

**ESTADO DEL ARTE DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES
WIRELESS HART**

Nicolás Alonso González Ochoa

José Mauricio Villamizar Ochoa

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2014**

**ESTADO DEL ARTE DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES
WIRELESS HART**

Nicolás Alonso González Ochoa

José Mauricio Villamizar Ochoa

**Trabajo de Grado para optar por el título de especialista en Control e
Instrumentación Industrial**

PhD Jhon Jairo Padilla Aguilar

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2014**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 6 agosto de 2014

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	11
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. ESTADO DEL ARTE WIRELESS HART	12
2.1 PROTOCOLO HART	12
2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA USADA EN EL PROTOCOLO HART .	12
2.1.2 VENTAJAS DEL PROTOCOLO HART	16
2.1.3 IMPLEMENTACIONES REALIZADAS	17
2.2 WIRELESS HART	20
2.2.1 COMPONENTES DE WIRELESS HART	21
2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA USADA EN WIRELESS HART	22
2.2.3 SEGURIDAD EN WIRELESS HART	24
2.2.4 WIRELESS HART VS ISA 100	25
2.2.5 ¿EXISTE INTERACCIÓN DE WIRELESS HART CON OTRAS TECNOLOGÍAS?	26
2.3 PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN WIRELESS HART	27
2.3.1 ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA	27
2.3.2 PACIFIC RUBIALES (COLOMBIA)	28
2.3.3GRUPO PETROQUÍMICO BETA (MÉJICO)	30
3. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WIRELESS HART EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA	32
3.1 COTIZACIÓN	34
3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	39
4. SIMULADORES WIRELESSHART	43
4.1 WIRELESSHART SIMULATOR	43
4.2 WIRELESSHART WINCMOD	45
4.3 WIRELESSHART WINCSIM	46
5. TOPOLOGÍA SUGERIDA PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL	47
5.1 PRACTICAS SUGERIDAS	48
5.1.1 CONFIGURACIÓN DE FIELGATE SWG70	48

5.1.2 ADQUISICIÓN DE ESTADÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED IMPLEMENTADA.....	48
5.1.3 ANÁLISIS DE TRAMAS CON WIRESHARK.....	48
5.1.4 CONEXIÓN DEL SWG70 CON DIFERENTES BUSES DE CAMPO (HART, ETHERNET, MODBUS, AMS).....	48
5.1.5 CREACIÓN DE MÍMICOS CON LA TOPOLOGÍA IMPLEMENTADA.....	48
6. CONCLUSIONES	49
7. BIBLIOGRAFÍA	50

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1. Modulación FSK</u>	13
<u>Figura 2. Punto a punto</u>	13
<u>Figura 3. Punto a multi-punto</u>	14
<u>Figura 4. Conexión usando wireless hart</u>	20
<u>Figura 5. Trama wireless hart</u>	23
<u>Figura 6. Cabecera en wireless hart</u>	23
<u>Figura 7. Trama capa de transporte</u>	24
<u>Figura 8. Trama capa de aplicacion</u>	24
<u>Figura 9. Wireless hart vs ISA100.11a</u>	25
<u>Figura 10. Wireless hart vs ISA100.11a</u>	26
<u>Figura 11. Filtro para potabilización de Agua</u>	27
<u>Figura 12. Filtros Planta la Flora</u>	28
<u>Figura 13. Disposición de los equipos por pozo</u>	29
<u>Figura 14. Equipos instalados en campo</u>	29
<u>Figura 15. Montaje final en campo</u>	30
<u>Figura 16. Sensor de nivel instalado en campo</u>	30
<u>Figura 17. HMI control de inventarios tanques Beta</u>	31
<u>Figura 18. Caudalimetro existente en el Laboratorio de instrumentación industrial de la UPB</u>	32
<u>Figura 19. Trasmisor de presión existente en el Laboratorio de instrumentación industrial de la UPB</u>	33
<u>Figura 20. Cotización COLSEIN</u>	34
<u>Figura 21. Cotización COLSEIN</u>	35
<u>Figura 22. Cotización COLSEIN</u>	36
<u>Figura 23. Cotización COLSEIN</u>	37
<u>Figura 24. Cotización COLSEIN</u>	38
<u>Figura 25. Cotización COLSEIN</u>	39
<u>Figura 26. Adaptador SWA70 marca endress and hauser</u>	39
<u>Figura 27. Conexión equipo de campo alimentado por el modulo SWA70 punto a punto</u>	40
<u>Figura 28. Conexión equipo de campo multipunto</u>	41
<u>Figura 29. Fieldgate SGA70 marca endress and hauser</u>	41
<u>Figura 30. Red de sensores Wireless HART</u>	42
<u>Figura 31. Entorno de trabajo del Software</u>	44
<u>Figura 32. Estadísticas Generadas por el software para un dispositivo de la red</u>	44
<u>Figura 33. Área de Trabajo para la implementación de la red Wireless HART</u>	45
<u>Figura 34. Ejemplo de modelamiento con WINCmod</u>	46
<u>Figura 35. Topología sugerida de Wireless HART en la UPB</u>	47

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTADO DEL ARTE DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES WIRELESS HART

AUTOR(ES): NICOLAS ALONSO GONZALEZ OCHOA
JOSÉ MAURICIO VILLAMIZAR OCHOA

FACULTAD: Esp. en Control e Instrumentación Industrial

DIRECTOR(A): JHON JAIRO PADILLA AGUILAR

RESUMEN

Las comunicaciones son parte fundamental en la industria dado que son las encargadas de llevar un mensaje de un controlador a otro. El protocolo Hart en la instrumentación industrial es uno de los más usados a nivel mundial. El siguiente paso que está a la vanguardia es el de mezclar la tecnología Hart con la wireless dando paso a un nuevo protocolo de comunicación industrial conocido como Wireless Hart. Dada la importancia que tiene el protocolo de comunicaciones Wireless Hart y con el fin de que a futuro sea implementada esta tecnología en la Universidad Pontificia Bolivariana en su especialización en Control e Instrumentación Industrial. Se realiza el estado del arte del protocolo Wireless Hart y se complementa con unas prácticas sugeridas para realizar en la asignatura redes industriales, y la descripción de los equipos necesarios para dicha implementación.

PALABRAS CLAVES:

Comunicaciones, Hart, instrumentación, Wireless Hart.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: STATE OF THE ART OF THE WIRELESS HART INDUSTRIAL COMMUNICATIONS PROTOCOL

AUTHOR(S): NICOLAS ALONSO GONZALEZ OCHOA
JOSÉ MAURICIO VILLAMIZAR OCHOA

FACULTY: Esp. en Control e Instrumentación Industrial

DIRECTOR: JHON JAIRO PADILLA AGUILAR

ABSTRACT

Communication is a fundamental part of the industry because it is responsible for bringing a message from one controller to another. The hart protocol in the industrial instrumentation is one of the most used today. In Wireless Hart, the main concept is to mix wireless communication technologies with the Hart Protocol, giving a way to a new industrial communication protocol. This project is a first step in order to implement that technology at the Universidad Pontificia Bolivariana, within the labs at the posgraduate program in Control and Industrial instrumentation. The state of the art of Wireless Hart protocol was performed in this document. Also, in this document it is suggested some topics to use that technology in laboratory for the Industrial Data Networks Course. Finally, a description of the necessary equipment to implement those topics is described.

KEYWORDS:

Communications, Hart, instrumentation, Wireless Hart.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

JUSTIFICACIÓN

La universidad pontificia bolivariana, dentro de su programa de especialización en control e instrumentación industrial, en la asignatura de redes industriales requiere el aprendizaje de diferentes tecnologías, en las cuales, las inalámbricas se han posicionado en la industria como una gran solución y alternativa a las necesidades del mercado; es por esto que se plantea la siguiente monografía para analizar diferentes aspectos del protocolo Wireless HART, como son las implementaciones local, nacional e internacionalmente así como los dispositivos requeridos para la futura implementación en el laboratorio de instrumentación industrial. Para conocer las ventajas de la tecnología Wireless HART es pertinente conocer su predecesora como es HART, para lograr un mejor entendimiento y evolución de este protocolo muy usado en las redes de comunicaciones a nivel industrial.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de control en la industria han tenido avances significativos desde las comunicaciones neumáticas, pasando por las comunicaciones eléctricas, hasta las comunicaciones electrónicas, ya sea para control centralizado o distribuido. Al igual que los procesos industriales han avanzado, las comunicaciones para dichos procesos también lo hicieron creando una variedad de protocolos.

La especialización en control e instrumentación industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana ofrece la asignatura de redes industriales en donde se estudian los diferentes protocolos de comunicación industrial, entre los cuales se encuentra el *Wireless hart*.

Dado que actualmente no se cuenta con prácticas de laboratorio usando el protocolo *Wireless hart*. Con esta monografía se pretende hacer el estado del arte de dicho protocolo para que en futuros trabajos se utilice para la implementación de dicha tecnología en los diferentes laboratorios con los que cuenta la especialización.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Describir el estado del arte del protocolo usado en redes industriales llamado Wireless HART.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar información referente al protocolo llamado Wireless HART
- Desarrollar un presupuesto para la futura implementación del laboratorio de Wireless HART en la universidad pontificia bolivariana
- Realizar un documento final en el cual se presenten los resultados de este proyecto.

2. ESTADO DEL ARTE WIRELESS HART

2.1 PROTOCOLO HART.

El protocolo conocido como *Wireless hart* es uno de los más usados habitualmente en las diferentes industrias que se encuentran a nivel nacional e internacional. Para adentrarse más en el protocolo *Wireless hart* es importante conocer a su predecesor conocido como *hart*.

El protocolo *hart* fue creado por el conocido fabricante de instrumentación de procesos ROSEMOUNT el cual a su vez dio inicio a la hart communication foundation, a la cual pertenecen diferentes fabricantes internacionalmente. Las siglas que le dan nombre al protocolo (*hart*) son la sigla de “Highway addressable remote transmitter” (transductor remoto direccionable).

2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA USADA EN EL PROTOCOLO HART

El protocolo hart sigue el modelo OSI, pero solo se hace necesario 5 niveles los cuales son el nivel 1 capa física, el nivel 2 capa de enlace de datos, el nivel 3 que se refiere a la capa de red, nivel 4 la capa de transporte y finalmente el nivel 7 que se refiere a la capa de aplicación. A continuación se describe el funcionamiento del protocolo hart según los 3 niveles que usa del modelo OSI.

2.1.1.1 NIVEL 1: CAPA FÍSICA.

La capa física hace referencia a la forma como se realiza la conexión de los dispositivos.

