



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



DESARROLLO DE PROTOTIPO DE CASCO PARA REGISTRO DE SIGNOS VITALES Y VARIABLES MEDIOAMBIENTALES PARA MINEROS

**Santiago Córdoba Saldarriaga, David Steven de La Rosa Yemail, Andrés Alfonso
Arrieta Villadiego, Carlos Alberto Valencia Hernández, Karen Lemmel Vélez**

**Institución Universitaria Pascual Bravo
Medellín, Colombia**

Resumen

En este trabajo se desarrolló un prototipo de casco para minería, el cual tiene como función monitorear el pulso cardíaco del minero, además de variables medioambientales como humedad, temperatura y concentración de gases, con el fin de establecer en primera instancia las condiciones de trabajo del minero en el socavón y en segunda instancia el estado del mismo en caso de algún accidente o evento que altere su salud y poder prestar una atención oportuna o, en casos extremos poder identificar el fallecimiento del mismo, todo esto dado que la minería es uno de las actividades económicas más peligrosas donde constantemente se ven accidentes que involucran, los cuales en muchos casos no solo quedan con secuelas permanentes, sino que pierden la vida en los socavones.

Palabras clave: casco minero; signos vitales; variables medioambientales

Abstract

In this paper a helmet prototype for mining is presented. The helmet has as a function to monitor the cardiac pulse of the miner, in addition to environmental variables such as humidity, temperature and gases concentration. All this to make sure to establish in the first place the working conditions of the miner in the sinkhole and in the second place the state of the subject in case of an accident or event that alters their health and could make a proper response or, in extreme cases, to identify the death of the subject, the prototype was made in order to mining is one of the activities more dangerous. Where accidents are constantly seen that involve in many cases the miner not only remain with permanent sequels, also lose their lives in the tunnels.

Keywords: *mining helmet; vital signs; environmental variables*

1. Introducción

En Colombia el sector minero es una de las locomotoras industriales que impulsan el desarrollo del país, pero esta actividad no está ajena a accidentes laborales que en muchos casos termina con la vida de los mineros. La tecnología implementada para conocer el estado de los mineros en los socavones en la gran mayoría de los casos es inexistente o en el mejor de los casos pertenece al siglo pasado (Ramírez Rosas & González Sierra, 2016)

En la última década en Colombia se han producido casi 1000 fallecimientos en 795 emergencias. Con estas cifras es fácil concluir que la muerte se instaló como un riesgo latente en buena parte de la actividad minera que se realiza en el país. Algunos departamentos en donde se realizan dichas actividades son: la Guajira, Cesar, Córdoba, Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, valle del cauca, Norte de Santander, Casanare, Cauca, Santander, entre otros. Pero hay que ver los detalles (Cárdenas, Arcos, & Echavarría, 2017; Unidades de Planeación Minero Energética, 2014).

En primer lugar, la misma ANM (Agencia Nacional de Minería) admite que puede haber un subregistro de estos accidentes, pues cuando se presentan estos eventos sin víctimas mortales en minas que se explotan sin títulos mineros ni permisos al día, a menudo no informan a las autoridades por miedo a sanciones, es decir, la cifra de accidentes puede ser mucho más alta de las registradas. (Celedón, 2015).

En este trabajo se ilustra la implementación de una herramienta que ayuda a determinar el estado de los mineros en los socavones, empleando tecnología libre y de código abierto con la capacidad de transmitir datos no solo de la condición del minero en tiempo real sino también de las variables medioambientales en las cuales está inmerso.

2. Materiales y métodos

Desde el punto de vista técnico el prototipo censa el ritmo cardíaco por medio de un sensor óptico, el cual expresa la intensidad del latido en una salida análoga que varía de 0 a 5v fijado al lóbulo de la oreja del minero, estos datos en conjunto con las demás variables como humedad, temperatura, concentración de CO₂ y gas metano son procesadas por un dispositivo micro controlado que está dotado con un conversor análogo digital de 10bits el cual se encarga de muestrear y realizar el escalado de los datos para posteriormente enviarlos en formato serial a un módulo de comunicación inalámbrica (XBee) el cual tiene un alcance de 1.2km en línea de vista y se encargara de transmitirlos por protocolo Zigbee a una estación remota ubicada en la bocamina, el diagrama general de funcionamiento del sistema es mostrado en la Figura 1.

