

**Sistemas de Anticolisión para la Industria Minera**

NAVA-DE LA ROSA, Martha Griselda\*†, BARRIOS-GARCÍA, Jorge Alberto, BAÑUELOS-RODARTE, Miguel y MOREIRA-GALVÁN, José Cruz

*Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas*

Recibido Enero 3, 2017; Aceptado Marzo 6, 2017

**Resumen**

La presente investigación describe el desarrollo de una aplicación de software que tiene como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de anticolisión con técnicas de programación especializada, para emitir alertas de peligro en la industria minera, se siguió la metodología de prototipos, permitiendo mostrar una aplicación útil y funcional al cliente y con ello mitigar los riesgos que pudiesen existir, captando de una manera sencilla los requerimientos del cliente. Se concluye con satisfacción el desarrollo de la aplicación, que permite a los mineros y transportistas identificar personas y vehículos a una distancia previamente configurada, emitiendo alertas tipo semáforo: verdes que indica que no existe peligro alguno y el obstáculo está lejos; amarillo que advierte la proximidad moderada de objetos y por último; el rojo que señala la cercanía de objetos para evitar un accidente imprudencial. El sistema anticolisión funciona con sensores llamados TAG (etiquetas) instalados en el casco del personal, y vehículos de transporte, de tal forma que se puedan detectar situaciones de riesgo (Peligro, precaución y libre).

**Desarrollo, prevención, anticolisión, alertas, Etiquetas RFID****Abstract**

The present research describes the development of a software application that aims to design and develop an anticollision system with specialized programming techniques, to issue hazard alerts in the mining industry, followed the prototype methodology, allowing to show a useful application And functional to the client and thereby mitigate the risks that could exist, capturing in a simple way the client's requirements. The development of the application, which allows miners and drivers to identify people and vehicles at a distance previously configured, issuing traffic light alerts: green indicates that there is no danger and the obstacle is far away; Yellow that warns the moderate proximity of objects and finally; The red that indicates the proximity of objects to avoid a reckless accident. The anti-collision system works with sensors called TAGs installed on the personnel helmet and transport vehicles in such a way that dangerous situations can be detected (danger, precaution and free).

**Development, prevention, anticollision, alerts, RFID TAGs**

**Citación:** NAVA-DE LA ROSA, Martha Griselda, BARRIOS-GARCÍA, Jorge Alberto, BAÑUELOS-RODARTE, Miguel y MOREIRA-GALVÁN, José Cruz. Sistemas de Anticolisión para la Industria Minera. Revista de Cómputo Aplicado 2017, 1-1: 11-18

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mnava@utzac.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Resguardar la integridad física del personal ha sido motivo de preocupación a nivel mundial en diversas organizaciones. La Minería no es la excepción debido a la naturaleza y características de las distintas actividades que en ella se realizan.

Los sistemas de anticolisión residen en reconocer situaciones que permitan evitar una colisión inminente, haciendo uso de tecnologías emergentes, de tal manera que se haga una notificación oportuna y se logre realizar una acción pertinente.

El presente documento describe la funcionalidad del sistema anticolisión para la industria minera. El cual, tiene como objetivo disminuir accidentes o situaciones de riesgo entre personal y vehículos dentro de las minas.

## Antecedentes

Los sistemas de anticolisión tienen sus orígenes en la aviación; entre los años 1956 a 1986 hubo varios accidentes aéreos, como los sucedidos en el Gran Cañón y en la Ciudad de Nueva York, originando con ello el desarrollo de sistemas de alerta, avisando a los conductores del peligro existente y permitiendo una maniobra para poder evitar un accidente.

Después de la aviación, estos sistemas se expanden a otros sectores, como los automóviles particulares, los camiones, las embarcaciones y la minería.

En otros países se han implementado estos sistemas, como apoyo a los conductores de vehículos, detectando obstáculos a cierta distancia prudencial avisando de manera auditiva, visual o con vibraciones para que tome las medidas necesarias y evitar un accidente, dichos sistemas no sustituyen las maniobras del conductor sólo le indican que hay zona de peligro.

Actualmente la empresa que solicito el producto, no cuenta con un sistema que cubra las necesidades de anticolisión de vehículos, para la protección de sus trabajadores.

