

# Sistema de Seguridad y Registro de Eventos

## Security System and Event Registry

Dario Utrilla Salazar<sup>1</sup>

*Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú*

**Resumen**— El presente proyecto fue desarrollado como un planteamiento de solución a la problemática de accidentalidad laboral en el Perú, en particular en el sector manufactura. Se tomo como base la información estadística del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, asimismo se investigó las zonas de las empresas de manufactura con mayores niveles de accidentalidad en la ciudad de Lima. Por la naturaleza del proyecto se consideró estudiar el caso de las doce áreas que constituían el Departamento de Producción de una empresa piloto, y evaluar el comportamiento de la accidentalidad laboral sin la implementación del “Sistema de Seguridad y Registro de Eventos” (SSRE) durante todo el año 2011 y luego con la implementación del Sistema propuesto durante todo el año 2012. Se obtuvo como resultado del proyecto la disminución del índice de accidentalidad laboral en el Perú en el sector manufactura. A través del soporte interfaz de usuario se realizaron el registro de los eventos, obteniéndose en tiempo real la información de los incidentes producidos.

**Abstract**— This project was developed as an approach to solve the problem of labor accidents in Peru, particularly in the manufacturing sector. Was taken based on the statistical information from the Ministry of Labor and Employment Promotion, also the areas of manufacturing companies with higher levels of accidents in the city of Lima was investigated. By the nature of the project was considered to study the case of the twelve areas that were the Production Department pilot enterprise, and evaluate the performance of workplace accidents without the implementation of the "Security System and Event Log" (SSRE) for all of 2011 and then with the implementation of the proposed throughout 2012. System was obtained as a result of the project the decrease of the labor accidents in Peru in the manufacturing sector. Using the user interface support logging of events were held to give real-time information produced incidents

**Palabras clave**— sistema de seguridad, base de datos, microcontrolador, sensores, adquisición de señales.

**Keys words** - Security system, data base, microcontroller, acquisition of signals.

### I. INTRODUCCIÓN

La seguridad laboral es una necesidad básica y desde sus orígenes está relacionada con la preservación de la vida de los trabajadores y los bienes de la empresa. De acuerdo a la Teoría de Maslow [6][10]; la caracterización de la jerarquía de necesidades de seguridad está representado en el segundo nivel de jerarquía, en el que se considera, la tendencia natural del hombre hacia el mayor grado de certidumbre en la consecución de sus objetivos y en la prevención de los hechos ó fenómenos que estima perjudiciales para el mismo. Con el desarrollo de la sociedad y de las tecnologías, en la actualidad se enfoca el planteamiento de la seguridad industrial caracterizado por la búsqueda del bien común, una consideración dinámica de la seguridad, una perspectiva integradora de ésta con los demás sistemas sociales, la interacción y coordinación en el tratamiento de los factores de riesgos, el tratamiento especializado para los riesgos graves y un enfoque integrador de distintas disciplinas [3].

### II. ESTADO DEL ARTE

Existen estudios y proyectos cuyos tratados son desarrollos de modelos y políticas de gestión en seguridad industrial que desarrollan diseños y recomendaciones en seguridad industrial, los cuales se citan a continuación:

#### A. Universidad Politécnica de Cartagena (2010).

En esta institución se realizó el proyecto: “*Estudio del grado de aplicación de la seguridad integral en las empresas de la región de Murcia*”. (Cartagena-España) cuyo objetivo fue realizar el estudio del modelo de gestión de riesgos para aplicar el concepto actual de seguridad integral al ámbito empresarial y establecer los parámetros teórico-prácticos aplicables a cualquier tipo de organización ó empresa de forma que se pudieran valorar las medidas a adoptar para mejorar el grado de conocimientos de los riesgos que le afecten y evitar que se produzcan daño a los trabajadores y a los bienes de la empresa ó en caso

<sup>1</sup> Darío Utrilla Salazar, E-mail: [dutrillas@unmsm.edu.pe](mailto:dutrillas@unmsm.edu.pe)  
Recibido: Setiembre 2014 / Aceptado: Noviembre 2014

de producirse, sean los mínimos posibles y en segundo lugar se planteó una línea de investigación para ser desarrollada posteriormente como tema de futuras investigaciones, con la finalidad de estudiar la situación actual del tejido empresarial de la Región Autónoma de Murcia en relación al grado de aplicación por dichas empresas del concepto actual y globalizador de seguridad integral tanto en su organización como en su funcionamiento [5].

