig 4. Módem nulo, full dúplex (db9) [8].

Especificaciones eléctricas

El interfaz eléctrico utiliza una conexión eléctrica asimétrica con circuitos no equilibrados, todos referenciados a tierra. Los estados lógicos son definidos por los niveles de voltaje que se muestran en la Fig 5:

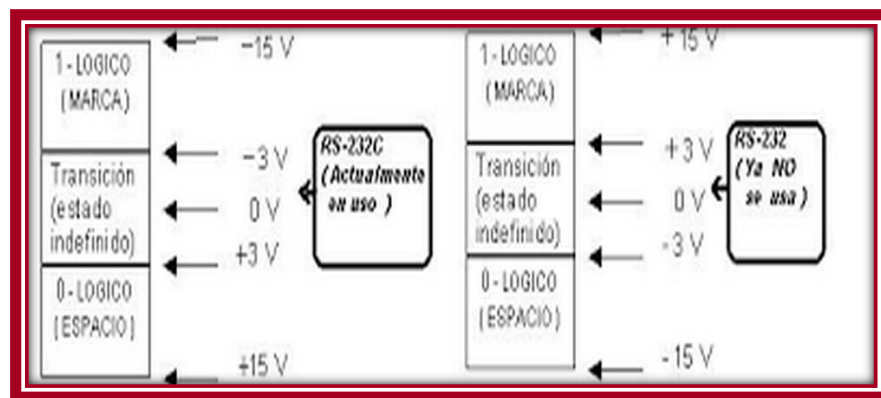


Fig 5. Niveles lógicos del estándar RS 232 [8].

La interfaz se utiliza a una razón de menos de 20Kbps para una distancia menor de 15m. En la práctica se pueden exceder estos límites utilizando cables de baja capacidad en entornos eléctricamente poco ruidosos.

Comunicación RS422

El RS-422 (ANSI/TIA/EIA-422-B) es un estándar técnico que especifica características eléctricas de un circuito de señales digitales de voltaje balanceado. El estándar RS-422 es una interfaz diferencial que define niveles de voltaje y especificaciones eléctricas de transmisor/receptor.

En una interfaz diferencial, los niveles lógicos son definidos por la diferencia de voltaje entre una pareja de señales de entrada o de salida. En contraste, una interfaz de una sola terminación, por ejemplo RS-232, define los niveles lógicos como la diferencia de voltaje entre una señal eléctrica y una conexión de masa común. Las interfaces diferenciales tienen típicamente mayor inmunidad al ruido o a picos de tensión que pudieran tener lugar en las líneas de comunicación. Las interfaces diferenciales tienen también capacidades de conducción mayores, lo que permite cables más largos.

La interfaz RS-422 alcanza velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps a 12 metros, y puede alcanzar longitudes de 1200 metros con una velocidad de 100 kbps. El RS-422 también define las características eléctricas del transmisor y del receptor, permitiendo 1 transmisor y hasta 32 receptores a la vez en la línea. Los niveles de la señal RS-422 van desde 0 a +5 voltios. El estándar RS-422 no define un conector físico concreto, pero en la Fig 6 se muestra el conector utilizado en las unidades de cementación y sus especificaciones aparecen en la Fig 7. [9]

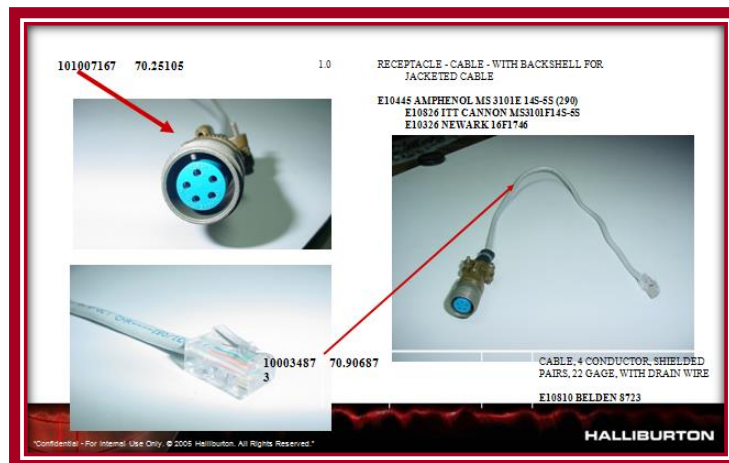


Fig 6. Conector RS422

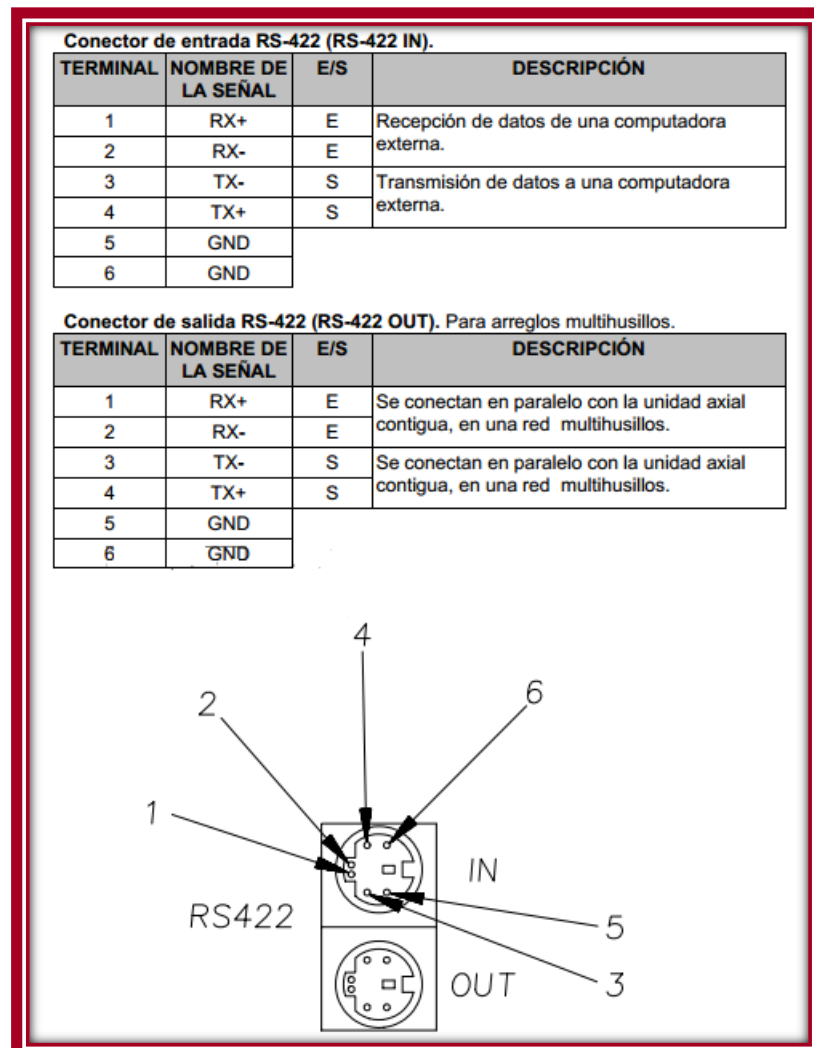


Fig 7. Conector RS422 especificaciones [11].

Actualmente las unidades de cementación que desarrollan labores en Colombia utilizan un envío de datos vía comunicación serial bajo el protocolo de comunicación (RS 422) para un sistema de control UNIPRO II y el protocolo (RS 232) para un sistema de comunicación FLECS.

Por medio de un conector instalado en la parte trasera de la unidad como se muestra en la Fig 8, el cual está activo y en condiciones de envío de datos desde que el sistema de control este encendido y que no requiere de ningún proceso de activación en el panel de control, se entabla comunicación entre equipo y punto de control.



Fig. 8. Comunicación implementando cableado de la unidad de cementación al punto de control

JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo es presentar una solución a una deficiencia en el proceso productivo de Halliburton L.A. encontrada a través del seguimiento de los procesos que lleva a cabo el área de mantenimiento IEM. Esta compañía cumple rigurosamente con estándares de calidad, seguridad y efectividad que hace que cada proceso, cada decisión, cada implementación tecnológica es minuciosamente estudiada y valorada antes de ponerse en ejecución. Por ello se tomó un tiempo prudencial para seleccionar el área de aplicación de este proyecto, se estudió la necesidad de cambio tecnológico en la comunicación entre equipos y se analizó la proyección a futuro de esta propuesta en vía de desarrollo.

Se realizó la gestión y análisis de la comunicación vía bluetooth de un sistema de control electrónico de una unidad de cementación con un punto de control, con el propósito de eliminar el anterior sistema de comunicación que constituía topologías que utilizaban cableado entre los dos puntos, limitando la ubicación de la unidad, exponiendo el control de procesos en la unidad por fallas en la comunicación, como consecuencia del deterioro de la integridad del cableado, o malas conexiones, responsables de la transmisión de datos en tiempo real.

El nuevo sistema a implementar, el sistema Bluetooth, es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz, los beneficios que se pretenden conseguir con esta implementación son: Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, eliminar cables y conectores entre éstos, ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Al realizar esta pasantía empresarial se puede observar los grandes beneficios que este tipo de prácticas pueden otorgar a ambas partes involucradas, ya que por parte del estudiante la experiencia y la puesta en práctica de sus conocimientos y habilidades le ayudan a fortalecer su desarrollo profesional y a la empresa a la que presta su servicio la enriquece con ideas nuevas, nuevos enfoques, energía y dinamismo en cada labor a realizar.

OBJETIVOS

Objetivo General

Gestionar y analizar un sistema de comunicación bluetooth de un sistema de control de una unidad de cementación a un punto de control exponiendo los beneficios que presenta el uso de este sistema para este proceso en Halliburton L. A.

Objetivos Específicos

- Efectuar un análisis que permita ver la factibilidad del sistema de comunicación en unidades de cementación de alto rendimiento, mostrando las mejoras que este sistema de comunicación traería para los procesos del área de cementación.
- Evidenciar las diferencias entre el sistema predecesor y el nuevo sistema de comunicación bluetooth a implementar.
- Evidenciar los niveles de ahorro que se pueden lograr al implementar la comunicación por bluetooth en los sistemas de control de unidades cementación.
- Realizar pruebas al sistema de comunicación bluetooth, implementando y analizando las características de los componentes, facilidades de obtención de los mismos, que software se debe implementar y que procesos de instalación se deben seguir.

FACTIBILIDAD

En el desarrollo de las actividades de la industria energética es importante evidenciar que los procesos sean efectivos, que se realicen en el menor tiempo posible sin errores; se necesita un ambiente de trabajo organizado apropiado para determinada actividad siempre buscando tener cero incidentes. Se busca también que se optimice el trabajo y se innove con nuevas, ofreciendo una gran pertinencia al campo de la Ingeniería Electrónica.

El uso adecuado de la tecnología conlleva a un uso más eficiente y eficaz de los recursos, sumándole un gran potencial de ahorro no solo de los recursos involucrados en la actividad haciendo un énfasis ambiental, sino que genera un ahorro de carácter económico, teniendo como resultado una solución global, en vez de una particular.

Es por esto que este proyecto propone optimizar la comunicación de una unidad de cementación con un punto de control a través de un sistema bluetooth. Este proyecto propone incursionar en nuevas tecnologías enriqueciendo y agilizando el trabajo, mejorando el ambiente laboral ya que se elimina cableado por el piso expuesto al desgaste y exponiendo las condiciones de sistemas aledaños a la unidad y al pozo como tal; de esta misma forma se ahorran recursos, se protege el ambiente de trabajo de incidentes y se optimiza el proceso dándole un valor agregado. Este trabajo se enfoca en las siguientes direcciones:

Ahorro Económico: Estableciendo el ahorro económico obtenido con la implementación de la tecnología Bluetooth y realizando un análisis comparativo entre la tecnología propuesta y su predecesora.

Enfoque HSE (health safety and environment): Direccionando este trabajo a la protección de los empleados, partes interesadas, comunidades, medio ambiente y equipos de daños o pérdidas cumpliendo así con estándares de calidad propios de la industria.

Desarrollo tecnológico: Proyectando las actividades de cementación con tecnologías y nuevos equipos, llevando a la compañía a estar siempre a la vanguardia.

FUNDAMENTO HUMANÍSTICO

A través de la labor realizada como auxiliar administrativo del área de mantenimiento y en especial estando involucrada con el Service quality de esta línea de soporte se pudo observar los diferentes enfoques de la implementación de la comunicación bluetooth en la línea de cementación.

Halliburton L.A. tiene un sistema que se encarga de evaluar y supervisar cada movimiento realizado por parte de la compañía. El departamento *HSE (health safety and environment)* permite que cada psl evalúe sus actividades sea cual sea, se evalúa en términos de carácter ambiental, de seguridad integral, etc. Haciendo uso de todos los recursos que ofrece HSE se llegó a la problemática del método de comunicación de las unidades de cementación, gracias a estos recursos se evaluó y se planteó la comunicación vía bluetooth verificando el cumplimiento de la seguridad y la calidad en los procesos.

Teniendo como preámbulo lo anterior se sienta como un fundamento que la presentación de este proyecto no solo se basa en cumplir los requisitos técnicos y procedimentales para satisfacer una adecuada ejecución de cementación, sino que su realización, tiene un contenido humanístico, en donde su planteamiento y ejecución son una contribución al medio ambiente y a la sociedad que afecta. Aquí se ve reflejado el grado de responsabilidad social que posee esta compañía y se ve reflejado el carácter y la formación integral adquirida en el transcurso de toda la carrera.

Al realizar el cambio de comunicación RS232-422 a bluetooth entre sistemas de cementación se pretende disminuir los desechos producidos en la reparación o cambio del cableado de esta comunicación, este material que contribuiría a la afectación del medio ambiente; se elimina de igual forma toda posible situación riesgosa para las personas que laboran en el entorno a esta actividad ya que en anteriores ocasiones el cableado propio de la comunicación RS232 ha generado incidentes como caídas accidentales y lesiones. Al involucrar nuevas tecnologías no solo se mejora el proceso involucrado sino que además se mejoran las condiciones de trabajo para los empleados, para los dispositivos incluso para el ambiente en donde se desarrolla la actividad.

