



# Desarrollo de un sistema automático de seguridad para la máquina cortadora de lámina ubicada en Talleres ROLAM

Iván Gabriel Martínez Hidalgo

Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, San Juan de Pasto-Colombia

martinezgabo06@gmail.com

**Resumen-** Debido al riesgo que representa la manipulación de la cortadora de lámina eléctrica del Taller Industrial ROLAM teniendo en cuenta que uno de los operadores sufrió un accidente laboral en el cual se ocasiono un atrapamiento mecánico. Los trabajadores presentan cierto temor al momento de poner en funcionamiento esta máquina. Es por esto, que el presente proyecto se propone como objetivo ayudar a prevenir, este tipo de accidentes laborales ocasionados por falta de medidas de seguridad para el manejo de dicha cortadora. Una vez identificados las zonas de riesgo tanto para los operarios, como para las partes que conforman la máquina y tras una minuciosa investigación de los componentes electrónicos adecuados para la prevención de este tipo de accidentes como: sensores de proximidad, termómetro infrarrojo, sensor de vibraciones e identificador de radio frecuencia; se procede a estructurar el proceso investigativo que finalice con el alcance de los objetivos propuestos en términos de diseño e implementación.

**Abstract-** Due to the risk posed by the manipulation of the ROLAM Industrial Workshop electric sheet cutter, taking into account that one of the operators suffered an occupational accident in which a mechanical entrapment was caused. Workers are somewhat apprehensive when putting this machine into operation. For this reason, the present project aims to help prevent this type of occupational accident caused by a lack of safety measures for handling said cutter. Once the risk areas have been identified for both the operators and the parts that make up the machine and after a thorough investigation of the electronic components affected for the prevention of this type of accident such as: proximity sensors, infrared thermometer, vibration sensor and radio frequency identifier; The investigative process will be structured to finish with the scope of the proposed objectives in terms of design and implementation.

## I INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la presente investigación, es implementar un sistema automático de seguridad, con el propósito de enfocar los conocimientos en ingeniería aprendidos en la carrera y mediante estudios y aplicaciones del CIP, para contribuir en la solución de una problemática encontrada en la empresa donde se efectúa la investigación. El problema citado anteriormente se encuentra específicamente en la cortadora de lámina eléctrica con la que cuenta industrias ROLAM, esta brinda la posibilidad de hacer un corte de mejor calidad y de dimensiones que las herramientas convencionales utilizadas para este proceso no pueden realizar. Sin embargo, una de

las desventajas de esta máquina es el riesgo al que se somete el operario cuando el mecanismo se pone en funcionamiento debido a su diseño.

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia la necesidad de implementar un sistema preventivo haciendo uso de nuevas tecnologías, de esta manera evitando que se genere cierto temor que ocasiona el hecho de manipular este tipo de mecanismos; además se puede garantizar que el funcionamiento de la máquina sea el adecuado y no se ocasionen daños en sus componentes como sobrecalentamiento del motor. Esto es posible mediante la instalación de una serie de componentes electrónicos ubicados en puntos estratégicos donde sea factible establecer un monitoreo de algunas variables como: identificación por radiofrecuencia, proximidad de elementos con las partes móviles del mecanismo (engranajes), temperatura y vibración del motor, para verificar que estos valores se encuentren dentro de los parámetros adecuados que permita desempeñar un trabajo eficiente, continuo y seguro

## II METODOLOGÍA

La metodología de investigación que se va a emplear es la de acción; debido a que esta “se centra en generar cambios en una realidad estudiada. Trata de unir la investigación con la práctica a través de la aplicación, y se orienta en la toma de decisiones y es de carácter ideográfico.” (I.U.T.A., 2010)

Sosteniendo la información dicha anteriormente, esta investigación se centra principalmente en la necesidad de la industria metalmeccánica en máquinas de alta probabilidad de accidentabilidad, para esto, es de suma importancia la Investigación bibliográfica; que consiste en una recolección de información como artículos, revistas, tesis relacionadas al tema, averiguaciones a través de internet, consulta a expertos acerca de los componentes electrónicos más utilizados, nuevas tecnologías: arduino, industria 4.0, IoT, montajes mecánicos y eléctricos, pruebas experimentales, lenguajes de programación, plataformas, estadísticas de accidentes en diferentes operaciones de mecanizado, clasificación de riesgos, seguridad industrial, entre otras partes que componen la investigación.