El protocolo hart está basado en el estándar bell 202 que hace uso de la modulación FSK (Frequency Shift Keying) o también conocido como manipulación por desplazamiento de frecuencia, la cual es un tipo de modulación digital. FSK modula el ángulo cuando la amplitud es constante de forma similar a la FM (Frecuencia Modulada) la diferencia este en que la señal moduladora es binaria. Hart usa FSK con el fin de superponer las señales de comunicación digital en un nivel bajo de la parte superior de la señal estándar de 4 a 20mA.

La señal digital está compuesta de una sinusoidal de dos valores de frecuencia, uno de 1,2KHz y el otro de 2,2KHz. Los valores anteriores digitalmente se describen con 1 para 1,2KHz y un 0 que define la frecuencia de 2,2KHz. El valor medio de la señal analógica (4-20mA) permanece intacto esto debido a que el valor promedio de la señal digital es 0. [1]

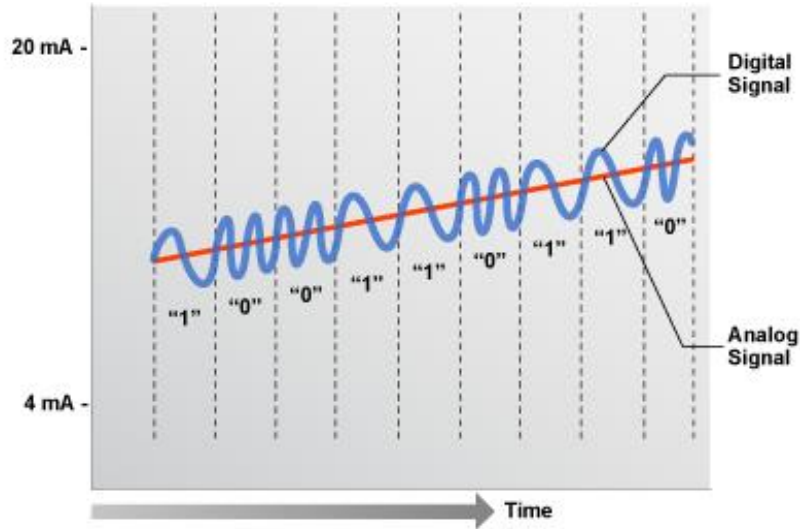


Figura 1. Modulación FSK

Fuente: disponible <<http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_how.html>>

Hart es un protocolo maestro/esclavo lo que significa que un esclavo solo envía información cuando la petición la realiza un maestro, de lo contrario no se puede realizar la comunicación. La señal eléctrica que usa el maestro para leer y comunicarse con un esclavo es de tensión, a diferencia de los esclavos que utilizan una señal de corriente, por tal motivo se hace necesario un convertor de corriente a tensión.

Hart cuenta con dos tipos de conexión posible:

Conexión punto a punto.

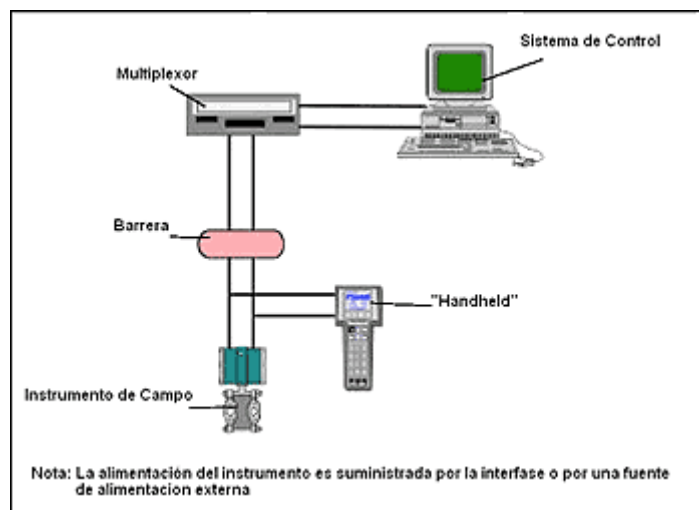


Figura 2. Punto a punto

Fuente: disponible <<<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=95>>>

En este tipo de conexión se cuentan con dos tipos de señales una es analógica (4-20mA) la cual hace referencia a la variable de proceso y la señal digital la cual permite la configuración, calibración, diagnóstico entre otras funciones a realizarle al instrumento. Para este modo de operación la conexión es entre un maestro y un único esclavo.

Conexión punto a multipunto.

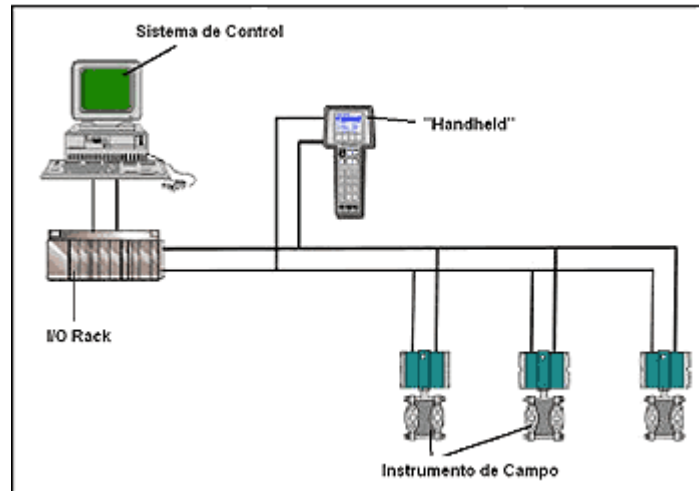


Figura 3. Punto a multi-punto

Fuente: disponible << <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=95>>>

Este tipo de conexión se realiza entre un maestro y varios esclavos. Cuando se usa esta topología toda la información de la variable de proceso es transmitida digitalmente debido a esto se hace necesario fijar el valor de corriente de cada uno de los esclavos a su mínimo valor el cual es de 4mA. [2]

2.1.1.2 NIVEL 2: CAPA DE ENLACE DE DATOS.

Este nivel es el encargado de formar y comprobar la trama con las especificaciones propias de este protocolo, incluye una doble paridad para la comprobación con el fin de la integridad de los datos transmitidos.

2.1.1.3 NIVEL 3: CAPA DE RED.

Este nivel es el encargado de darle el enrutamiento permitiendo la comunicación de equipos de extremo a extremo. En esta capa también se encuentra la seguridad.

2.1.1.4 NIVEL 4: CAPA DE TRANSPORTE.

La capa de transporte hace que la información se propague con éxito entre los dos puntos de la comunicación. [1]

2.1.1.5 NIVEL 7: CAPA DE APLICACIÓN.

El nivel 7 se basa en la utilización de comandos hart, los comandos son enviados al transmisor con el fin de obtener información y realizar configuraciones al dispositivo.

Existen cuatro clases de comandos:

- **UNIVERSAL**

Esta clase de comandos se encuentra presente en cada uno de los dispositivos que usan el protocolo hart. La función de los comandos universales es la de dar acceso a información necesaria cuando se encuentra en condiciones normales de operación, como puede ser la lectura de una temperatura o presión.

- **PRÁCTICA COMÚN**

Con la clase de comandos de práctica común se accede a funciones específicas que tiene la gran mayoría de dispositivos con comunicación hart.

- **DISPOSITIVO ESPECÍFICO**

Como su nombre lo dice esta clase de comandos son para funciones únicas a cada dispositivo de campo. Permiten el acceso a una configuración específica del dispositivo, información sobre la calibración e incluso información de la construcción del mismo. [3]

- **FAMILIA DE DISPOSITIVOS.**

Otorga funciones que son estándar para un tipo de medición.

Algunos de los comandos, se presentan el cuadro 1 los cuales fueron tomados de la hart foundation. [3]

Comandos universales	Comandos más comunes de práctica	Dispositivos Comandos específicos
Leer fabricante y el tipo de dispositivo	Leer selección de hasta cuatro variables dinámicas	Leer o escribir bajo flujo de corte
Leer variable primaria (PV) y las unidades	Escribe amortiguación constante de tiempo	Iniciar, detener o totalizador claro
Leer salida de corriente y porcentaje del rango	Escribe los valores de rango de dispositivos	Leer o escribir factor de calibración de densidad
Leer hasta cuatro variables dinámicas predefinidas	Calibrar (establecido a cero, lapso establecido)	Elija PV (masa, flujo, o densidad)
Leer o escribir en la etiqueta de ocho caracteres, descriptor de 16 caracteres, la fecha	Corriente de salida fijo Set	Leer y escribir materiales o información de construcción

Leer y escribir mensajes de 32 caracteres	Realizar autotest	Recorte de calibración del sensor
Lea los valores de rango de dispositivos, unidades y amortiguamiento constante de tiempo	Reinicie el maestro	PID permitirá
Leer y escribir el número de ensamblaje final	Recorte PV cero	Escribe punto de ajuste PID
Escribe la dirección de sondeo	Escribe unidad PV	Caracterización de la válvula
	Recorte DAC cero y ganar	Punto de ajuste de la válvula
	Función de transferencia de escritura (raíz cuadrada / lineal)	Límites de recorrido
	Escribe el número de serie del sensor	Unidades de usuario
	Leer y escribir asignaciones de variables dinámicas	Información de la pantalla local

Cuadro 1. Comandos de hart

Fuente: <<http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_commands.html>>

2.1.2 VENTAJAS DEL PROTOCOLO HART

Cuando se implementa una tecnología como la desarrollada por la hart foundation y sus diferentes integrantes se tienen muchas ventajas en diferentes aspectos. A continuación se muestran algunas de dichas ventajas:

Se pueden acceder a un conjunto de datos del dispositivo con el fin de realizar mejoras.

Revisión continúa de bucles y los sistemas de control.

Aumento de la disponibilidad del sistema.

Monitoreo constante de las diferentes variables del proceso y variaciones propias del dispositivo.

Detección de dispositivos o conexiones con problemas que estén en el proceso en tiempo real.

Disminución de paradas no programadas por fallos en los diferentes puntos del proceso.

Aumento de la disponibilidad de la planta.

Reducción de controles sobre el terreno innecesarios.

Captura de tendencias permitiendo así la programación de mantenimientos preventivos.

Administración de dispositivos.

Facilidad de pruebas de seguridad de apagado automático.

Información completa y precisa de los dispositivos multivariables con los que se cuenta.