MARCO TEÓRICO

A continuación se presentaran conceptos que son necesarios para entender más detalladamente el área de desarrollo del proyecto como su misma complejidad

Cementación

Durante la construcción de un pozo de petróleo el proceso de cementación consiste en apoyar y asegurar la carcasa que edifica al pozo, sellando y aislando el terreno aledaño a este, protegiendo la zona productora de crudo y gas, de la corrosión y estabilizando el pozo. Este trabajo es de vital importancia, dado que una deficiente operación de cementación traería drásticas consecuencias; tales como incremento de los costos, riesgo de pérdida del pozo, riesgos hacia el ambiente y a la seguridad. Por tal motivo al momento de diseñar y cementar un pozo petrolero se deben tomar en cuenta ciertas técnicas, así como las mejores prácticas operacionales dirigidas al proceso de cementación. Por lo tanto este trabajo está diseñado para cumplir estos objetivos proporcionando los conceptos y las practicas concernientes a lo que es la cementación, tocando temas como sus objetivos, su diseño, planificación, lechadas de cemento, equipos de cementación, entre otros; lo que nos permite tener los conocimientos básicos y necesarios para diseñar y ejecutar los programas de cementación durante la construcción y/o reparaciones de pozos [2]. En la Fig 9 se muestra el proceso de cementación de un pozo con la lechada.

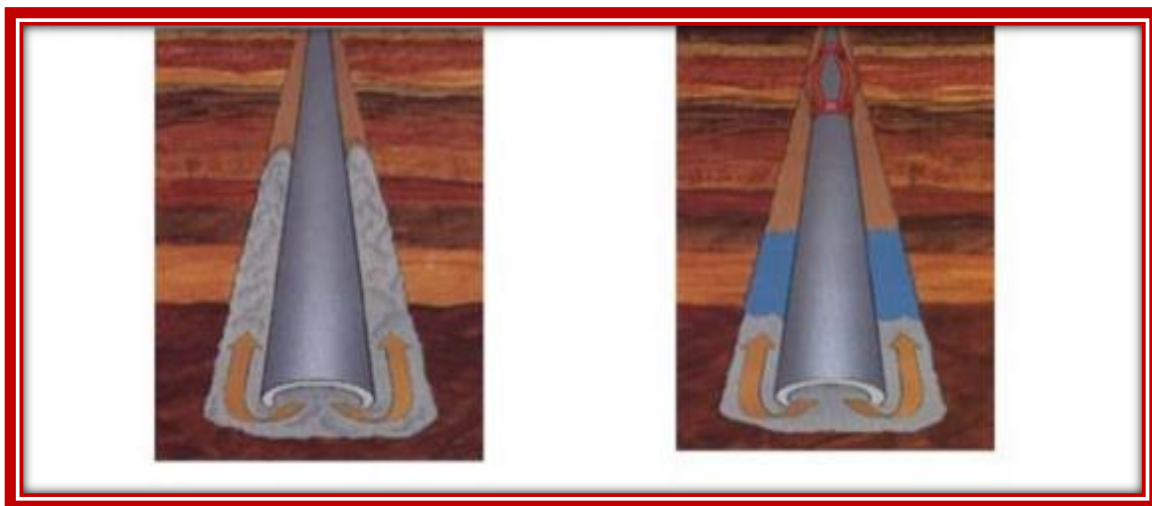


Fig 9. En la imagen se muestra la distribución de la lechada de cemento rodeando la carcasa que constituye el camino de salida y entrada del crudo hasta la superficie [1].

[2] Halliburton, psl cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

UNIDAD DE CEMENTACIÓN ELITE™

Para desarrollar todos los procesos propios de la línea, cementación se apoya en remolques o unidades diseñadas para operaciones de alto rendimiento; las unidades están equipadas con un controlador FLECS (sistema con control electrónico flexible) y algunos tienen un sistema informático UNIPRO II. Estas unidades cumplen con los estándares establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) que satisface Halliburton. La unidad de cementación está montada en el remolque o cabezal como se muestra en la Fig 10. y Fig 11.



Fig 10. Perfil del lado del pasajero [5].



Fig 11. Perfil del lado del conductor [5].

Características

El tráiler ELITE™ está diseñado para trabajo de alto rendimiento, las siguientes características son exclusivas de este tráiler [7].

- Motor de la cubierta de 425 CV certificado para emisiones.
- El sistema de la capacidad de mezclado de 8 bbl.

[5] Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

[7] Halliburton, Procedures_and_Manuals cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

UNIPRO II Control System

El sistema de control UNIPRO es un equipo de adquisición de datos que puede ser conectado a herramientas como transductores de precisión, densímetros y caudalímetros. Lee corrientes y frecuencias de las salidas de los dispositivos de medición. Luego estos valores representan presión, densidad, y tasa de flujo. Esta información puede ser vistas en la pantalla y permite una supervisión constante del proceso de la unidad.

La UNIPRO II puede ser conectada a un computador a través de un cable de red de área local (LAN) para comunicarse, procesar datos y almacenamiento. La UNIPRO II usa un modo de ejecución basado en un programa multitarea, mientras está realizando alguna función simultáneamente puede mostrar la información en la pantalla y actualizar dicha información. La UNIPRO II es básicamente un menú de dispositivos que puede interferir o manipular su comportamiento a juicio de optimizar el proceso a realizar. En la Fig 13 se muestra el sistema de control UNIPRO II.

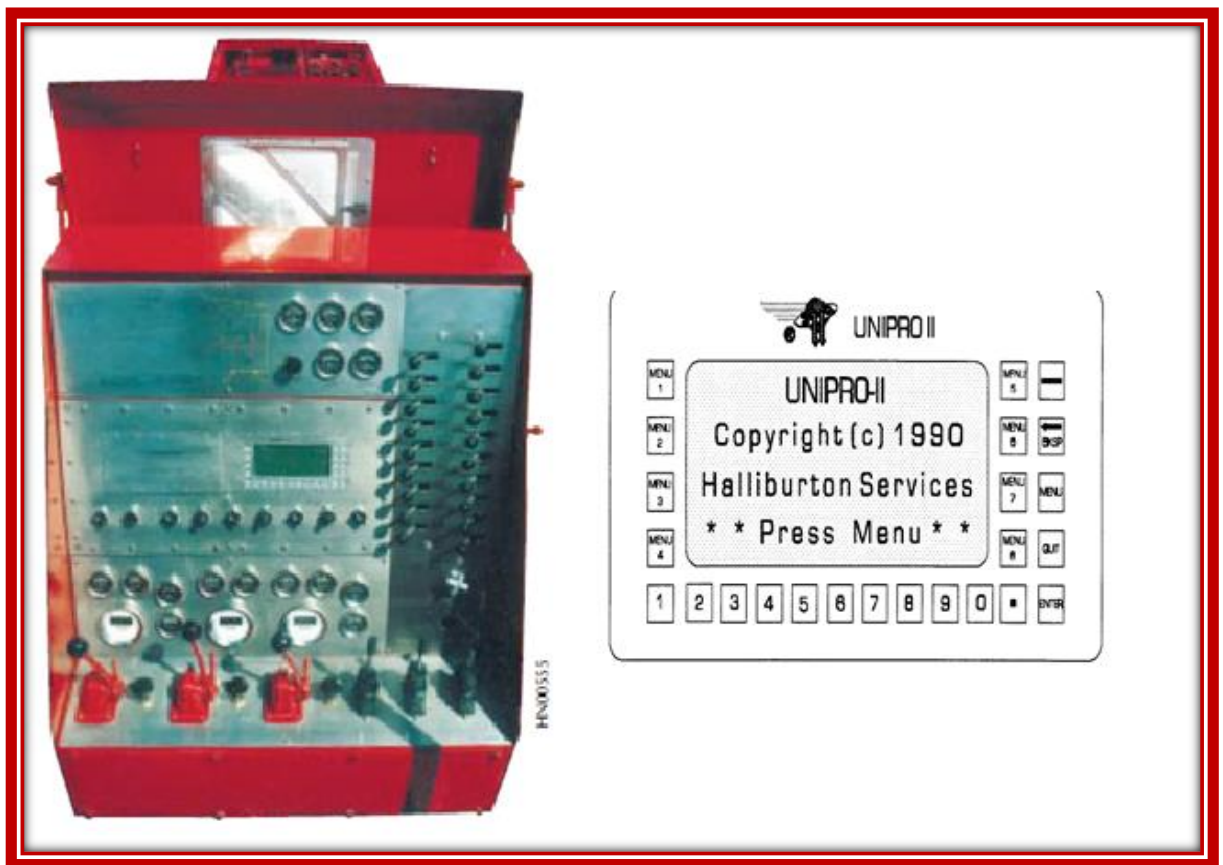


Fig 13. Sistema de control UNIPRO II [2].

[2] Halliburton, psl cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

FLECS Control System

El sistema FLECS consta de dos componentes principales. La pantalla FLECS y la pila de tarjetas FLECS. La pantalla FLECS es una pantalla a color de 6.3 pulgadas, táctil y posee un teclado. La pila de tarjetas FLECS contiene una computadora y el hardware para la interfaz con instrumentación compuesta de transductores de presión y codificadores ópticos.

El sistema de control FLECS es la última oferta de Halliburton en la tecnología de sistema de control. Su robustez ofrece una operación libre de problemas en el campo; Junto con equipos de cementación de Halliburton L.A. el sistema de control FLECS proporcionará resultados exitosos aun en las más adversas condiciones. En la Fig 14 se muestra el sistema de control FLECS parte frontal y trasera y su display.

Beneficios

El sistema de control FLECS ofrece los siguientes beneficios:

- Asegura empleos de cemento como estaba previsto.
- Control de Densidad más precisa.
- Los cambios en las tasas de flujo no afectan negativamente a la densidad.
- Los cambios de densidad no afectan negativamente a las tasas de flujo.
- Los cambios rápidos en la densidad se manejan con facilidad.
- Control de nivel de bañera es automático.
- Mezcla volumétrica automática.
- Interfaz de pantalla táctil de fácil uso.
- Resistencia probada de este equipo a Temperatura, choque, Vibración, descargas eléctricas, etc.
- Unidades métricas personalizables.
- Los juegos de refaccionamiento disponibles para sustituir a los controladores mayores.

- FLECS aprende rápidamente las condiciones y se adapta a las variaciones en la entrega de cemento



Fig 14. Sistema de control FLECS [6].

[6] Halliburton, Procedures_and_Manuals cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

Los sistemas de control implementados en las unidades de cementación son muy robustos cumple muchas tareas por ello son muy importantes y deben ser supervisados en cada proceso. Un ejemplo de un proceso al que se le realice un control a través de los sistemas de UNIPRO II o el Sistema FLECS es:

Automatic Density Control (ADC)

El control de densidad automático (ADC) controla el agua de mezcla del cemento para mantener las tasas de mezcla de lodo con una densidad requerida para un pozo específico. Las señales eléctricas desde el ADC se envían a las válvulas de control, estas válvulas de control cambian la posición del actuador modificando la dirección y la cantidad de flujo de fluido. El actuador mueve las válvulas que controlan la cantidad de agua y cemento que se añade a la bañera. Una Señal eléctrica desde el actuador a los monitores de las válvulas de control muestran la posición de las válvulas.

El sistema de control ya sea FLECS o UNIPRO está configurado para determinar la cantidad de agua o cemento que se añade a la bañera, así como qué tanto la válvula es abierta. Las aberturas iniciales de la válvula son calculadas por el Sistema ADC basado en su configuración.

El sistema ADC también utiliza sensores externos para lograr la tasa de agua requerida para la mezcla y la densidad requerida en la lechada. Un caudalímetro en la línea de agua de la mezcla envía señales continuamente al sistema de control y de esta manera controla la tasa de flujo de la corriente del agua que se añade a la bañera. Un densímetro en la recirculación de la línea monitorea la densidad en la bañera y envía estos datos al sistema de control, estas señales de retroalimentación son los factores clave que modifican la operación del ADC [4].

Sistema de Operación de la válvula de agua

El controlador ADC envía una señal a la válvula de control, que altera el flujo del agua. La válvula de control dirige la cantidad y dirección de caudal hidráulico de manera que se alcanza una cantidad particular de mezcla. El controlador ADC utiliza el requerimiento de agua, la densidad requerida, y la tasa de mezcla para determinar la cantidad de agua de mezcla requerida para iniciar el proceso.

[4] Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

Configuración del sistema de válvula de agua.

Durante la configuración inicial de los parámetros para el sistema de ADC, se introduce un valor para el "suministro de agua" en el programa. Este valor indica al programa la cantidad de agua que habrá de fluir por cada porcentaje de apertura de la válvula. En la configuración de parámetros, se determinó que la función "cerrada" es la posición 0% de la válvula, y la función "abierta" es la posición del 100% de la válvula. El sistema determina la posición inicial en base a la tasa-agua de la mezcla calculada y el porcentaje de apertura de la válvula que sería igual a esta tasa.

El ADC compara la tensión de mando (programada) con la señal de realimentación enviada de la válvula de control por el actuador. El actuador muestra la posición actual de la válvula. La diferencia entre estas dos señales hace cambiar la posición de la válvula cambiando así el flujo hidráulico. El flujo hidráulico continúa en la dirección requerida hasta que la retroalimentación de la señal sea la misma que la señal de comando. Cuando esto se cumple el flujo hidráulico entonces cesa, y el posicionamiento de la válvula se detiene. Mientras tanto, el sistema de control continúa monitoreando la línea de caudal de agua de la mezcla, estos datos son supervisados en el punto de control. En la Fig 15 se muestra la cabeza del mezclador con las dos entradas para agua y lechada que son controladas por el sistema de control.



Fig 15. Cabeza del mezclador, vista lateral. [5].

[5] Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

Operación de la válvula de Cemento.