*B. Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela Superior de Informática (2008).*

Aquí, el tema fue: “*Vigilancia inteligente: Modelado de entornos reales e interpretación de conductas para la seguridad*”, cuyo objetivo se concentró en la representación del conocimiento de un dominio y cómo detectar las posibles anomalías en la empresa mediante el análisis de los datos proporcionados por el nivel de sensorización. Con conocimiento de un dominio nos referimos a los elementos que pueden participar en un entorno del mundo real y las posibles relaciones que pueden existir entre ellos. En el proyecto de esta Escuela se realizó un estudio del estado del arte sobre los sistemas de vigilancia, principalmente en los campos de Visión Cognitiva e Inteligencia Artificial. Además, como aportación propone un nuevo modelo de Sistema Electrónico, para representar formalmente la normalidad de un entorno vigilado, que sirva para establecer las bases de posibles líneas de trabajos futuros [2].

*C. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Departamento de Ingeniería Mecatrónica (2010).*

En este Centro se desarrolló el proyecto: “*Supervisión electrónica de una empresa basada en modelos*”, dónde presenta el diseño e implementación, en línea de un sistema de supervisión electrónica que integra diversos sistemas de monitoreo, detección de fallas y ayuda al operador para una empresa de producción. Este sistema de supervisión tiene la finalidad de incrementar los niveles de seguridad, confiabilidad y operación continua en los procesos, de producción haciendo más segura y fácil la labor de sus operadores.

En este trabajo, la supervisión se basa en un sistema de detección y localización de fallas (*FDI*), empleado para detectar fallas aditivas en los sensores de temperatura ubicados en la el proceso de producción. El sistema *FDI* emplea un esquema de banco de observadores dedicado (*DOS*), el cual tiene como base observadores no lineales que estiman las concentraciones y las temperaturas en los diversos procesos de producción.

Esta última permite reducir el trabajo y tiempo computacional utilizado en su implementación, siendo por tanto conveniente para su aplicación en línea. Cada una de las partes de este trabajo fue convenientemente validada obteniendo resultados que permiten integrarlas en el sistema de supervisión, el cual, al ser validado en línea, proporciona información confiable y adecuada para favorecer la correcta operación continua de los procesos y la seguridad de sus operadores [9].

## II. ACCIDENTALIDAD LABORAL Y EFECTOS

### A. Reporte de los efectos.

Según el Anuario Estadístico Sectorial del MTPE 2011-2012 [16][19]; se han publicado los siguientes reportes:

En todo el año 2011 se registraron en el Perú 4732 accidentes laborales, y en Lima Metropolitana 3,971 accidentes laborales.

En todo el año 2012 se registraron en el Perú 15,488 accidentes laborales y en Lima Metropolitana 11,037 accidentes laborales.

En todo el Año 2011 se registraron en la empresa piloto (muestra del proyecto) 71 incidentes laborales.

### B. Establecimiento de las causas

En las investigaciones realizadas se han investigado las causas posibles, determinándose entre los de mayor importancia, los siguientes:

- Las empresas no tenían sistemas de seguridad contra incidentes laborales.
- Las empresas no tenían señales de seguridad adecuados.
- Los trabajadores de las empresas no tenían capacitación actualizada para casos de accidentes laborales.
- Los trabajadores de las empresas incumplen con las normas y procedimientos de seguridad industrial.

### C. Planteamiento del problema

Durante los años 2011 y 2012 las empresas de Lima Metropolitana que incurrieron en los causales de la problemática de accidentalidad laboral experimentaron al cabo de estos años un incremento 177.94%. En la investigación realizada se ha desarrollado la observación del comportamiento de accidentalidad laboral en una empresa piloto durante los meses de Enero a Diciembre de 2011, se registraron un total de 71 incidentes laborales, tal como se muestra en la Fig. 1.

## III. HIPÓTESIS

Al aplicar el Sistema de Seguridad y Registro de Eventos en la empresa piloto, es factible reducir el índice de accidentalidad en 50%.

