

Sistema piloto de detección de gases combustibles incluyendo propuesta de comunicación a la unidad de protección civil más cercana

VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto†*, ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela y MEZA-MORALES, Martha Isis

Universidad Politécnica De Altamira

Recibido 11 de Julio, 2017; Aceptado 22 de Septiembre, 2017

Resumen

La Universidad Politécnica de Altamira está ubicada sobre el libramiento al corredor industrial y puerto de Altamira por lo que existe gran tránsito terrestre de materiales usados en los procesos de las empresas que se encuentran en la zona. Con base en los resultados obtenidos en el catálogo de sustancias, materiales y materias primas que transitan por el corredor industrial, está determinado en los resultados de la investigación "Sistema de Detección, Monitoreo, Alarma y Respuesta ante una Atmósfera Peligrosa para Control de Riesgos (SIDEMARE). Objetivo 1: Resultados" (2015) que la probabilidad de ocurrencia más elevada de un accidente de transporte terrestre es para líquidos inflamables. Con este proyecto se busca elaborar un sistema de detección automática que permita alertar a la población universitaria en caso de algún siniestro derivado de los gases emanados de los líquidos inflamables, complementar el plan de contingencias que se desarrolla en la universidad y buscar una vinculación con Protección Civil a través de un enlace remoto.

Plan de contingencia, sistema de detección, alarmas, gases combustibles

Abstract

The Polytechnic University of Altamira is located on the outpost to the industrial corridor and port of Altamira so there is great land transit of materials used in the processes of companies that are in the area. Based on the results obtained in the catalog of substances, materials and raw materials that pass through the industrial corridor, it is determined in the results of the investigation "Detection, Monitoring, Alarm and Response to a Hazardous Atmosphere System for Risk Control (SIDEMARE). Objective 1: Results "(2015) that the highest probability of occurrence of a land transport accident is for flammable liquids. The aim of this project is to develop an automatic detection system that will alert the university population in the event of any incident derived from the gases emanating from flammable liquids complement the contingency plan that is developed in the university and seek a link with the civil protection system through a remote link.

Contingency plan, detection system, alarms, combustible gases

Citación: VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ, Jorge Alberto, ANTONIO-ANTONIO, Alejandrina, CRUZ-NETRO, Zahira Gabriela y MEZA-MORALES, Martha Isis. Sistema piloto de detección de gases combustibles incluyendo propuesta de comunicación a la unidad de protección civil más cercana. Revista de Ingeniería Innovativa 2017. 1-3:55-63

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jorge.vazquez@upalt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La Universidad Politécnica de Altamira (UPALT) alberga diariamente un aproximado de 850 personas entre alumnos, personal docente-administrativo y visitas de acuerdo a servicios escolares, recursos humanos y el servicio de vigilancia de la universidad. Se encuentra ubicada en el nuevo libramiento Altamira, el cual sirve como vía principal para el transporte de materiales a las industrias de la zona que incluye el Puerto de Altamira que tuvo en 2015 un movimiento de carga de 18033 toneladas (Puerto de Altamira, 2015), además, un grupo de 32 empresas que conforman la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas A.C. dedicadas al sector químico-petroquímico, manufactura y servicios. Con el propósito de salvaguardar los recursos humanos y materiales, evitar y/o disminuir los daños a las instalaciones y complementar el plan de contingencias que se desarrolla en la UPALT, el cuerpo académico Producción y Operaciones ha planteado un sistema piloto para detectar la presencia de gases combustibles para monitorear, prevenir y alertar situaciones peligrosas y de incendio, aumentar la velocidad de respuesta para el combate del siniestro, notificar e interactuar con el sistema de protección más cercano, en este caso protección civil.

Para lo cual se realizó la selección del equipo y propuso el lugar estratégico de instalación para dar la certeza del cumplimiento de la función de este sistema de detección, monitoreo, alarma y respuesta ante una atmósfera peligrosa para control de riesgos en lo sucesivo "SIDEMARE".

El lugar idóneo para instalar este sistema tiene que considerar la cercanía con la carretera, la dirección de los vientos predominantes del este-sureste (POT, 2008), una toma de corriente eléctrica cercana y que el sitio tenga a una persona al pendiente.

Por lo tanto, el sitio más adecuado es la caseta de vigilancia de la entrada a la universidad, la cual cuenta con todas las condiciones.