La válvula de cemento y la válvula de agua trabajan en forma similar, el ADC calcula una posición inicial de la válvula basándose en los parámetros de mezcla predispuestos. Además el ADC ajusta la posición de la válvula utilizando también la información recibida de un sensor externo, densímetro de recirculación de la línea. Incluso en las mejores condiciones, la inestabilidad de ciertas variables hará que el estado inicial sea inexacto, y la posición a menudo puede cambiar.

A diferencia del cálculo de la posición inicial de la válvula de agua, el cálculo de la válvula de cemento utiliza la posición inicial para determinar la cantidad de material recibido a través de la válvula por cada por ciento de abertura. Este valor, que se incluye en la configuración del sistema, es especialmente importante debido a diferencias en los sistemas de relleno. El valor puede ser demasiado bajo si la unidad necesita mucho tiempo para llegar al peso requerido después de que un comando de "mezcla" se ha introducido y así la válvula debe abrir una gran cantidad de su posición inicial para lograr y mantener la densidad requerida.

Baja densidad de hidromasaje

El ADC monitorea continuamente la señal de densidad de la retroalimentación del densímetro de recirculación y lo compara con el punto de ajuste de densidad que se introdujo inicialmente en el programa. Si la densidad de la bañera es baja, el controlador ADC aumenta la tensión de comando a la válvula de control para el actuador de cemento.

La diferencia en la señal de tensión de mando y la señal de tensión de realimentación del actuador de cemento hace que la válvula de control de cemento mueva el carrete en la válvula para permitir el flujo hidráulico, haciendo que el actuador del cemento se mueva hasta que estas señales de tensión son de nuevo iguales. Una vez que las señales son iguales, el carrete en la válvula de control hidráulico regresará al centro, parando el flujo [5].

Alta densidad de hidromasaje

Cuando el ADC detecta que en la bañera la densidad es alta, se reducirá la señal de mando y la válvula de control de cemento desplazará el carrete en la otra dirección, lo que permite el flujo hidráulico intervenga. Flujo en esta dirección continuará hasta que la señal de la retroalimentación del actuador baje y se estabilice la densidad. Todo este ciclo se producirá varias veces cada segundo, dando un control muy preciso de la densidad en la bañera.

[5] Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

En la siguiente Fig 16 se muestra el proceso de mezcla que ocurre en la cabeza del mezclador

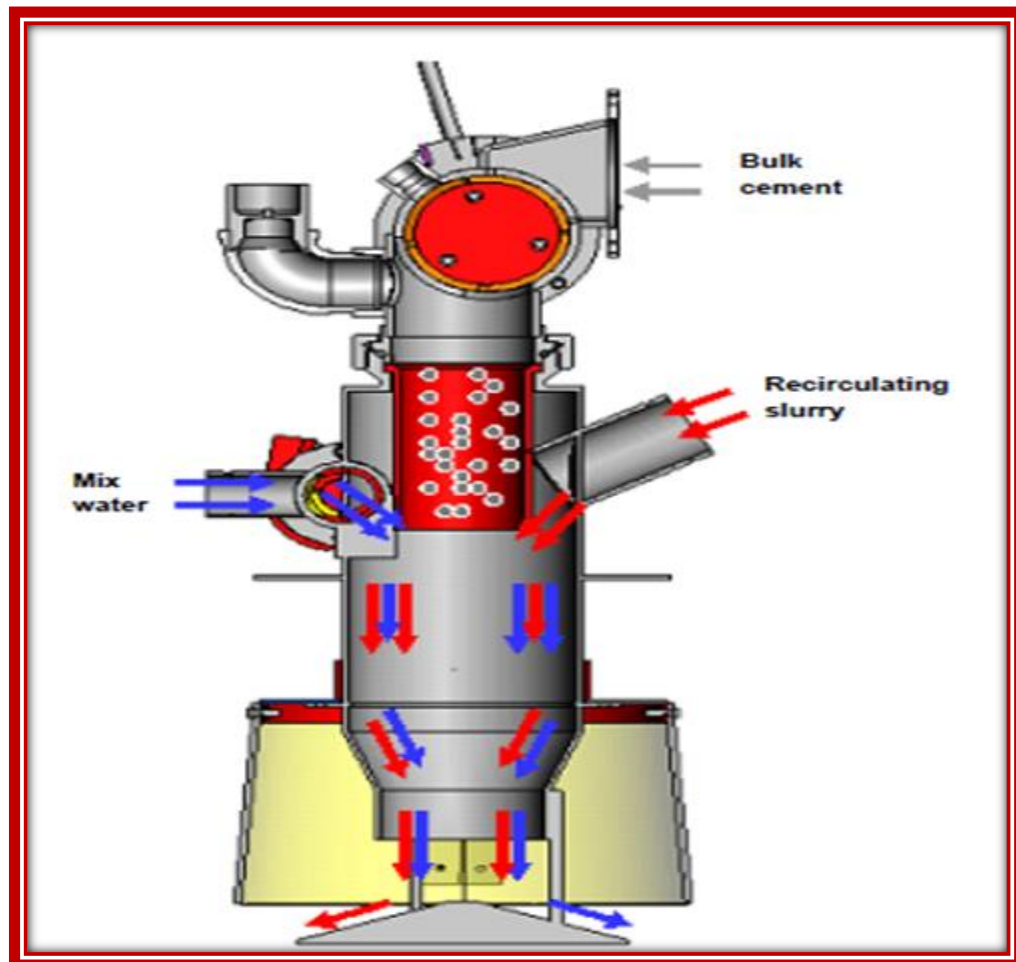


Fig 16. Sistema de mezcla: mezclando en corte del sistema que indica el flujo de la agua de amasado, cemento seco, y semilíquidos recirculado [5].

[5] Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004

Comunicación Bluetooth

Una Red Inalámbrica es aquella Red (conjunto de sistemas conectados entre sí utilizando un medio y un protocolo en común con la finalidad de compartir información), que no utiliza medios físicos si no, propagación de ondas electromagnéticas, utilizando radio frecuencia para transmisión de datos. Bluetooth implementa Ondas de Radiofrecuencia de corto alcance, ya que es una de los medios de transmisión sencillos, económicos, fáciles de configurar y administrar.

Bluetooth es un estándar empleado en enlaces de radio de corto alcance, destinado para reemplazar el cableado existente entre dispositivos electrónicos como computadoras, celulares y muchos otros dispositivos ya sea a nivel personal o industrial. La tecnología empleada permite a los usuarios conexiones instantáneas de voz y datos entre varios dispositivos en tiempo real. El modo de transmisión empleado, asegura protección contra interferencias y seguridad en el envío de datos. Entre sus principales características, pueden nombrarse su robustez, baja complejidad, bajo consumo y bajo costo.

Los enlaces inalámbricos de más de dos dispositivos implementando la tecnología Bluetooth que se encuentran en el mismo radio de cobertura en donde comparten un mismo canal, que están basados en el estándar IEEE 802.11 para WLAN se llaman Piconet, cada dispositivo tiene una dirección única de 48 Bits, cuando un dispositivo busca o detecta a otro se le llama "Inquiry", para regular el tráfico en el canal, uno de los dispositivos se le llama "Maestro" quien es el que establece la conexión y todos los demás dispositivos son llamados "Esclavos". El termino Scatternet que es una red formada por la conexión de una Piconet a otra, con un máximo de interconexiones de diez Piconets [13].

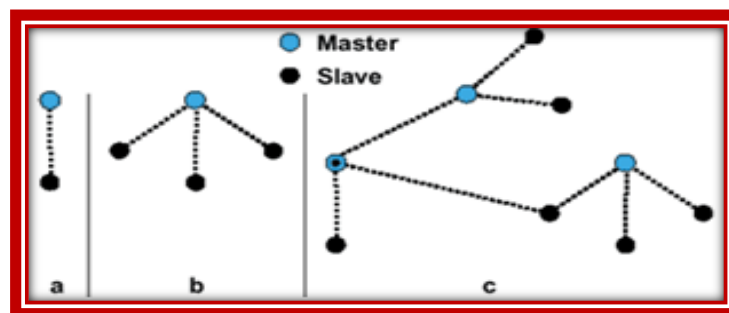


Fig 17. Configuraciones [13].

En la Fig 17. se muestra: **a** Piconet más sencilla, constituida por dos dispositivos, **b** Piconet constituida 4 dispositivos, **c** Scatternet que posee tres Piconet, una constituida por cuatro unidades, otra por dos y la última por 3 unidades respectivamente.

[13] Técnica industrial especial electricidad y electrónica, comunicación inalámbrica con bluetooth [en línea], francisco José Bellido, octubre 2004

DISEÑO METODOLÓGICO

El trabajo a desarrollar se va a realizar como una consulta, gestión y análisis orientado a dar solución a un problema práctico. El presente proyecto tiene varios enfoques, es una manera de mejorar un proceso en específico, permite implementar nuevas tecnologías dejando a Halliburton siempre a la vanguardia tecnológica y también fomenta el trabajo seguro con cero incidentes que puedan afectar al personal, al medio ambiente, a maquinaria/equipos y a la producción.

Técnicas de Recolección de Información

La información que se recolectó fue de gran importancia y relevancia para la realización de este trabajo, para tener datos verídicos, reales y genuinos, se realizó una investigación con respecto a conceptos, temáticas, factores, recursos y procesos propios del proceso que se iba a afectar donde intervenían cementación y mantenimiento.

Acto seguido se realizó una consulta detallada de las condiciones del problema a dar solución como las técnicas o métodos que preceden a los propuestos, sus beneficios y sus falencias para de esta forma comparar y evaluar la propuesta a desarrollar para dar por hecho su rentabilidad.

Técnicas de Análisis

Al realizar todo el soporte teórico, administrativo y analítico de la comunicación con bluetooth entre equipos se evaluó que recursos son necesarios, si es factible adquirirlos, su mantenimiento, entre otros.

También se enfatizó en analizar la utilidad de esta forma de comunicación al proceso de cementación de Halliburton como se optimiza tiempos, material y labores.

Estrategias de Investigación

En cuanto a la investigación para la realización de este estudio, en primer lugar se contó con la experiencia y el conocimiento del ingeniero, tutor por parte de Halliburton con el fin de asegurar un adecuado desarrollo del proyecto y una correcta guía en el proceder del mismo.

Se realizó una consulta electrónica en sitios y/o portales que ofrecieron seguridad y confiabilidad en la información proporcionada, y principalmente se realizó consultas en el portal oficial de Halliburton y en los recursos del psl de IEM y CMT donde se tenía acceso a información de carácter privado ya que hacía referencia a procesos y recursos propiedad de la compañía.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TAREA	COMIENZO	FINALIZACION	DURACION (DIAS)	APORTES
INICIO DEL PROYECTO	5-Aug-14	30-Aug-14	25	Comunicación de la necesidad de realizar un proyecto con motivo de la práctica empresarial
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	1-Sep-14	19-Sep-14	18	Se observan posible oportunidades de mejora a través del trabajo de IEM
PLANIFICACION	20-Sep-14	30-Sep-14	10	Se fija la labor a realizar en el área de cementación en la comunicación de sus unidades
DISEÑO	1-Oct-14	19-Oct-14	18	Se estudia el manejo de la comunicación Bluetooth en las unidades de cementación
INGENIERIA	20-Oct-14	31-Oct-14	10	Se realiza consulta de equipos materiales así como prácticas para desarrollar la tecnología Bluetooth
PRUEBAS	1-Nov-14	19-Dec-14	18	Se realizan pruebas de desempeño
REVISION Y VALIDACION	20-Nov-14	5-Dec-14	15	Se realiza una revisión del avance del proyecto
APORTES ADICIONALES/ MEJORAS	9-Dec-14	25-Jan-15	34	Correcciones y adición de información e contenido del proyecto
FINALIZACION	25-Jan-15	30-Jan-15	5	Finalización del documento

Tabla 2. Cronograma

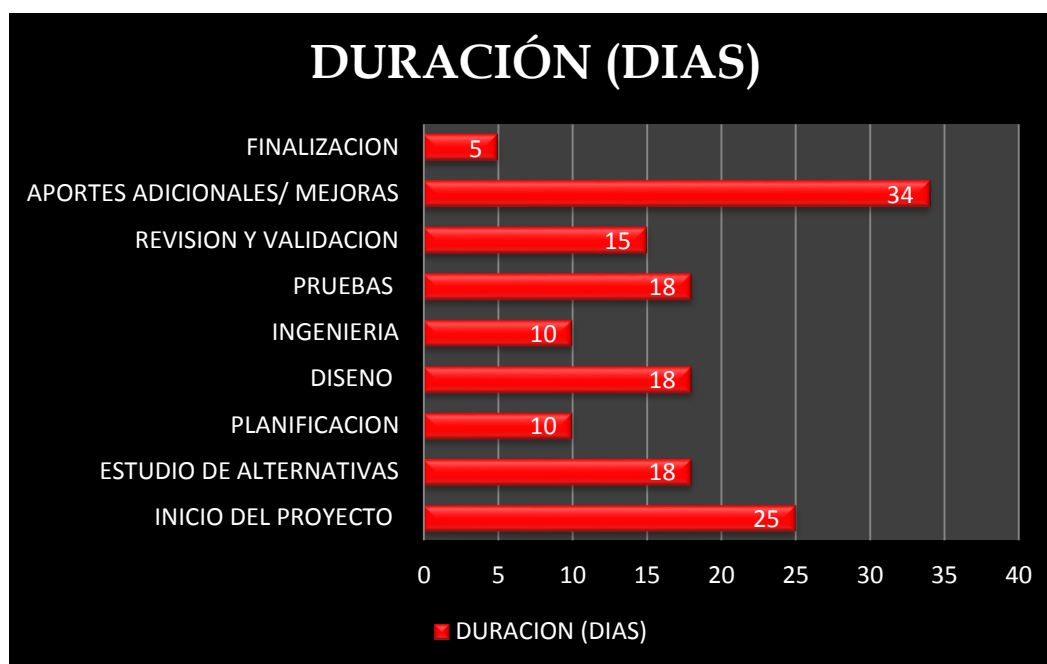


Fig 18. Cronograma duración en días

ANÁLISIS Y GESTIÓN

COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA BLUETOOTH

Para el desarrollo de este proyecto se necesitan los siguientes Componentes:

- 1 Transmisor, Módulo Contact Phoenix.
- 1 Receptor USB Bluetooth.
- 1 Antena Omnidireccional.
- 1 Cable adaptador coaxial.
- 15 mts Cable coaxial.
- 1 Extensión USB.
- 1 soporte de aluminio para sujeción de la antena.
- 1 modulo supresor de transitorios (N/P: 101354588).
- 1 base porta fusibles para riel Din.
- 1 fusible de vidrio 0.68mA 5x20.