Habilitación de mantenimiento de registros automatizados. [4]

2.1.3 IMPLEMENTACIONES REALIZADAS.

En este apartado se pretende mostrar la importancia que ha tenido el protocolo hart a nivel mundial. La lista que se presenta a continuación fue tomada de la página de la HART foundation

- Papel Appleton - Utiliza HART Comunicación para mejorar la gestión de activos. EE.UU.
- BP Canada Energy - Utiliza el proceso digital de salida variable de transmisores habilitados para HART para mejorar el control del proceso y ahorrar dinero. Canadá.
- BP Cooper River - Utiliza diagnósticos HART para ahorrar en los costos de mantenimiento y aumentar la productividad de la planta. EE.UU.
- Cebrace - Utiliza la interfaz HART para la integración de la gestión de activos. Brasil.
- Clariant - Utiliza la tecnología HART para entregar los valores de medición de procesos y la información de configuración del dispositivo a un sistema de E / S remotas para el mantenimiento preventivo. Alemania.
- Detroit Aguas y Alcantarillado - Utiliza la tecnología HART para mejorar la fiabilidad de las operaciones de medición de agua, mejorar la seguridad y la satisfacción del cliente. EE.UU.

- Dupont - Utiliza datos HART para satisfacer los requisitos de prueba de la válvula del sistema de bloqueo de seguridad. EE.UU.
- Evonik - Usos en tiempo real las conexiones de la tecnología HART de campo para la sala de control para mejorar la configuración y la gestión de la calibración. China.
- Lonza - elige la tecnología HART para la comunicación de datos entre la instrumentación de procesos y el DCS para una rápida validación y puesta en marcha. Suiza.
- Mitsubishi Chemical - Emplea la HART Communication acceder a las variables de proceso en tiempo real, reducir los costes de mantenimiento y evitar las paradas no programadas. Japón.
- MOL Danubio Refinería - Utiliza HART para mejorar la confiabilidad de la planta y establecer una estrategia de mantenimiento predictivo. Hungría.
- Monsanto - Utiliza HART Communication para optimizar la fiabilidad de los activos y alcanzar un nuevo nivel de productividad de la planta. EE.UU.
- PDVSA - Utiliza HART tecnología para agilizar las operaciones y procesos de mantenimiento preventivo y de reducir los costos de mantenimiento. Venezuela.
- Sasol solventes - Usos HART Comunicación para mejorar la gestión de activos y reducir las alarmas relacionadas con el mantenimiento y ahorra millones de dólares. Sudáfrica.
- Shell Petroleum Development - Utiliza HART para mejorar las operaciones de planta y mantenimiento a través de una mayor visibilidad de los datos. Nigeria.

- Shell Scotford - Utiliza HART en tiempo real instrumento diaria solución de problemas y el mantenimiento predictivo para la mejora operativa continua. Canadá.
- Statoil - Utiliza la tecnología HART para el seguimiento, resolución de problemas y diagnóstico de fallos en tiempo real a darse cuenta de una mayor eficiencia, la disponibilidad de activos y seguridad. Noruega.
- VF Controls - Utiliza HART Communication para reducir la puesta en marcha, volver a alcance y tiempo de resolución de problemas y mantener su competitividad. EE.UU.
- Nos Energías - Utiliza el protocolo HART en todos los ciclos de vida de las plantas para reducir el desgaste, prolongar la vida útil y mejorar la fiabilidad de la producción más eficiente. EE.UU. [5]

2.2 WIRELESS HART.

Conociendo los aspectos importantes que tiene el protocolo hart y su importancia en la industria se puede abarcar su ramificación conocida como wireless hart en cual permitirá la eliminación de la red alambrada y usar redes inalámbricas.

El protocolo wireless hart utiliza las microondas que hacen parte del espectro electromagnético, las cuales viajan atreves del aire con el fin de que estas propaguen la señal emitida desde el transmisor para llegar al receptor.

Actualmente la industria cuenta con más de 30 millones de dispositivos hart lo que hace al protocolo el más usados en la instrumentación de procesos. Dada la importancia las plantas de empresas en diferentes sectores han tenido la necesidad de ampliarse de forma segura, eficaz y con bajos costos.

Con este fin se crea el protocolo wireless hart que toma las ventajas que tiene hart de acceso a los dispositivos de campo permitiendo configurarlo, realizar lectura delas mediciones y tener todas las ventajas de este junto con la tecnología wireless la cual elimina las redes alambradas para la comodidad del consumidor.

Wireless hart es un protocolo que usa una topología de red en malla en la cual todos los nodos están conectados entre sí permitiendo que el mensaje que se envía tenga variedad de caminos para llegar a su destino.

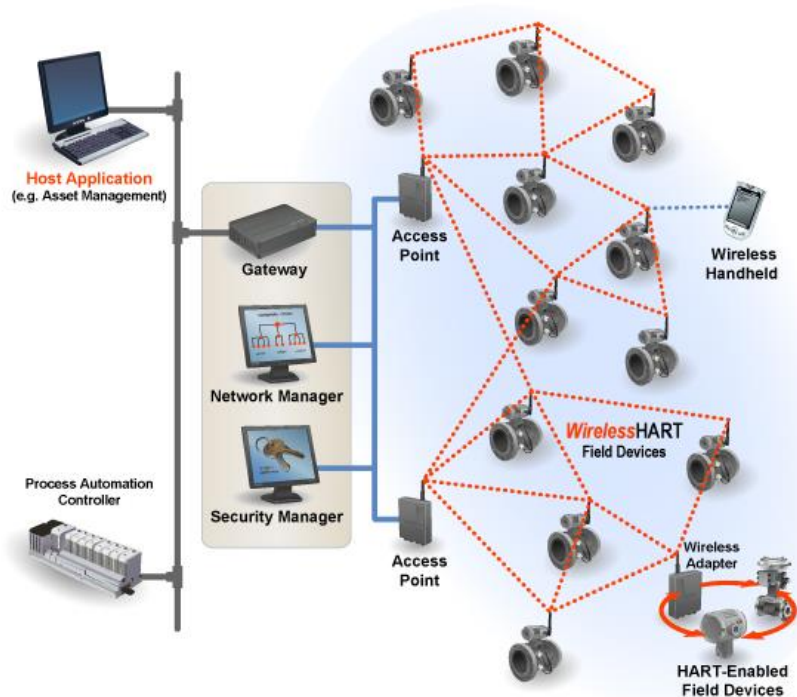


Figura 4. Conexión usando wireless hart

Fuente: disponible << http://sp.hartcomm.org/hcp/tech/wihart/wireless_how_it_works.html>>

Las redes wireless hart están compuestas por varios una variedad de elementos que se encargan cada uno de una tarea específica en el proceso. [7]

2.2.1 COMPONENTES DE WIRELESS HART.

2.2.1.1 PASARELA.

La pasarela es la encargada de la conexión entre los dispositivos de campo y las aplicaciones que están ubicadas en las unidades centrales conectadas con buses de campo como modbus, profibus y Ethernet. También puede proporcionar el administrador de red y el de seguridad.

2.2.1.2 ADMINISTRADOR DE RED

Es uno de los elementos más importantes en wireless hart dado que se encarga del enrutamiento de los mensajes, programa la comunicación entre cada uno de los dispositivos, el mantenimiento de la red y la configuración de la misma.

Tiene la capacidad de determinar las rutas redundantes mediante la latencia que es la suma de retardos en la red, la eficiencia y fiabilidad. Los mensajes se alternan continuamente entre las rutas descritas anteriormente con el fin de mantenerlas abiertas y despejadas.

Debido a las características que da el administrador de red si un mensaje no puede tomar un camino automáticamente se redirecciona a la ruta conocida como redundante sin pérdida de datos.

2.2.1.3 ADMINISTRADOR DE SEGURIDAD

Contiene los dispositivos a los cuales se les permite el ingreso a la red y a su vez se encarga del cifrado propio con el que se cuenta.

2.2.1.4 PROCESO

El proceso es donde se encuentra toda la instrumentación que sea compatible con el protocolo hart. Aparatos de medición.

2.2.1.5 ADAPTADOR

El adaptador es el dispositivo que se conecta a la instrumentación con hart, con la que ya se cuenta en planta para enviar datos mediante una red wireless hart a la unidad central. La conexión se realiza a lo largo del cable de 4 a 20mA y tiene la opción de alimentarse con este mismo o sencillamente con baterías.

2.2.1.6 TERMINAL DE MANO

El terminal de mano cuenta con dos versiones, en la primera el terminal de mano es una unidad de configuración de hart estándar, usándolo así para unir el instrumento a una red wireless hart ya existente. La segunda el terminal tiene

conexión wireless hart a la pasarela, luego al instrumento la cual se usa para lecturas de la variable del proceso o para el diagnóstico del mismo.

2.2.1.7 REPETIDOR

El repetidor dirige mensajes wireless hart pero no es necesario que esté conectado al proceso directamente. Usado principalmente en casos donde se tiene un obstáculo en medio de la red y cuando se hace necesario la ampliación de dicha red. [8]

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA USADA EN WIRELESS HART

En wireless hart al igual que en su predecesor hart usa el modelo OSI en diferentes niveles los cuales son importantes para que la tecnología pueda funcionar de forma óptima. Los diferentes niveles se describen a continuación.

2.2.2.1 CAPA FÍSICA.

La capa física en wireless hart emplea DSSS que se refiere a espectro ensanchado por secuencia directa el cual es un método de codificación de un canal que permite la transmisión de señales digitales en ondas analógicas, a su vez usa una modulación O-QPSK la cual varía la fase de la portadora en términos de valores discretos. Se basa en la norma IEEE 802.15.4. Algunas características que toma son las siguientes:

- Bandas de operación de 2400 hasta los 2438.5 MHz.
- Canales del 11 al 26, con una separación de 5MHz.
- Potencia de transmisión de 10dBm valor nominal.

2.2.2.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS

La capa de enlace de datos da seguridad, fiabilidad y permite que la red se mantenga libre de errores entre los dispositivos conectados. En la capa de enlace de datos se utiliza TDMA la cual es una técnica de multiplicación de un canal para el envío de señales digitales permitiendo que el medio de transmisión se aproveche al máximo. El tiempo de ranuras con las cuales se comunican los dispositivos de 10ms. Se incorporan el concepto de súper tramas la cual tiene un grupo consecutivo de tramas para lograr la gestión de los tiempos de ranuras. Dado que el protocolo wireless hart usa blacklisting (lista negra de canales) permitiendo definir correctamente el canal que se va a usar.