Este proyecto tiene como objetivo:

Detectar la presencia de gases combustibles con el propósito de alertar al personal por medio de una señal visual y sonora apoyándose con interfaces de usuario que permitan la supervisión y monitoreo del estado del sensor y las alarmas enlazando en tiempo real con la estación de protección civil más cercana.

Este artículo reporta los avances al momento de la publicación de la siguiente forma:

Primeramente se explican los componentes del sistema SIDEMARE y posteriormente se describe su operación.

Componentes del sistema SIDEMARE

El sistema de detección, monitoreo, alarma y respuesta ante una atmósfera peligrosa para control de riesgos (SIDEMARE) es un sistema piloto ideado a partir del estudio generado en 2014 en la UPALT para alertar a su población con acciones preventivas orientados a la capacidad de respuesta debido a los riesgos que implica el transporte de materiales y residuos peligrosos por el Nuevo Libramiento Corredor Industrial de Altamira, donde se ubica la UPALT. Dicho estudio revela que la condición más propensa a analizar es la de derrame de alguna sustancia combustible.

SIDEMARE está diseñado para dar indicaciones confiables y continuas de la concentración de gas combustible derivado de algún accidente que haya producido algún derrame que pueda producir una ignición, derivado de esto se gestionó el recurso para poder elaborar el sistema SIDEMARE que incluye los siguientes elementos:

Un Controlador Lógico Programable marca GE de la familia DURUS, modelo IC210DDD024 con módulo de comunicación Modbus IC210EMS001. Destinado a monitorear la concentración de gas combustible, usando una programación en lógica de escalera destinada a activar una alarma en presencia de una alta concentración y transmitir esta señal al radio de comunicación de datos vía el protocolo de comunicación Modbus.



Figura 1 Controlador lógico programable GE DURUS

Fuente. <http://www.geautomation.com/download/durus-controllers>

Un detector de gas combustible con sensor catalítico marca DRAGER modelo POLYTRON 5200, con indicación de la concentración de gas combustible en %LEL (low explosivity level).

Este detector es un transductor para medir la presión parcial de gases combustibles y vapores contenidos en aire ambiente. Utiliza el principio del calor-combustión.

El aire supervisado se difunde a través del disco metalizado del sensor. Allí la mezcla de gases combustibles y los vapores se queman catalíticamente en un elemento calefactor del detector (Pellistor). Los suministros de aire supervisados del oxígeno que requirió para la combustión y debido al calor resultante de la combustión, el elemento del detector se hace más caliente, este aumento en calor causa un cambio de resistencia en el elemento del detector, que es proporcional a la concentración de la mezcla de gases combustibles y de vapores en el aire supervisado. Además del elemento catalítico activo del detector, hay un elemento inactivo del compensador. Ambos elementos son parte de un puente de Wheatstone. Los efectos ambientales como cambios en temperatura o humedad son compensados.

El transmisor utiliza una tecnología analógica de 3 cables (estándar industrial) y convierte la señal de un sensor catalítico en una señal de 4 a 20 mA, que es proporcional a la concentración de gas existente (Manual del fabricante DRAGER, 2017).

Cuando se active el detector de gas combustible este enviará una señal de salida para la activación de la alarma visible y la alarma audible, instaladas en la caseta de vigilancia por ser el lugar con energía más cercano a la carretera, además de ser una ubicación que siempre cuenta con personal en guardia para proceder al control de este evento. La operación normal del detector es que la indicación no pase de 20% LEL en condiciones ambientales normales (NRF-210-PEMEX-2013).



Figura 2 Detector de gas combustible DRAGER Polytron 5200

Fuente. <https://www.draeger.com>

Dos fuente de poder 24 Vcd 3A.

La primer fuente de poder se utiliza para alimentar eléctricamente al PLC, al detector de gas combustible, a la interfaz de usuario, al radio de comunicación y a las indicaciones visual y sonora en el área de detección.

La segunda fuente de alimentación se utiliza para alimentar eléctricamente a la interfaz de usuario y al radio de comunicación de datos en la estación remota.

Dos interfaces de usuario touch screen de 4.3" marca RED LION modelo G304K20U.