Transmisor, Módulo Contact Phoenix.

El convertidor Bluetooth PSI proporciona una conexión inalámbrica rápida y fácil entre las interfaces seriales del V.24 (RS-232), RS-422 y RS-485 de 2 hilos. El modulo que se muestra en la fig 19 está basado en el estándar internacional de Bluetooth. Este estándar inalámbrico cumple con altos requerimientos de interferencia-libre transmisión de datos, en particular mediante el uso del método FHSS (Frequency Hopping Spread spectrum), con la banda de 2,4 GHz \ El PSI-WL-RS232-RS485/BT convertidor serie Bluetooth PSI está diseñado para uso industrial y cuenta con las siguientes características de funcionamiento:

- Montaje por encaje en un riel DIN.
- Suministro de 12-24 V DC o AC.
- Velocidad de transmisión de hasta 187,5 kbps.
- Puede ser configurado para V.24 (RS-232), RS-422 o RS-485.
- Conexión de antena externa para una óptima colocación de las antenas.
- Acceso Bluetooth protegida por contraseña, el emparejamiento dispositivo fijo o lista de acceso de dispositivo.
- Potencia de transmisión escalable (-28 dBm a +20 dBm) para la localización específica de la célula de radio.
- El dispositivo transmisor Bluetooth indican la calidad de la señal de la radio.



Fig 19. Módulo Contact Phoenix.

PSI-WL-PLUG-USB/BT

Adaptador Bluetooth-USB para el montaje directo en puertos USB tipo A y para la transmisión inalámbrica de interfaces USB se muestra en la Fig 20.



Fig 20. Adaptador bluetooth

Ventajas:

- Funciona con cualquier dispositivo habilitado con la tecnología Bluetooth v1.1
- Ofrece comunicación inalámbrica sin esfuerzo entre los dispositivos de computación y los periféricos por medio del software fácil de usar para el usuario
- Soporta Microsoft® Windows® 98 SE, Me, 2000 y XP
- Ofrece seguridad integrada usando encriptación y autenticación de 128 bits, permitiéndole tener acceso seguro a cualquier dispositivo Bluetooth sin cables
- Se instala fácilmente con la conveniencia de "Conectar y Usar"
- Le permite trabajar a distancias hasta de 100 metros con una potencia de salida de 0 a 20 dBm
- El alcance de 100 m depende del ambiente, el número de usuarios y otros dispositivos inalámbricos que se encuentren en la vecindad

Antena omnidireccional

Antena omnidireccional, IP65, ganancia 9 dBi, lineal vertical conexión N (hembra), impedancia 50 ohms, ángulo apertura $360^{\circ}/15^{\circ}$. Esta antena se muestra en la Fig 21.

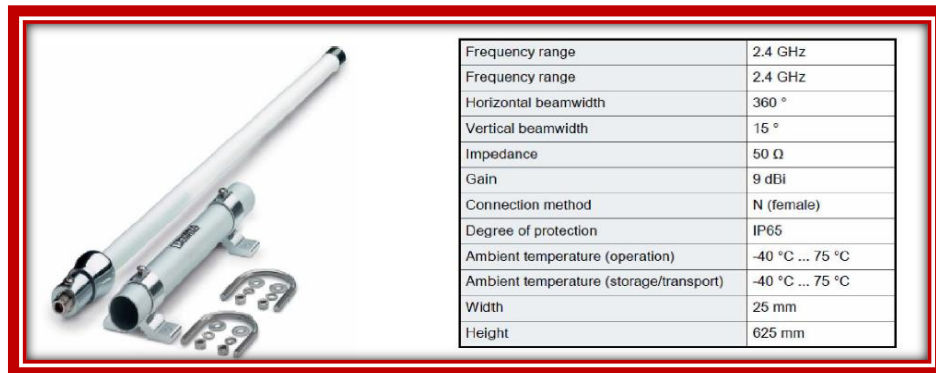


Fig 21. Antena omnidireccional

Cables

Cable adaptador de la Fig 22, pigtail 50cm MCX (macho) -> N (macho) atenuación de inserción 1,5 dB a 2,4 GHz, impedancia 50 ohms



Fig 22. Cable adaptador

Cable coaxial Belden 9913 con conectores tipo N, hembra y macho, 50 ohms. 0.9 dB/m a 2.4 GH. Longitud empleada 15m, como en la Fig 23.



Fig 23. Cable coaxial

Cable USB que se muestra en la Fig 24, se usara como extensión del computador al receptor bluetooth, de manera que se pueda reubicar el dispositivo receptor para adquirir un mejor nivel de señal



Fig 24. Cable USB

Base

Es necesario emplear una base en aluminio para sujetar la antena a la parte delantera de la unidad, este queda adosado a uno de los radiadores de los motores principales como se muestra la Fig 25.



Fig 25. Base en aluminio

Módulo supresor de transitorios

Módulo supresor de transitorios N/P: (101354588) como se muestra en la Fig 26, es conectado antes del dispositivo emisor para evitar el daño del mismo ante la presencia de transitorios eléctricos



Fis 26. Supresor de transitorios

Protección fusible

Porta fusibles de montaje en riel Din provisto de un fusible de vidrio de 5x20mm de 0.63A como aparece en la Fig 27.



Fig 27. Porta fusible

UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES

La antena de transmisión se encuentra ubicada en la parte frontal de la unidad como se muestra en la Fig 28 de manera que se garantice la línea de vista con el receptor.



Fig 28. Ubicación antena

El módulo de transmisión se encuentra ubicado al interior del panel de control con montaje de riel Din como se muestra en la Fig 29.

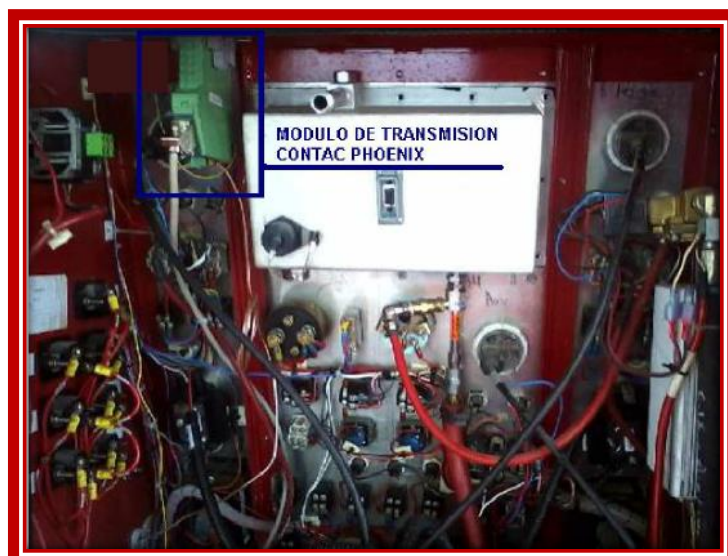


Fig 29. Ubicación módulo de transmisión

La comunicación serial entre el modulo transmisor y el FLECS se realiza en el protocolo RS 232 mientras que para el UNIPRO II la comunicación se establece en protocolo RS 485 . Esto se debe a que el módulo contact Phoenix maneja las interfaces seriales del V.24 (RS-232), RS-422 y RS-485 de 2 hilos. Como se muestra en la Fig 30 para el sistema FLECS y en la Fig 31 para el sistema UNIPRO II.

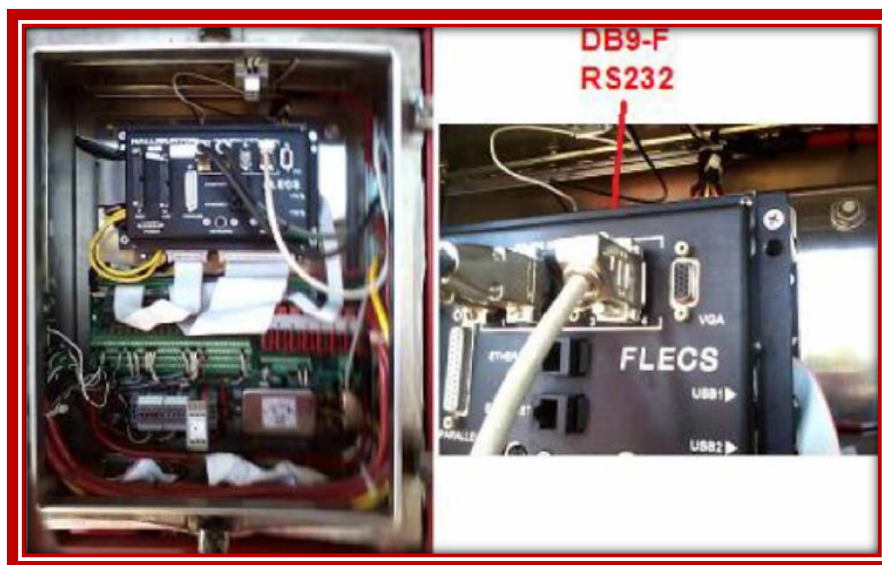


Fig 30. Conexión del módulo contact Phoenix en el sistema FLECS

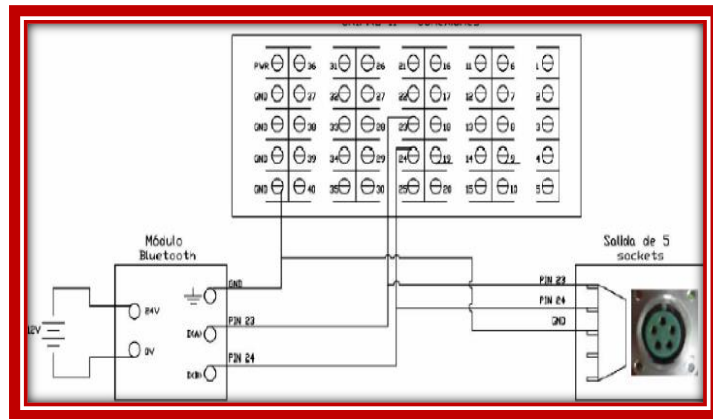


Fig 31. Conexión del módulo contact Phoenix en el sistema UNIPRO

COSTO DE LOS COMPONENTES

Se realizó la cotización de los componentes a implementar para la instalación y funcionalidad del sistema esta cotización se encuentra resumida en la tabla a continuación.

A través de <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pc#>

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR C/U	TOTAL	VALOR EN PESOS COL.
PSI-WL-RS232-RS485/BT/2DO	EA	854,98	854,98	1.828.289,15
PSI-WL-PLUG-USB/BT	EA	84,38	84,38	180.438,18
RAD-ISM-2400-ANT-OMNI-2-1	EA	145,58	145,58	311.308,26
CABLE ADAPTADOR	EA	58,51	58,51	125.117,78
CABLE COAXIAL	EA	10	150	320.759,99
CABLE USB	EA	8	8	17.107,20
BASE DE ALUMINIO	EA	40	40	85.536,00
SUPRESOR DE TRANSITORIOS	EA	84	84	179.625,59
PORTA FUSIBLES	EA	5,3	5,3	11.333,52
			1430,75	3.059.515,66

Tabla 3. Costos

A comparación del presupuesto invertido utilizando la comunicación RS232-422 que es de \$ 5'720.000 anual de extensos cableados que deben cambiarse cada 14 días la inversión en la comunicación bluetooth es rentable.

Nota: la informacion concerniente a datos de costos y capital de la empresa son de carácter privado, como auxiliar del área de mantenimiento tuve acceso a documentación referente a auditoras, revisiones, MOC's (Management Of Change (Global Operations)) y MPEA's (Management Process Execution Assessment (Global Operations)) donde se evidencia los problemas presentados por el deterioro y cambio de estos elementos pero esta informacion es de carácter privado.

EJECUCIÓN

A continuación se mostrara la instalación de software y drive paso a paso para comunicar el UNIPRO II con una PC vía Bluetooth. Se utiliza un módulo de transmisión inalámbrica marca Contact Phoenix y un receptor adaptable USB marca Belkin.

INSTALACIÓN DE DRIVER DEL MÓDULO CONTACT PHOENIX

El módulo de transmisión Bluetooth Contact Phoenix en esta aplicación, recibirá datos del UNIPRO II y los transmitirá a una PC por una antena vía Bluetooth. Como se muestra en la Fig 32.



Fig 32. Antena y módulo contact Phoenix

El módulo Contact Phoenix fue colocado en modo Conf. Para configurar el modulo se realizó los siguientes pasos: abrir el modulo Bluetooth con mucho cuidado retirando la seguridad de las vinchas como se muestra en la Fig 33.

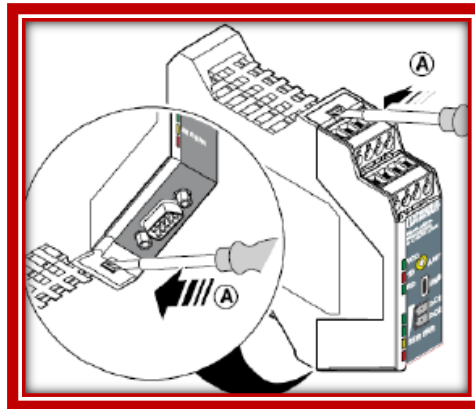


Fig 33. Abriendo módulo bluetooth

identificar los dos conmutadores (switch) deslizantes. EL switch 20 (conmutador deslizante RS-422/485) y el switch 21 (conmutador deslizante CONF/RUN) Como se muestra en la Fig 34.