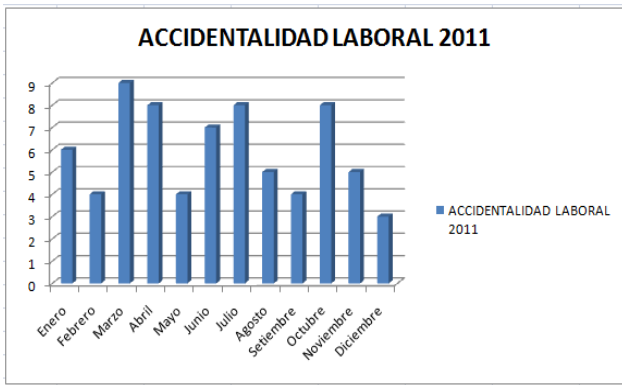


Fig.1. Reporte de accidentalidad laboral 2011 en la empresa piloto.

IV. OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto fue de diseñar e implementar un Sistema de Seguridad y Registro de Eventos, esperando que, con la implementación de este sistema en la empresa piloto los incidentes laborales disminuyan en un 50%.

V. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de seguridad se plantea mediante un bloque maestro constituido por un Computador Personal, el cual para su comunicación utiliza el puerto USB (Universal Serial Bus) mediante un interfaz USB-RS485, para interconectar a una red industrial con topología en Bus a través de líneas de transmisión multipunto diferencial para la transmisión optima en ambientes de alto nivel de ruido, mayor longitud de enlace, velocidad de transmisión mediante los interfaces MAX485. Los bloques esclavos se han implementado con microcontroladores PIC 16F877A, que a su vez tienen en sus puertos de comunicaciones, sensores electrónicos establecidos en cada una de las doce áreas del Departamento de Producción según estudio previo realizado. En la Fig. 2, se muestra el diagrama de bloques del sistema propuesto.

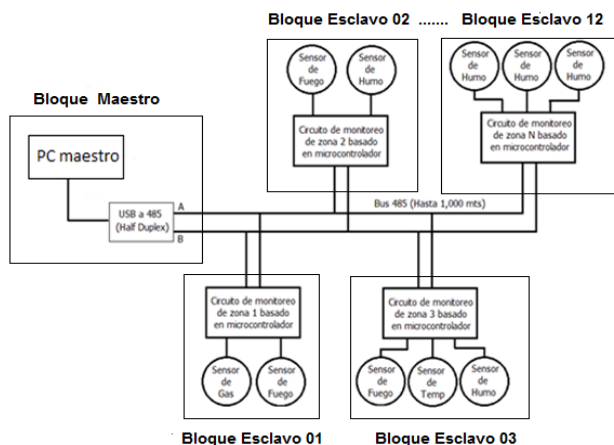


Fig. 2. Interfase USB-RS485

A. Implementación del Bloque Maestro

Se implementó mediante un computador Pentium IV, con las siguientes características:

- Procesador Pentium IV Dual Core de 2.8 GHz.
- Memoria principal DDR2 de 4GB
- Puertos USB (4)
- Disco Duro SATA de 500GB
- Lectora de CD y DVD
- Tarjeta de video de resolución 1680 x 1050
- Monitor color 22” Wide Screen
- Tarjeta de red 10/100 Mbps.
- Mouse óptico con scroll
- Teclado en español
- Sistema operativo Windows XP
- Compilador C++ de Microsoft
- Compilador Java versión 7 Copyright (c) 2013.

En cuanto a las funciones del bloque maestro, se especificó lo siguiente:

- Inicializar todo el sistema
- Configurar los programas de aplicaciones
- Reconocer e identificar el numero de bloques esclavos.
- Realizar el escaneo de los bloques esclavos para detección de incidentes.
- En caso de producir incidentes actualizar el registro de eventos.
- Almacenamiento de datos históricos de registro de eventos.