## Problemática

Actualmente existen cuantiosos riesgos en las minas, el calor, la humedad, la presión barométrica, la vibración, la exposición solar, lesiones traumáticas el ruido, son algunos de ellos, es necesario mitigar accidentes para salvaguardar la integridad de las personas. Como ya se ha mencionado el ruido afecta a los mineros de varias maneras una de éstas es que no les permite escuchar sonidos importantes tales como vehículos en movimiento que pueden generar incidentes, es por ello, que se pretende crear un sistema que emita alertas cuando se identifiquen obstáculos a cierta distancia evitando accidentes imprudenciales y los mineros puedan hacer maniobras de seguridad.

## Objetivos General

Desarrollar un sistema de anticolisión con programación especializada para emitir alertas de peligro en la industria minera.

## Objetivos Específicos

- Analizar los requerimientos del sistema
- Generar propuestas funcionales con los requerimientos del sistema.
- Mostrar propuesta funcional.

## Alcance

Se desarrollará un sistema que emita alertas a los conductores que transitan en el interior de la mina, instalándose en un dispositivo portátil dentro del vehículo y señale los obstáculos que están al frente y detrás de él.

El desarrollo del proyecto comprende varias etapas: la primera es elaborar un sistema que detecte obstáculos en la parte frontal del vehículo emitiendo alertas de precaución, la segunda que indique los objetos en la parte trasera del vehículo.

El presente artículo sólo incluye la primera etapa.

## Materiales y Métodos

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto fue el ciclo de vida de prototipos, debido a que éste permite que todo el sistema, o algunas de sus partes, se construyan para entender de una forma fácil los requerimientos que el cliente necesita y mitigar riesgos en el desarrollo del sistema.

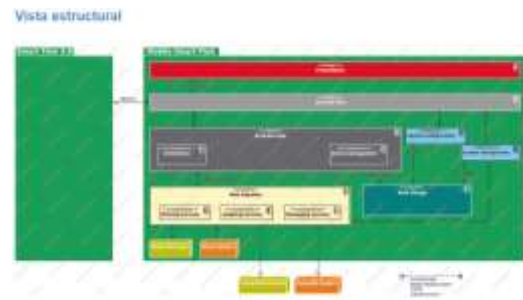
Con esta metodología se trabajó el desarrollo de diseños para ser analizados y prescindir de ellos a medida que se agreguen nuevos requerimientos.

Como primera fase del ciclo de vida se levantaron los requerimientos, de lo cual se obtiene lo siguiente:

Elaborar un sistema de anticolidión funcional mediante sensores llamados TAG (etiquetas de Identificación por radio-frecuencia las cuales son dispositivos que pueden ser adheridos o incorporados en un objeto) instalados en el casco del personal y en vehículos de transporte de pasajeros y de material, de tal forma que se puedan detectar situaciones de riesgo (Peligro, precaución y libre).

Cuando un objeto es detectado por el sistema, este determina una situación de alerta, en la que se pueda producir una colisión.

En la fase 2 del ciclo de vida llamada diseño se obtiene la arquitectura de la vista estructural para la construcción del sistema, en la cual se pueden observar los componentes que interactúan entre sí, el modelo de capas, la parte física y lógica del sistema anticolidión. Tal como se muestra en la Figura. 1



**Figura 1** Vista Estructural

*Fuente: Elaboración Propia*

Después de realizar varios diseños, se entregó como prototipo funcional lo siguiente:

## Componentes del Proyecto Anticolidión

### Pantalla de Inicio del proyecto

En la Figura 2 se observa la pantalla principal que indica que las TAG's que son detectadas son vistas por el vehículo de frente. Se muestra la frase "No Conectado" que indica que aún no inicia la detección del personal, de la maquinaria y de los vehículos que están cerca.



**Figura 2** Pantalla Principal

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de personal

El indicador de personal (Figura 3) muestra el número de trabajadores, según el rango de acercamiento al vehículo, verde para libre, amarillo para precaución, y rojo para zona de peligro.



**Figura 3** Indicador de Personal

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de peligro.

Cuando un trabajador o vehículo se encuentra ubicado en una zona de peligro, éste aparecerá en la pantalla mediante un indicador de color rojo, de tamaño considerado para ser visualizado y evitar el obstáculo.



**Figura 2** Zona de Peligro

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de Precaución

Cuando los trabajadores y vehículos se encuentran en una zona de precaución, el número de ellos aparecerán dentro de esta columna, se visualizará de tal forma que el conductor observe cuantos trabajadores están en una distancia de advertencia.



**Figura 3** Zona de precaución

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de zona libre de riesgo.

Si los trabajadores o vehículos se encuentran en una zona fuera de peligro, estos serán visualizados en la última casilla de color verde, la cual nos indica que están fuera alcance, como se muestra en la figura 6.