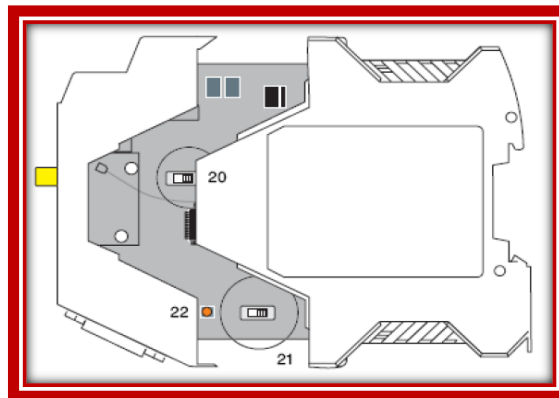


Fig 34. Ubicación del Switch 20 y 21 del módulo bluetooth

Cambiar de estado el Switch 21 deslizando la perilla desde el lado derecho (Modo RUN) hacia el lado izquierdo (Modo CONF). Como se muestra en la Fig 35.

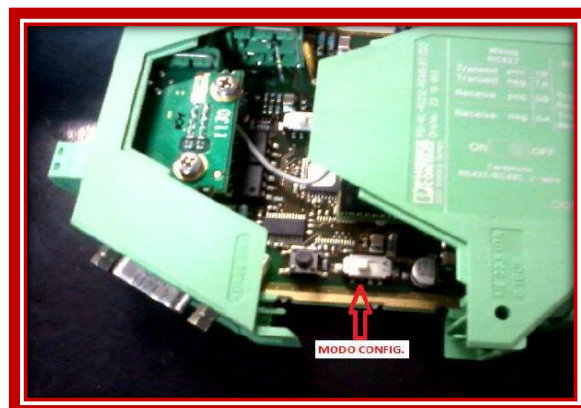


Fig 35. Prueba en lab. de electrónica. Cambio a modo conf. el Switch 21

Insertar el CD de PSI - BLUETOOTH y realizar la Instalación de los drives Silicon Laboratories CP210x VCP, del USB. Adicional a ello instalar también la información necesaria de PSI-CONF.

Realizar la conexión del módulo Contact Phoenix a un PC mediante un cable Mini USB a USB. Modulo en modo CONF. Como se muestra en la Fig 36 y Fig 37.



Fig 36. Pruebas en lab electrónica. Conexión del cable mini USB del módulo al puerto USB del PC.

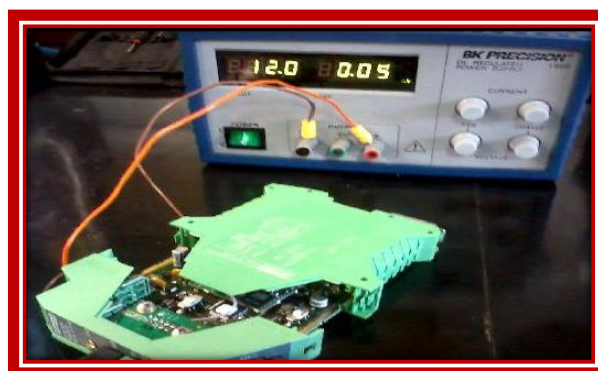


Fig 37. Pruebas en lab electrónica. Energizando modulo

Ejecutar el software "PSI-CONF" con el acceso directo creado en el escritorio como el que muestra la Fig 38 y el inicio del software en la Fig 39.



Fig 38. Icono de acceso directo de PSI-CONF



Fig 39. Inicio de software de PSI-CONF

Seleccionar el módulo reconocido (Contact Phoenix) como se muestra en la Fig 40

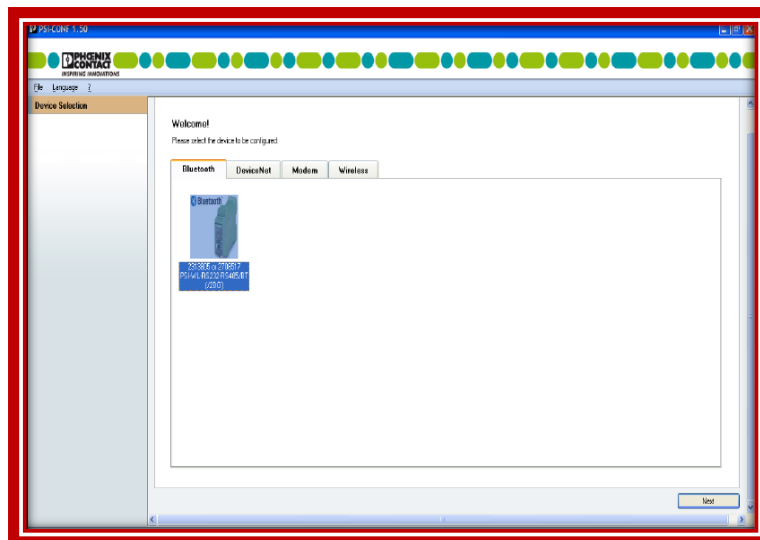


Fig 40. Selección del modulo

Seleccionar "Local Configuration", para configurar al módulo. Como se muestra en la Fig 41.

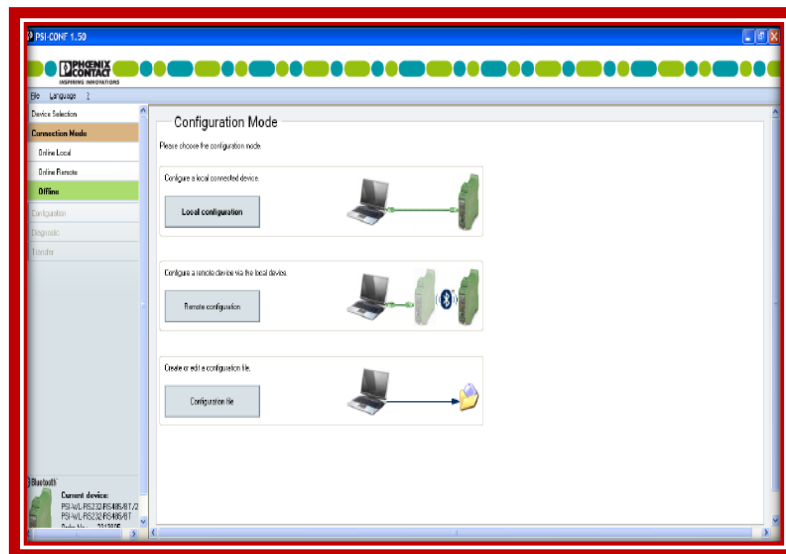


Fig 41. Selección de local Configuration – modulo Bluetooth

Selección del puerto donde reconoció el módulo Contact Phoenix (Según el estado de puertos disponibles en el pc), como se muestra en la Fig 42.

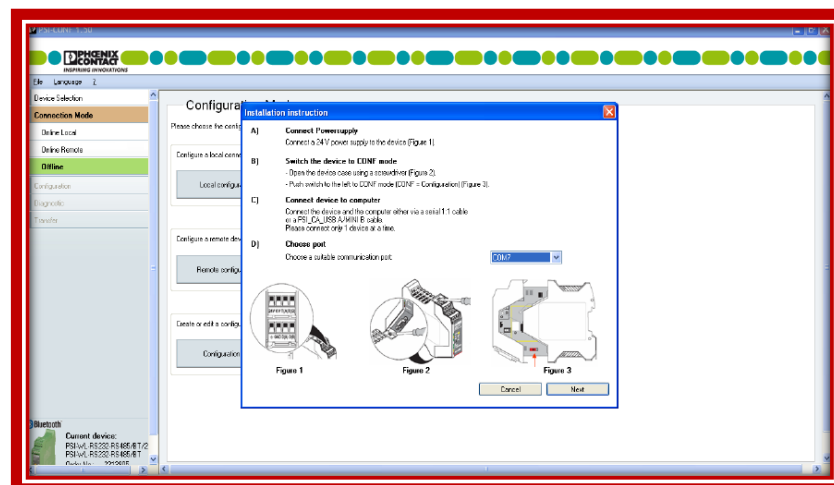


Fig 42. Selección del puerto USB

Comunicación del PC al módulo para su configuración, como se muestra en la Fig 43.

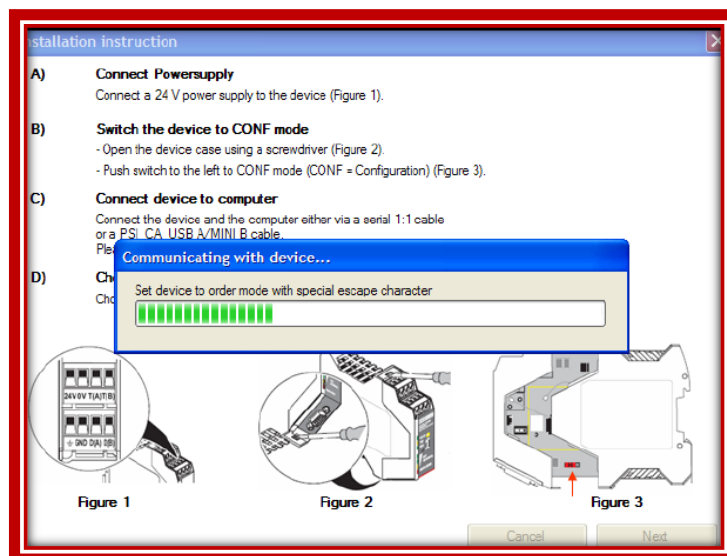


Fig 43. Comunicación

Selección del tipo de comunicación a realizar; “What other Bluetooth device with other Bluetooth device”. Como se muestra en la Fig 44.

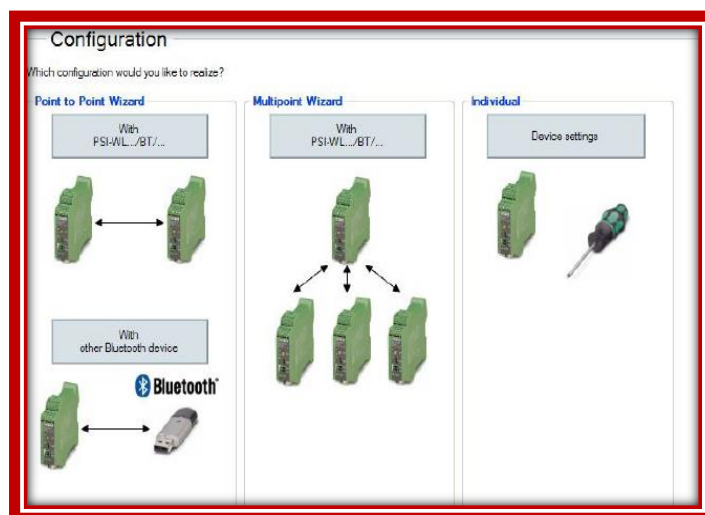


Fig 44. Tipo de comunicación bluetooth

Escribir un nombre para el módulo y un Password que servirá de apareamiento para conectarse con otro dispositivo Bluetooth. Elegir el tipo de interface que va a realizar de la lista desplegable. Como se muestra en la Fig 45.

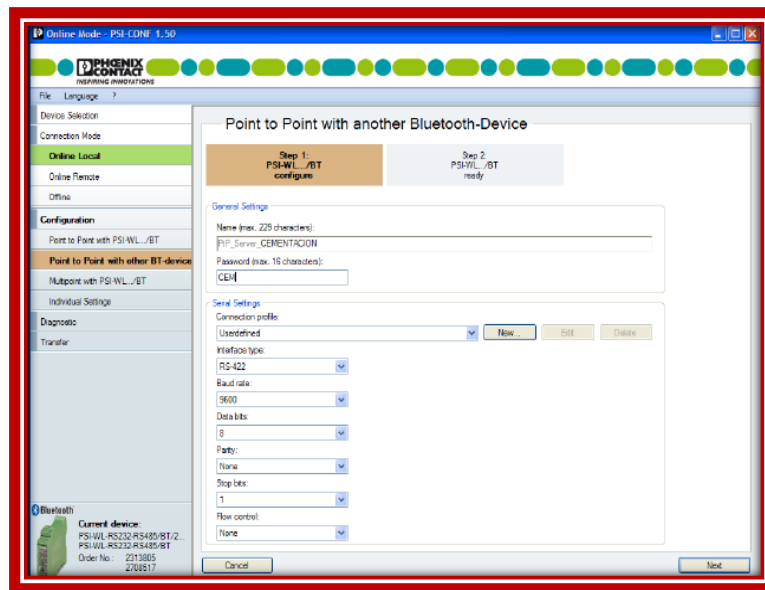


Fig 45. Configuración modulo

Cargar la configuración del PC al módulo como se muestra en la Fig 46.