B. Interfaz USB-RS485

Actualmente en las computadoras personales para establecer comunicación con dispositivos o circuitos externos tienen disponibles los puertos de comunicación USB, y para nuestro caso para interconectar a la Red Industrial RS485, tal como se muestra en la Fig. 3. Fue necesario utilizar un interfaz USB-RS485, con aislamiento galvánico, velocidad hasta 115,200 Baudios, comunicación con o sin eco local, protección sobrecargas 400W@1ms, drivers para W2000/XP/Vista/7/8; alimentación tomada del USB valor 5V +/-10%, tensión de salida transmisor típico +/-2.5V@120Ohms, Nivel de recepción mínimo de +/-200mV, pico de potencia p/línea de 400W@20useg. de el cual convierte señales USB a señales RS485 en modo bidireccional, [12].

C. Implementación de los bloques esclavos

Se ha implementado con microcontroladores PIC 16F877A de Microchip Technology, tal como se muestra en la Fig. 4, fabricado en tecnología CMOS, con memoria de programa tipo FLASH, lo que representa gran facilidad en el desarrollo de prototipos porque permite reprogramarlo eléctricamente, además es completamente estático permitiendo que la señal de reloj puede detenerse y los datos de la memoria no se

pierden. El encapsulado genérico es el DIP (Dual In Package) de 40 pines; configurable para funcionar a 4MHz y 20 MHz. Los pines de entrada/salida están organizados en cinco puertos: Puerto A de 6 líneas, Puerto B de 8 líneas, Puerto C de 8 líneas, Puerto D de 8 líneas y el puerto E de 3 líneas. Cada línea se puede configurar como entrada o salida programables independientemente [11].



Fig. 3. Interfase USB-RS845

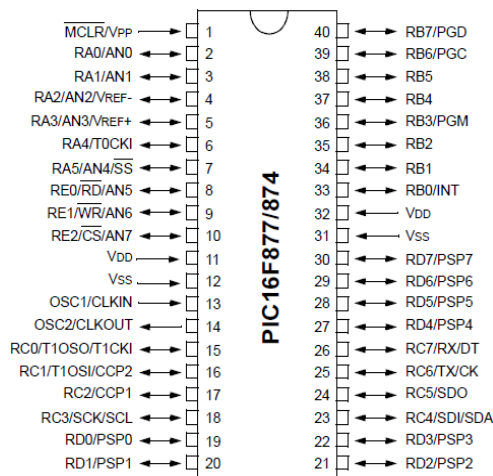


Fig. 4. Microcontrolador 16F877A.

Para la interconexión con la red industrial RS485 se dispone de recursos con el módulo USART (Transmisor/Receptor Asíncrono Síncrono Universal) que puede ser configurado como un sistema asíncrono full dúplex para realizar comunicación con dispositivos periféricos. Adicionalmente es necesario un transreceptor MAX485 para establecer el dialogo con la aplicación, según se muestra en la Fig. 5, [17].

Por otro lado, en la Fig. 6, se muestra la conectividad de los bloques esclavos con bloque maestro derivándose en el cumplimiento de las siguientes funciones que deben cumplir los bloques esclavos:

- Detectar eventos de incidentes
- Responder al establecimiento de comunicación con el bloque servidor.
- Activar el sistema de alarmas en caso de eventos

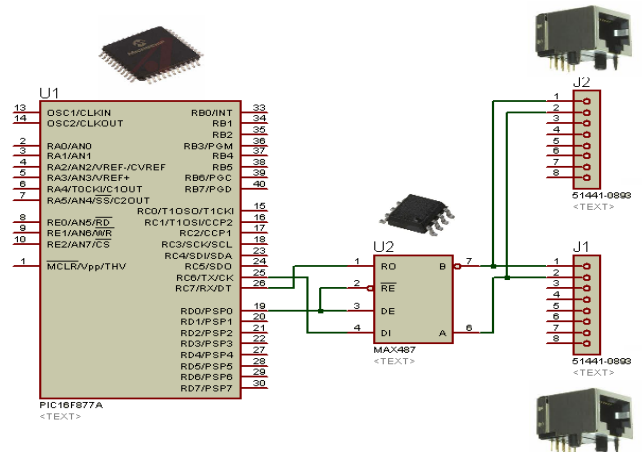


Fig. 5. Circuito de comunicación para bloques esclavo.

- Enviar al bloque maestro el registro de ocurrencia de los eventos
- Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los sensores.