## III OBJETIVOS

Implementar un sistema de monitoreo, asegurando que las condiciones de uso y funcionamiento de la máquina cortadora de lámina eléctrica ubicada en Industrias ROLAM sean las adecuadas.

### *Objetivos específicos*

- Recopilar y analizar información sobre elementos funcionales relacionados con algunos componentes



electrónicos de los sistemas automáticos de seguridad que le brinden soporte al presente estudio.

- Diseñar el sistema electrónico con su respectiva programación de los componentes de acuerdo a su uso.
- Instalar y realizar pruebas de los componentes electrónicos de (temperatura, vibración, proximidad, RFID) en la máquina cortadora de lámina eléctrica.
- Elaborar el Manual de usuario, verificando el funcionamiento de los componentes electrónicos.

#### IV DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA

“desde hace tiempo atrás, las máquinas forman parte del mundo laboral de los operarios. Muchos de los procesos productivos que se desarrollan en las industrias no serían posibles sin ellas. Lamentablemente las máquinas se han convertido en uno de los agentes causantes de gran parte de los accidentes laborales que se producen; una de las causas que los desencadenan es la falta de implementación de dispositivos y estrategias de seguridad que se encarguen de alertar a las personas frente a los diferentes riesgos que pueden estar expuestos cuando se operan las máquinas, como: atrapamiento por partes móviles, golpes, proyección de partículas, quemaduras, etc.” (quironprevencion, 2020)

Mediante la investigación propuesta, se determinó que Nariño es un departamento que cuenta con pequeñas, medianas y grandes empresas dedicadas a metalmecánica, que por altos costos de equipos tecnológicos modernos, no han podido remplazar la maquinaria o mecanismos convencionales, algunos son rústicos u obsoletos. debido a esta problemática y teniendo en cuenta las Políticas de Calidad de Talleres Industriales ROLAM, se requiere de una búsqueda constante de mejoras que permitan optimizar cada vez más la calidad de los procesos y por ende la parte productiva y seguridad de los operarios.

#### V PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Para lograr el objetivo de implementar y desarrollar un sistema de monitoreo de variables y de esta manera brindar seguridad tanto para el operario como para la máquina cortadora de lámina; La solución que se plantea se establece mediante la implementación de sensores capaces de medir y detectar variables que permitan garantizar que estos valores estén dentro de los rangos permitidos, como el caso del sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK que delimita una zona de alto riesgo y de esta manera evita que se desencadene un accidente laboral como el riesgo de atrapamiento por las piezas móviles de la máquina.

La visualización y lectura de las variables es posible mediante una pantalla LCD, la cual proporciona información como la temperatura y vibraciones del motor, de igual manera que va ligado a una plataforma IoT que permite graficar los datos que emiten los sensores, a la cual se puede acceder con un módulo de WI-FI ESP 8266.

Se debe resaltar que la solución propuesta, es para que el operario tenga confianza a la hora de hacer la operación de corte y disminuya el temor que genera el hecho de manipular la cortadora; es pertinente que la persona que realiza este proceso haya sido previamente capacitada; para garantizar que la tarea va a ser llevada a cabo por

personal autorizado se instala un módulo de RFID o identificación por radiofrecuencia, el cual permite gestionar el arranque de la máquina, haciendo el papel de las llaves de acceso convencionales y garantizando que la máquina sea operada por la persona encargada.

El operario puede accionar de manera manual un botón físico que está ubicado en un lugar visible y de fácil acceso, el cual al momento de ser presionado impide el flujo de energía eléctrica hacia el motor, que es el encargado de transmitir movimiento y potencia, lo que permite que esta pare; también se implementa diferentes tipos de sensores que ayudan a medir o detectar estos cambios que se puedan presentar y que alteran el correcto funcionamiento de la cortadora como el módulo termómetro infrarrojo GY-906 MLX90614ESF y el sensor de vibración SW-1801P. En el caso que los datos que miden estos sensores estén por fuera de los parámetros normales o cuando se active el botón físico, se interrumpe el flujo de corriente hacia el motor de la cortadora, además se enciende una luz y una alarma sonora que alerta al resto del personal.