**Figura 6** Zona fuera de riesgo

*Fuente: Elaboración Propia*

La Figura 7 representa el tipo de vehículo que va circulando, como son varios se pueden cambiar las imágenes de los transportes, (más adelante se explica cómo hacerlo) al mismo tiempo es para ubicarse desde el vehículo y observar el total de personal, vehículos y tarjetas no identificadas que están cerca de él y aproximadamente sus distancias.



**Figura 7** Vehículo transitando

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de Vehículos

La figura 8 muestra el indicador de vehículos siendo su principal función de manera similar al indicador de personal, visualizar los camiones que se encuentren en alguno de los rangos definidos por el administrador, es decir de peligro, precaución o libre de riesgo. Siendo de gran ayuda para observar el flujo de los camiones y de esta manera tomar en cuenta cuales camiones están transitando en zona de riesgo, de precaución y fuera de peligro.



**Figura 8** Indicador de Vehículos

*Fuente: Elaboración Propia*

### Indicador de TAG's no identificadas

La figura 9 representa objetos no identificados que se encuentran en los diferentes rangos, tiene como función detectar obstáculos que no se sabe si son personas u otros vehículos que obstruyen el camino, es donde se visualizará cuantos obstáculos irreconocibles existan en la vía.

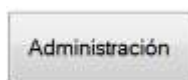


**Figura 9** Objetos desconocidos

*Fuente: Elaboración Propia*

### Pestaña de Administración

La pestaña de Administración Figura 10 muestra la parte configurable para que el sistema pueda funcionar de manera correcta, sólo personal autorizado es quién podrá ingresar a esté, por medio de una contraseña.



**Figura 10** Pestaña de Administración

*Fuente: Elaboración Propia*

### Login del sistema

El Login permite que sólo una persona autorizada es la única que puede entrar y realizar los cambios correspondientes a la aplicación tal como se muestra en la Figura 11.

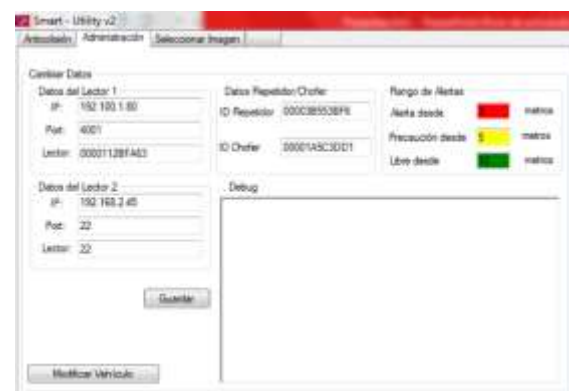


**Figura 11** Acceso controlado

*Fuente: Elaboración Propia*

### Datos de administración

Cuando se ingresa al sistema se muestra la información que puede ser configurada (figura 12) según la necesidad del administrador. Existen varios bloques, los cuales cada uno realiza una tarea distinta para el mejor funcionamiento del sistema.



**Figura 12** Configuración

*Fuente: Elaboración Propia*

### Datos de las lectoras

Las lectoras cuentan con una configuración por default, es decir, en los espacios correspondientes existe ya una dirección IP, un puerto y un número de lector, pero puede ser modificado en estos espacios para guardar esta información en la base de datos.

Se colocaron los espacios correspondientes para que dos lectoras puedan realizar su trabajo, es importante verificar que los datos que van a ser almacenados sean los correctos y así asegurar el buen funcionamiento del sistema tal como se muestra en la figura 13.

Cambiar Datos

Datos del Lector 1

IP:

Port:

Lector:

Datos del Lector 2

IP:

Port:

Lector:

**Figura 13** Configuración de Lectoras

Fuente: Elaboración Propia

### Datos del repetidor y chofer

En la figura 14 se muestra los datos del chofer y/o de la repetidora cuya función es facilitar la detección de los objetos en la parte posterior al vehículo (Únicamente diseño de interfaz) a diferencia de la lectora que identifica los de la parte frontal. Por ello se les coloca una ID o identificador para poder visualizar de una mejor manera cuando una TAG es detectada por la repetidora y ella la envíe a su vez a la lectora.

La etiqueta de identificación del chofer responsable de cada transporte se debe tener claramente identificada para ser excluida y no sea tomada erróneamente como un peligro de colisión.