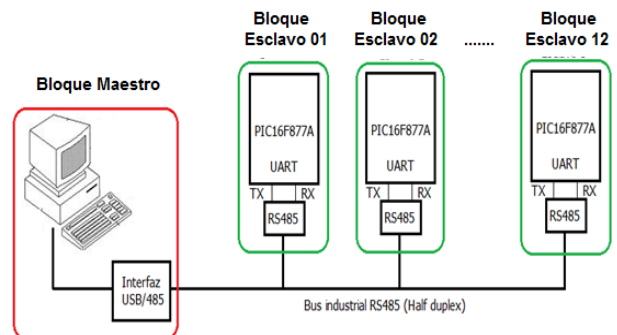


Fig. 6. Interconexión de bloque maestro y esclavos.

### C. Sensores electrónicos

En un sistema de control, supervisión u otras aplicaciones por lo general se requiere efectuar adquisición de datos (señales, eventos, etc.) lo cual implica utilizar dispositivos sensores.

#### - Sensores de humo

Son dispositivos que poseen la característica de detectar la presencia de humo presente en el medio bajo control, emitiendo una señal acústica que indique señal de incendio. Atendiendo al método de detección se puede usar de los siguientes tipos:

- Detectores ópticos, de rayo infrarrojo, compuesto por un dispositivo emisor y otro receptor. Cuando se oscurece el espacio entre ellos debido al humo solo una fracción de la luz emitida alcanza el receptor provocando que la señal eléctrica producida por éste sea débil y se active la alarma. Las características de detección son de 1.5 a 3% de humo en la cámara del sensor, lo cual representa un alto nivel de sensibilidad, los voltajes de alimentación es de

+9V CC, Corrientes de salida de 4mA a 15mA. y temperaturas de operación de + 5°C hasta + 45°C.[20].

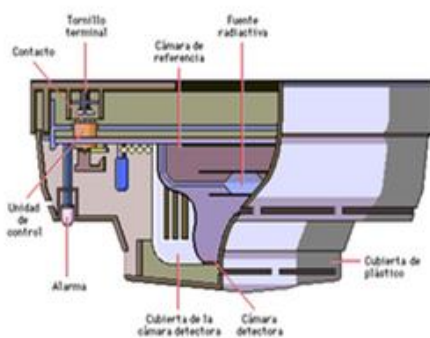


**Fig. 7.** Sensor de humo óptico.

- *Detectores iónicos*, este tipo es de menor costo respecto al de tipo óptico y puede detectar partículas pequeñas para influir en la transmisión de la luz. En la Fig. 8, se muestra este tipo de sensor mostrando las diferentes partes más importantes, donde por ejemplo la cámara de ionización, contiene una pequeña cantidad (menos de 1 microgramo) de americio-241 el cual emite radiación alfa. Este isotopo radiactivo emite partículas alfa (núcleo de helio de alta energía) durante siglos. Debido a la gran capacidad de ionización del aire que poseen estas partículas, sólo una capa de espesor de 7 cm de aire es suficiente para absorberlos. La radiación pasa a través de una cámara abierta al aire en la que se encuentran dos electrodos permitiendo el flujo de una corriente eléctrica [13].

Si el humo ingresa en la cámara de ionización, las partículas alfa quedan prácticamente inmobilizadas, disminuyendo notablemente la corriente eléctrica.

Las características técnicas del sensor son: detección de partículas de humo desde 0,01 a 1,0 micras, tensión de alimentación de +12 V DC, Las corrientes de salida son del orden de 4 mA. Hasta 20 mA y las temperaturas de operación de + 3°C a +60°C.



**Fig. 8.** Sensor de humo iónico.

#### – *Sensores de gases tóxicos*

Es un detector de gases inflamable y tóxico, está diseñado para su uso en atmósferas potencialmente explosivas (ver Fig. 9). Se recomienda que la

instalación sea realizada por parte de personal técnico autorizado. [18]

Entre sus características se tienen:

- Vida típica entre 2 a 5 años.
- Certificado ATEX
- Aprobado para uso en áreas peligrosas.
- Caja de conexión universal.
- Incluye placa de continuidad a tierra para mayor protección RFI.
- Rangos de detección:
  - Gas natural: De 1000 – 6500 ppm
  - Gas Propano: De 500 – 6500 ppm
- Voltaje de alimentación: 24 V DC
- Niveles de corriente de salida desde 4 mA a 20 mA.
- Tiempo de establecimiento: 3 minutos.