#### VI IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO

La máquina cortadora de lámina eléctrica ubicada en Talleres industriales ROLAM (Figura 1), realiza procesos de corte con acabado detallado y de alta precisión, cuenta con un diseño que permite realizar cortes de hasta 2.5 metros de longitud, en lámina de calibre 14 en acero común o acero inoxidable (1.9 milímetros), La máquina es alimentada por un motor eléctrico trifásico de 7.5 hp con 1740 rpm (Figura 2); para la transmisión de potencia se cuenta con una polea conductora de 150 mm y una polea conducida de 820 mm, de 5 correas en V, un sistema de engranajes con relación 3:1 aprox. de 150 mm y 500 mm (Figura 3). Estos componentes son esenciales para el funcionamiento y permiten realizar el proceso de corte por parte de las cuchillas, cuando el trinquete es accionado por el operario

En el sistema de engranajes (Figura 3) se puede notar que a pesar de que el diseño original que cuenta con una protección, queda descubierto un espacio de tamaño considerable entre esta y la mesa. Debido a que durante el proceso de corte el operario tiene que desplazarse cerca de esta área, se identifica el riesgo de que ocurra un accidente por atrapamiento, tal como ocurrió en el año 2018 cuando la manga del overol de un trabajador de Industrias ROLAM se enredó en uno de los piñones; por suerte el incidente no paso a mayores, pero se determinó en primer lugar que hubiese sido de gran ayuda disponer de un sistema que alerte al resto del personal y disponer de un sistema que detenga el funcionamiento cuando ocurran este tipo de hechos.



Figura 1. Máquina cortadora de lámina (Martinez, 2020)



Figura 1. Motor eléctrico trifásico (Martinez, 2020)



Figura 3. Sistema de engranajes (Martinez, 2020)

## VII VARIABLES FÍSICAS

Para garantizar que la operación de la máquina cortadora de lámina eléctrica sea segura, es decir que no corra riesgo la integridad del operario ni de la máquina como tal, se considera necesario monitorear ciertas variables que se presentan a continuación.

- Temperatura del motor: La temperatura interna del motor, no debe ser mayor a 115 °C
- Temperatura ambiente: La temperatura ambiente máxima, a la cual el motor puede desarrollar su potencia nominal, sin peligro es de 40 °C
- Vibraciones del motor: Identificar el funcionamiento óptimo del motor, debido a las tolerancias que existen en los componentes de la máquina, siempre existirán vibraciones, las cuales pueden aumentar de magnitud cuando dichos componentes empiezan a presentar fallas o defectos.
- Proximidad a la zona de engranajes: cuando los sensores de proximidad, detectan que algo sobrepasa el perímetro que ellos delimitan, es decir cuando hay algo próximo a los engranajes, se debe apagar el motor de la máquina, de esta manera se garantiza la seguridad del operario y de los componentes de la misma.
- Identificación por radio frecuencia (RFID): mediante este reconocimiento se puede evitar la utilización de la cortadora eléctrica de lámina por parte del personal no autorizado, debido al peligro que esta representa en la operación.
- Corriente y voltaje del motor: estas variables se miden con el fin de analizar el comportamiento de las mismas a medida que incrementa la temperatura del motor.

## VIII DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Basados en la investigación y la problemática, Talleres ROLAM cuenta con equipos y maquinaria que es indispensable, entre los equipos con que cuenta está la máquina cortadora de lámina eléctrica, esta es utilizada para realizar cortes, este proceso se hace mediante cuchillas

Este tipo de trabajos exponen constantemente al operario a riesgos, siendo este el problema que aborda el presente estudio, tales como:

-Corte o amputaciones por atrapamiento entre las cuchillas: este riesgo suele producirse cuando el operador no se informa acerca de la correcta manipulación de la máquina; mediante la implementación del módulo RFID se podrá garantizar que la tarea sea llevada a cabo por personal apto que esté debidamente capacitado.