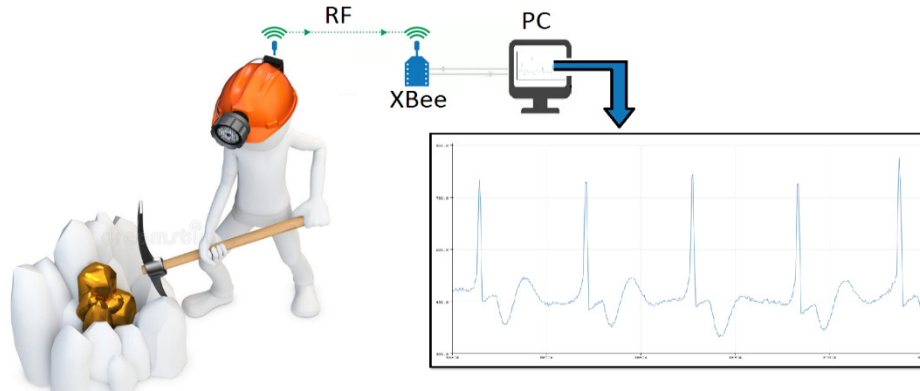


Figura 1. Diagrama general de funcionamiento del sistema

3. Resultados

Se implementó un prototipo de casco que es capaz de realizar el sensado de la condición actual del minero representada en sus pulsaciones, además que es capaz de transmitir otras variables medioambientales, fotos del prototipo son mostradas en la Figura 2.

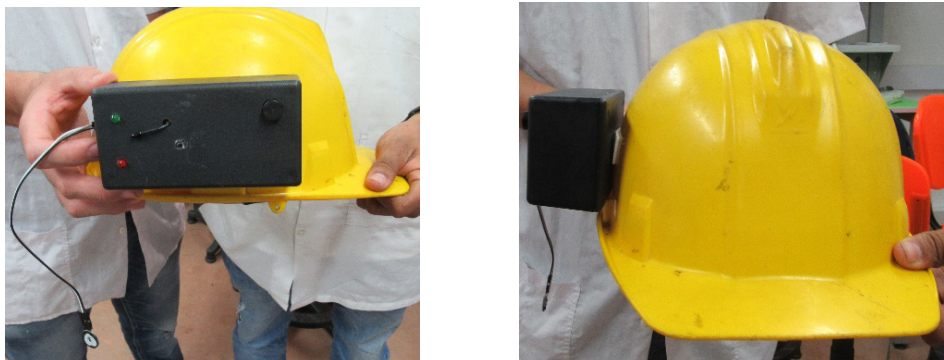


Figura 2. Prototipo de casco salva vidas para minero

Para la validación del sistema se contó con un sujeto de prueba, el cual se ubicó con el casco a una distancia de 300 metros del receptor obteniéndose una respuesta positiva, enviándose los latidos del sujeto y los datos medioambientales sin errores, una de las gráficas de datos obtenidos respecto al pulso cardiaco puede verse en la Figura 3.