**Fig. 9.** Sensor de gas tóxico.

#### – *Sensores de movimiento (PIR)*

El sensor PIR (*Passive Infra Red*), como el mostrado en la Fig. 10, es un dispositivo piroeléctrico que detecta cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros. Como respuesta al movimiento, el sensor cambia de nivel lógico (de “0” a “1” lógico) sus características generales son:

- Voltaje de alimentación de +5VDC
- Cobertura 110°- 6 metros.
- Estado de salida de niveles TTL (4 mA a 20 mA).
- Temporizado de 10 a 5 minutos.
- Polaridad de salida seleccionable.



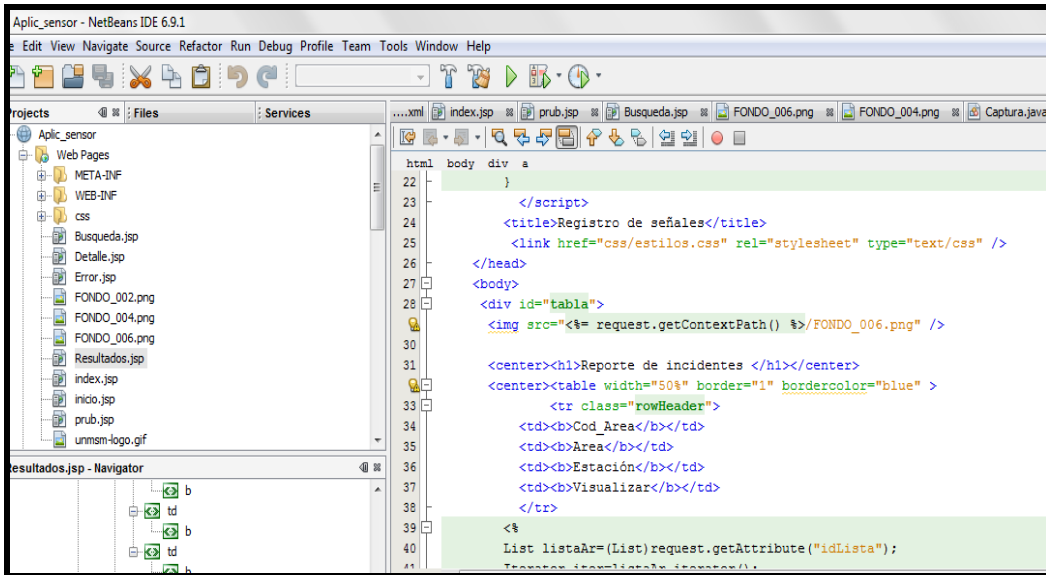
**Fig. 10.** Sensor de movimiento (PIR).

*D. Interfaz de usuario*

Establece los factores que permiten ser amigables para el registro de los incidentes laborales realizando la supervisión en la forma más simple y eficiente; por lo que se realizó una aplicación Web utilizando lenguaje de programación JAVA V7 (Copyright © 2013), por la ventaja de independencia de la plataforma del sistema operativo, ventaja que permite ser actualmente un referente y estándar global para aplicaciones en red, alrededor del cual existe gran variedad de tecnologías

de software y herramientas de desarrollo (Netbeans, Eclipse, Jcreator, Jdeveloper).

Como aplicativo para el proyecto, se desarrolló bajo una arquitectura de tres capas (Presentación, eventos y datos), aplicando el entorno de desarrollo integrado Netbeans (ver Fig. 11); la versatilidad y la naturaleza especializada en el registro de eventos de esta herramienta fue determinante para su aplicación en el proyecto [4].