-Aplastamiento en las piezas de transmisión de potencia: se produce por la introducción de las manos en la zona de operación de los engranajes cuando se trata de rectificar la posición de la pieza a cortar. También puede producirse por el accionamiento involuntario de la máquina o cuando se atrapa o atasca el traje del operador en estas partes que giran a elevadas revoluciones; para evitar que se genere este tipo de hechos, por medio de la instalación de los sensores de proximidad infrarrojo E18-D80NK se puede establecer una barrera invisible que delimita esta zona de alta peligrosidad, asegurando que nada ingrese en dicho lugar, en caso contrario el sensor envía una señal a un relé que acciona al contactor, de esta manera impidiendo el flujo de energía eléctrica al motor y por ende la máquina se detendrá

En este proyecto también se ha tenido en cuenta la posibilidad de monitorear variables que garanticen que los componentes de la máquina están trabajando de manera correcta y que no se corre el riesgo de sobrecalentamiento del motor debido al uso continuo, dado el caso que el módulo termómetro infrarrojo GY-906 MLX90614ESF mida que la temperatura supera el valor permitido, envía una señal al relé para accionar el contactor de tal modo que se impida el flujo de corriente.

Se puede establecer que el funcionamiento del motor sea el adecuado mediante el sensor de vibraciones SW-1801P si los valores que este mide están fuera del rango permitido, se enviara una señal al relé, este accionaria el contactor haciendo que el circuito se abra.

Si el operador de la cortadora se percata que el funcionamiento de los mecanismo o de la máquina en general no es el correcto, ya sea por la presencia de un elemento en un lugar no permitido, si se encuentra en riesgo la integridad del trabajador o de la máquina, como también la posibilidad de sufrir una cortadura o atrapamiento mecánico en el caso de la persona que está manipulando, el operario tendrá la posibilidad de accionar manualmente un botón de paro de emergencia, el cual estará ubicado en un punto de fácil acceso, haciendo que el motor de la máquina se detenga .

## IX TECNOLOGÍA UTILIZADA

Para que sea posible el censado y monitoreo de las variables que se esperan conocer como: identificación por radiofrecuencia, temperatura y vibraciones del motor, detección de proximidad de objetos en zonas de riesgo de la máquina y consumo de corriente eléctrica; es necesario implementar los siguientes sensores y de esta manera determinar si los parámetros de funcionamiento son los adecuados para el funcionamiento de la cortadora de lámina eléctrica.

- Módulo termómetro infrarrojo GY-906 MLX90614ESF.
- Sensor de vibración SW-1801P
- Sensor de proximidad Infrarrojo E18-D80NK

- Sensor de Corriente SCT013 De 100A AC.
- Tarjeta Arduino Mega 2560
- WIFI ESP8266
- Módulo RFID
- Contactor Trifásico y relé
- LCD 16x2 Backlight Azul
- Placa I2C adaptadora LCD1602

## X DISEÑO

Previamente a realizar el montaje de la red de componentes y que estos queden ubicados correctamente, sin alterar el funcionamiento de la máquina, se realizó un boceto del diseño de la máquina cortadora (Figura 4), haciendo uso de un software de diseño 3D

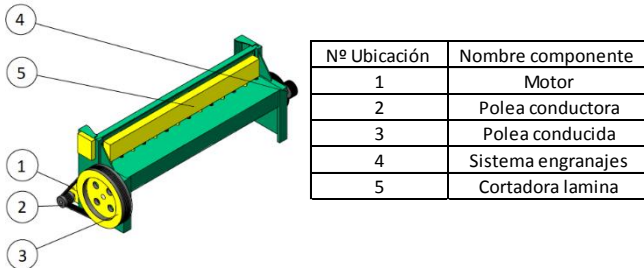
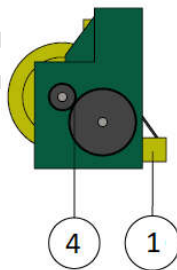
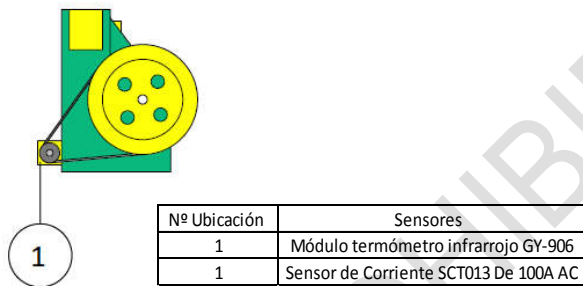


Figura 4. Diseño CAD Partes funcionales de la máquina (Martinez, 2020)

### Ubicación sensores



Nº Ubicación	Sensores
4	Sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK

## XI RESULTADOS DEL TRABAJO

Montaje de los sensores de proximidad Infrarrojo E18-D80NK y la pantalla LCD (Figura 5).