La siguiente figura ilustra cómo es la trama que tiene el protocolo wireless hart

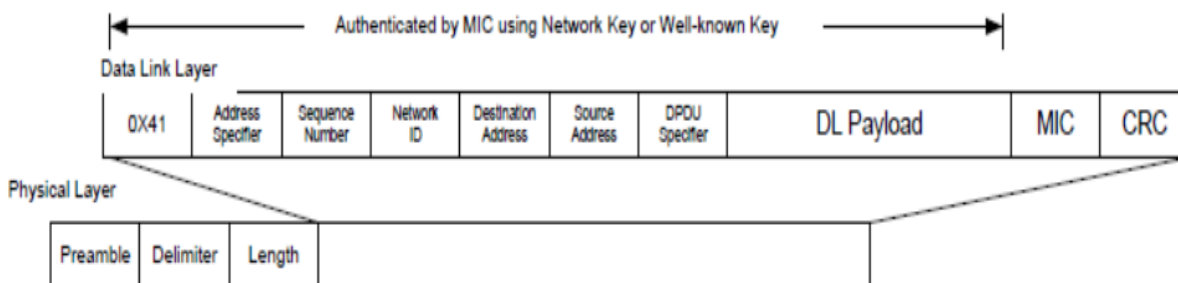


Figura 5. Trama wireless hart

Fuente: redes wireless industriales, autor Joaquín Sala Fayos

Address specifier indica el tipo de dirección que tiene desde el origen hasta el destino de la unidad de datos de protocolo (DPDU) la cual puede ser un nombre de 16 bits que asigna el administrador de red.

El lugar donde se encuentra DPOU specifier estos bits indican la prioridad y valides de la DPDU. MIC contiene 32 bits permiten la autenticación de la capa de enlace datos con una clave de red. Finalmente se cuenta con CRC realiza una verificación de errores aleatorios y si el formato de capa física es acorde a la norma esto cuenta con 16 bits.

2.2.2.3 CAPA DE RED

La capa de red permite la fiabilidad y seguridad de conexiones de un lado a otro, usa tablas de ruteo para direccionar los mensajes con rutas gráficas. Las tablas de tiempo se usan para conocer el ancho de banda para algunas soluciones específicas.

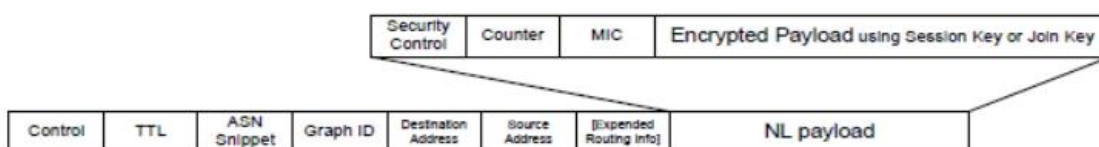


Figura 6. Cabecera en wireless hart

Fuente: redes wireless industriales, autor Joaquín Sala Fayos

2.2.2.4 CAPA DE TRANSPORTE

Para la capa de transporte en conjunto con la capa de red son las encargadas del transporte necesario a lo largo de la red wireless hart a su vez le permite a la capa de aplicación transportar mensajes cuando no se encuentra con conexión.



Figura 7. Trama capa de transporte

Fuente: disponible << <http://190.6.166.10/web/pdf/Wirelesshart.pdf>>>

El transport byte muestra si el tipo de transacción es conocida o desconocida, si el mensaje es una petición o una respuesta también el número de secuencia que gestiona el tráfico de paquetes y finalmente la identificación del propietario.

Aggregated commands hace posible que en una misma transacción se lleven una variedad de comandos.

2.2.2.5 CAPA DE APLICACIÓN

La capa de aplicación de wireless hart es heredada de su predecesor hart. En esta capa existen comandos que permiten la configuración y lectura del dispositivo. El tipo de comandos es el mismo que se encuentra en el protocolo hart. La figura ilustra la trama que se encuentra en la capa de aplicación la cual contiene 16 bits para el número del comando, la longitud y un campo para los datos. [9], [10]

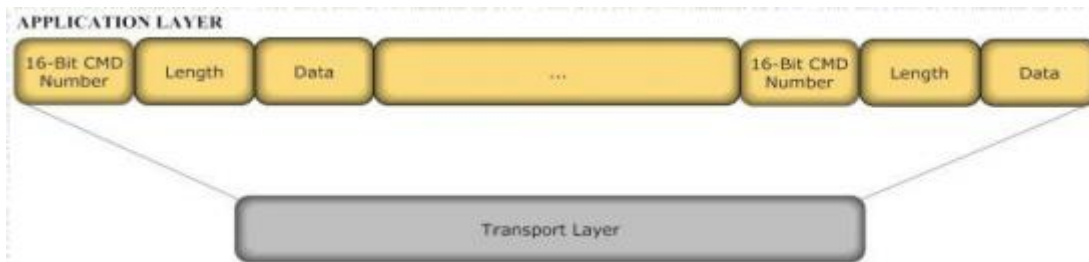


Figura 8. Trama capa de aplicación

Fuente: disponible << <http://190.6.166.10/web/pdf/Wirelesshart.pdf>>>

2.2.3 SEGURIDAD EN WIRELESS HART

Debido a que wireless hart es un tipo de conexión inalámbrica es muy propensa a los ciberataques los cuales pueden causar daños en planta, por tal motivo este protocolo provee al usuario de una seguridad.

Para la seguridad en wireless hart se cuenta con encriptación de carga útil, autenticación de mensajes para mensajes de salto simple la cual tiene lugar en la

capa de enlace de datos y mensajes de extremo a extremo la cual es llevada a la capa de red.

Las capas de red y transporte permiten otorgan una seguridad en la ruta entre el transmisor y el receptor, la capa de enlace de datos previene a la red de ataques fuera del sistema.

Wireless hart cuenta también con la capacidad de soportar contadores con modos de operación que agregan mayor seguridad como son CCM y AES, este último con un tamaño de 128 bits. [11]

2.2.4 WIRELESS HART VS ISA 100

La ISA100 es el grupo de trabajo que creo la ISA con el fin de estandarizar la tecnología de red inalámbrica de sistemas de automatización y control. En 2009 este grupo aprobó la ISA100.11a que hace referencia a "Sistemas inalámbricos para Automatización Industrial: Control de Procesos y Aplicaciones Relacionadas".

A continuación se presenta una comparativa entre wireless hart e ISA100.11a tomada del libro de Joaquín Sala Fayos. [12]

Capas	WirelessHART	ISA 100.11a
Arquitectura	Puntos de Acceso. Dispositivos de campo (routers y E/S, routers).	Router troncal Dispositivos de campo (E/S, routers, y routers y E/S) Múltiples subredes QoS para comunicación dispositivos
Capa física	IEEE 802.15.4 2.4GHz DSSS radio.	IEEE 802.15.4 2.4GHz DSSS radio
Capa de enlace de datos	IEEE 802.15.4 con TDMA, Salto de canal (Channel hopping) y topología en malla. Tiempo ranura fijo. Propagación reloj. Seguridad: Integridad de datos hop-by-hop.	IEEE 802.15.4 con TDMA, Salto de canal (Channel hopping) y topología en malla. Tiempo ranura configurable Propagación reloj Seguridad: Integridad de datos hop-by-hop y encriptación Enrutamiento gráfico y origen Saltos lentos e híbridos (saltos lentos y rápidos) Asociación a la red (joining) con métodos simétricos y asimétricos
Capa MAC	Cumple con MAC 802.15.4-2006 MAC y los servicios MAC Enrutamiento gráfico y origen	Basada en una versión modificada que no cumple con MAC del estándar IEEE 802.15.4-2006

Figura 9. Wireless hart vs ISA100.11a

Fuente: libro redes wireless industriales

Capa de red	Basada en direccionamiento HART 16 y 64bits Enrutamiento gráfico y origen Seguridad: encriptación extremo a extremo e integridad de datos	Basada en direccionamiento IPv6 Compatible 6LoWPAN (IETF RFC4944) Direccionamiento de 16, 64 y 128 bits Fragmentación y re-ensamblado en el router troncal. 3 especificaciones de encabezado
Capa de transporte	Auto-segmented transfer of large data sets, reliable stream transport Solo una especificación de encabezado	Servicio UDP no orientado a conexión (IETF RFC768) Compatibilidad con 6LoWPAN Seguridad: encriptación extremo a extremo e integridad de datos
Capa de aplicación	Orientado a comando, tipos de datos predefinidos y soporta protocolo HART	Orientado a objeto, soporte protocolos (tunneling) heredados. 3 modelos de comunicación interactiva
Control Proceso	HART 7	No dispone
Administración	Diagnósticos Configuración centralizada de supertramas, enlaces y routers Asociación a la red	Diagnostico Configuración centralizada de supertramas, enlaces y routers Asociación a la red
Seguridad	Administración de clave Protección interferencia (blacklist, salto de canal) Claves de acceso son suministrada mediante dispositivo de mano Soporta claves simétricas AES-128 Las claves tienen tiempo de expiración	Administración de clave Protección interferencia (blacklist, salto de canal) Claves de acceso son suministradas usando over the air provisioning (OTAP). Soporta claves simétricas AES-128 Las claves tienen tiempo de expiración
Subcapa Aplicación	Estructura de comando y respuesta Codificación de datos Seguridad: Encriptación e integridad de datos	Estructura de servicios de objetos y métodos Codificación de datos

Figura 10. Wireless hart vs ISA100.11a

Fuente: libro redes wireless industriales

2.2.5 ¿EXISTE INTERACCIÓN DE WIRELESS HART CON OTRAS TECNOLOGÍAS?

El protocolo wireless hart está diseñado para realizar una comunicación a partir del protocolo hart por tanto la integración que permita hart será la misma que puede realizar wireless hart. [13]

2.3 PROYECTOS DE IMPLEMENTACIÓN WIRELESS HART

Hart en la automatización de procesos ha tenido un alcance muy grande y wireless hart permitirá ampliar aún más este éxito, la hart foundation en su página pretende dar una guía la cual el usuario debe tener en cuenta al momento de realizar una implementación. En la planificación de un proyecto la hart foundation propone;

Revisar el alcance del proyecto lo que permitirá la selección apropiada de dispositivos por ejemplo saber si se usa con batería o adaptadores y dimensiones del área.

Planificación de la red

Revisión de los protocolos ya existentes para una óptima integración con la unidad central.

2.3.1 ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA

Necesidad: Monitorear los niveles de los filtros de la planta la flora y permitir a mediano plazo vincular variables tales como (turbiedad, ph y conductividad de dicho proceso).



Figura 11. Filtro para potabilización de Agua.

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

Proceso: Consta de visualizar los niveles de los 7 filtros para optimizar el recurso hídrico por parte del operador de la planta.