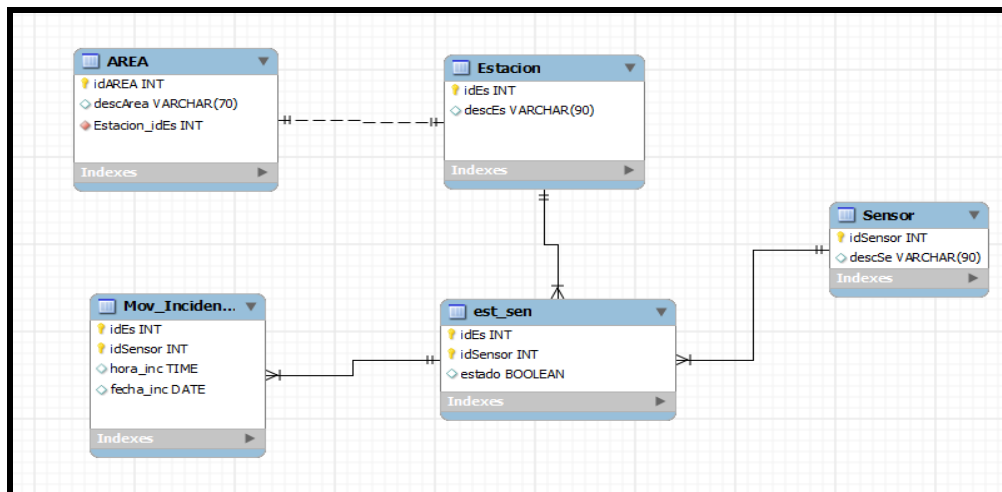


**Fig. 11.** Aplicación del IDE Netbeans.

Para la función de servidor de aplicaciones se utilizó el programa Apache Tomcat, el cual permite visualizar el contenido de las páginas Web, por lo que es importante remarcar que la elección de este servidor obedece a la naturaleza Ad-Hoc del mismo para aplicaciones Web basadas en Java, con la ventaja de disponer en distribución libre (Open Source) en

Internet.

Para la función de gestor de la base de datos de las múltiples opciones, se determino la aplicación de MYSQL por su óptima capacidad de almacenamiento y su accesibilidad de código libre, el diseño de las tablas fue realizada con la herramienta MS SQL WORBENCH, el cual también es de libre acceso.



**Fig. 12.** Diseño de tablas con MYSQL.

## VI. RESULTADOS

En este apartado, se muestran los resultados obtenidos luego de efectuar la puesta a punto del sistema implementado en la empresa piloto y la habilitación del registro de eventos para su observación, habiéndose realizado desde Enero hasta Diciembre del 2012, obteniéndose los resultados siguientes:

a) El funcionamiento del interfaz del usuario permitió disponer del registro de los incidentes laborales (eventos) ocurridos en la empresa piloto a través de las ventanas disponibles en el bloque maestro. (ver Fig. 13 y 14).

Cod_Area	Area	Estación	Visualizar
A1	DEPORT PINTURAS	ESCLAVO 1	detalle
A2	ROUTER	ESCLAVO 2	detalle
A3	ESTRUCTURAS	ESCLAVO 3	detalle
A4	ELECTRICIDAD	ESCLAVO 4	detalle
A5	GABINETES 01	ESCLAVO 5	detalle
A6	GABINETES 02	ESCLAVO 6	detalle
A7	LAMINADOR 01	ESCLAVO 7	detalle

Fig. 13. Menú principal del sistema para reporte de eventos.

Cod_estacion	Descp_estacion	Cod_sensor	Descp_Sensor	Fecha_Incidente	Hora_Incidente	Actividad
85	ESCLAVO 1	SGT03	Sensor Cpu (temp)	2012-06-07	23:21:33	Alerta de temperatura

Fig. 14. Reporte registrado para el Área de Gabinetes.

b) La estadística del comportamiento de la accidentalidad laboral en la empresa piloto durante todo el año 2012 que se muestra en la Fig. 15.

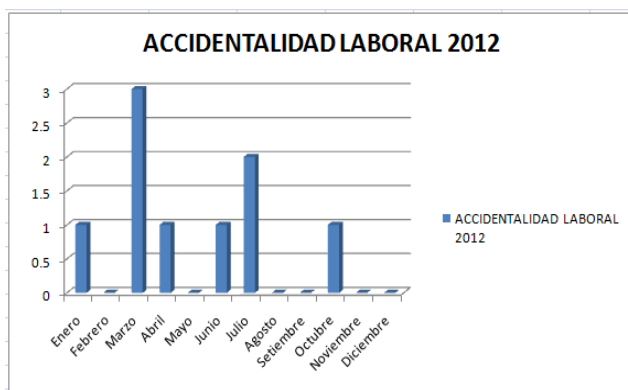


Fig. 15. Accidentalidad laboral en empresa piloto durante el año 2012.