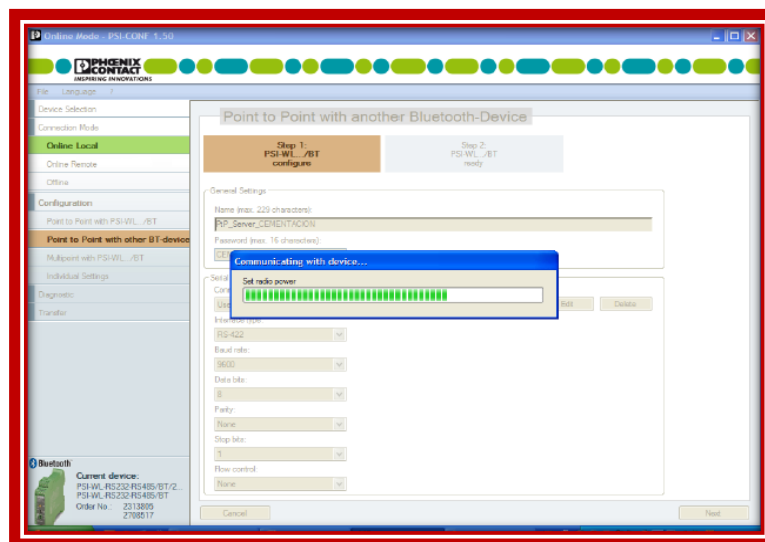


Fig 46. Creando configuración

Módulo Contact Phoenix configurado como se muestra en la Fig 47

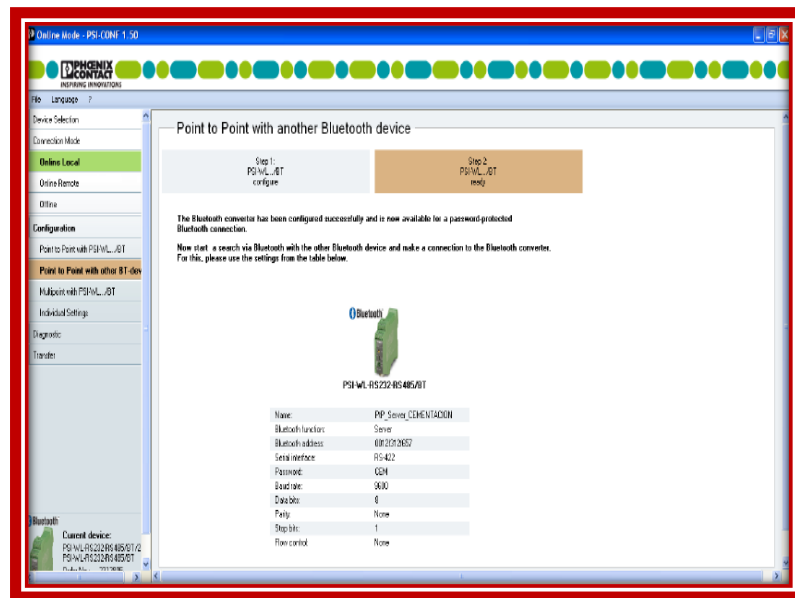


Fig 47. Datos configurados

Una vez concluida la configuración del módulo Phoenix, hay que desconectar la alimentación, y cambiar el estado del switch 21 a modo RUN. Como se muestra en la Fig 48.

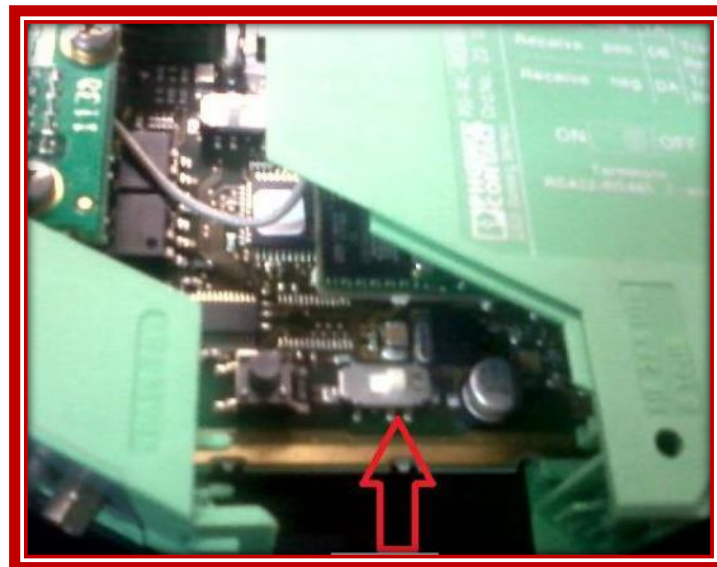


Fig 48. Pruebas en lab. electrónica-cambio de estado del Switch 21 a modo run

INSTALACION DE SOFTWARE PARA EL ADAPTADOR BELKIN

Para poder usar el adaptador USB se debe instalar su software. Se usa el CD Belkin Bluetooth USB Adapter que viene con el dispositivo y se realiza el proceso. Como se muestra en la Fig 49.



Fig 49. Menú de instalación

Durante el proceso de instalación se debe insertar su adaptador como se muestra en la Fig 50.



Fig 50. Pruebas en lab. Electrónica- conexión del Belkin en el PC

Nota: El Adaptador USB es sensible a la electricidad estática, que puede dañar sus delicados componentes eléctricos. Para proteger el dispositivo, se debe tocar siempre el chasis de metal del ordenador antes de manejar el Adaptador USB. De esta forma se establece una toma de tierra para cualquier posible descarga electrostática. Se debe evitar tocar el conector de metal cuando se esté manejando el Adaptador USB. Unas condiciones ambientales secas o caminar sobre un suelo enmoquetado puede provocar que se adquiera una carga electrostática.

ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN INICIAL

Una vez completado el proceso de instalación, aparecerá el “Initial Bluetooth Configuration Wizard” (Asistente de configuración inicial de Bluetooth). Como parte inicial se coloca al PC un nombre descriptivo, el mismo que se encontrará disponible cuando sea descubierto por otros dispositivos. Como se muestra en la Fig 51.

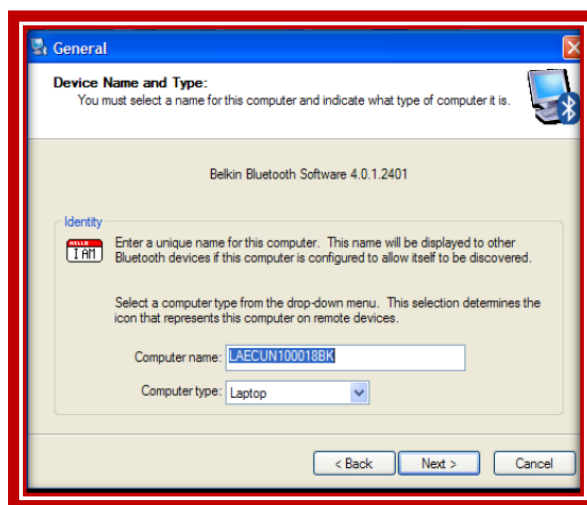


Fig 51. Configuración inicial de bluetooth

Otro ítem que solicita la instalación es la selección los servicios Bluetooth que ofrecerá el ordenador como se muestra en la Fig 52.

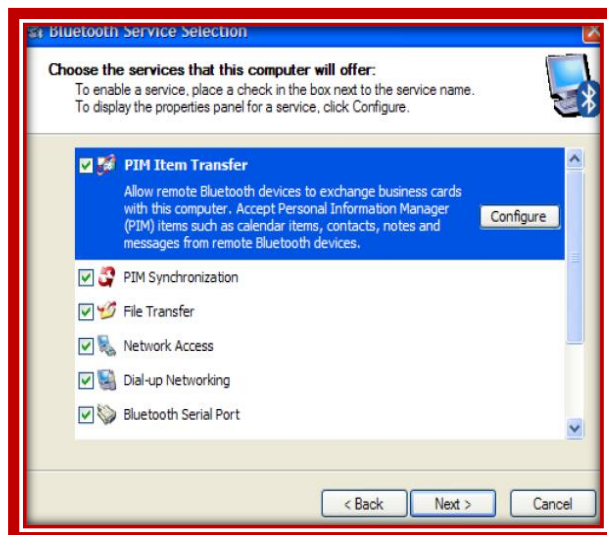


Fig 52. Selección del modo de comunicación

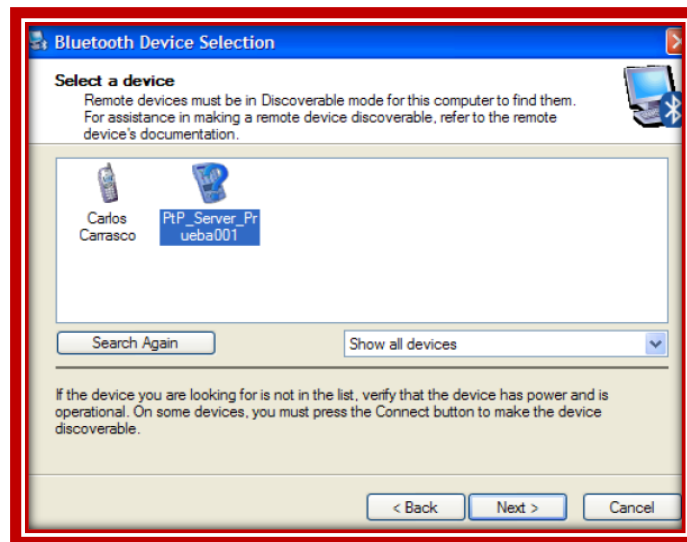


Fig 53. Dispositivo PtP_server.

Si el dispositivo a conectar tiene “Code PIN” debe ingresarse con “Initiate Pairing”. Si no tiene “Code PIN”, se selecciona “Skip Pairing”. Como se muestra en la Fig 54.



Fig 54. Escribir code pin: CEM

Nota. Se puede encontrar el status de Bluetooth según se muestra a continuación.



Fig 55. Status de bluetooth

PRUEBAS DE DESEMPEÑO

Para probar la comunicación se realizaron las siguientes conexiones: del UNIPRO II al Módulo de Transmisión Bluetooth Contact Phoenix: se energizo el módulo a +12Vcd por el terminal 24V, el negativo de fuente a 0V, se conectó D(A) al pin 23, D(B) al pin 24, y la tierra al pin GND del UNIPRO II como se muestra en la Fig 56.

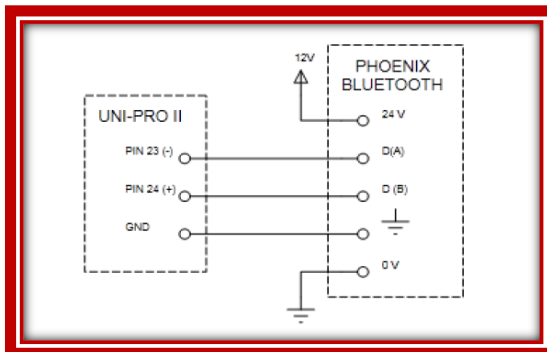


Fig 56. Diagrama de conexión de la UNIPRO II al bluetooth contact Phoenix

La siguiente figura se muestra las conexiones en la parte posterior del UNIPRO.

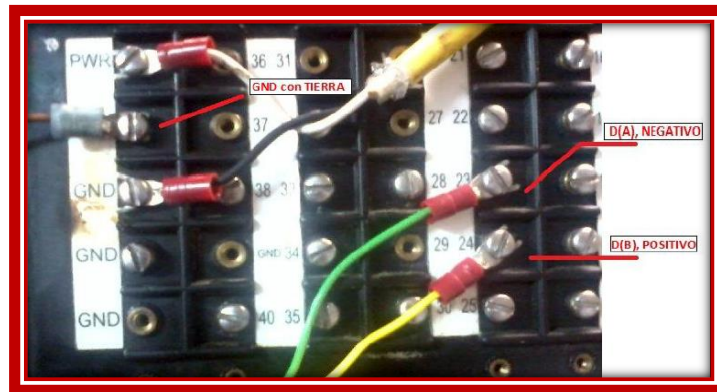


Fig 57. Pruebas en lab. Electrónica- conexión

Una vez energizado el UNIPRO II y el modulo Bluetooth Contact Phoenix, la comunicación inalámbrica está disponible. A continuación se muestra las pruebas realizadas con el modulo.

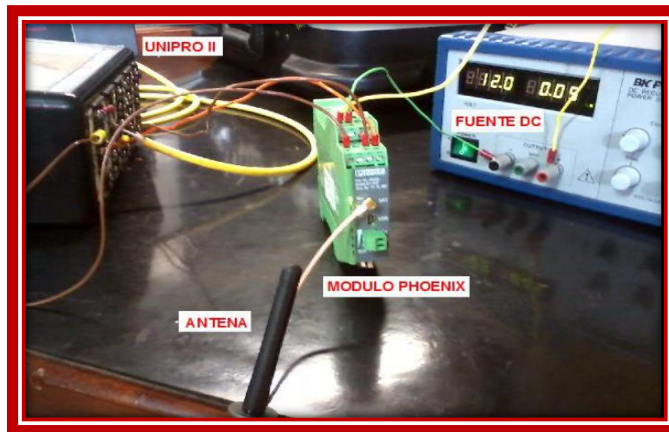


Fig 58. Pruebas en lab electrónica-modulo transmitiendo datos

Conexión de la USB para conectarse al módulo Bluetooth. Como se muestra en la Fig 59



Fig 59. Pruebas en lab electrónica-conexión Beklin

Con el icono Bluetooth se realiza la conexión al módulo Contact Phoenix. Como se muestra en la Fig 60.



Fig 60. Abrir ventana de bluetooth

Aparece la ventana "My Bluetooth Places" seleccionar el dispositivo detectado anteriormente. Como se muestra en la Fig 61 y Fig 62 .

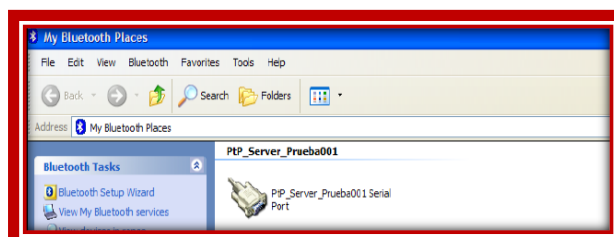


Fig 61. Visualización de equipo a conectar

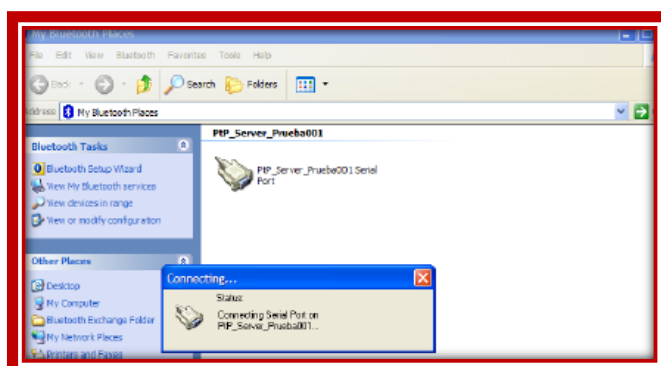


Fig 62. Conectando dispositivo

Comunicación establecida. El icono cambia de estado como se muestra en la Fig 63.