Figura 12. Filtros Planta la Flora

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

Equipos: 7 equipos de nivel ultrasónicos, 7 adaptadores SWA70, 1 gateway SWG70

Operación: Los dispositivos instalados en los filtros permitirán un mejor proceso de potabilización del agua por parte de los operadores de planta siguiendo los lineamientos que exigen las normas colombianas.

Características y beneficios: uso eficiente del agua, disponer de información de cada uno de los filtros para posterior análisis, ahorro en cableado.

2.3.2 PACIFIC RUBIALES (COLOMBIA)

Necesidad: Monitorear los pozos petroleros de la compañía en zonas de difícil acceso e instalación.

Proceso: El proyecto consta de la medición en línea de tres variables (presión, temperatura y caudal) en la boca de cada pozo para la extracción de crudos pesados.

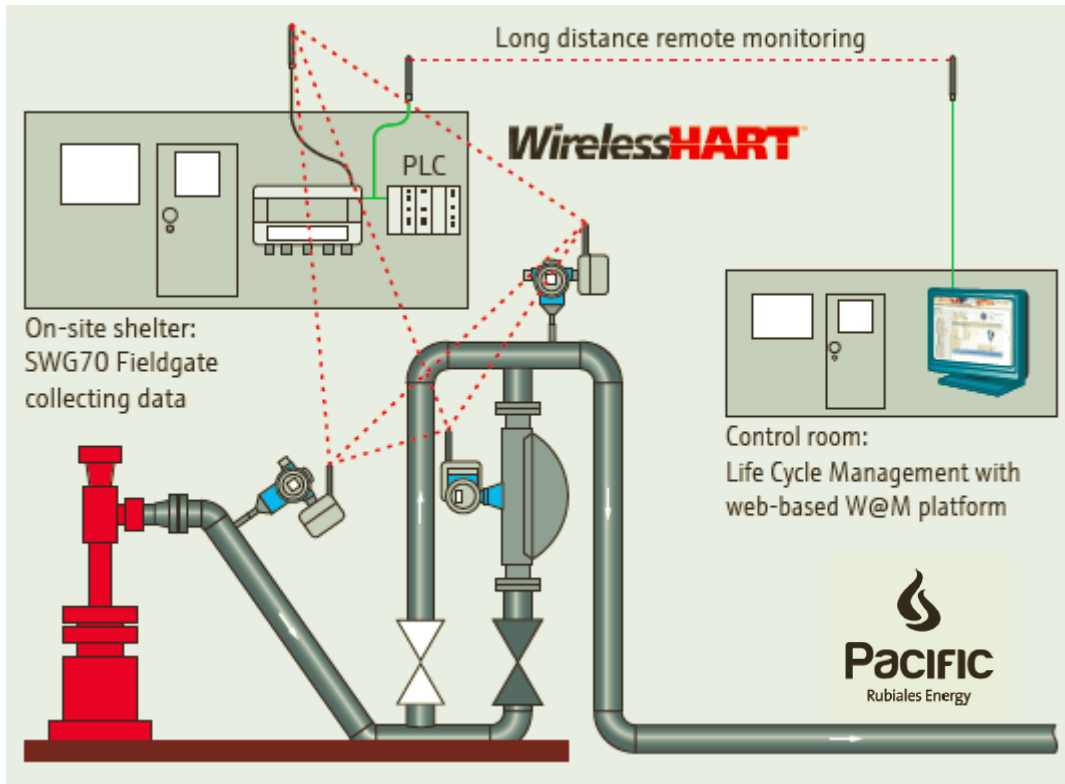


Figura 13. Disposición de los equipos por pozo

Fuente: << https://portal.endress.com/wa001/dla/5000558/4292/000/00/CS00014S_04_en_01.12.pdf>>

Equipos: se instalaron 800 adaptadores SWA70, 43 gateways SWG70, 800 equipos medidores de campo.



Figura 14. Equipos instalados en campo

Fuente: << https://portal.endress.com/wa001/dla/5000558/4292/000/00/CS00014S_04_en_01.12.pdf>>

Operación: Los equipos en campo están determinando la productividad de cada pozo y esta información es analizada en un sistema de supervisión basado en plataforma web.



Figura 15. Montaje final en campo

Fuente: << https://portal.endress.com/wa001/dla/5000558/4292/000/00/CS00014S_04_en_01.12.pdf>>

Características y beneficios: Ahorro en el cableado e iniciar operación en un lapso de tiempo corto, reducción de costos operacionales, manejo eficiente de la información con respecto a proyecto con respecto a manuales de los equipos, información técnica, reportes de calibración, ordenes de mantenimiento. [14]

2.3.3GRUPO PETROQUÍMICO BETA (MÉJICO)

Necesidad: Control de inventarios para los tanques de almacenamiento.

Proceso: Monitoreo de 16 tanques de almacenamiento para optimizar el inventario real de la planta.

Equipos: 16 sensores de nivel (FMP40), 16 Adaptadores SWA70, 1 Gateway SWG70, 1 HMI



Figura 16. Sensor de nivel instalado en campo

Fuente: << https://portal.endress.com/wa001/dla/5000532/7418/000/00/CS00013S_04_en_01.12.pdf>>

Operación: La instrumentación de nivel instalada en cada tanque provee información para el control de inventarios a un operador mediante una interfaz HMI implementada.



Figura 17. HMI control de inventarios tanques Beta

Fuente: << https://portal.endress.com/wa001/dla/5000532/7418/000/00/CS00013S_04_en_01.12.pdf>>

Características y beneficios: Rápida y económica solución para el monitoreo y control de inventarios, interfaz amigable para los operadores de la planta, seguridad para el personal. [15]

3. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WIRELESS HART EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA.

Para la implementación de la tecnología propuesta es necesario tener en cuenta que los dispositivos de campo que deseamos enlazar deben contar con salida 4 a 20 mA HART para nuestro propósito. En el análisis de los diferentes equipos existentes en el laboratorio de instrumentación industrial de la UPB se logró determinar que es posible realizar las conexiones necesarias para dos equipos que cuentan con las siguientes características técnicas:

CAUDALIMETRO

Marca: Endress and Hauser

Modelo: Promag 50W

Serie: EB01F219000

Variable: Velocidad de caudal

Rango: 0.01 m/s a 10 m/s

Principio de Medición: Electromagnética

Alimentación Eléctrica: 120 vac

Salidas: HART, Profibus PA, Fieldbus, Modbus 485.



Figura 18. Caudalimetro existente en el Laboratorio de instrumentación industrial de la UPB

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

TRASMISOR DE PRESIÓN

Marca: smar

Modelo: LD291

Serie: 047552-2010

Rango: 0 PSI a 3600 PSI

Principio de Medición:

Alimentación Eléctrica: 12 V DC a 45 V DC

Salidas: 4 a 20 mA HART



Figura 19. Trasmisor de presión existente en el Laboratorio de instrumentación industrial de la UPB

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

3.1 COTIZACIÓN.

Las figuras que se muestran a continuación hacen referencia a la cotización original que se encuentra anexa a este documento por parte de la empresa COLSEIN.



Tels: (1) - 610 84 48 / (1) - 236 76 59
 Fax: (1) - 6107868
 Email: infobmanga@colsein.com.co
 Página Internet: www.colsein.com.co
 Bucaramanga - Colombia



COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

Empresa: UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
 Nit: 890902922-6
 Atención: Ing. Juan Carlos Mantilla
 Teléfono:
 Fax:
 E-mail:
 Dirección: Km. 7 Vía a Piedecuesta (Piedecuesta - Colombia)

Validez: 30 días contados apartir de la fecha
 Vendedor: Christian Morales Lazaro
 cmorales@colsein.com.co
 Cel. 317-4014110

Agradecemos su cordial solicitud y nos complace presentar a su consideración la presente oferta, de acuerdo con la información suministrada por ustedes y conforme a nuestros términos y condiciones generales de venta.

Esperamos que la propuesta cumpla con los requerimientos solicitados. Sin embargo, en caso de requerir cualquier información adicional, por favor no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Item	Cant	Referencia y Descripción	Tiempo de entrega	Valor Unitario	Valor Total
1	2	SWA70-AA1A5A3 WirelessHART Adapter SWA70 Marca E+H Application: Process/inventory monitoring, plant asset management. Based on WirelessHART standard. Usage: Wireless integration of field devices. [AA] Approval: Non-hazardous area [1] Output: 4-20mA HART [A] Housing: F32, Polyester, IP66 [5] Power Supply: Prepared for battery [A] Version: Prepared for installation at instrument [3] Connection adapter: Thread NPT1/2	8-8 Semanas	US\$2,026.50	US\$4,053.00
2	1	SWG70-AA1 Wireless HART - Fieldgate SWG70 Marca E+H	8-8 Semanas	US\$9,514.90	US\$9,514.90

Figura 20. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización

COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

Formato F-107
Version 1.0
Rev. 9-3-2009

Item	Cant	Referencia y Descripción	Tiempo de entrega	Valor Unitario	Valor Total
		<p>Application: Process/Inventory monitoring, plant asset management. Based on WirelessHART standard. Usage: Gateway for WirelessHART devices like SWA70.</p> <p>[AA] Approval: Non - hazardous area [1] Output: Ethernet + RS485; HART + OPC + Modbus</p>			
Elaborado por: Enka Briceño ebriceno@colsein.com.co			Subtotal		US\$13,567.90
			Impuesto		US\$2,170.86
			Total		US\$15,738.76

Figura 21. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización



Tels: (1) - 610 84 48 / (1) - 236 76 59
Fax: (1) - 6107868
Email: infobmanga@colsein.com.co
Página Internet: www.colsein.com.co
Bucaramanga - Colombia



Formato F-107
Version 1.0
Rev. 9-3-2009

COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

CONDICIONES COMERCIALES

VALIDEZ DE LA OFERTA

30 dias contados apartir de la fecha

CONDICIONES DE PAGO

CREDITO 30 DIAS

TIEMPO DE ENTREGA

Para los items de importación se estima 8 semanas que se contarán apartir de la fecha en que se recibe la orden de compra. Esta fecha de entrega será ratificada en firme una vez se reciba la confirmación de entrega de nuestro proveedor.

LUGAR ENTREGA

Entrega DDP Bodegas del cliente

CONDICIONES DE DESPACHO

Los productos seran entregados con embalaje apropiado para despacho terrestre.

MONEDA DE NEGOCIACION

La presente oferta establece precios en Dolares Americanos, que para efectos de facturación serán convertidos a pesos colombianos liquidados a la tasa representativa del mercado que informe oficialmente el banco de la republica el dia anterior a la fecha de facturación.