Figura 3 Interfaz de usuario touch screen marca REDLION mostrando la pantalla de visualización

Fuente. *Elaboración propia*

Este modelo cuenta con una pantalla TFT brillante con soporte de 32K colores, una resolución de 480 x 272 pixeles y puede utilizar dos protocolos de comunicaciones RS-232/422/485 de alta velocidad y un puerto Ethernet 10 Base-T / 100 Base-TX. Estas interfaces de usuario tienen la finalidad de recibir la información transmitida desde:

1. El PLC que recibe la señal del detector de gas combustible.
2. El radio de comunicación de datos en la estación remota.

Estos datos se muestran en un software de aplicación de fácil manejo para el operador para su monitoreo-supervisión y para el reconocimiento de la alarma sonora en caso de evento. Al arrancar el software presenta una pantalla de inicio que muestra solo el logo de la Universidad Politécnica de Altamira, al tocar la pantalla cambia a la pantalla de monitoreo.

Dos radios de comunicación de datos marca DIGI modelo XTend-PKG 900MHz USB RF Modem.



Figura 4 Ejemplo de aplicación del radio de comunicación de datos marca DIGI

Fuente. https://www.digi.com/pdf/ds_xtend.pdf

El sistema de comunicación de radio se pretende usar para transmitir la información del detector de gas combustible a través del PLC usando el protocolo Modbus. La comunicación se realiza dentro de un arreglo punto a punto en la banda libre de 900 MHz, esto es que solo existen 2 radios que se enlazan para transferir datos.

Una alarma con una indicación visual tipo estrobo color rojo y una indicación sonora tipo corneta con sirena.



Figura 5 Indicación visual y sonora para la alarma del sistema SIDEMARE

Fuente Steren.com

La implementación de este sistema de detección de gas combustible se basa en la norma de referencia NRF-210-PEMEX-2013 “Sistema de Gas y Fuego: Detección y Alarmas”. En esta norma se definen los tipos de detectores y alarmas visual/audibles, así como sus especificaciones de instalación, configuración y operación.

Operación del sistema SIDEMARE

SIDEMARE consiste en un detector de gas combustible que envía la señal correspondiente hacia un Controlador Lógico Programable (PLC) donde se recibe, procesa y envía datos hacia una interfaz de usuario (HMI: Interfaz humano máquina) y a su vez este HMI se encuentra enlazado a un radio de comunicación de datos que se encuentra transmitiendo en tiempo real la condición actual del detector en el área de detección.

El detector de gas combustible transmite una señal de 4 a 20 mA, que es proporcional a la concentración de gas existente. La señal analógica del detector llega a un Controlador Lógico Programable (PLC) marca General Electric de la familia DURUS, diseñado para la automatización industrial, posee una estructura a base de módulos flexibles de entradas y salidas que pueden agregarse de acuerdo a la aplicación. Se espera instalarlo en la caseta de vigilancia de acceso a la universidad por ser el punto habitado más cercano al libramiento, aprovecha los vientos dominantes de la zona en dirección este-sureste y por contar con energía eléctrica necesaria para la instalación del sistema.



Figura 6 Ubicación del detector del sistema SIDEMARE

Fuente. Imagen tomada de Google maps

Este PLC utiliza una lógica de programación en escalera que se encarga de monitorear la detección de gas en donde se definen sus estados de operación:

La señalización de 0-100% LEL (4-20 mA), y la matriz de acción es la siguiente:

De:	A:	Unidad	Descripción	Alarma luminosa	Alarma Sonora
0	20	%LEL	Operación Normal	No	No
20.1	40	%LEL	Baja Concentración	Roja	No
40.1	60	%LEL	Alta Concentración	Roja	Si

Tabla 1 Matriz de acción de la señalización de 0-100% LEL del detector de gas combustible

Fuente. Elaboración propia

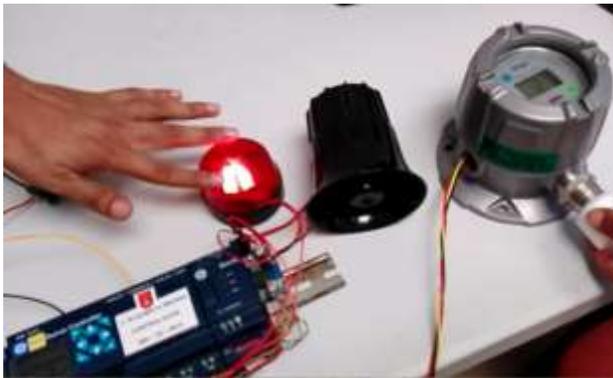


Figura 7 Prueba en laboratorio del sensor, el programa del PLC y alarmas

Fuente. Elaboración propia

Este proyecto propone que la unidad de recepción se instale en la oficina de la Unidad de Protección Civil más cercana, donde se encontrará el segundo radio de comunicación de datos para monitorear la concentración de gas combustible en tiempo real, los datos se mostrarán en el segundo HMI.