Figura 5. Montaje de sensores de proximidad infrarrojos (Martinez, 2020)

En la anterior imagen (Figura 5) se muestra el montaje de los sensores de proximidad infrarrojo E18-D80NK, cuando un objeto sobrepasa la barrera creada con luz infrarroja se envía una señal al relé para que este a su vez desenergice la bobina del contactor para que el motor deje de funcionar.

En la siguiente imagen (figura 6) se ilustra, el montaje de los sensores de temperatura y de vibraciones, esto ayudará a proteger el motor, midiendo las variables y de esta manera permitiendo verificar que estas se encuentren dentro de los parámetros permitidos, con el lenguaje de programación se logra la visualización de estos datos en la pantalla LCD.

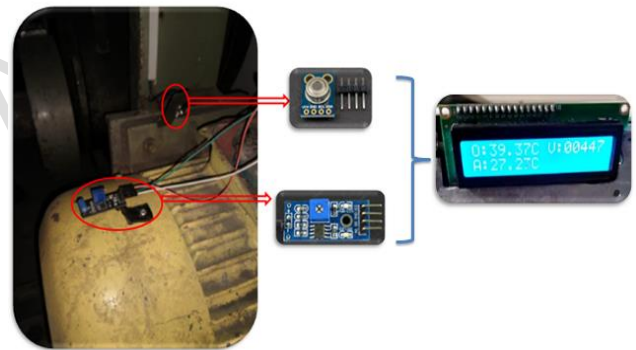


Figura 6. Montaje de sensores de temperatura y vibración (Martinez, 2020)

Teniendo en cuenta los rangos de las variables establecidas, para que sea posible desactivar el motor con señales captadas por los sensores, se implementó al sistema de seguridad automático un contactor acoplado a un relé que permita abrir o cerrar el circuito del motor, cuando el operario este expuesto al riesgo de atrapamiento o cuando el motor de la máquina pueda sufrir daños, por elevadas temperaturas y vibraciones.

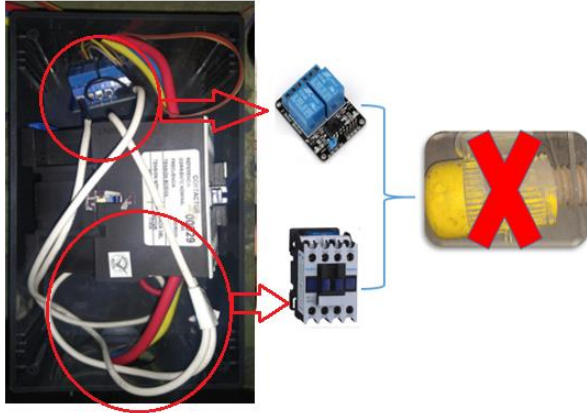


Figura 7. Montaje de contactor y relé (Martinez, 2020)

Después de realizar el montaje del sistema de seguridad automático en la máquina, se realiza una serie de pruebas, para verificar y analizar la funcionalidad, en las cuales se obtiene datos reales de las variables establecidas en el código de programación; a continuación se muestra la visualización en la pantalla LCD.



Figura 8. Visualización de variables (Martinez, 2020)

En la anterior imagen (Figura 8) se observa en la pantalla LCD la visualización de los valores de las variables físicas, que son medidas por los sensores durante la prueba realizada:

Temperatura de la carcasa del motor (O), conociendo los parámetros de las variables mencionadas con anterioridad, en la prueba la temperatura de la carcasa es de 48 °C, esto significa que la temperatura interna es de 68° C, si esta variable supera los 90°C en la carcasa, el sensor envía una señal de alerta porque ha identificado que el motor está sobrecalentado y automáticamente se corta el flujo de corriente, protegiendo la vida útil del motor.

Se puede visualizar la temperatura ambiente (t) está en 23 °C, quiere decir que sus parámetros están en el rango establecido, para que el funcionamiento del motor y la máquina sea correcto.