## VII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del Sistema de seguridad y registro de eventos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El incremento del índice de accidentalidad en el Perú registrado por el MTPE entre los años 2011 (4,732 eventos) y el año 2012 (15,488 eventos) es de 227.30 %.

El incremento del índice de accidentalidad en Lima Metropolitana registrado por el MTPE entre los años 2011 (3,971 eventos) y el año 2012 (11037 eventos) es de 177.94 %.

De los resultados obtenidos para la empresa piloto se observa que en el año 2011 se registraron 71 eventos y en el año 2012 se registraron 09 eventos; donde la reducción fue de 62 eventos, y en términos porcentuales 87.32 %; el cual refleja una reducción mayor que lo establecido en la hipótesis del proyecto (50 %), representando un resultado importante luego de la aplicación del Sistema de supervisión y registro de eventos en la empresa piloto.

El desarrollo tecnológico en la industria electrónica, reducción de costos del hardware, disponibilidad de recursos web y la ingeniería aplicada permiten solucionar problemas de nuestra sociedad y la empresa en nuestro país.

## VIII. RECOMENDACIONES

Son importantes las recomendaciones siguientes:

Utilizar los recursos de la tecnología moderna (Desarrollo de la industria electrónica, recursos de las TICs, la globalización, recursos web, etc.) para desarrollar proyectos multidisciplinarios que permitan plantear soluciones a problemas nacionales.

Propiciar una cultura de responsabilidad social en las empresas (directivos y trabajadores) para actualizar, capacitar y aplicar las Normas de seguridad industrial.

Promover programas de socialización en las empresas, respecto a la aplicación de las Normas nacionales e internacionales de seguridad.

Promover actividades orientada a las empresas para desarrollar planes de seguridad prospectivos.

## REFERENCIAS

- [1] Allen J.F. and G. Ferguson. "Actions and Events in interval temporal logic". *Journal of Logic and Computo*. 2004.
- [2] A. Albusac. "Vigilancia inteligente: Modelado de entornos reales e interpretación de conductas para la seguridad". *Universidad de Castilla La Mancha*. España. 2008.

- [3] Barry U.D. “Gestión de seguridad laboral y prevención de accidentes”. Revista N° 87. *Asis International*. México. 2005.
- [4] J. Cortes. “Fundamentos de programación Java”. *Universidad Complutense de Madrid*. España. 2010.
- [5] J. Dolon. “Estudio del grado de aplicación de la seguridad integral en las empresas de la región de Murcia”. *Universidad Politécnica de Cartagena*. España. 2010.
- [6] H. Hernández. “La gestión empresarial, un enfoque del siglo XX, desde las teorías científica, funcional y de relaciones humanas”. 2011.
- [7] Kujath M. Amyotte, P. Khan. “A conceptual offshore oil and gas process accident model”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Madrid. 2010.
- [8] S. Tauseef, T Abbasi, and S. Abbasi. “Development of a new chemical process-industry accident database to assist in past accident”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. JOLASEHT. 2008.
- [9] A. Tellez. “Supervisión Electrónica de una empresa basada en modelos”. *Centro Nacional de Investigación y desarrollo Tecnológico*. 2010.
- [10] A. Vásquez. “Maslow mas allá de la Psicología: influencias sobre las formas de pensar el cuidado”. *Universidad Autónoma de Madrid*. España. 2008.
- [11] [En línea] , disponible en: <http://www.microchip.com>
- [12] [En línea], disponible en: <http://www.texasinstruments.com>.
- [13] [En línea] , disponible en: <http://www.tecnoseguro.com/>
- [14] [En línea] , disponible en: <http://www.pictronico.com/sensores/PIR/>
- [15] [En línea] , disponible en: <http://www.mintra.gob.pe/>.
- [16] [En línea] , disponible en: <http://www.minsa.org>.
- [17] [En línea], disponible en: [http:// www.intel.com](http://www.intel.com).
- [18] [En línea] , disponible en: [http://www.drager\\_sensor.com](http://www.drager_sensor.com)
- [19] [En línea] , disponible en: <http://www.digesa.minsa.org>.
- [20] [En línea] , disponible en: <http://www.lighting.management.com>