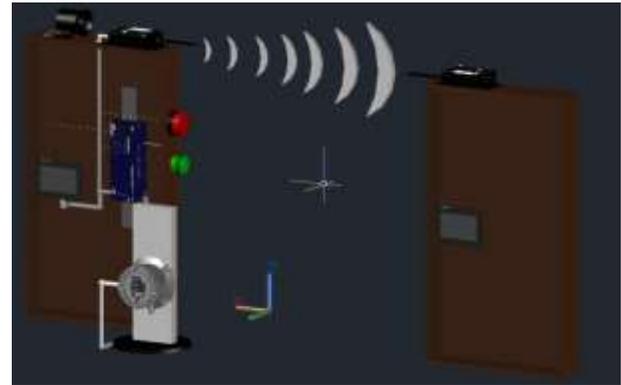


Figura 8 Esquema del sistema SIDEMARE

Fuente. Elaboración propia

Una nota aclaratoria es que en la NRF-210-PEMEX-2013 menciona que para el caso específico de la detección de gas combustible, debe usarse una indicación luminosa para alarma de color ámbar, en nuestro caso hicimos una modificación por una indicación luminosa de color roja debido a que su exposición es más visible que la de color ámbar.

Definiciones

Alarma. Dispositivo o función que indica la existencia de una condición anormal en el centro de trabajo por medio de una señal visible y/o audible, con el propósito de alertar al personal.

Atmósferas potencialmente riesgosas. Mezcla de aire, gas(es) o vapor(es), que ponga en riesgo la integridad del personal, las instalaciones y el medio ambiente.

Controlador electrónico programable. Dispositivo basado en tecnología de microprocesadores que está compuesto de hardware, software y unidades de entradas y/o salidas electrónicas.

Este término cubre a los dispositivos electrónicos basados en una o más unidades centrales de procesamiento (CPU), junto con la memoria asociada; por lo que CEP pueden ser los microprocesadores, los micro controladores, controladores programables, circuitos integrados de aplicación específica, controladores lógicos programables (PLCs) u otros dispositivos basados en circuitos integrados de procesamiento de datos.

Detector. Dispositivo que se conecta a un circuito que contiene un sensor, el cual responde a un estímulo físico como calor, humo, flama, concentración de gases entre otros.

Gas combustible. Cualquier gas o vapor capaz de entrar en combustión.

Hidrocarburo inflamable (Líquido). Líquido cuya temperatura de inflamación es menor a 37,8 °C (100°F), que tiene una presión de vapor menor o igual a 2,81 kg/cm² (2,068 mm de Hg) a 37,8 °C (100 °F) (clase I NFPA).

Límite inferior de explosividad / inflamabilidad LEL. Concentración mínima de un gas o vapor en mezcla con aire u oxígeno, que en contacto con una fuente de ignición puede entrar en combustión.

Protocolo de comunicación Modbus. Los protocolos de comunicación realizan la comunicación entre todos los dispositivos del nivel de instrumentación. El protocolo Modbus es un sistema de comunicación de datos en lenguaje estructurado con formato común de mensajes para todos los dispositivos en una red.

Este protocolo determina el enlace de comunicación entre el maestro y el esclavo, identifica el remitente y el receptor, intercambia mensajes de manera ordenada y detecta errores, se implementa de acuerdo a los requisitos del proyecto en una de las diferentes versiones de aplicación en este caso se usó la versión RTU (NRF-046-PEMEX-2012).

Riesgo. Probabilidad de que ocurra un siniestro. Es el producto de la frecuencia de ocurrencia o probabilidad de que ocurra un evento catastrófico (peligroso) multiplicado por el valor (económico, vidas, lesiones, u otros) de las consecuencias del evento (siniestro).