Las vibraciones del motor (V), se identifica que el valor mostrado en la pantalla 00427 es un valor que debido a la tolerancia y ajuste del motor se encuentra dentro del rango permitido, si este valor aumenta su magnitud, los componentes empiezan a presentar fallas o defectos de mal funcionamiento del motor.

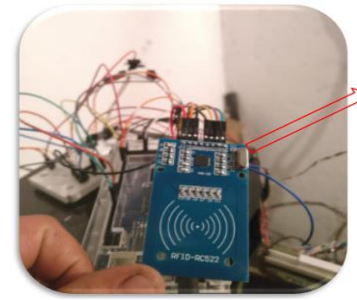


Figura 9. Módulo RFID (Martinez, 2020)

Teniendo en cuenta el riesgo que representa, el hecho de poner en funcionamiento la máquina, se considera pertinente que esta actividad se realice únicamente por la persona encargada y debidamente capacitada; esto es posible mediante el módulo RFID (Figura 9), el cual permite que se active y desactive el circuito que alimenta el motor cuando se acerca una identificación que solo la porta el personal autorizado.

En las pruebas realizadas, el operario tiene consigo una tarjeta chip, cuando esta se acerca al módulo RFID, la bobina del contactor es energizada y la máquina estará lista para poder realizar el proceso de corte, de lo contrario cuando el operario o una persona ajena quiera manipular la cortadora eléctrica, sin la tarjeta, no será posible gestionar el arranque de la misma, asegurando que personas no autorizadas manipulen la máquina, esto ayuda a la prevención de accidentes y la protección de los componentes implementados.

## XII CONCLUSIONES

- Con la implementación del sistema de seguridad automático en la máquina cortadora de lámina eléctrica, se evidencia múltiples beneficios en los distintos roles, principalmente que el operario trabaje con mayor seguridad y confianza, reduciendo los riesgos a los que está expuesto, esto mediante los sensores de proximidad infrarrojo; también es posible tener un mayor control y monitoreo del buen desempeño de la máquina y con ello incrementar la vida útil de ésta, por medio de los sensores de temperatura y vibración ubicados en el motor y finalmente el dueño de la empresa tiene la certeza que la máquina será manipulada por un operario que cuenta con la capacitación adecuada, a través de la instalación del módulo de identificación por radio frecuencia, aportando positivamente a la industria de la metalmecánica.
- En la empresa Industrias ROLAM se busca optimizar los procesos industriales, así como también reducir los riesgos de los operarios, para que todo funcione sin contratiempos, es por ésta razón que la implementación de proyectos como los de ésta investigación, contribuyen a mejorar el desarrollo de empresas de la industria metalmecánica, pues si bien se trata de una inversión, ésta se ve compensada con los beneficios que genera al evitar daños en los componentes de la máquina o en un peor caso si a un operario le ocurre un accidente laboral y como consecuencia de ello costear un tratamiento médico y la reparación que legalmente tendría que hacer el propietario de la empresa.



- El proyecto tuvo un impacto positivo dentro de Talleres Industriales ROLAM, pues el resultado obtenido en la máquina cortadora de lámina eléctrica fue de gran satisfacción para el propietario y los distintos operarios, resultando de gran utilidad para ellos la implementación del sistema automático de seguridad, teniendo en cuenta los beneficios que genera el desarrollo del presente trabajo.
- El sistema de seguridad automático implementado en la máquina cortadora de lámina en talleres Industrias ROLAM, relacionado con la programación de distintos componentes como los sensores (Temperatura, Vibración, Proximidad y RFID), se considera una prueba piloto, pues los conocimientos adquiridos y que fueron puestos en práctica, generaron impacto positivo y se creó la opción de realizar trabajos futuros en las diferentes máquinas que posee la empresa, monitoreando diferentes tipos de variables y si fuera el caso implementando nuevos módulos y así poder dar solución a las distintas necesidades.