Datos Repetidor/Chofer

ID Repetidor

ID Chofer

**Figura 14** Configuración de Chofer

Fuente: Elaboración Propia

### Rango de Alertas

En el bloque de rango de alertas (figura 15) se realizó un tipo semáforo, el cual permite modificar la distancia a la que se encuentran los obstáculos para evitar un incidente, representado por los siguientes colores: rojo indica peligro, amarillo considera precaución y por último el verde indica fuera de peligro, cabe mencionar que cada uno de los colores puede ser configurado según sea necesario o a criterio de la persona encargada de la seguridad de los trabajadores.

Rango de Alertas

Alerta desde  metros

Precaución desde  metros

Libre desde  metros

**Figura 15** Configuración de rangos

Fuente: Elaboración Propia

### Modificación de vehículo

Se puede elegir una imagen que asemeje al auto que llevará el sistema en movimiento, como se muestra en la figura 16.



**Figura 16** Configurar Vehículo

Fuente: *Elaboración Propia*

En la programación tercera fase del ciclo de vida, se utilizó C#, por no presentar problemas en la implementación, sin embargo al ser prototipo se puede implementar en cualquier otro lenguaje.

Se utilizaron diversas estructuras de programación, multihilos, base de datos, entre otras.

En la cuarta fase del ciclo de vida se realizaron las pruebas, las cuales se llevaron a cabo en las instalaciones de la empresa y diversas personas traían consigo TAGs ubicándose a diferentes distancias y de esta manera aparecía el conteo en zona de peligro, zona de precaución y zona libre de riesgo según corresponda la distancia configurada.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron tarjetas RFID, clasificadas en TAGS, Lectoras y Repetidoras.

## Resultados

Se desarrolló un sistema funcional que permite a los conductores que transitan en el interior de la mina, identificar obstáculos para que ellos puedan maniobrar y evitar accidentes imprudenciales.

Se realizaron las pruebas pertinentes verificando la eficiencia del sistema. Se elaboró un reporte final.

## Conclusiones

Se termina la primera fase del sistema cumpliendo con el objetivo de emitir alertas cuando se identifican obstáculos con ciertos metros de distancia dentro de la industria minera, logrando esto con la integración de tarjetas RFID.

### Trabajo futuro:

Como se mencionó anteriormente el desarrollo del sistema comprende la configuración de vehículos en la parte frontal quedando pendiente la integración del módulo para la parte posterior de los vehículos.

## Referencias

Camacho, T. (26 de agosto de 2016). *Prevención Integral*. Obtenido de Toxicología laboral: peligros y riesgos by TOMAS3322: <http://www.prevencionintegral.com/comunidad/blog/toxicologia-laboral-peligros-riesgos/2016/07/27/resumen-riesgos-laborales-en-mineria>

Joyanes, A. L., & Sánchez, G. L. (2014). *Programación en C++: un enfoque práctico*. Madrid, ES: McGraw-Hill España. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Ceballos, S. F. J. (2007). *C/C++ curso de programación (3a. ed.)*. Madrid, ES: RA-MA Editorial. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Enrique, G. T. (2016). Prototipo de un dispositivo de conteo automático de personas. *Revista de Prototipos Tecnológicos*, 88.

PAREDES XOCHIHUA, M. P. (2016) Diseño de sistema para la simulación de metodologías de desarrollo de software. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC*, 73.

Cisneros, Ó. (20 de Septiembre de 2009). *Centro Zaragoza*. Obtenido de *Mecánica y Electrónica*: [http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R41\\_A7.pdf](http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R41_A7.pdf)

Eadic, F. y. (29 de septiembre de 2015). *Eadic*. Obtenido de *Sistemas Inteligentes de transporte*: <http://www.eadic.com/sistemas-inteligentes-de-transporte/>

Introducción a .NET. (2010). Barcelona, ES: Editorial UOC. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Ceballos, S. J. (2010). *Visual Basic .NET: lenguaje y aplicaciones (3a. ed.)*. Madrid, ES: RA-MA Editorial. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Díaz, A. M. B. (2004). *Análisis, control y evaluación de riesgo de fenómenos gaseodinámicos en minas de carbón*. Oviedo, ES: Ediuno - Universidad de Oviedo. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Capítulo 74 Minas y canteras. En: *enciclopedia de la OIT*. (2012). Washington D. C., US: D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Rubio, R. J. C. (2014). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Cebrián, M. D. (2014). *Sistemas de almacenamiento: administración de bases de datos (UF1466)*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

PÉREZ, Manuel, Control de arranque y paro de motores eléctricos con circuito de radiofrecuencia. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*. 2016. 3-7: 1-7.

Camuña, R. J. F. (2014). *Lenguajes de definición y modificación de datos SQL (UF1472)*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial. Retrieved from <http://www.ebrary.com>