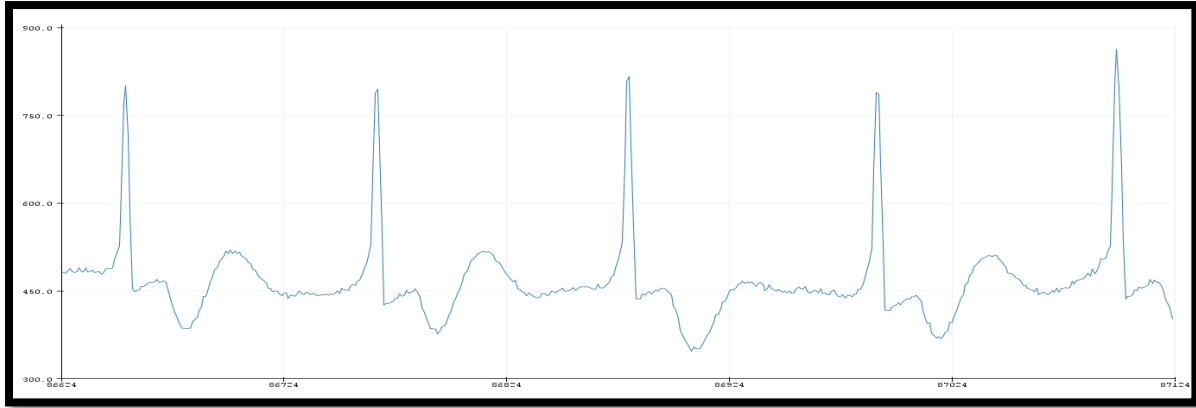


Figura 3. señal de pulso sujeto de pruebas

4. Conclusiones

Se pudo apreciar en las pruebas que la ubicación del sensor que mide el pulso cardíaco es fundamental para obtener una lectura clara, en este caso la medición en el lóbulo de la oreja no es la mejor ubicación en términos de la medición, pero si es viable teniendo en cuenta la comodidad del minero a la hora de realizar su tarea.

Se puede afirmar que es posible establecer el estado físico de un individuo de forma remota, en términos del pulso cardíaco mediante un casco dotado con sistemas electrónicos enfocados a la transmisión y sensado de variables fisiológicas.

La implementación de soluciones de seguridad en el sector minero es fundamental para la modernización de esta actividad y poder apalancar el progreso de las regiones mineras.

5. Referencias

- Bonganay, A. C. D., Magno, J. C., Marcellana, A. G., Morante, J. M. E., & Perez, N. G. (2014). Automated electric meter reading and monitoring system using ZigBee-integrated raspberry Pi single board computer via Modbus. *2014 IEEE Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science*, 1–6. <http://doi.org/10.1109/SCEECS.2014.6804531>
- Cárdenas, J. A., Arcos, A., & Echavarría, E. (2017). *Seguridad y salud en la pequeña minería colombiana*. (Trendy, Ed.) (1st ed.). Bogota: FCS.
- Šekoranja, B., Bašić, D., Švaco, M., Šuligoj, F., & Jerbić, B. (2014). Human-Robot Interaction Based on Use of Capacitive Sensors. *Procedia Engineering*, 69, 464–468. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.013>
- Koenka, I. J., Sáiz, J., & Hauser, P. C. (2014). Instrumentino: An open-source modular Python framework for controlling Arduino based experimental instruments. *Computer Physics Communications*, 185(10), 2724–2729. <http://doi.org/10.1016/j.cpc.2014.06.007>
- Ramírez Rosas, C. H., & González Sierra, M. A. (2016). *Diagnóstico de la Accidentalidad en la Pequeña y Mediana Minería Subterránea de la Provincia del Sugamuxi*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

- Unidades de Planeación Minero Energética. (2014). *Indicadores de la Minería en Colombia*. Bogotá.

Sobre los autores

- **Santiago Córdoba Saldarriaga:** Estudiante de Tecnología Eléctrica. s.cordoba907@pascualbravo.edu.co
- **David Steven de La Rosa Yemail:** Estudiante de Tecnología Eléctrica. d.delarosa19@pascualbravo.edu.co
- **Andrés Alfonso Arrieta Villadiego:** Estudiante de Tecnología Eléctrica. a.arrieta239@pascualbravo.edu.co
- **Carlos Alberto Valencia Hernández:** Ingeniero en instrumentación y control, Magister en Automatización Industrial, Docente ocasional, carlos.valencia@pascualbravo.edu.co.
- **Karen Lemmel Vélez Hernández:** Ingeniera en instrumentación y control, Magister en Automatización Industrial, Docente ocasional. karen.lemmel@pascualbravo.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)