### XIII REFERENCIAS

[1] Arango, S., & Idarraga, J. (2013). Obtenido de FRENO ELECTROMAGNÉTICO: PROTOTIPO PARA EXPERIMENTACIÓN: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1131/Informe%20final\\_Prototipo%20Freno%20electromagnetico%20o%20de%20EDDY\\_.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1131/Informe%20final_Prototipo%20Freno%20electromagnetico%20o%20de%20EDDY_.pdf?sequence=1)

[2] Camilo, B. (2016). *bdigital.unal*. Obtenido de *bdigital.unal*: <http://bdigital.unal.edu.co/56299/1/1037576400.2016.pdf>

[3] *electrogeekshop*. (s.f.). *electrogeekshop*. Obtenido de *electrogeekshop*: <https://www.electrogeekshop.com/tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013/>

[4] FUIBERICA. (s.f.). *FU IBERICA TRANSMISION DE POTENCIA*. Obtenido de <https://www.fuiberica.com/>

[5] I.U.T.A., J. F. (31 de Julio de 2010). *metodologia02.blogspot*. Obtenido de *metodologia02.blogspot*: <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

[6] Interempresas. (2019). *Interempresas*. Obtenido de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/245171-Seguridad-en-maquinaria-industrial-a-traves-de-la-tecnologia-RFID.html>

[7] Mejia, J. (Octubre de 2009). *biblioteca.usac.edu.gt*. Obtenido de *biblioteca.usac.edu.gt*: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0158\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0158_ME.pdf)

[8] Mercadolibre. (2020). *Mercadolibre*. Obtenido de Mercadolibre: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Farticulo.mercadolibre.com.co%2FMCO-510590034-modulo-gy-906-sensor-de-temperatura-infrarrojo-mlx90614-\\_JM&psig=AOvVaw2ug1AqbrWc7o9-](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Farticulo.mercadolibre.com.co%2FMCO-510590034-modulo-gy-906-sensor-de-temperatura-infrarrojo-mlx90614-_JM&psig=AOvVaw2ug1AqbrWc7o9-)

<FWHBEMsp&ust=1582871014333000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKiCrpi>

[9] Mercadolibre. (2020). *Mercadolibre*. Obtenido de Mercadolibre: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Farticulo.mercadolibre.com.mx%2FMLM-715257695-e18-d80nk-sensor-de-proximidad-3-80cm-arduino-\\_JM&psig=AOvVaw0N9F0P61O8OspocZZT27nh&ust=1582871940702000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOCSHdWP8ecCFQAAA](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Farticulo.mercadolibre.com.mx%2FMLM-715257695-e18-d80nk-sensor-de-proximidad-3-80cm-arduino-_JM&psig=AOvVaw0N9F0P61O8OspocZZT27nh&ust=1582871940702000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOCSHdWP8ecCFQAAA)

[10] Paglia, P. (s.f.). *Pedro Paglia SRL. Motores Eléctricos y Frenos Electromagnéticos*. Obtenido de <http://www.pedropaglia.com.ar/frenos.html>

[11] *prometec*. (s.f.). *prometec*. Obtenido de *prometec*: <https://www.prometec.net/arduino-wifi/>

[12] *quironprevencion*. (2020). *quironprevencion*. Obtenido de *quironprevencion*: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/utilizar-dispositivos-seguridad-maquinas>

[13] *thingspeak*. (2020). *thingspeak*. Obtenido de *thingspeak*: <https://thingspeak.com>

[14] *Vistronica*. (2016). *Vistronica*. Obtenido de *Vistronica*: <https://www.vistronica.com/sensores/temperatura/modulo-termometro-infrarrojo-gy-906-mlx90614esf-detail.html>

[15] *Vistronica*. (2016). *Vistronica*. Obtenido de *Vistronica*: <https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-corriente-no-invasivo-sct013-de-100a-detail.html>

[16] *Vistronica*. (2016). *Vistronica*. Obtenido de *Vistronica*: <https://www.vistronica.com/board-de-desarrollo/arduino/board/arduino-mega-2560-r3-compatible-detail.html>

[17] *weg*. (2020). *weg*. Obtenido de *weg*: [https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-Máquinas-y-Sensores-Industriales/Barreras-de-Seguridad/Barreras-de-Seguridad--LSP/Cortinas-de-Luz-de-Seguridad/p/MKT\\_WDC\\_BRAZIL\\_SAFETY\\_LINE\\_SAFETY\\_LIGHT\\_SCREEN](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-Máquinas-y-Sensores-Industriales/Barreras-de-Seguridad/Barreras-de-Seguridad--LSP/Cortinas-de-Luz-de-Seguridad/p/MKT_WDC_BRAZIL_SAFETY_LINE_SAFETY_LIGHT_SCREEN)