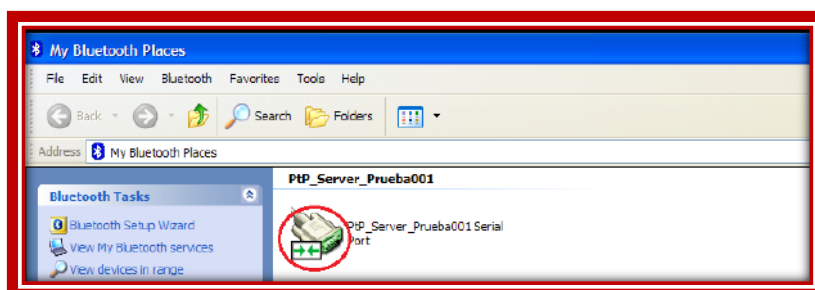


Fig 63. Dispositivo conectado

Finalmente el módulo Contact Phoenix esta en comunicación con el PC.

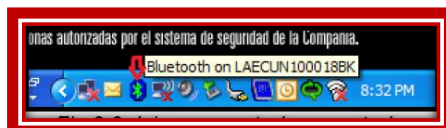


Fig 64 Icono en estado conectado.

Verificar el puerto Bluetooth en Administrador de dispositivos. En este caso "Puerto de Comunicaciones Bluetooth (COM15)" como se muestra en la Fig 65

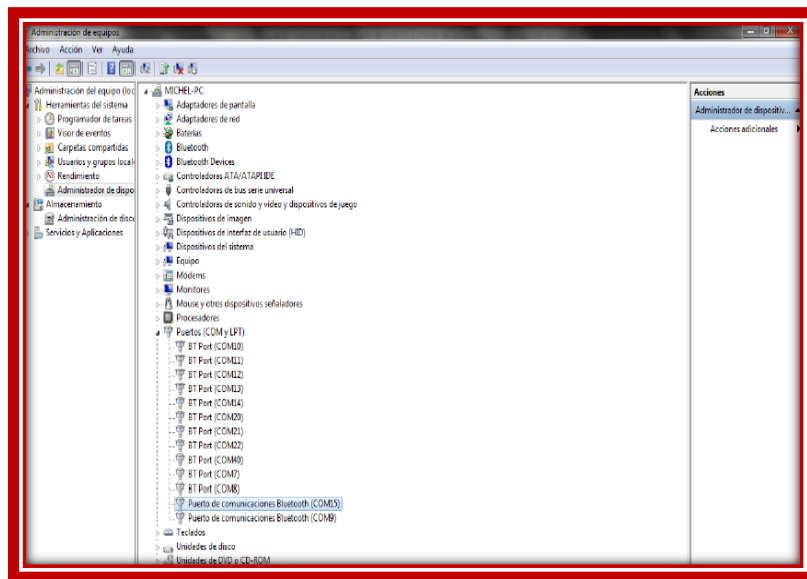


Fig 65. Administrador de dispositivo

Usar el hipertextual para comprobar la recepción de datos. Seleccionar el puerto serial COM 15. Como se muestra en la Fig 66.

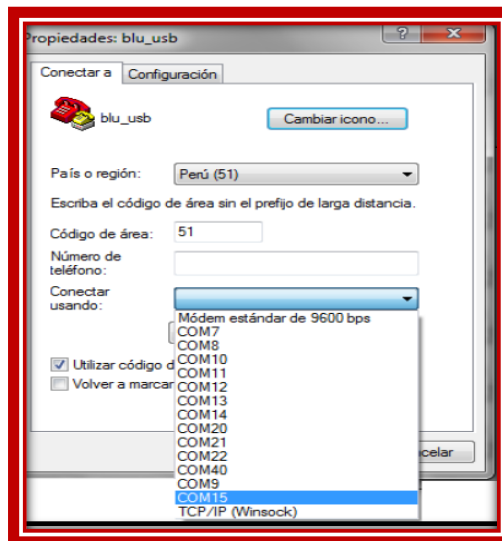


Fig 66. Selección del puerto serial

Configure los valores dados a continuación.

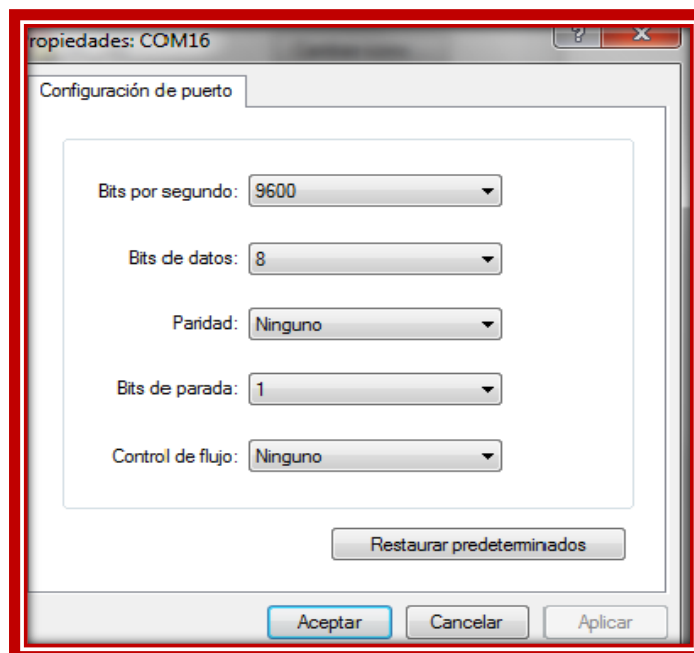


Fig 67. Valores del puerto serial

Comprobar la recepción de datos, como se muestra en la Fig 68.

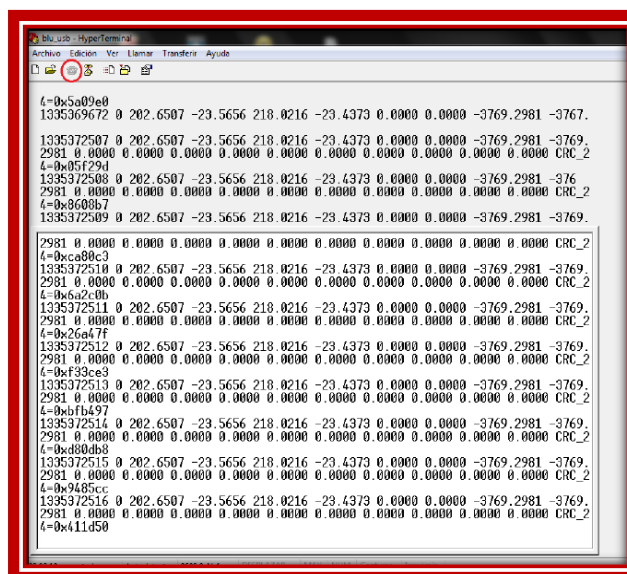


Fig 68. Recepción de datos del módulo

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BLUETOOTH AL MÓDULO FLECS

Se procedió a implementar el sistema Bluetooth en la Unidad **Elite 10991589**, Base Yopal, obteniendo resultados satisfactorios con un alcance de comunicación de hasta 95 mts aprox. Se instaló el módulo Contact Phoenix en el panel de control con montaje en Riel Din para su fijación, como se aprecia en la Fig 69.

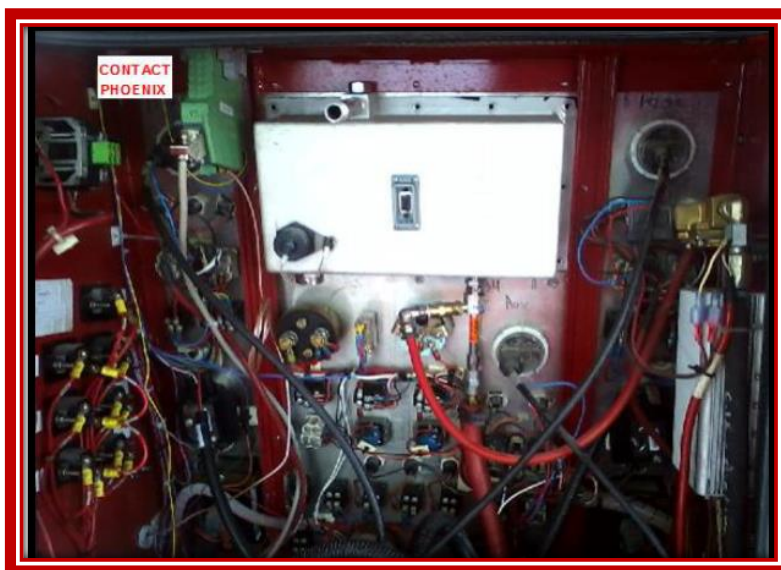


Fig 69. Montaje del módulo contact Phoenix

Construir un cable de comunicación DB9 Female - RS232 entre Contact Phoenix y el módulo Flecs como se muestra en la Fig 70.



Fig 70. Conexión RS232 al contact Phoenix

Conexión al módulo FLECS, como se muestra en la Fig 71.

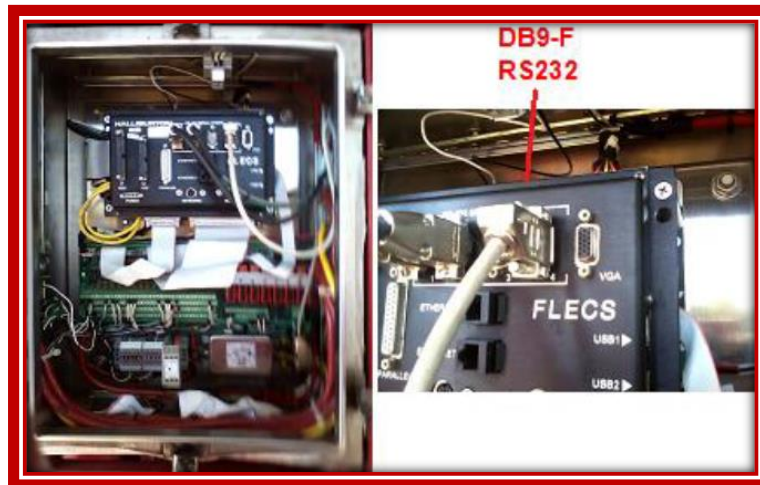


Fig 71. Conexión RS232 a FLECS

Montar la antena de transmisión de datos con un soporte de aluminio en la parte superior de la cabina central. Se perfora la cabina para pasar el cable de la antena que está conectada al Contact Phoenix. Como se muestra en la Fig 72.



Fig 72. Montaje de antena

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN CON ESTACIONES DE RECEPCIÓN DE BLUETOOTH - RS422.

Se necesita los siguientes materiales:

- UNIPRO II.
- Fuentes de alimentación (para UNIPRO II y Modulo Bluetooth)
- modulo Bluetooth Contact Phoenix
- convertidores (RS422/RS232 y RS232/USB)

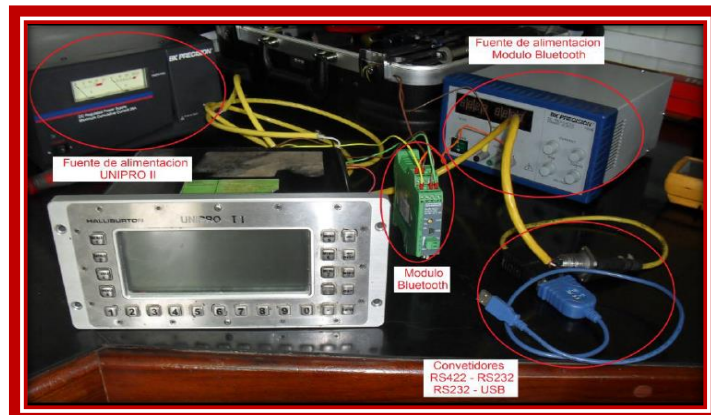


Fig 73. Pruebas de laboratorio

En laboratorio de Electrónica se realizan las pruebas de comunicación Bluetooth (módulo Contact Phoenix) y serial RS-422 (convertidor RS422/RS232 para PC) en forma simultánea. Se conecta el UNIPRO II con ambos dispositivos en paralelo como se muestra en la Fig 74.

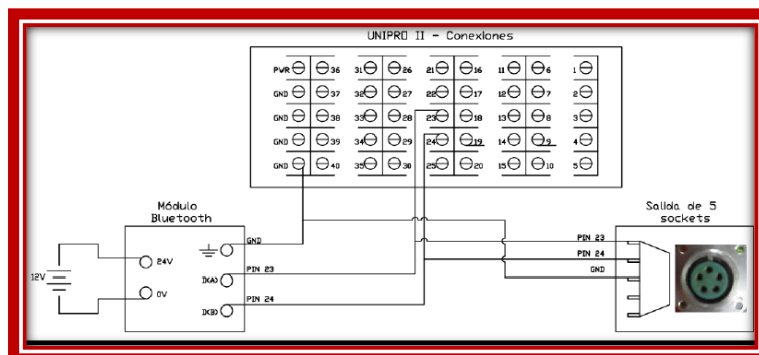


Fig 74. Conexiones del UNIPRO II al módulo bluetooth y al convertidor RS422.RS232

Se Conecta el Adaptador USB de marca Belkin, y se deberá seguir los pasos desde **PRUEBAS DE DESEMPEÑO**, para establecer una comunicación Bluetooth con el UNIPRO II. Así mismo se puede conectar en otra PC a través del conector de 5 sockets del panel de control.

ENVIÓ Y RECEPCIÓN DE DATOS CON LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH

A través de la comunicación bluetooth el sistema de control de la unidad envía al punto de control (un PC con conexión) un archivo el cual se puede abrir en el programa HalWin o INSITE.

El nombre del archivo corresponde al formato que se muestra en la Fig 75.

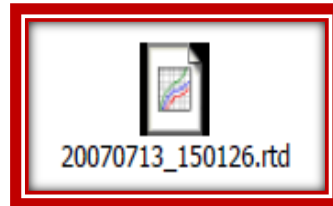


Fig 75. Año Mes Día _ Hora Minutos Segundos y extensión Real Time Data (rtd)

Ya en el archivo se seleccionan las variables requeridas y el programa grafica estos datos, Como se muestra en la Fig 76.