Figura 22. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización



Tels: (1) - 610 84 48 / (1) - 236 76 59
Fax: (1) - 6107868
Email: infobmanga@colsein.com.co
Página Internet: www.colsein.com.co
Bucaramanga - Colombia



Formato F-107
Version 1.0
Rev. 9-3-2009

COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

CONDICIONES COMERCIALES

GARANTIA

Todos los equipos, bienes y servicios vendidos y/o comercializados por COLSEIN LTDA., tienen garantía de un año por defectos de fabricación a partir de la fecha de la factura. La Garantía no cubre daños causados por mala instalación o por usos diferentes a los especificados por el fabricante. Igualmente no existe garantía por corrosión.

SERVICIO TECNICO

No está incluido. Si ustedes requieren del mismo se deberá contratar a las tarifas normales establecidas por COLSEIN Ltda. Debido a que existen clientes que no requieren el servicio de asesoría para el montaje y puesta en marcha de los equipos, COLSEIN LTDA no considera justo incrementar el valor de los equipos por concepto de servicios y prefiere cotizarlo por separado Ver anexo descriptivo en la última página. Colsein tienen Centros de Servicio Autorizados para la instalación y reparación de sus productos.

SEGURO

Los seguros de transporte entre nuestra bodega y la del cliente corren por cuenta del cliente

FLETE

Los fletes de transporte para la Entrega DDP corren por cuenta del cliente bajo previo aviso.

Figura 23. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización



Tels: (1) - 610 84 48 / (1) - 236 76 59
Fax: (1) - 6107868
Email: infobmanga@colsein.com.co
Página Internet: www.colsein.com.co
Bucaramanga - Colombia



COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

CONDICIONES COMERCIALES

OTRAS CONDICIONES COMERCIALES

Toda orden de compra cancelada por el cliente sin justa causa, parcial o totalmente, tiene un cargo del 20% del valor total cancelado, antes de impuestos, de la orden de compra.

Toda devolución de productos sin justa causa tiene un cargo del 30% del valor total del equipo devuelto.

El tiempo de entrega inmediato para COLSEIN LTDA. esta considerado en 3(tres) días hábiles, si la mercancía se requiere antes de este tiempo será considerado como un despacho urgente y la expedición de esta mercancía tendrá un costo adicional de \$50.000.00; para realizar el envío el mismo día de la solicitud de expedición, de dicha solicitud, debe realizarse antes de las 2:00 pm, de lo contrario saldrá al siguiente día.

Nota Importante: Hemos seleccionado nuestros instrumentos de acuerdo con las especificaciones dadas. Sin embargo, le solicitamos cordialmente que verifique minuciosamente la información técnica, ESPECIALMENTE LA RESISTENCIA A LA CORROSION DE LOS MATERIALES OFRECIDOS, con respecto a la compatibilidad con su aplicación, dado que no aceptamos dar garantías por concepto de corrosión.

CONDICIONES DE PAGO-CLÁUSULA COMPROMISORIA: De conformidad con el artículo 79 de la Resolución Externa No. 08 de 05 de mayo de 2000 y demás normas concordantes del Banco de la República, las partes convienen y aceptan que la base para el pago será la moneda de negociación pactada dentro de la negociación o contrato a la TRM del día anterior a la fecha de facturación, tomando únicamente como fuente de información el Banco de la República. En el caso de que la obligación se estipule en una moneda extranjera diferente al dólar americano se tomara la misma fecha anteriormente mencionada y se convertirá a dólar conforme el parágrafo 3 del artículo 79 de la citada resolución externa No. 08 del 2000 emanada del Banco de la República.

Figura 24. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización

COTIZACION No: SPE206614-0071

Fecha: Junio 6 de 2014

CONDICIONES COMERCIALES

Figura 25. Cotización COLSEIN

Fuente: COLSEIN medición y automatización

3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS. ADAPTADOR



Figura 26, Adaptador SWA70 marca endress and hauser

Fuente: << Información técnica WirelessHART Adapter SWA70 >>

Marca: Endress and hauser

Modelo: SWA70

Alimentación Eléctrica: 5 VDC (batería Interna)

Rango de transmision: 250 m exteriores, 50 m interiores

Potencia: configurable según necesidad (0 dBm a 10 dBm)

Duración de batería: mínimo 5 años

Funciones adicionales:

Monitoreo de consume de energía del adaptador

Diagnóstico de fallos del equipo de campo

Bloqueo y desbloqueo de parámetros de configuración

Notificación de eventos

Entradas: una entrada para:

Una conexión punto a punto con HART

Una conexión punto a punto 4 a 20 mA

Cuatro conexiones HART multipunto.

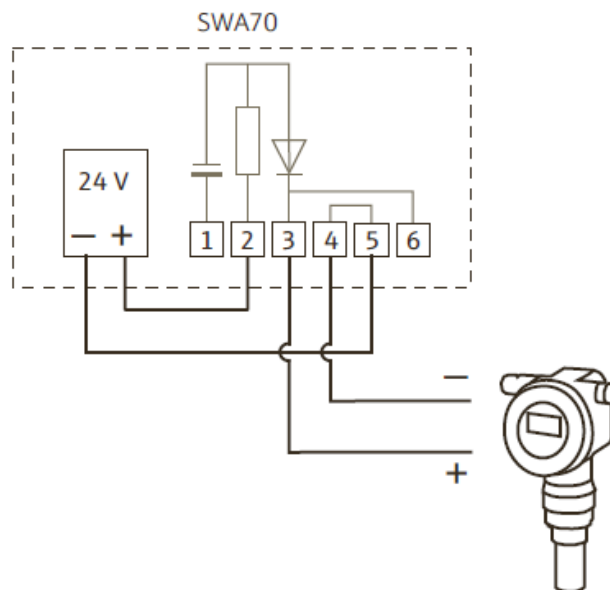


Figura 27. Conexión equipo de campo alimentado por el módulo SWA70 punto a punto

Fuente: << Manual SWA70 Endress And Hauser>>

La figura anterior ilustra la conexión necesaria para una realizar una topología punto a punto de un equipo de campo con el adaptador Wireless HART.

El siguiente esquema ilustra la conexión requerida para interconectar hasta cuatro dispositivos al adaptador SWA70.

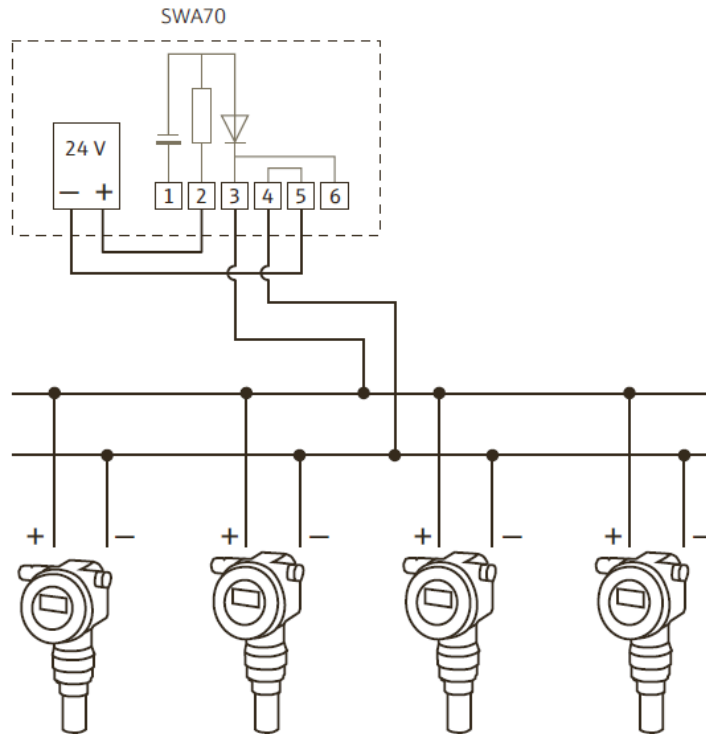


Figura 28. Conexión equipo de campo multipunto

Fuente: << Manual SWA70 Endress and Hauser >>

FIELDGATE



Figura 29. Fieldgate SGA70 marca endress and hauser

Fuente: << Información técnica WirelessHART Fieldgate SGA70 >>

Marca: Endress and Hauser

Modelo: SGA70

Alimentación Eléctrica: 24 VDC (redundante)

Rango de transmisión: 250 m exteriores, 50 m interiores

Potencia: configurable según necesidad y regulaciones (0 dBm a 10 dBm)

Funciones adicionales:

Seguridad para acceso a la red de sensores mediante clave

Conexiones: Ethernet (100 m) y modbus RS485 (1200 m)

Configuración: Vía web o mediante fieldcare.

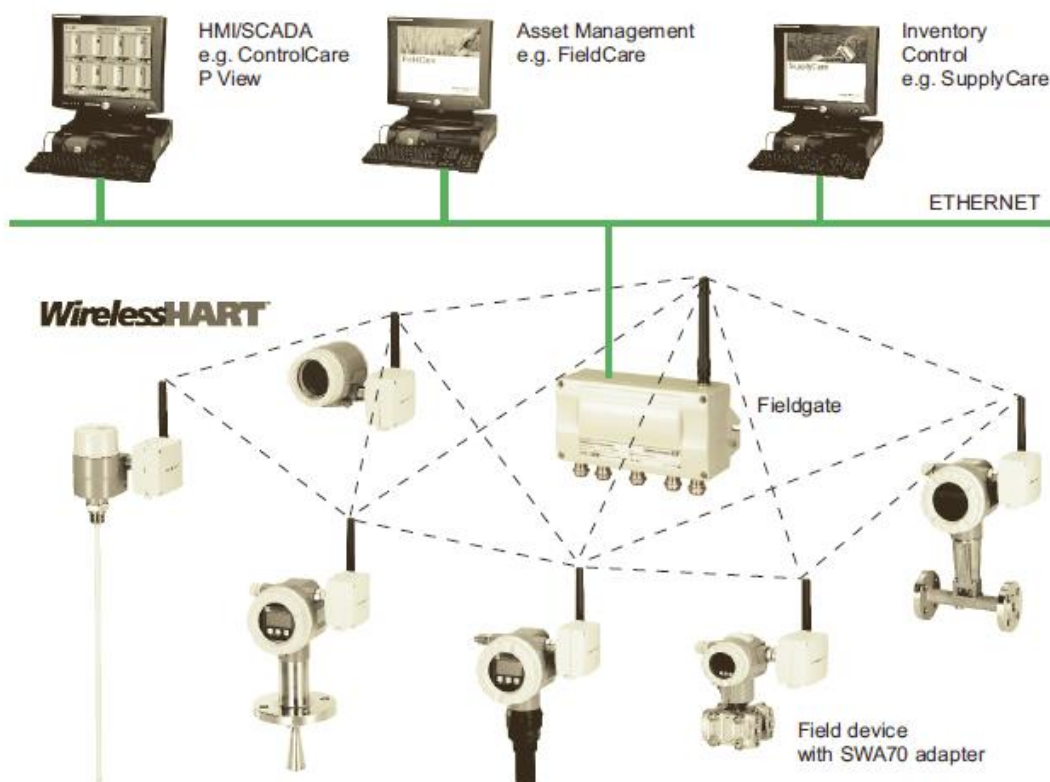


Figura 30. Red de sensores Wireless HART

Fuente: << Información técnica WirelessHART Fieldgate SGA70 >>

4. SIMULADORES WIRELESSHART

Actualmente existen en el mercado herramientas de simulación de este protocolo las cuales permiten desarrollar proyectos a nivel de simulación y estimar los respectivos análisis tales como: instalación, cantidad de equipos necesario en el proyecto, entrenamiento a personal de mantenimiento.