Resultados

Se desarrolló un simulacro de evacuación por derrame de sustancias peligrosas organizado por la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas del cual resultaron evacuadas 14 aulas, 5 laboratorios, 2 salas de maestros, 2 centros de auto acceso, informática e inglés y oficinas administrativas. En total fueron 385 alumnos, 23 docentes, 13 administrativos y 24 brigadistas con un total de 445 personas evacuadas. En un tiempo de 9 minutos 27 segundos. Debido a que ya se cuenta con un programa de contingencia y con una unidad interna de protección civil, SIDEMARE es una herramienta que permitirá activar el protocolo de evacuación y alertar a la comunidad de la Universidad Politécnica de Altamira en la detección de gases combustibles por derrame.

El prototipo ha funcionado correctamente de manera local. Al momento no se ha podido establecer la comunicación vía radio debido a un problema que hasta el momento de la publicación no se ha resuelto.

Hasta que se resuelva este problema con el radio de comunicación se realizará la gestión con protección civil para realizar el enlace de datos.

Agradecimiento

Al programa para el desarrollo profesional docente (PRODEP) por el financiamiento para la elaboración de este proyecto.

Conclusiones

Aún y cuando no se ha logrado transmitir la información vía radio se ha observado que esto es una herramienta que puede permitir al personal de vigilancia y a la unidad interna de protección civil de la Universidad Politécnica de Altamira actuar de manera eficaz en la toma de decisiones para salvaguardar la integridad de la población universitaria.

A continuación se hacen las siguientes recomendaciones:

- El rango de detección, en metros lineales, se puede mejorar si se utiliza un detector de gas combustible de camino abierto, este tipo de instrumentos puede detectar concentraciones en un rango de hasta 30 metros, mejorando la cobertura limitada del detector de gas “puntual”, el cual solo detecta la “nube de gas” en un área limitada a la sensibilidad del sensor.

- Aunque el radio de comunicación que se expone tiene características para la telemetría a distancias de hasta 30 Km, no es óptimo para esta aplicación. Se recomienda un radio ELPRO 905U el cual cuenta con entradas digitales, entradas analógicas, salidas digitales, salidas analógicas y puertos serie de configuración. El radio que se expone solo cuenta con un puerto USB de comunicación, característica que no lo hace compatible con el PLC.
- El sistema SIDEMARE puede funcionar las 24 horas los 7 días de la semana si no existe corte de energía. Se recomienda un suministro eléctrico de respaldo con baterías.

Referencias

Red Lion Controls Inc., 2009, Manual del usuario para Crimson 3.

Red Lion Controls Inc., 2015, Bulletin No. G304K2-E: Model G304K2 – Kadet 2 operator interface with 4” TFT display.

NRF-046-PEMEX-2012 “Protocolos de comunicación en sistemas digitales de monitoreo y control”

NRF-105-PEMEX-2012 “Sistemas digitales de monitoreo y control”

NRF-210-PEMEX-2013 “Sistema de gas y fuego: detección y alarmas”

<https://www.google.com.mx/maps/@22.4632272,-97.9721578,669m/data=!3m1!1e3> 10 de julio 2017

<http://www.puertoaltamira.com.mx/upl/sec//PRESENTACION%20GENERAL%20ESPA%202016.pdf> 10 de julio 2017

<http://www.aistac.mx/category/socios/> 10 de julio 2017

Drägerwerk AG & Co. KGaA, 2016, Dräger Polytron 5200 CAT Detectores de gases inflamables.

Digi International Inc. 2016, 1 Watt/900 MHz stand alone radio módems: XTEND-PKG RF modems

ELPRO Technologies Pty Ltd. 2011, User manual 905U wireless I/O module 105S serial I/O module

http://www.imeplansurdetamaulipas.gob.mx/Pdf_POTMunicipales/POT%20Zona%20Metropolitana.pdf 10 de julio 2017.

GE Intelligent Platforms, Inc, 2010, DURUS controllers system manual GFK-2470

Antonio Antonio Alejandrina, Medina Alvarez Juana Elizabeth, Cruz Netro Zahira, Vazquez Fernandez Jorge Alberto, Meza Morales Martha Isis, “Sistema de Detección, Monitoreo, Alarma y Respuesta ante una Atmósfera Peligrosa para Control de Riesgos (SIDEMARE) Objetivo 1: Resultados” ISBN 978-1-939982-09-4, Investigación en las ciencias con pertinencia, Tuxpan, Veracruz, 2015, Academia Journals.

<http://www.instrutech.com.mx/Telemetry.html> 28 de julio 2017