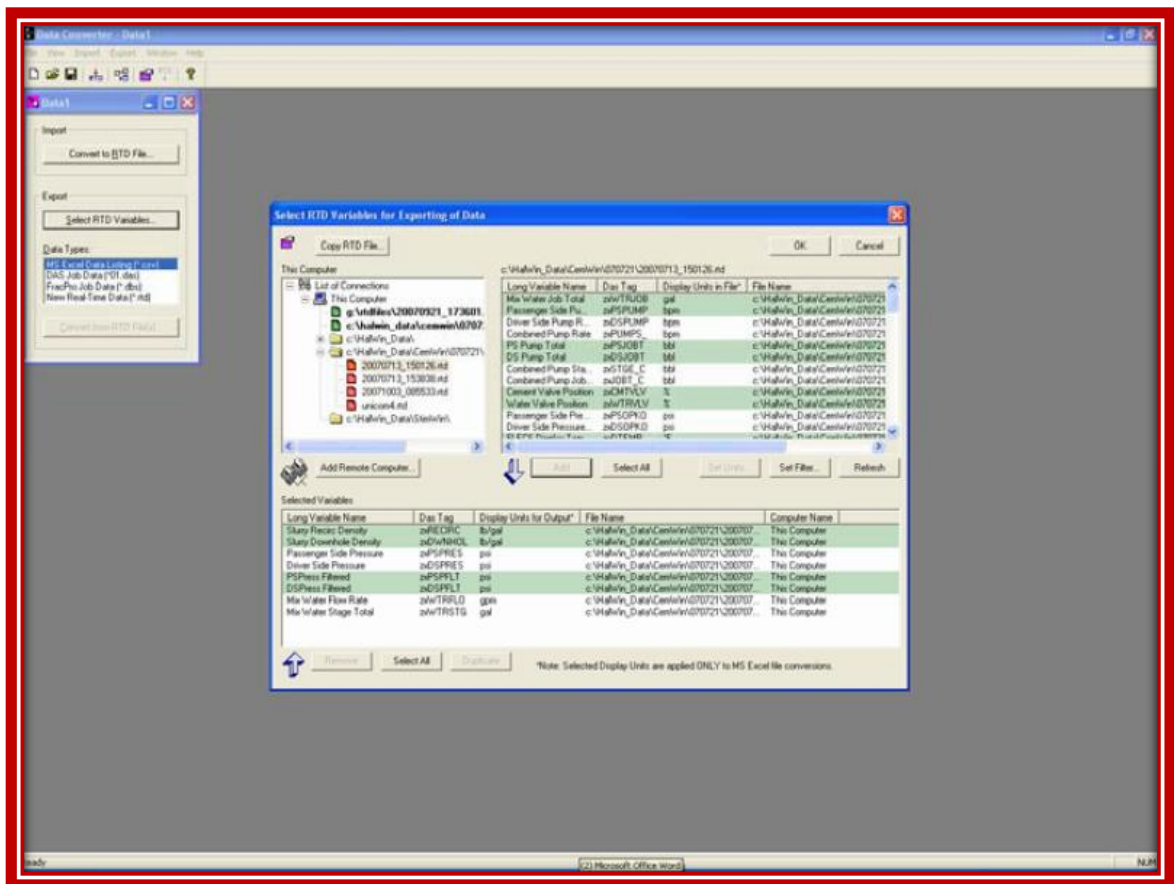


Fig 76. Variables disponibles para graficar.

Este es un ejemplo de la gráfica que muestra los valores de la operación, cabe mencionar que la gráfica deberá de ser editada en función de las necesidades. estas graficas son implementadas para analizar el comportamiento de la unidad, los datos reflejados son comparados con las proyecciones realizadas por los ingenieros de petróleos y los geólogos que trabajan en el pozo que garantizan que todo vaya bien si algún dato se sale del rango establecido por ellos un operario ajusta la FLECS o la UNIPRO II dependiendo de la unidad y esta a su vez realiza el ajuste; estos sistemas de control son capaces de realizar 120 ajustes de la posición de las válvulas en un minuto. Como se muestra en la Fig 77.

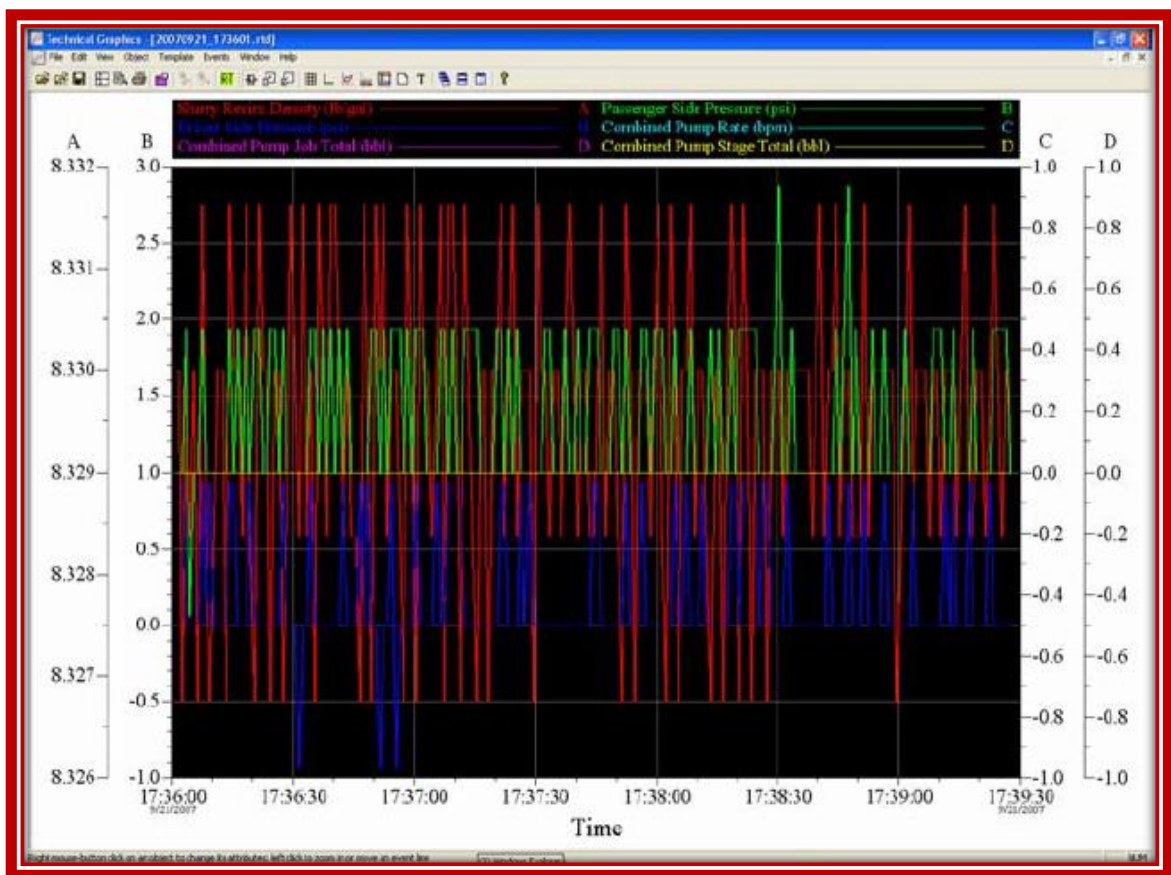


Fig 77. Grafica de los valores de la operación

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La aplicación de la tecnología bluetooth en los procesos realizados en el área de cementación tuvo buena respuestas, a partir de las pruebas realizadas a los componentes y en si a la implementación de esta forma de comunicación a modo de verificar la utilidad de este sistema se pudo comprobar que los requerimientos para aplicar este sistema a todas la unidades de cementación no tiene complejidad alguna, el proveedor de los componentes del sistema es de confiabilidad, con un grado de responsabilidad y efectividad bueno.

El tiempo de prueba del equipo bluetooth en laboratorio no es muy largo, para este trabajo se realizaron pruebas de energización del módulo, de la antena, se comprobó el tiempo de emisión y recepción de señales y en general se interactuó con el trabajo y configuración del módulo. Ya en la unidad se observó la capacidad para él envió consecutivo de datos de sus componentes, implementando el sistema de comunicación por cableado y con el sistema bluetooth; se tomó en cuenta el tiempo de recepción de la información de la parte de mezclado de la unidad dando como resultado un tiempo de retraso desde la toma del dato (que se muestra en el panel del control de la FLECS/UNIPRO) hasta la visualización en el software de 23 microsegundos contra un tiempo de 4 minutos y 22 segundos.

Se probó la distancia de cobertura del sistema de comunicación bluetooth se ubicó la unidad en un punto y con base esta ubicación se llegó a recibir señal a una distancia de 95 metros aproximadamente sin tener alguna alteración.

A nivel social la implementación de esta tecnología en esta área de trabajo, mejoro las condiciones de orden y seguridad del área de trabajo, este sistema evita incidentes que pueden ocasionar daños al personal, al medio ambiente, y ha maquinaria y equipos.

Con respecto a la parte económica se tuvo conocimiento por el área de finanzas que el presupuesto total para implementar el sistema de comunicación bluetooth es de aproximadamente \$ 3'059.515,66 pesos por unidad que a comparación del valor del sistema anteriores se tiene que existe en funcionamiento 64 vehículos de cementación (unidades) para su comunicación con base en RS232 -RS422 se equipan con un rollo de cable UTP categoría 5 de 305 metros, que tiene un valor de \$220.000; las unidades están en continuo movimiento ya que un pozo de petróleo no dura más de 15 a 20 días, el desgaste las diferentes condiciones y el cambio de distancias a las que se utiliza este material hace que deba cambiarse aproximadamente cada 14 días haciendo un gasto anual de \$5'720.00 por unidad. La diferencia es notoria dándole un punto más a su favor a la tecnología bluetooth la cual no requiere muchos gastos de mantenimiento y es una inversión a largo plazo por su durabilidad.

CONCLUSIONES

La implementación de este sistema de comunicación en conjunto con los sistemas de control de las unidades de cementación, permiten un uso racional de recursos, trae consigo ahorros energéticos y económicos, mejora el ambiente laboral, enriquece procesos asiéndolos más efectivos, permite un control detallado de cada dispositivo de la unidad en especial del control de densidad de agua y de cemento.

Al realizar los estudios se permitió refutar la factibilidad de la realización de este proyecto, el análisis de los sistemas de control de los procesos concernientes a la unidad de cementación permitió un empalme adecuado de la comunicación bluetooth mejorando procesos tiempos y calidad.

Al conocer el proceso de comunicación que se implementa en las unidades de cementación se corroboró las debilidades de este sistema, se veía limitada el área de trabajo de la unidad de cementación, se limitaba el acceso a los datos producidos por la unidad debida a las restricciones del punto de control. Como auxiliar del área de mantenimiento se estuvo en contacto con las fallencias de la comunicación RS232 -RS422 esta comunicación tenía su cableado de conexión bajo condiciones que afectaban su integridad, se tenía que realizar reparación o cambios de este cableado debido a corrosión, ruptura, mala conexión, etc. lo que generaba pérdida de tiempo y de productividad.

La comunicación bluetooth agiliza procesos, eliminaba mantenimiento reparaciones o cambios excesivos, permite un beneficio económico ya que reduce costos de material debido a cambios en el cableado que se omitiría.

Se hizo una implementación detallada tanto de software como hardware con el propósito de poner a funcionar este sistema de comunicación donde se evidencio que el grado de complejidad de este sistema es mínimo lo que lo hace más atractivo para desarrollar en todas las unidades de cementación de Halliburton y aun mas puede expandirse en cualquier proceso que lo vea factible y propicio como herramienta que optimiza procesos.

REFERENCIAS

Halliburton, presentación de la compañía [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: <http://halworld.corp.halliburton.com/>

Halliburton, psl cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web : <http://halworld.corp.halliburton.com/cementing/equipment/equip/home.page?nodeid=hjuf6oml>

Halliburton, equipment cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: <http://halworld.corp.halliburton.com/cementing/equipment/equiphome.page?DocListingBundle=09B6FCE6&node-id=hjuf6oml>

Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: <http://halworld.corp.halliburton.com/cementing/equipment/equip-truck.page?nodeid=hjuf6ord>

Halliburton, equip truck cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: <http://halworld.corp.halliburton.com/cementing/equipment/equip-truckcpt.page?nodeid=ht9vz2ne>

Halliburton, Procedures_and_Manuals cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: http://halworld.corp.halliburton.com/internal/PS/cem/contents/Procedures_and_Manuals/TECH/PME/27701833.pdf

Halliburton, Procedures_and_Manuals cementing [en línea], Halliburton, marzo 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dallas, Texas, USA, disponible en web: http://halworld.corp.halliburton.com/internal/PS/cem/contents/Procedures_and_Manuals/TECH/PME/D00661710_1.pdf

Blogspot, interface serial rs232. [en línea], Ronald Mijail Dueñas, septiembre 2008, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Madrid España, disponible en web: <http://interface-serial-rs232.blogspot.com/>

Cimco integration, estándar de comunicación en serie [en línea], cimco, diciembre 2013, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Dinamarca, disponible en web: http://www.cimco.com/docs/cimco_dnc-max/v7/es/#SerialComStandards

Catarina, comunicación serial [en línea], Catarina, octubre 2011, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Cataluña España, disponible en web: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/morales_hoe/capitulo3.pdf

FEC automation systems, RS-422 Puertos de comunicación de datos [en línea], fec-usa, marzo 2009, {Consultado el 25 de octubre 2014}, España, disponible en web: http://www.fecusa.com/support/download/manuals/1100/spn/4afc11_c.pdf

Halliburton, presentación de la compañía [en línea], Halliburton, junio 2013, {Consultado el 25 de octubre 2014}, España, disponible en web: http://pendientedemigracion.ucm.es/info/petrosed/rc/dia/ejemplos_ce.html

Técnica industrial especial electricidad y electrónica, comunicación inalámbrica con bluetooth [en línea], francisco José Bellido, octubre 2004, {Consultado el 25 de octubre 2014}, Madrid España, disponible en web: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/15/06/a06.pdf>