Otro aspecto importante es que podemos realizar cambios inesperados en nuestra red de sensores y ver su comportamiento ya que podemos generar obstáculos, podemos acceder a estadísticas completas de la red, incluso podemos manipular la potencia de los adaptadores y fieldgate para estimar la mejor configuración de nuestros equipos.

Estas herramientas se pueden instalar en sus versiones demo pero con las limitaciones respectivas, a continuación presentamos los simuladores encontrados:

WirelessHART Simulator

WirelessHART WinCMod

WirelessHART WinCSim

4.1 WIRELESSHART SIMULATOR

Software desarrollado por andrei petrut y puede ser descargado en su versión demo de forma gratuita y versión comercial de una licencia por € 260 (\$ 646.289 COP) o una versión ilimitada de licencias por € 3.000 (\$ 7.457.184 COP), la página del desarrollador es <http://www.whsim.com>

Algunas características presentadas en este software son:

Simulación del entorno

Zonas de obstaculización para la señal de radio

Estadísticas completas de la red

Consumo de potencia

Simulación de eventos inesperados en la red

La siguiente figura muestra el entorno de trabajo del programa, como podemos apreciar tenemos un área de trabajo de color rojo donde hacemos la disposición de los equipos que conforman el protocolo Wireless hart, también tenemos un área en la parte inferior donde podemos realizar captura de las tramas de los dispositivos.

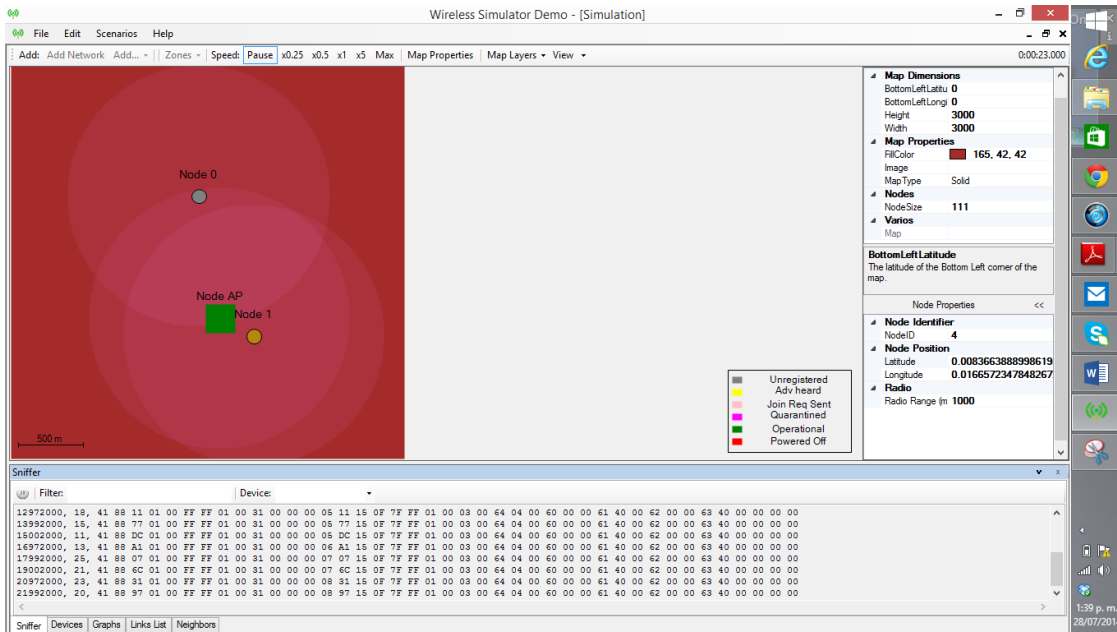


Figura 31. Entorno de trabajo del Software

Fuente: << José Mauricio Villamizar Ochoa y Nicolás Alonso González Ochoa >>

Un valor agregado del programa es que permite ver las estadísticas de los dispositivos y la siguiente grafica muestra esta información.

Device Statistics	
Name	Value
Node ID	4
Nickname	0
Unique ID	00:02:00:00:05
Transmitted packets	0
Received packets	0
Antenna Rx Time	3 msec
Antenna Tx Time	0 msec
RF Usage	0%
Power Usage(avg./yr)	1.26144 mAh/yr
Bursts (received/sent)	0 / 0 (NeuN%)

Figura 32. Estadísticas Generadas por el software para un dispositivo de la red

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

El área de trabajo del programa permite observar en diferentes velocidades como se genera el enlace entre los dispositivos y para ello cuenta con convenciones de lo que en ese momento ocurre en la red implementada. [16]

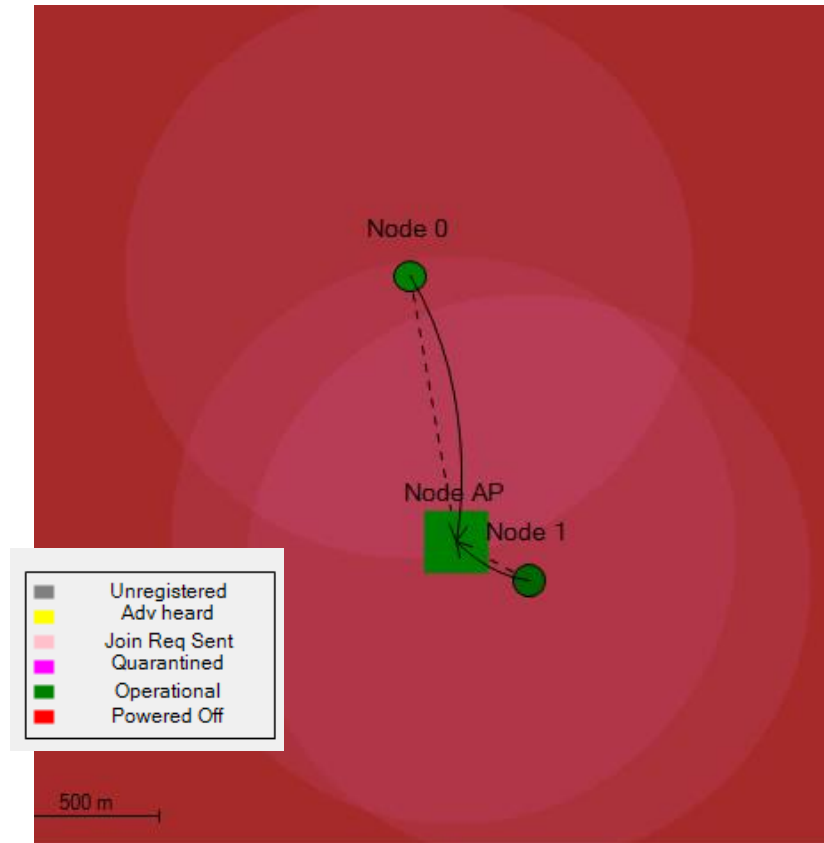


Figura 33. Área de Trabajo para la implementación de la red Wireless HART

Fuente: González Nicolás, Villamizar Mauricio

4.2 WIRELESSHART WINCMOD

Software desarrollado por la empresa Pepperl+fuchs, y tiene la posibilidad de importar su propia planta desde AUTOCAD (en 2D y 3D). Si no dispone de archivos con extensión dwg, también se puede crear fácilmente la planta mediante WinCMod. El software incluye piezas de planta estándar preconfiguradas, las cuales pueden seleccionarse y configurarse.

Luego de crear el modelo tridimensional, podemos asignar los materiales —como acero, hormigón o piedra— a las piezas correspondientes del modelo. Este procedimiento resulta necesario debido a que los distintos materiales inciden en el alcance de los sensores. La posición de los sensores puede ajustarse en el modelo tridimensional finalizado, teniendo en cuenta la altura de construcción.

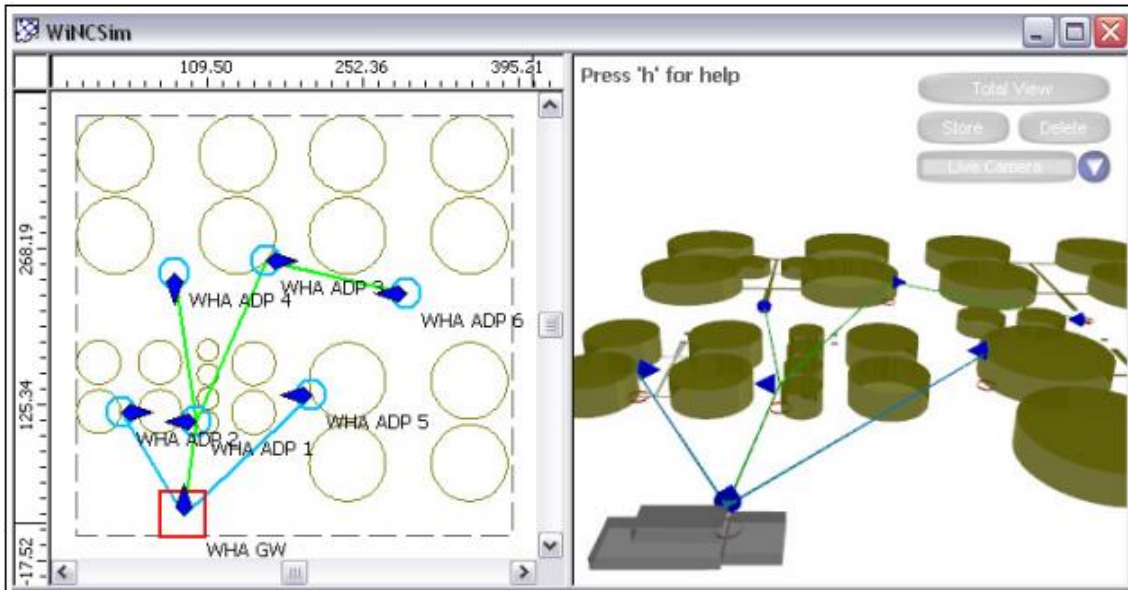


Figura 34. Ejemplo de modelamiento con WINCmod

Fuente :<< Manual programa WINCmod >>

4.3 WIRELESSHART WINCSIM

Permite seleccionar directamente dispositivos de Pepperl+Fuchs, así como otros genéricos con una biblioteca que tiene el programa. Los parámetros necesarios se encuentran preconfigurados para ofrecer una simulación más real. La simulación no solo se basa en la experiencia, sino también en un algoritmo de trazado de rayos que garantiza al usuario los resultados más fiables de la banda de frecuencias en la que funciona WirelessHART.

A fin de determinar la calidad de la conexión, se calcula la intensidad de recepción de las señales de radio de cada uno de los sensores ubicados en torno a la red. Los resultados se muestran gráficamente. Además, se muestran todas las rutas de comunicación posibles, así como la intensidad del campo de recepción de cada sensor y la intensidad de campo total del conjunto de dispositivos de la red de radio. De esta manera, resulta muy sencillo identificar el alcance de cada dispositivo de la red, los puntos en los que es necesario colocar repetidores para mejorar la cobertura de la red y determinar si el suministro se interrumpe en algún punto.

5. TOPOLOGÍA SUGERIDA PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.

La topología presentada a continuación debe ser instalada en el laboratorio de instrumentación industrial de la universidad pontificia bolivariana ya que acá tenemos los equipos con salida 4 a 20 mA como son el caudalímetro electromagnético y el transmisor de presión y con una conexión punto a punto sin embargo dadas las posibilidades de los adaptadores SWA70 podremos conectar hasta 3 señales 4 a 20 mA adicionales de modo multipunto. Nuestro fieldgate adquirido será conectado a la red Ethernet de la universidad con una dirección ip suministrada para poder realizar las configuraciones necesarias de los dispositivos antes mencionados y realizar las prácticas correspondientes para la asignatura.

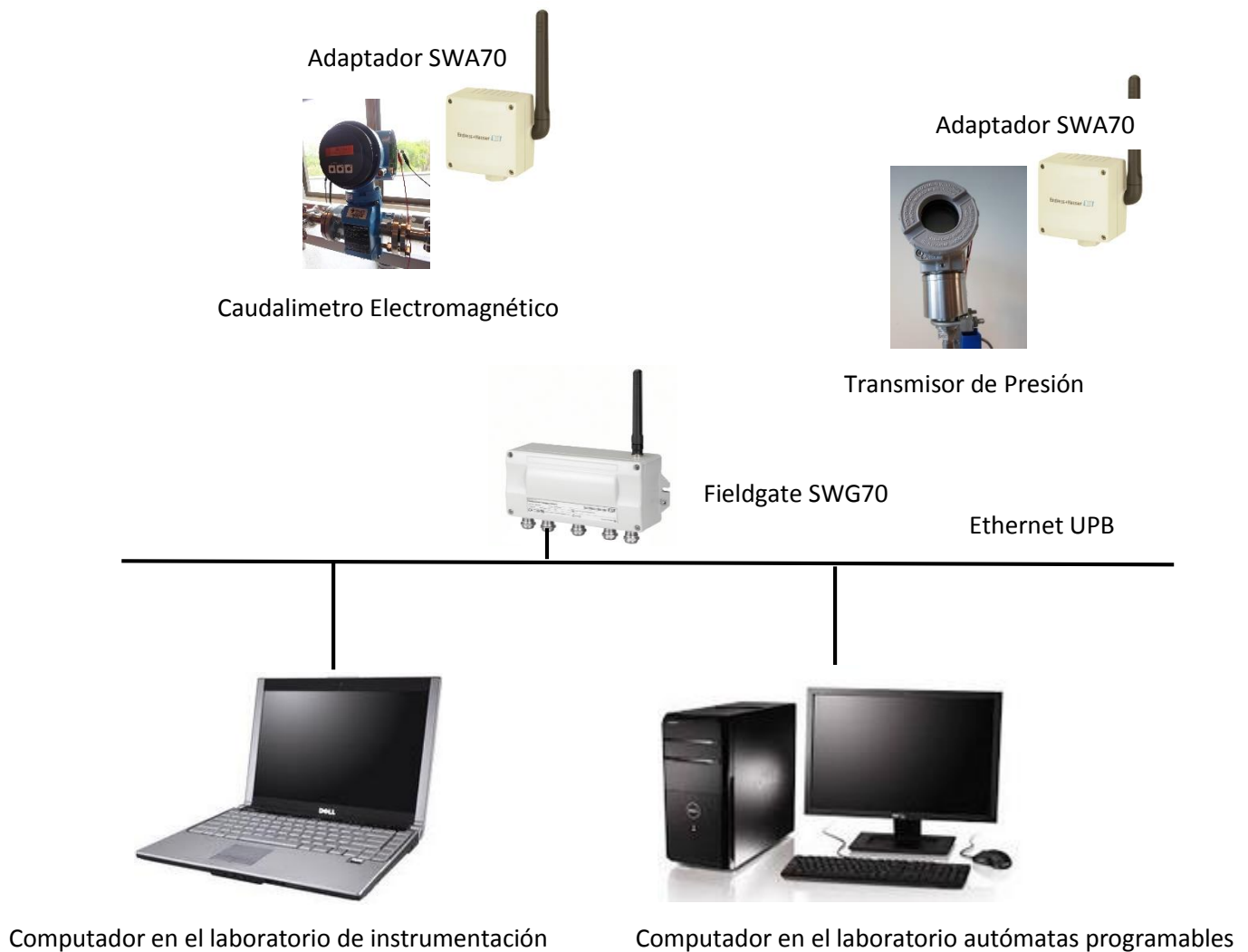


Figura 35. Topología sugerida de Wireless HART en la UPB

Fuente: << González Nicolás, Villamizar Jose >>

Las prácticas que se podrán desarrollar con estos equipos pueden ser:

Configuración de fielgate SWG70

Adquisición de estadísticas de funcionamiento de la red implementada

Análisis de tramas con wireshark

Conexión del SWG70 con diferentes buses de campo (HART, Ethernet, Modbus, AMS)

Creación de mímicos con la topología implementada.

5.1 PRACTICAS SUGERIDAS

5.1.1 CONFIGURACIÓN DE FIELGATE SWG70

Esta práctica es conveniente ya que esta configuración permitirá conocer el dispositivo de una manera más profunda ya que tenemos que ingresar cada uno de los sensores de campo y asignarles características de forma manual o podemos hacerlo de forma automática, también podemos configurar la información que deseamos de cada dispositivos para su diagnóstico (Tag, descripción, ubicación, vida útil de la batería, potencia de la señal)

5.1.2 ADQUISICIÓN DE ESTADÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED IMPLEMENTADA

Podemos desarrollar un estudio del funcionamiento de la red por medio de las estadísticas de funcionamiento de la red Wireless hart para ver su desempeño.

5.1.3 ANÁLISIS DE TRAMAS CON WIRESHARK

Mediante la conexión Ethernet podemos realizar capturas de tramas de la red y efectuar un detalle del funcionamiento de los diferentes protocolos en las capas del modelo OSI.

5.1.4 CONEXIÓN DEL SWG70 CON DIFERENTES BUSES DE CAMPO (HART, ETHERNET, MODBUS, AMS)

La versatilidad del dispositivo se puede poner a prueba con esta práctica ya que es posible realizar 4 diferentes modos de comunicación entre el dispositivo y un computador.

5.1.5 CREACIÓN DE MÍMICOS CON LA TOPOLOGÍA IMPLEMENTADA

Crear una interfaz HMI es posible con este dispositivo y sería de gran utilidad para ver el funcionamiento de la red ya que puedo ver en pantalla el funcionamiento de la red.

6. CONCLUSIONES

- La implementación de Wireless HART en la industria plantea ventajas tales como el ahorro de costos por cableado, la rapidez de instalación de la red de sensores, el diagnóstico de fallos de forma ágil y crea nuevos retos para los ingenieros como son la seguridad de las redes corporativas, la cantidad de datos recopilados de las variables de campo.
- Los equipos mostrados en esta monografía hacen parte del laboratorio de la universidad pontificia bolivariana los cuales pueden apoyar el proceso de aprendizaje en la tecnología Wireless HART, otros son sugeridos para su adquisición los cuales permitirán implementar la práctica de esta tecnología inalámbrica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Antonio, Instrumentacion Industrial, España: Marcombo, 2011.
- [2] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_how.html. [Último acceso: Junio 2014].
- [3] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_specs.html. [Último acceso: 2014].
- [4] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_commands.html. [Último acceso: 2014].
- [5] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_benefits.html. [Último acceso: 2014].
- [6] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/aboutprotocol/aboutprotocol_benefits.html. [Último acceso: 2014].
- [7] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/wihart/wireless_how_it_works.html. [Último acceso: 2014].
- [8] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/wihart/wireless_components.html. [Último acceso: 2014].
- [9] J. Sala, redes wireless industriales, España, 2014.
- [10] N. M. M. A. CHEN D, WirelessHart, Springer, 2010.
- [11] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: http://en.hartcomm.org/hcp/tech/wihart/wihart_security.html. [Último acceso: 2014].
- [12] de *REDES WIRELESS INDUSTRIALES*, España, 2014, pp. 60-61.
- [13] «HART COMMUNICATION FOUNDATION,» [En línea]. Available: <http://sp.hartcomm.org/hcp/tech/faq/faq.html>. [Último acceso: 2014].

- [14] Endress+Hauser. [En línea]. Available:
https://portal.endress.com/wa001/dla/5000558/4292/000/00/CS00014S_04_en_01.12.pdf.
[Último acceso: 2014].
- [15] Endress+Hauser. [En línea]. Available:
https://portal.endress.com/wa001/dla/5000532/7418/000/00/CS00013S_04_en_01.12.pdf.
[Último acceso: 2014].
- [16] «WirelessHART Simulator,» [En línea]. Available: <http://www.whsim.com/>. [Último acceso: 2014].